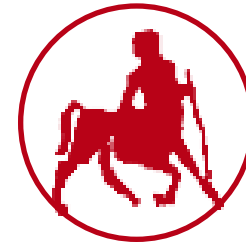
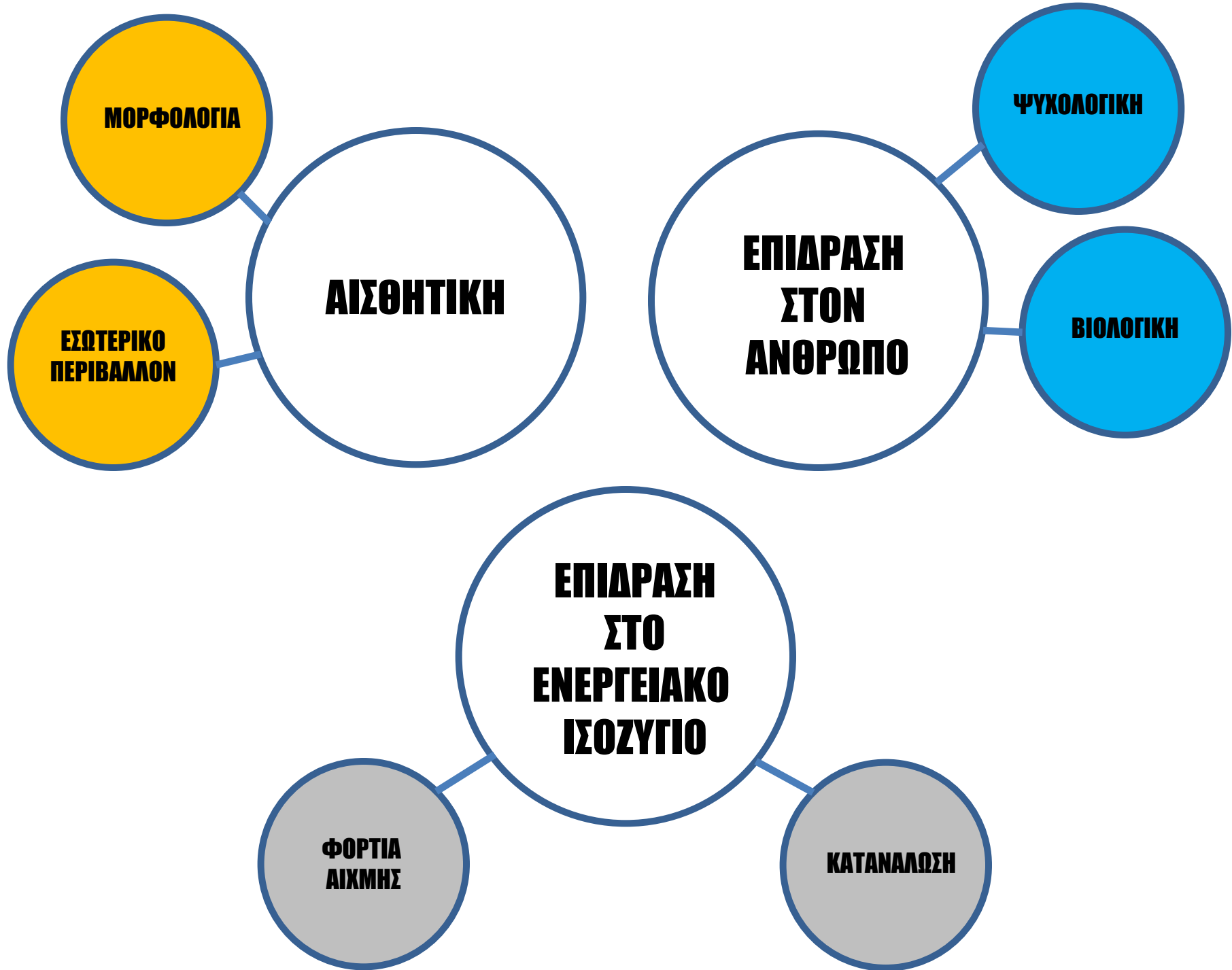


ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Α. Τσαγκρασούλης
Τμ. Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας





ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ

**ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΣΤΟΝ
ΑΝΘΡΩΠΟ**

ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΗ

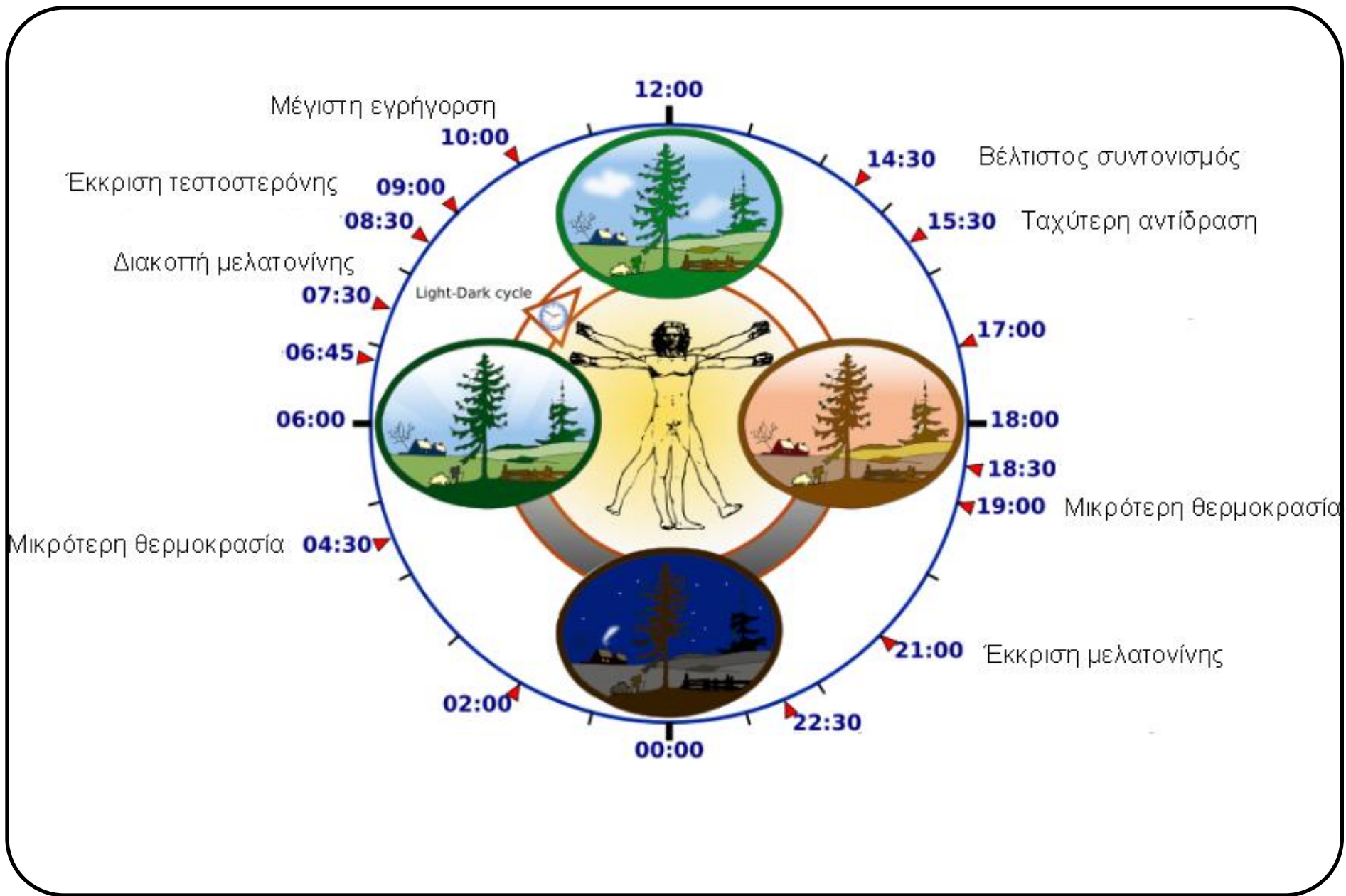
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΣΤΟ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ
ΙΣΟΖΥΓΙΟ**

**ΦΟΡΤΙΑ
ΑΙΧΜΗΣ**

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

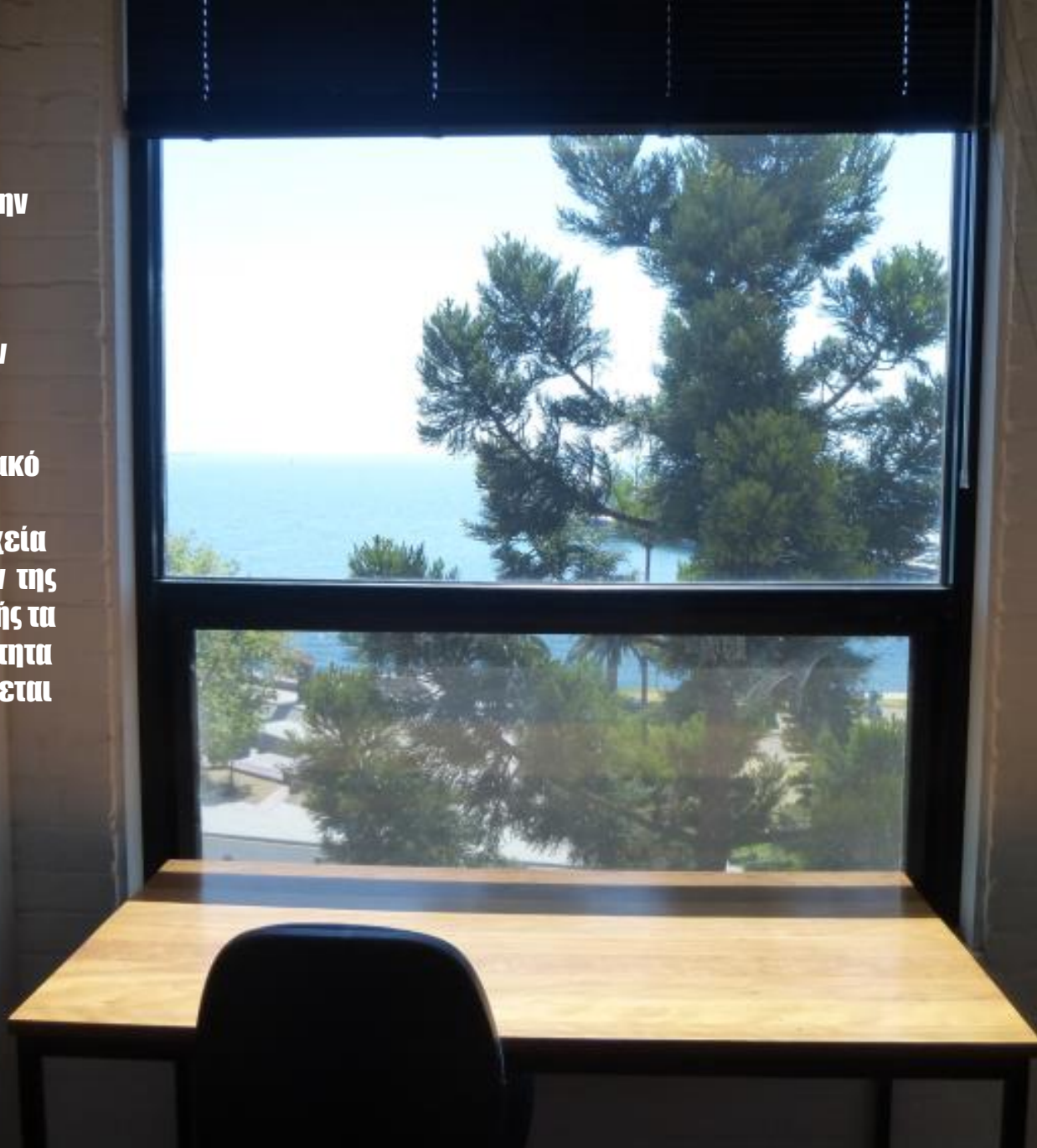
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΗΜΕΡΑΣ-ΝΥΧΤΑΣ (ΚΙΡΚΑΔΙΑΝΟΣ ΡΥΘΜΟΣ)



Brainard et al, "Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence of a new circadian photoreceptor", J. of Neuroscience, 2001

Βιοφιλία

Η θεωρία βασίζεται στην υπόθεση της ενστικτώδους σύνδεσης των ανθρώπων με την φύση. Συνεπώς ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων στο κτηριακό κέλυφος είναι από τα πλέον σημαντικά στοιχεία στον σχεδιασμό. Πέραν της παροχής φωτεινής ροής τα ανοίγματα η σπουδαιότητα των ανοιγμάτων βασίζεται στην «παροχή» θέας.




ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

YOU CAN'T STOP TIME...



**But you can turn it back
one hour at 2 a.m. on Oct. 28
when daylight-saving time
ends and standard time begins.**

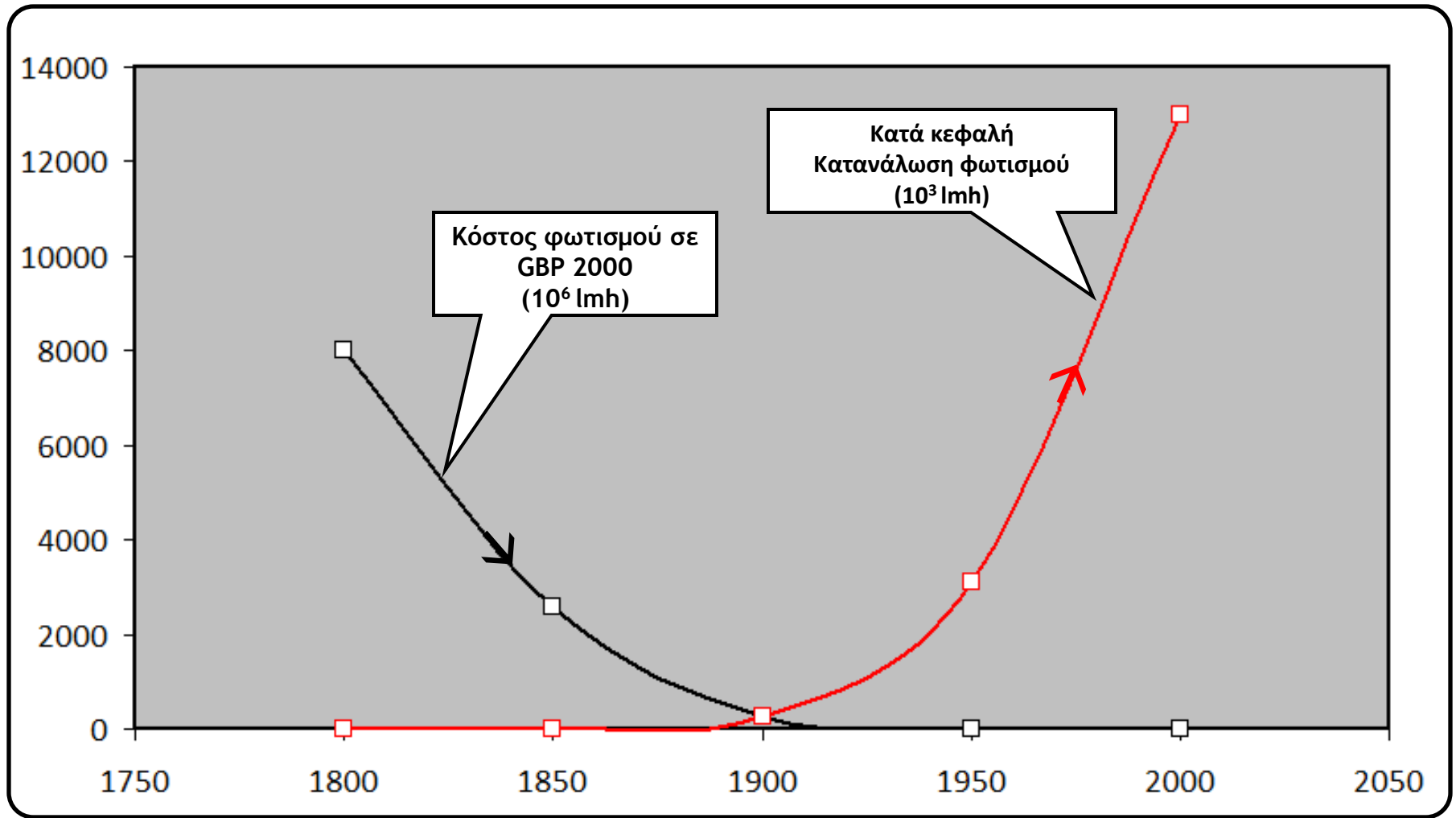
VICTORY!
CONGRESS PASSES
DAYLIGHT SAVING BILL



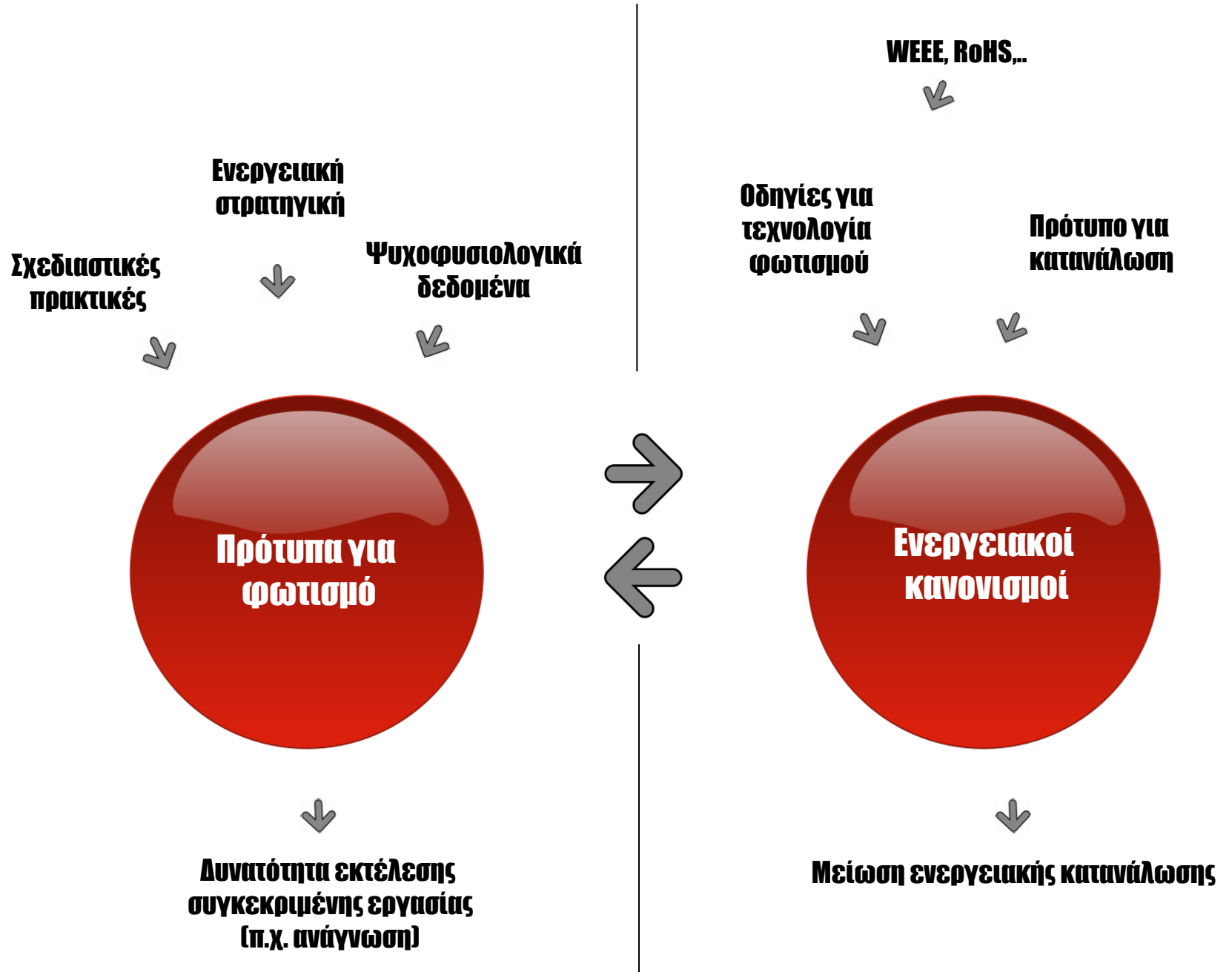
"Get Your Hoe Ready!"

Αύξηση ωρών φυσικού φωτισμού 4000+210

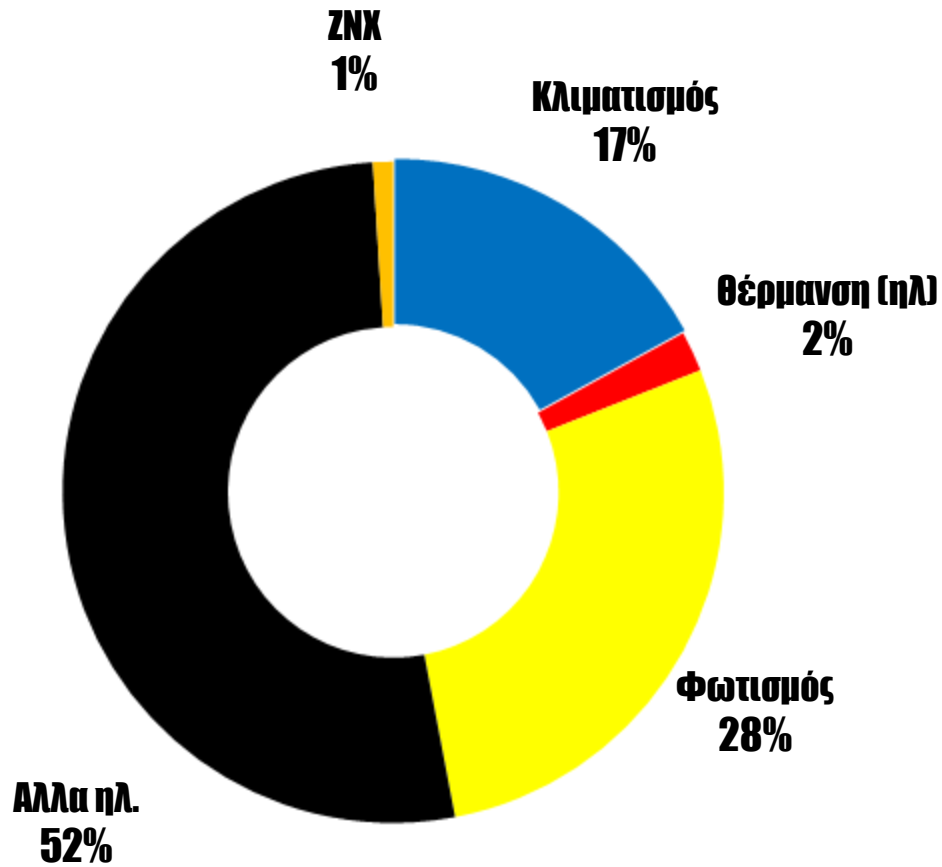
ΑΥΞΗΣΗ ΖΗΤΗΣΗΣ – REBOUND EFFECT



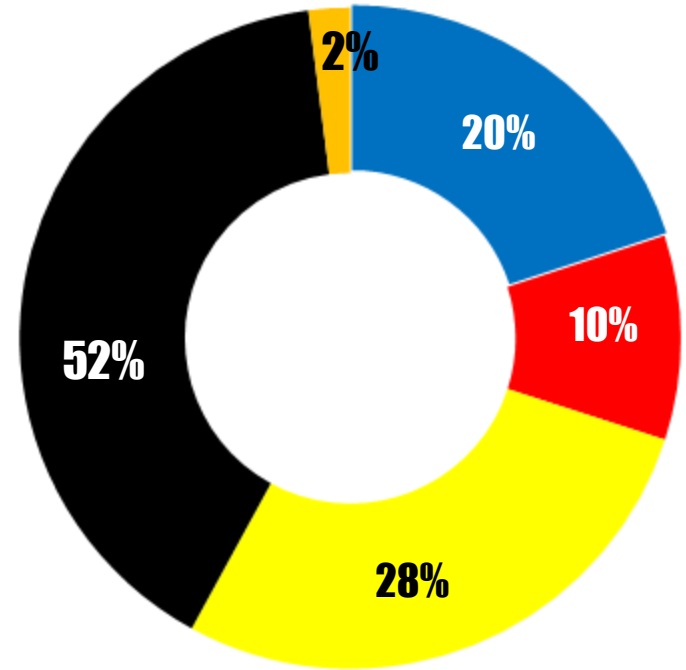
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

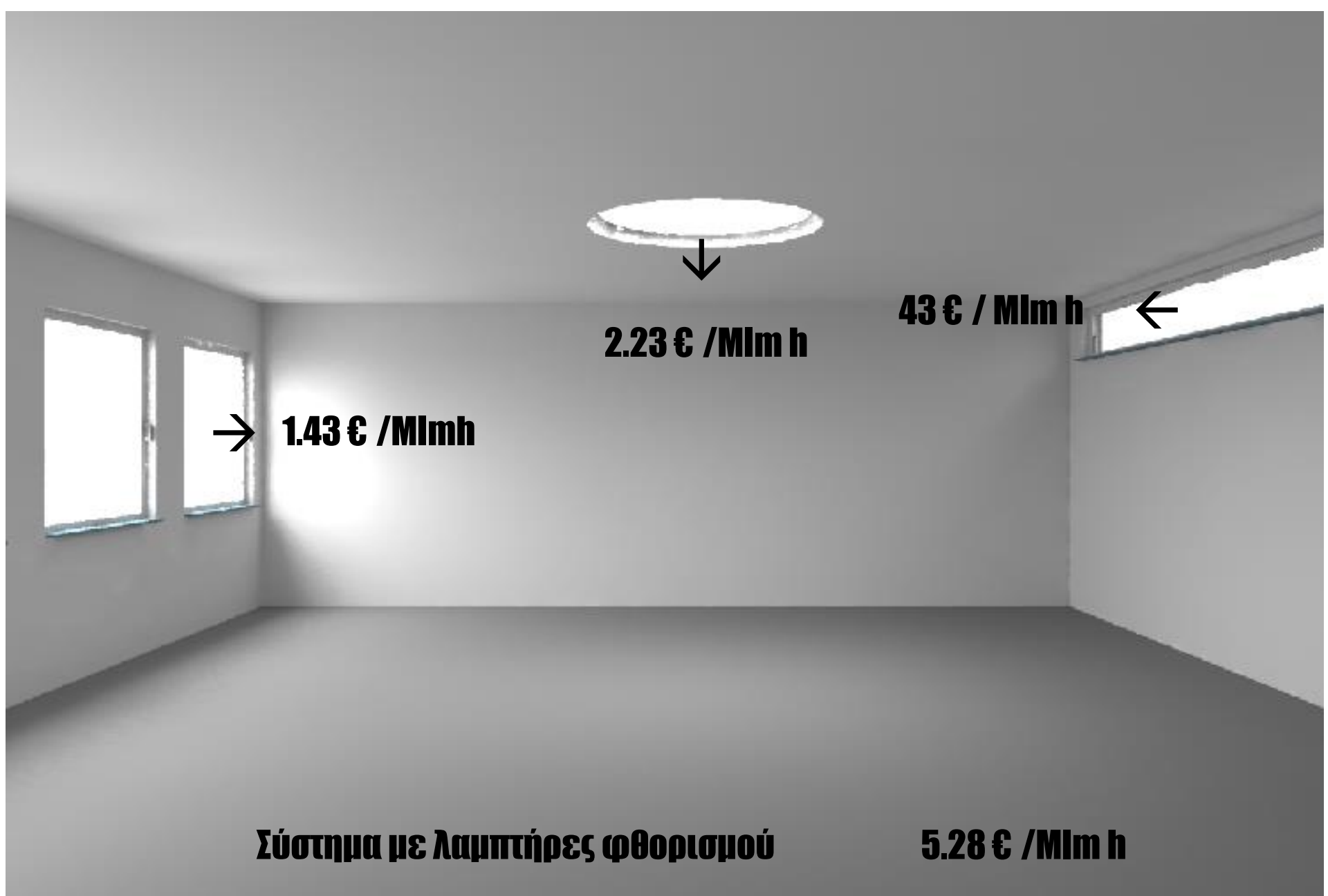


ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ: ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



Δημόσια κτήρια γραφείων





→ **1.43 € /Mlmh**

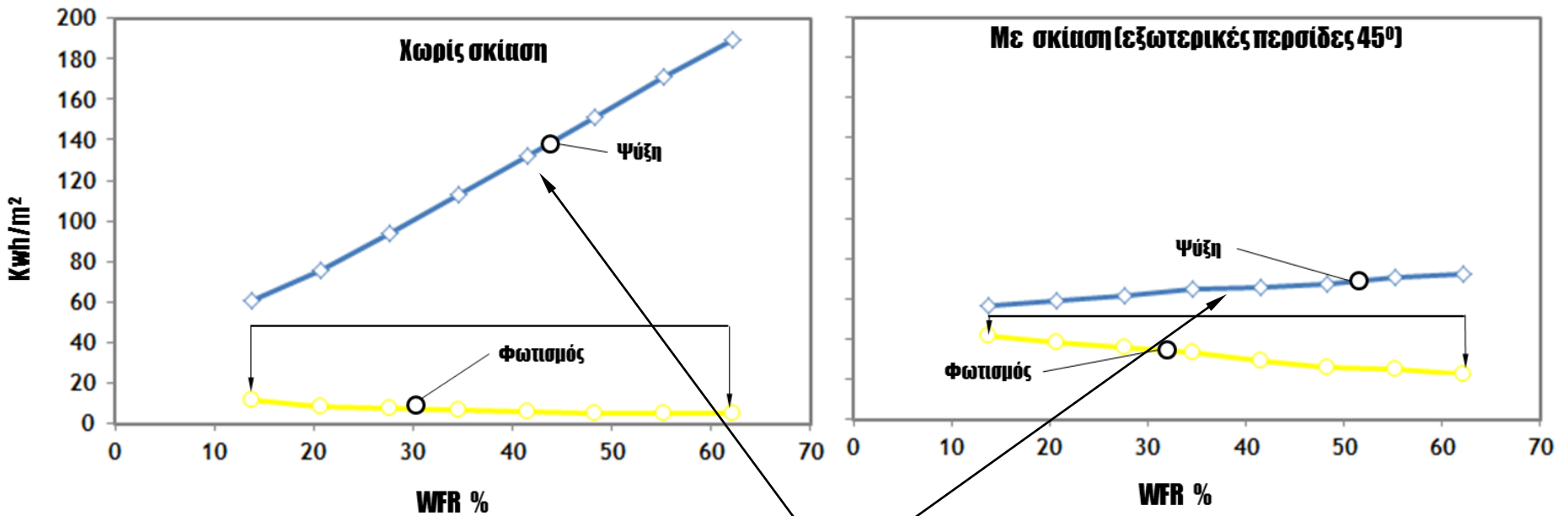
↓
2.23 € /Mlm h

43 € / Mlm h ←

Σύστημα με λαμπτήρες φθορισμού

5.28 € /Mlm h

ΥΠΑΡΧΕΙ 'ΜΑΓΙΚΗ' ΣΥΝΤΑΓΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ;



Η χρήση σκίασης μειώνει την ανάγκη για ψύξη και αυξάνει αυτή για φωτισμό

20 m², νότιος προσανατολισμός, Αθήνα, 12^h ωράριο, εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού :15 W/m², μια εξωτερική πρόσοψη

ΠΗΓΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Στο εσωτερικό των κτηρίων εισέρχεται φωτισμός απο τρεις πηγές α)ήλιο β)ουρανός και γ) με ανάκλαση απο έδαφος/εξωτερικά εμπόδια .

Η εκτίμηση της επίδρασης του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό των κτηρίων προϋποθέτει σε διάφορα στάδια σχεδιασμού και γνώση του διαθέσιμου φωτισμού. Οχι μόνο σαν ποσότητα αλλά με γνώση της κατανομής λαμπρότητας στον ουράνιο θόλο επιτρέπωντας έτσι και τη εκτίμηση της άμεσης ή έμμεσης συνεισφοράς των διαφόρων τμημάτων του ουρανού στον φωτισμό του εσωτερικού.

Λόγω της δυσκολίας εξέτασης εναλλακτικών σεναρίων σχεδιασμού σε πραγματικές συνθήκες, για την αρχική μελετητική προσέγγιση χρησιμοποιούνται «τυπικοί ουρανοί».

Π.χ. Τυπικός νεφροσκεπής ουρανός (κατα CIE τύπος 16) :

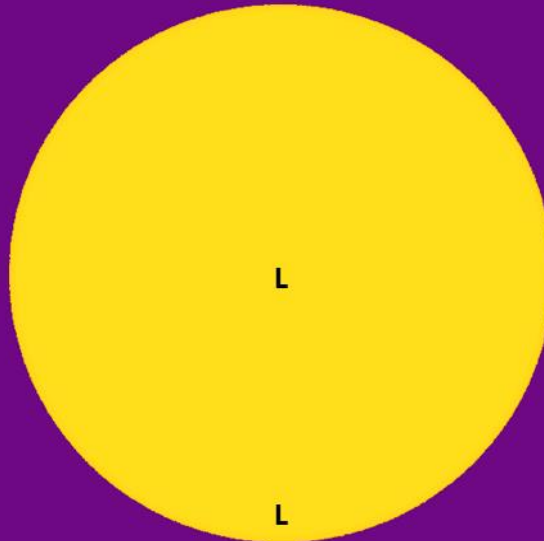
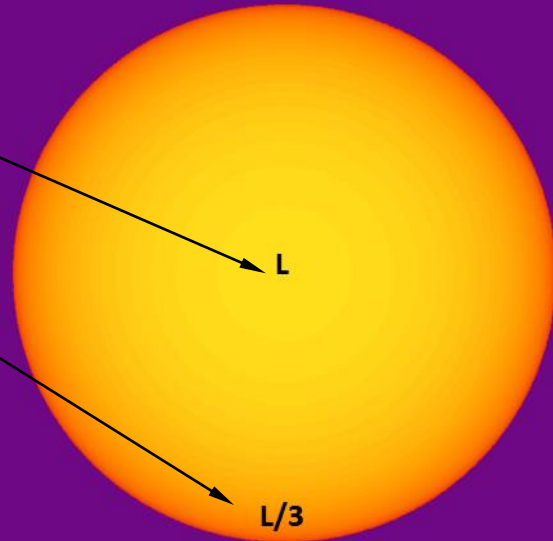
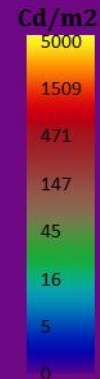
Η σχέση της λαμπρότητας σε κάποιο σημείο του ουρανού (L) με ζενίθια απόσταση Z (γωνία που σχηματίζει με την κατακόρυφο) σε σχέση με τη ζενίθια λαμπρότητα (L_z) δίνεται απο τη σχέση :

$$**L=(1+2*cosZ)*L_z/3**$$

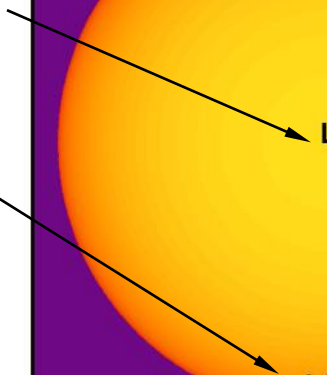
ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ «ΟΥΡΑΝΩΝ» ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ

Νεφοσκεπής

Ομοιόμορφη κατανομή

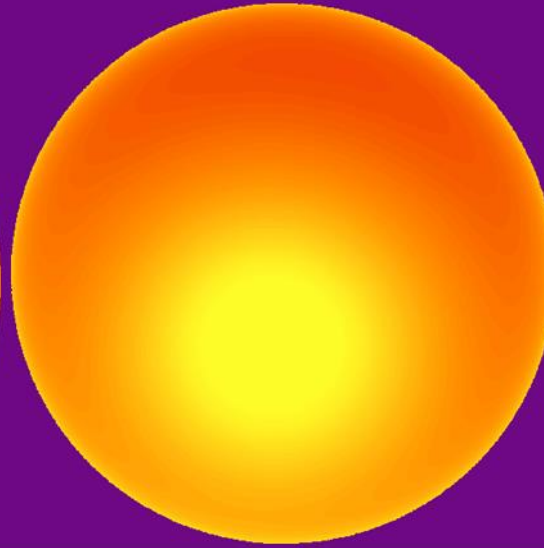
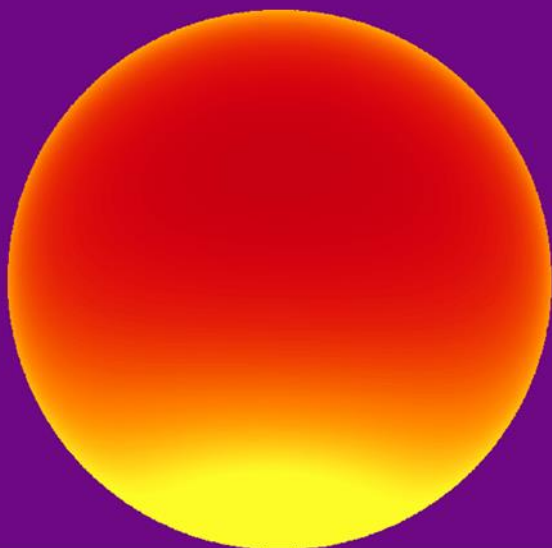


Στον ορίζοντα η
λαμπρότητα
είναι το 1/3
της ζενίθιας



Αίθριος (21/12, 12:00 ST)

Αίθριος (21/6, 12:00 ST)

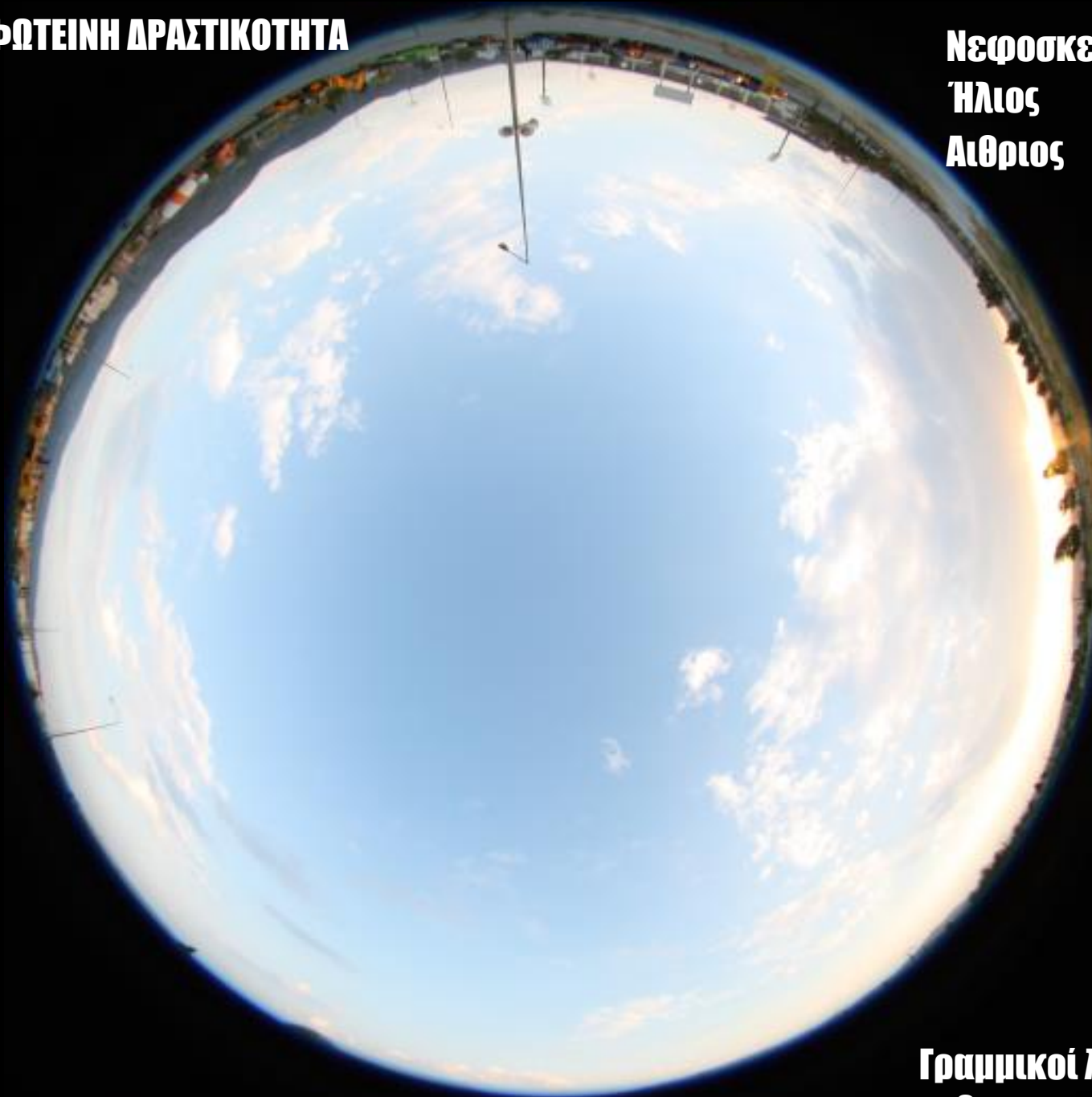


ΦΩΤΕΙΝΗ ΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Νεφροσκεπής ~ 110-130 lm/W

Ήλιος ~ 92-115 lm/W

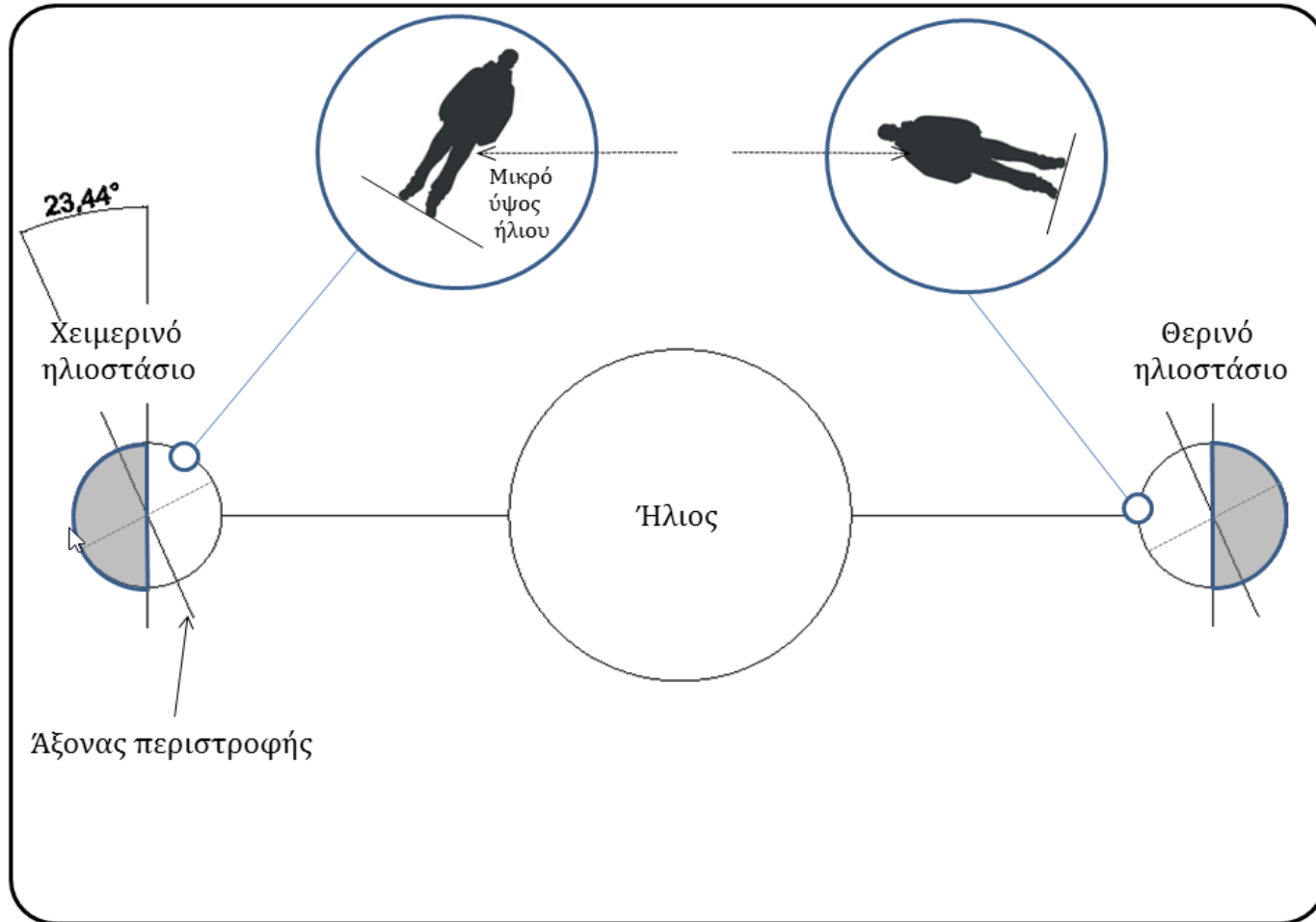
Αιθριος μέχρι ~150 lm/W



Γραμμικοί λαμπτήρες
φθορισμού T8, T5

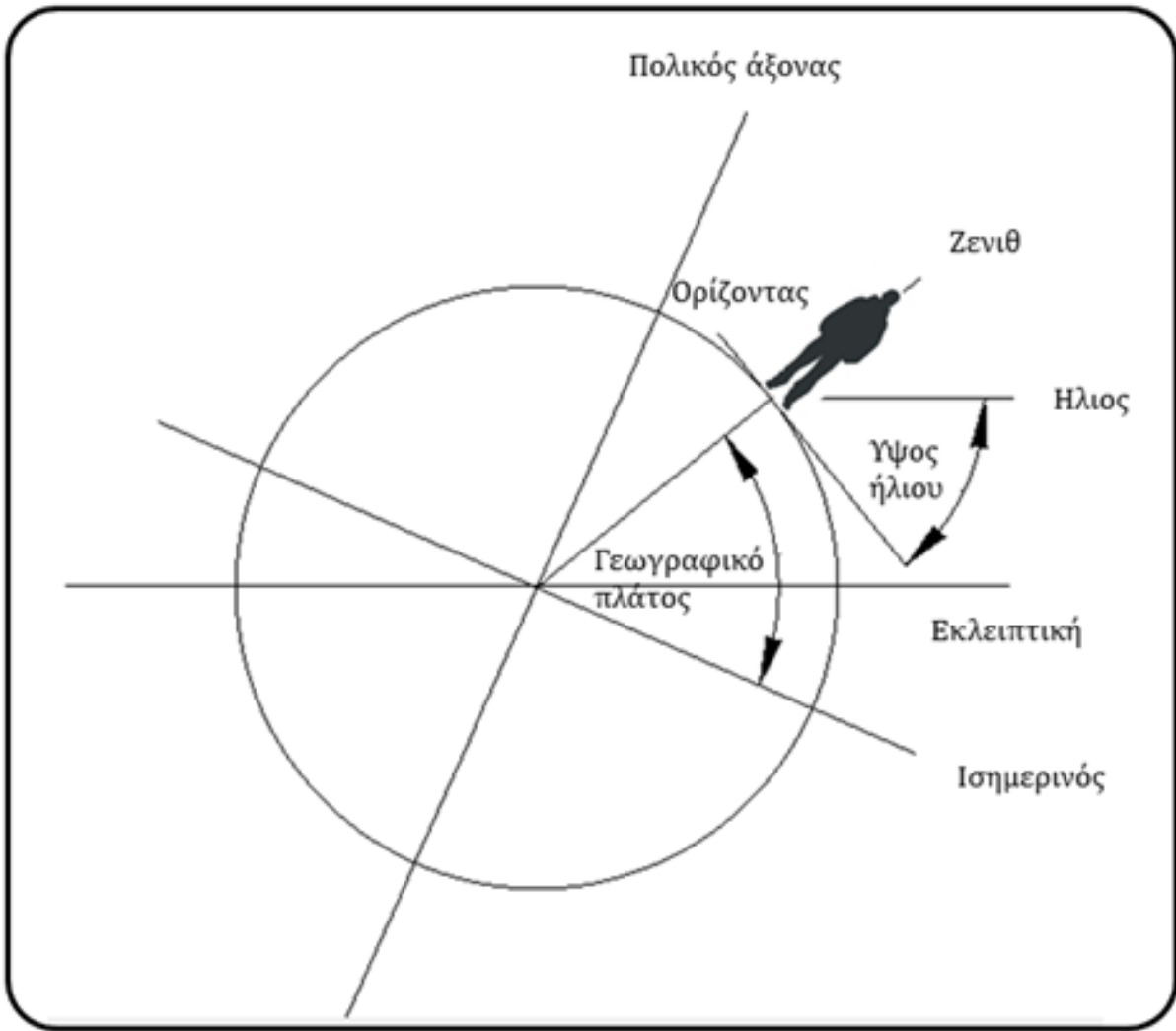
~100 lm/W

ΤΡΟΧΙΑ ΓΗΣ



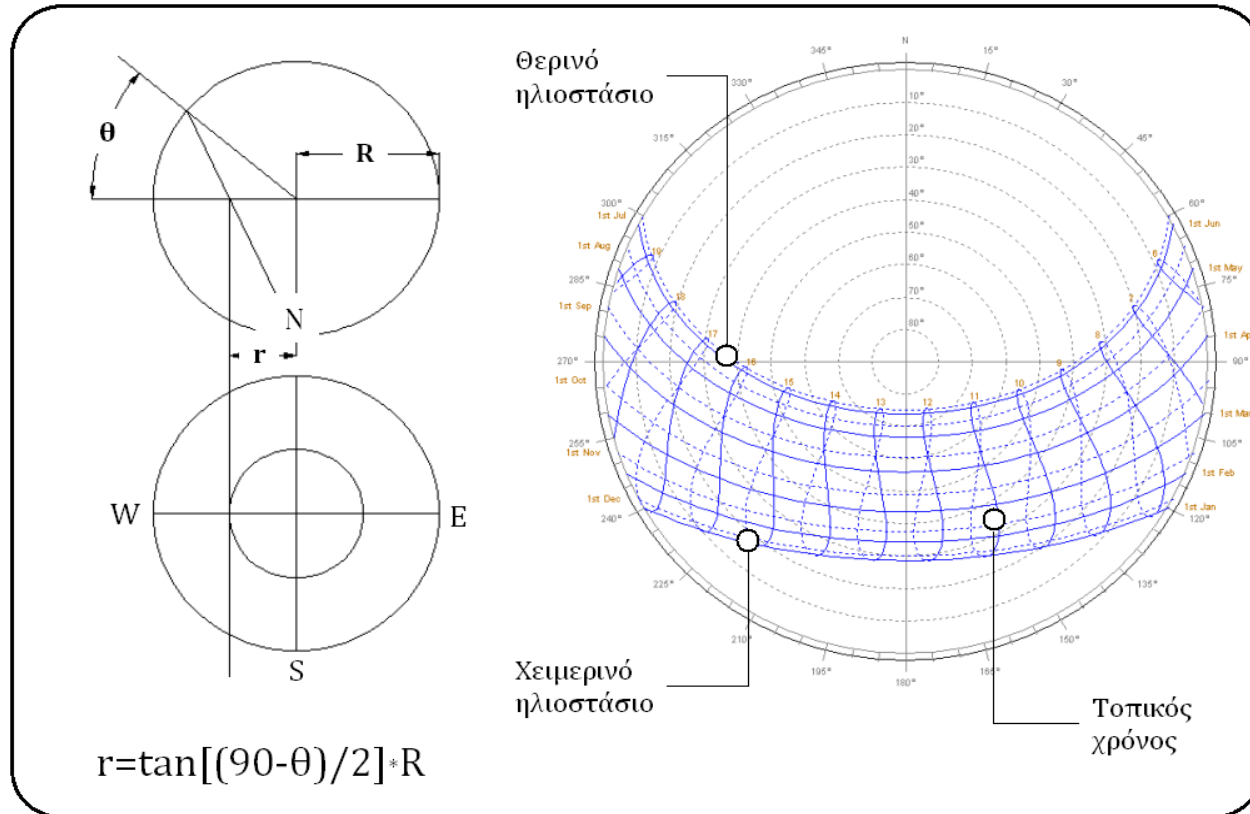
Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο σε μια ελαφρώς ελλειπτική τροχιά. Η πλήρης περιστροφή χρειάζεται 365,25 ημέρες και καθώς το Γρηγοριανό ημερολόγιο χρησιμοποιεί 365 ημέρες στο έτος χρειάζεται μια μικρή διόρθωση με την προσθήκη μιάς ημέρας κάθε τέσσερα χρόνια. Το επίπεδο περιστροφής της Γης λέγεται Εκλειπτική με τον άξονα περιστροφής της να σχηματίζει γωνία $\sim 23,5^\circ$ με την κάθετο στην εκλειπτική όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΓΩΝΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ.



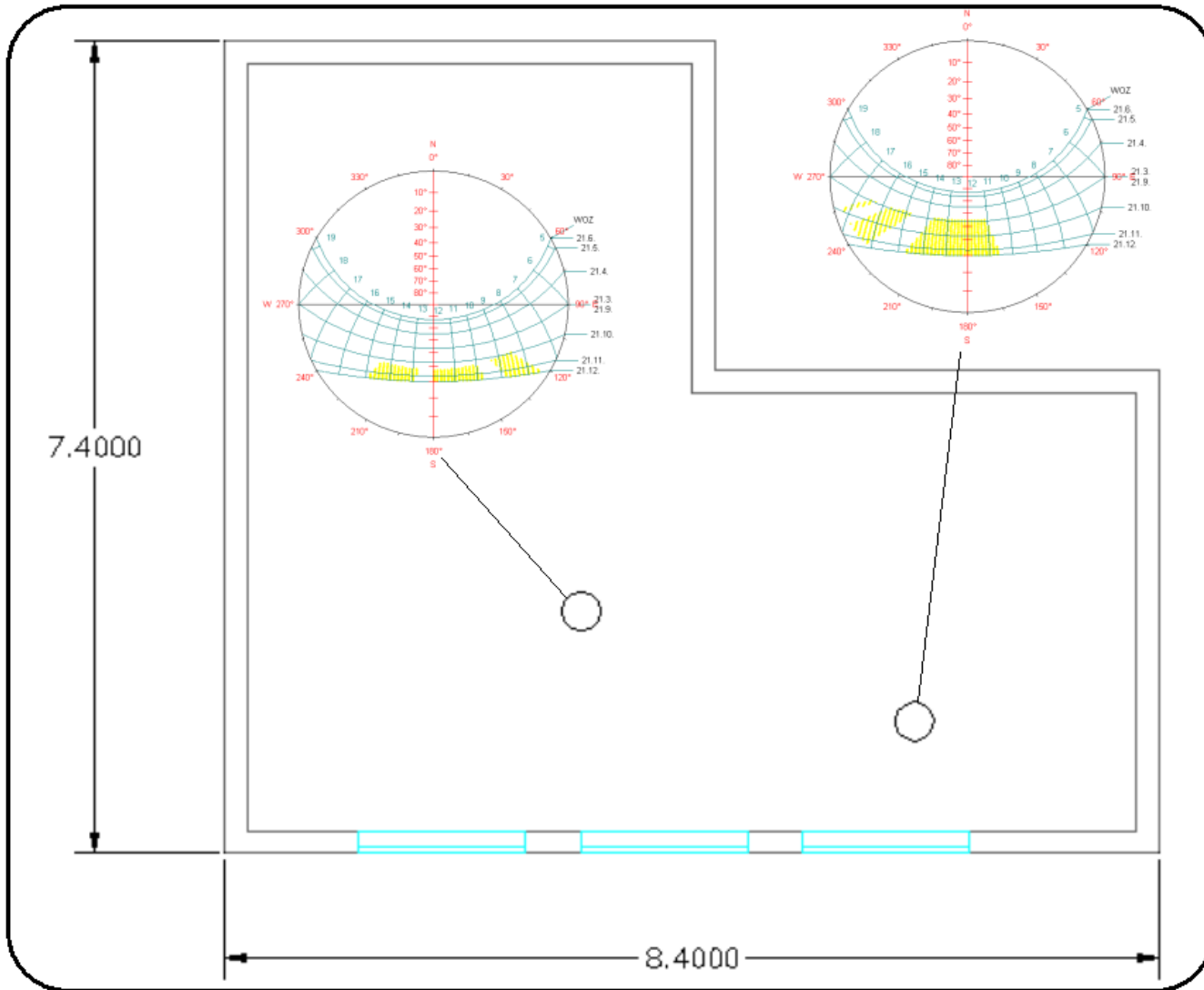
ΗΛΙΑΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Εύκολος τρόπος εκτίμησης της θέσης του ήλιου πραγματοποιείται με χρήση ηλιακών διαγραμμάτων. Αυτά είναι οι προβολές της τροχιάς του ήλιου σε ένα επίπεδο (οριζόντιο ή κάθετο). Για παράδειγμα το στερεογραφικό ηλιακό διάγραμμα (δηλ. παράγεται με στερεογραφική προβολή) δημιουργείται με τον τρόπο που παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



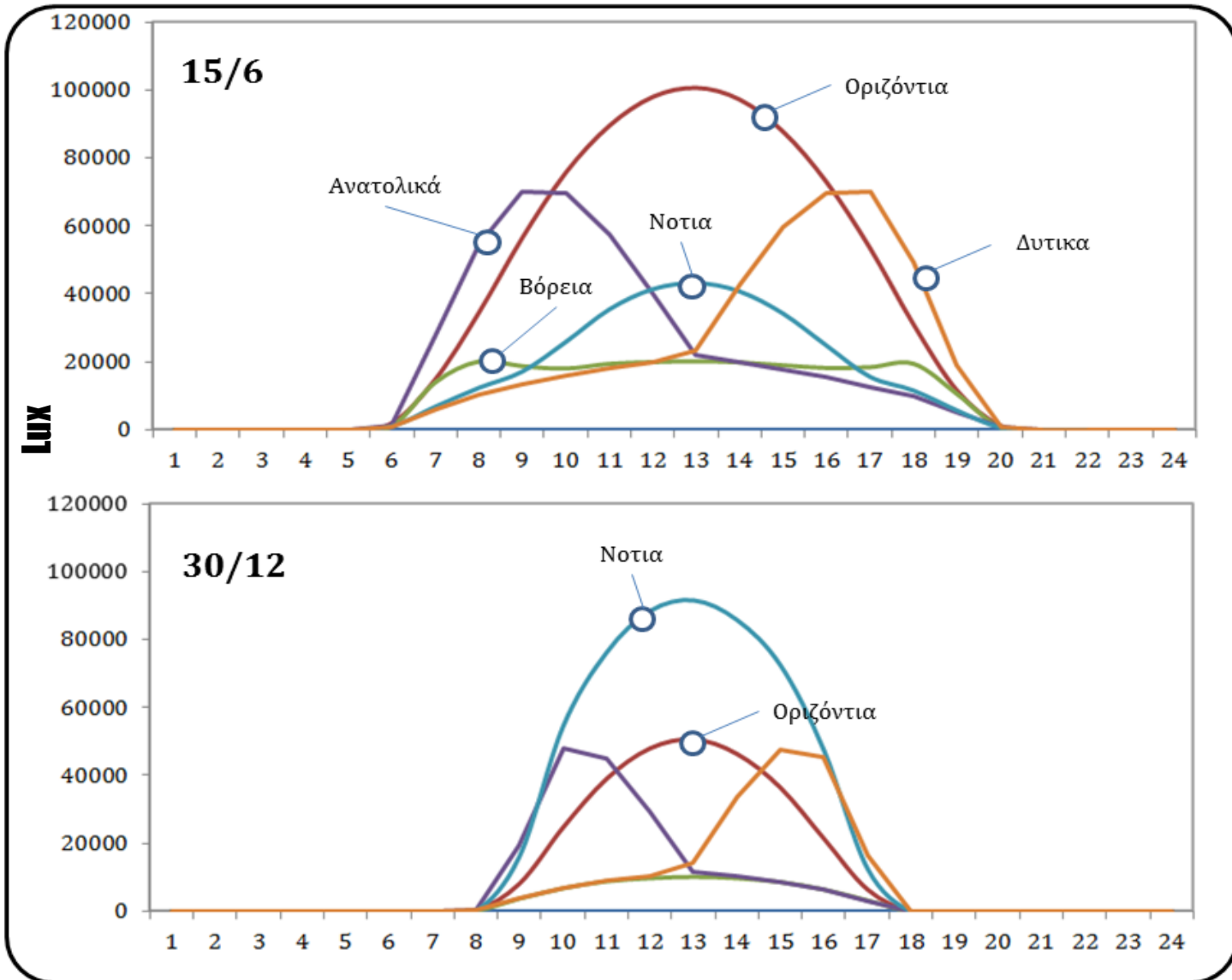
Δημιουργία στερεογραφικού διαγράμματος

ΗΛΙΑΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ



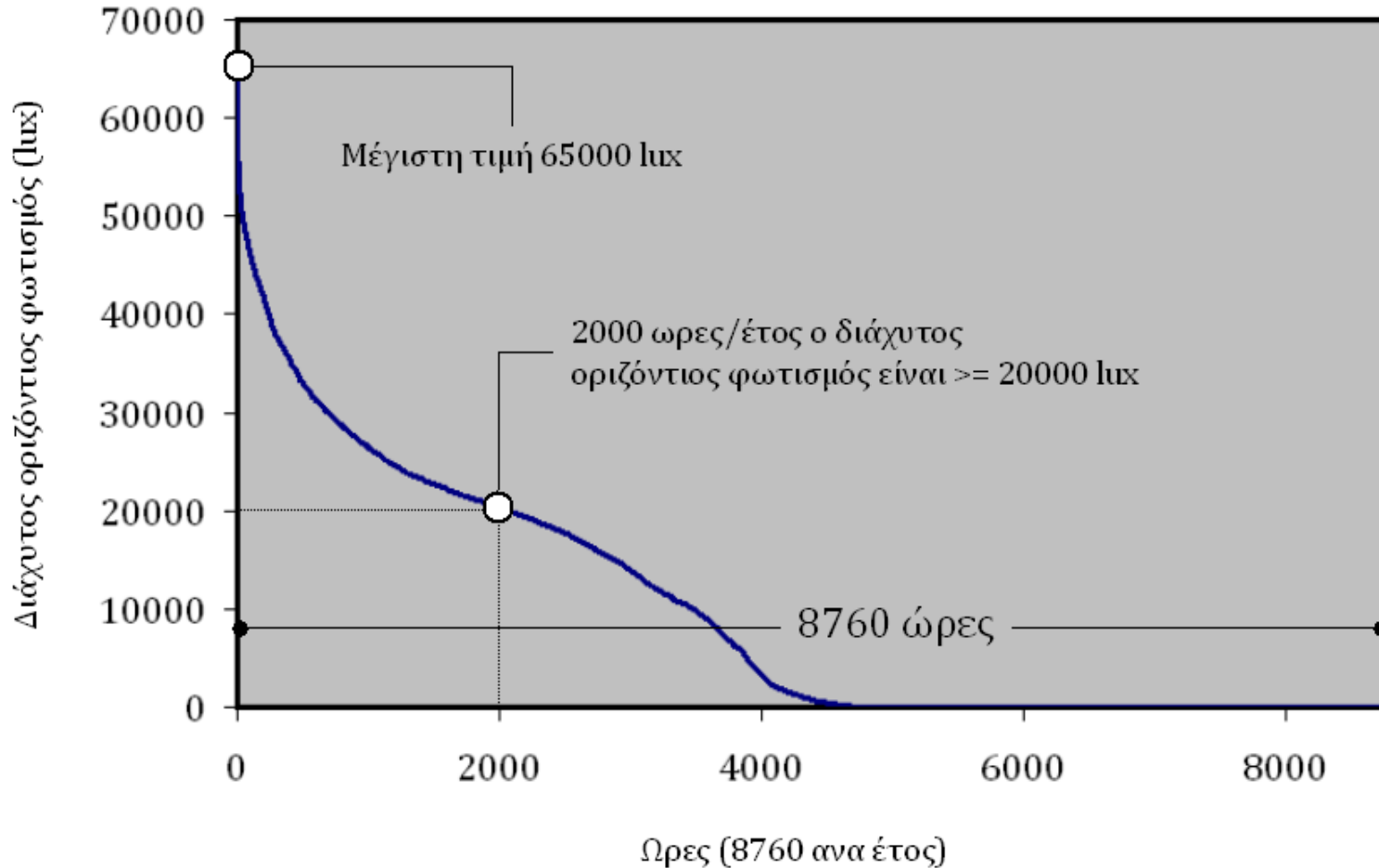
Με τη βοήθεια του ηλ. διαγράμματος μπορεί να εκτιμηθεί το χρονικό διάστημα που ο ήλιος προσπίπτει σε κάποιο σημείο

ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΙΜΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



Θριαία κατανομή τιμών ολικού στο οριζόντιο και στις τέσσερις κύριες διευθύνσεις (αίθριες συνθήκες)

ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΙΜΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

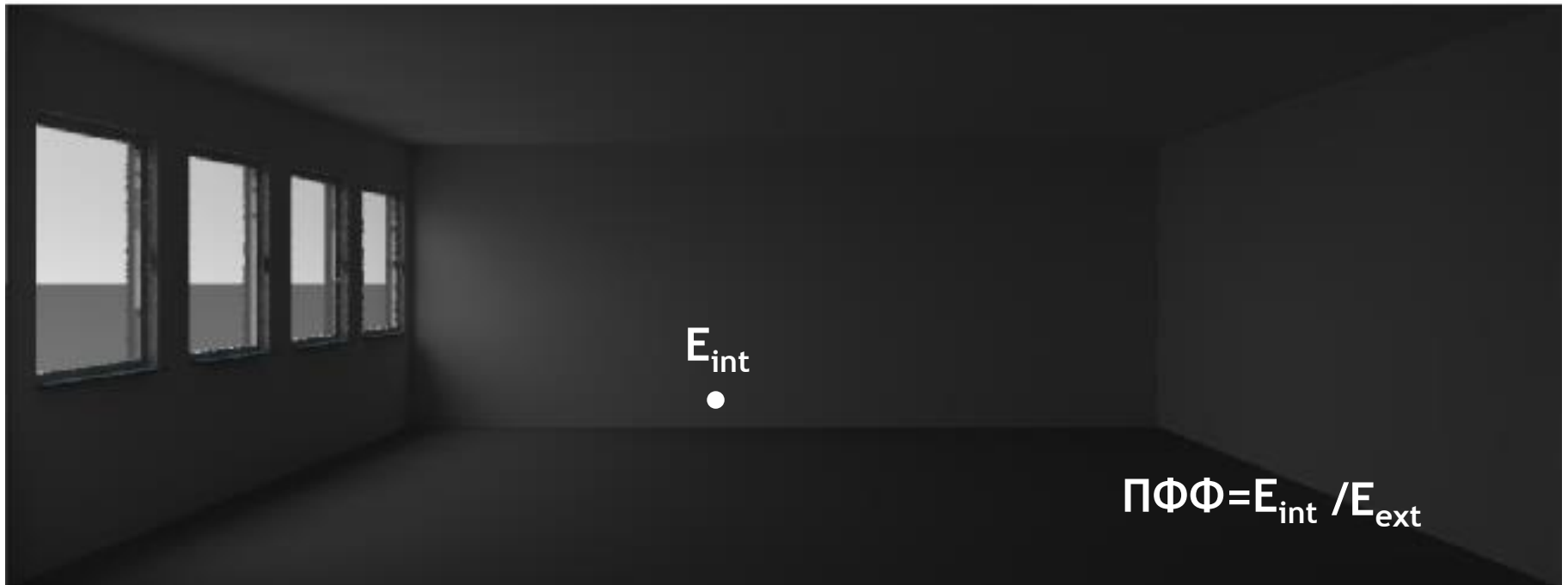


Χρήσιμο διάγραμμα είναι το διάγραμμα που παρουσιάζει τις ώρες στο χρόνο που η τιμή π.χ. του διάχυτου οριζόντιου φωτισμού ξεπερνά μια καθορισμένη τιμή.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Daylight Factor)

Ενας από τους πλέον χρησιμοποιούμενους (και παλαιότερους) δείκτες . Ορίζεται σαν ο λόγος της τιμής φωτισμού στο εσωτερικό κάποιου χώρου προς την αντίστοιχη τιμή του οριζόντιου φωτισμού στο εξωτερικό υπο την προϋπόθεση ότι ο ουρανός είναι πλήρως νεφοσκεπής και φυσικά χωρίς την ύπαρξη σημαντικών εμποδίων τα οποία μειώνουν την τιμή του εξωτερικού φωτισμού

E_{ext}

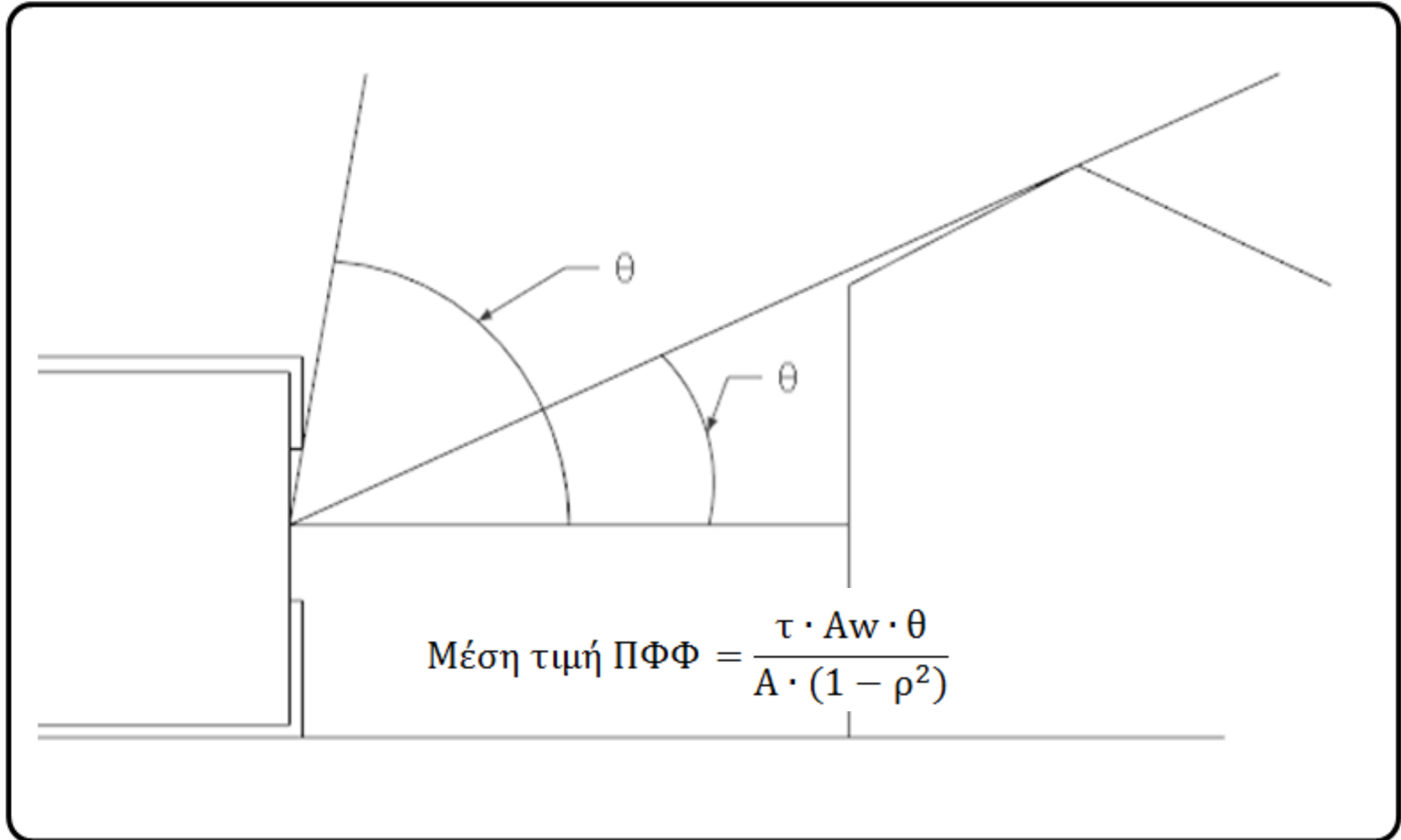


ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Daylight Factor)

Σύμφωνα με το πρότυπο EN 15193:2007 “ Energy performance of buildings. Energy requirements for lighting” η κατηγοριοποίηση των μέσων τιμών ΠΦΦ όσον αφορά την επίδραση τους στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι η:

$\text{ΠΦΦ} \geq 3\%$	Ισχυρή επίδραση
$3\% > \text{ΠΦΦ} \geq 2\%$	Μέτρια ->-
$2\% > \text{ΠΦΦ} \geq 1\%$	Ασθενής ->-
$1\% > \text{ΠΦΦ}$	Καμμία ->-

ΑΠΛΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΦΦ



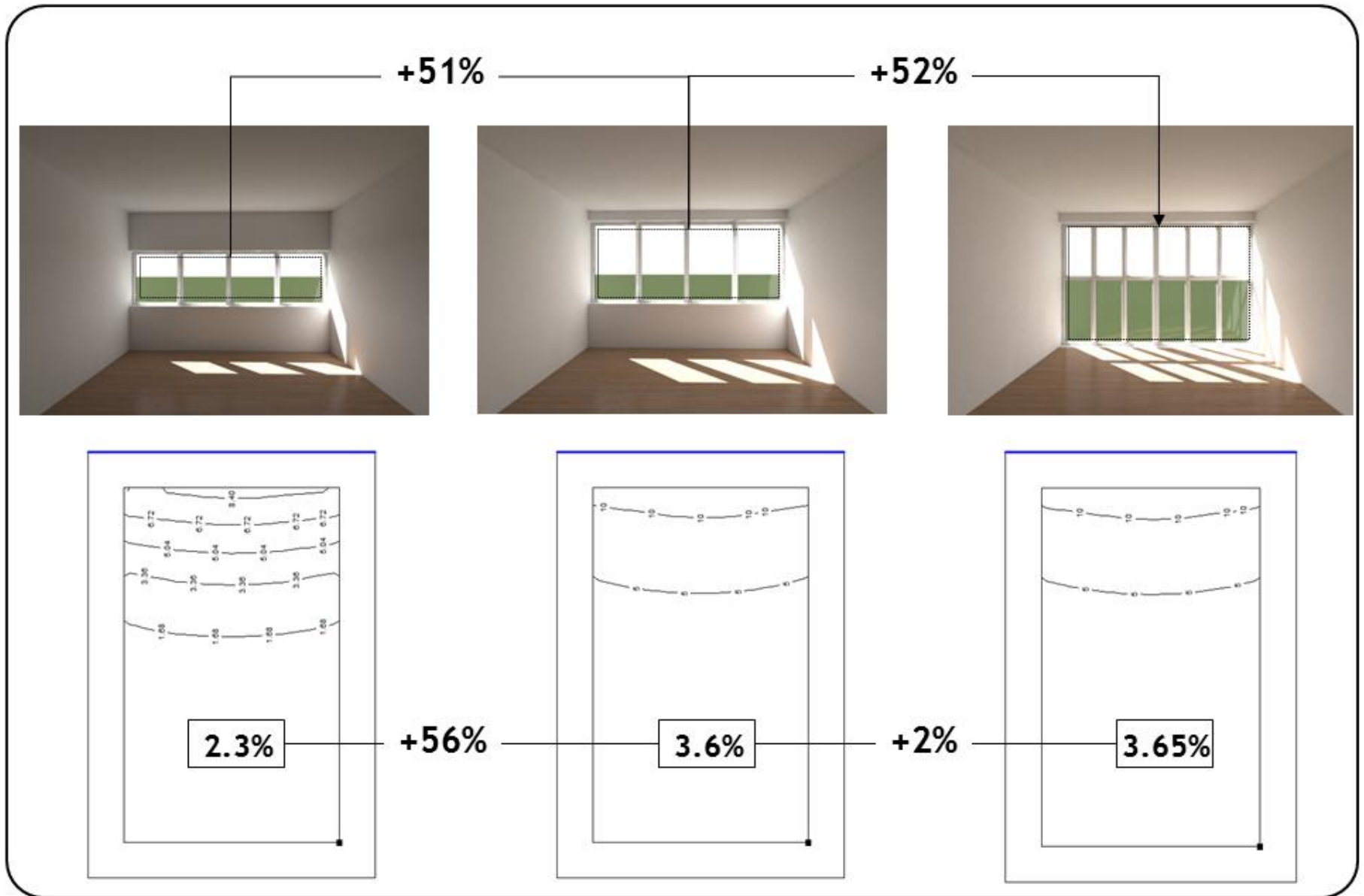
A_w = η επιφάνεια του υαλοπίνακα A = η επιφάνεια συνολικά οροφής, τοίχων , δαπέδου του υαλοπίνακα συμπεριλαμβανομένου ρ = η μέση ανακλαστικότητα των επιφανειών του χώρου

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (Daylight Factor)

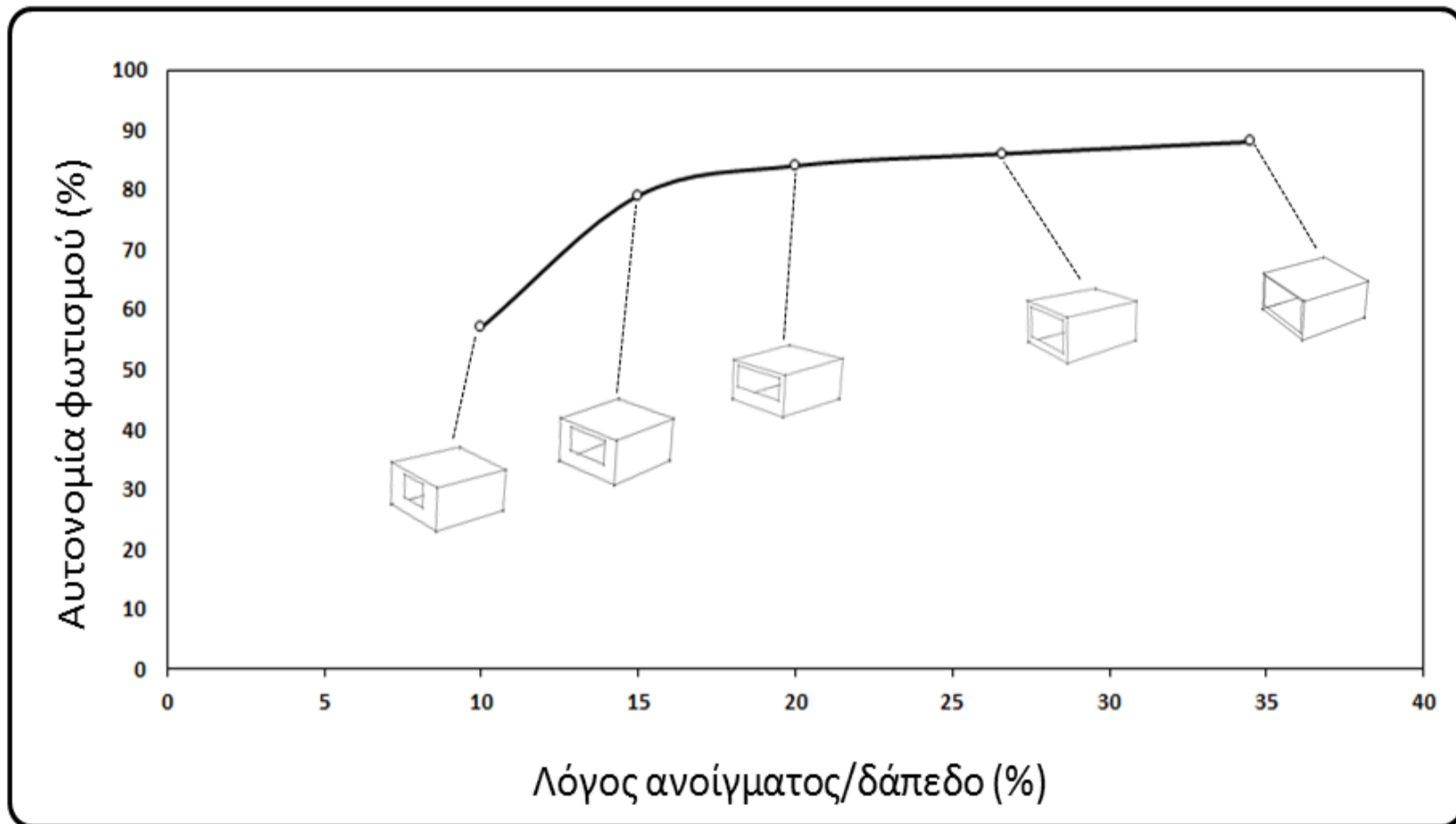


Ο μονόπλευρος φυσικός φωτισμός συνοδεύεται από ανομοιομορφία

ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ

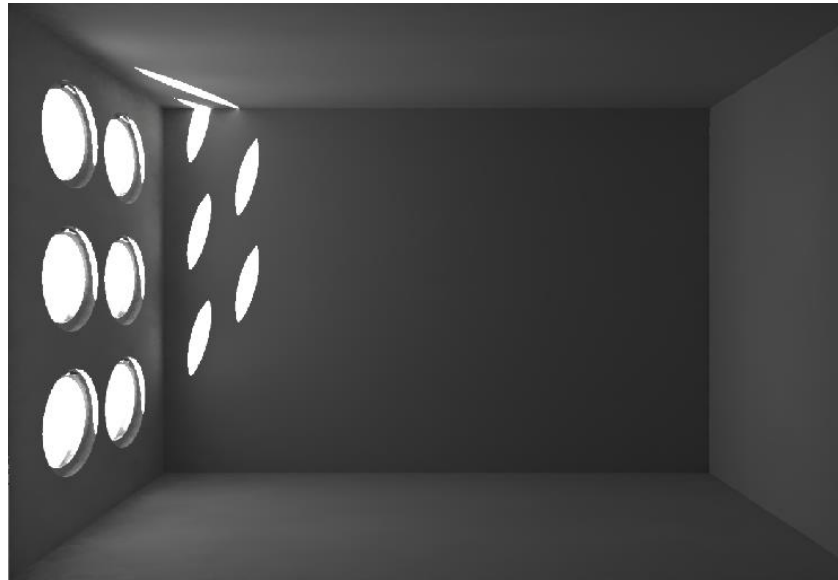
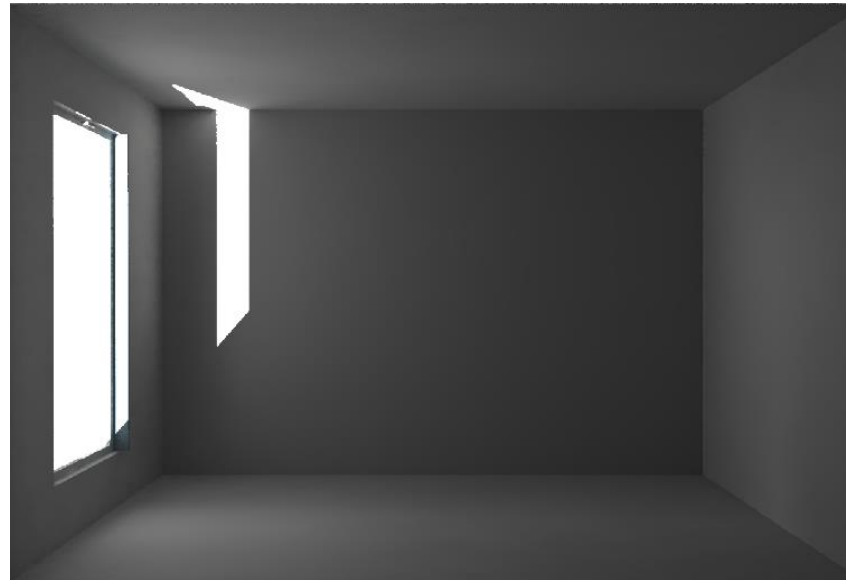
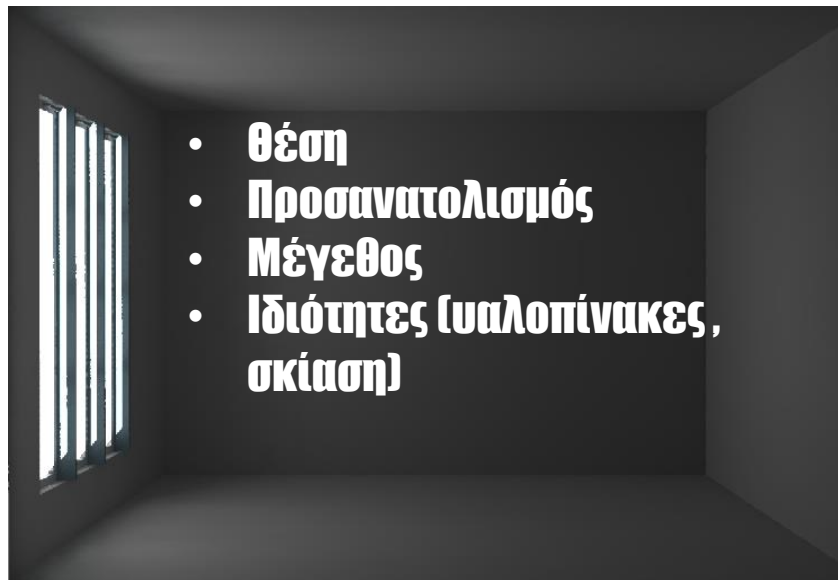
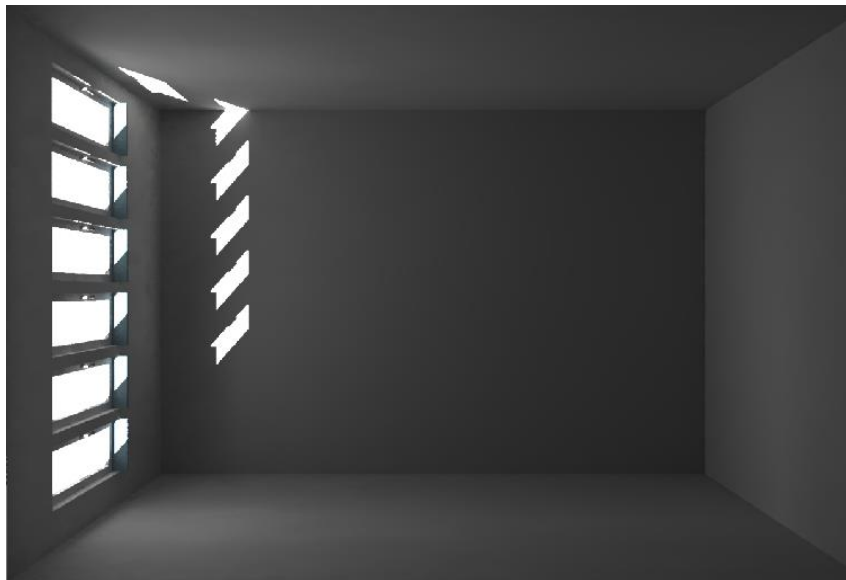


ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ - ΚΟΡΕΣΜΟΣ



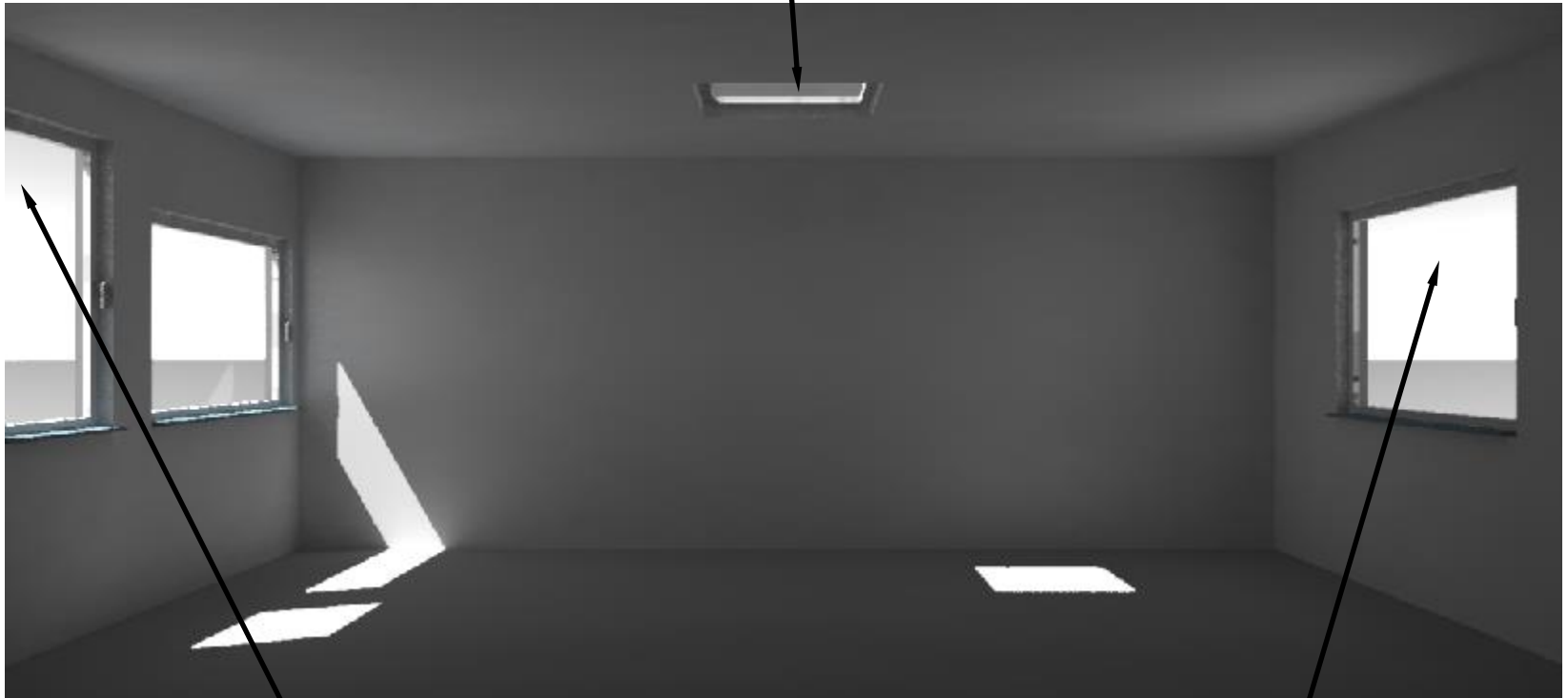
Αυτονομία φωτισμού = ποσοστό ωρών με τιμές φωτισμού μεγαλύτερες ή ίδιες από μια προκαθορισμένη τιμή (500 lux)

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ



ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

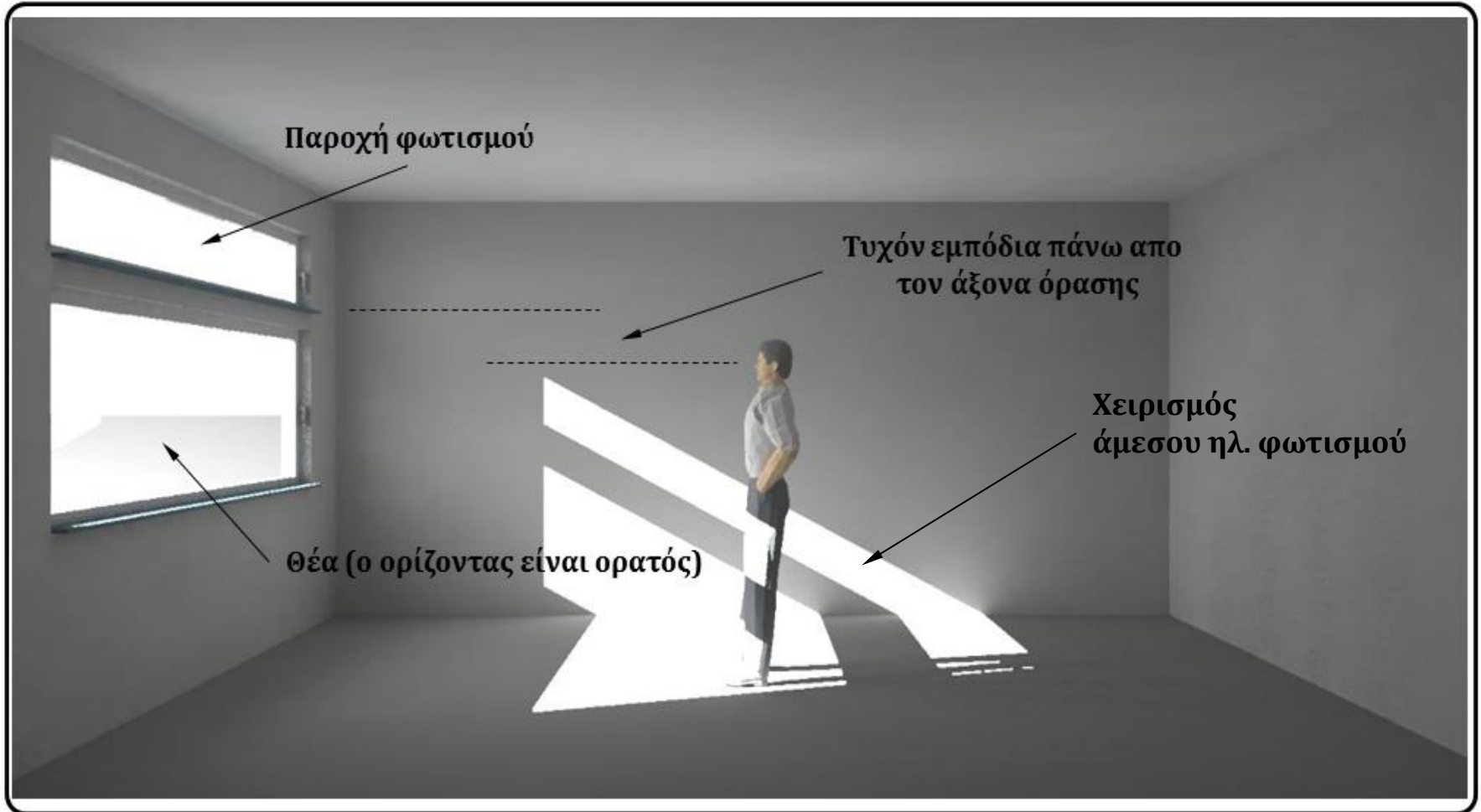
**Χρειάζεται προσοχή στα ανοίγματα οροφής λόγω των ηλιακών κερδών
κατα τη διάρκεια τη θερινής περιόδου**



**Το ύψος επηρεάζει το βάθος
διείσδυσης του φυσικού φωτισμού**

**Ανοίγματα βόρειου προσανατολισμού οδηγούν
σε μείωση έντονων μεταβολών
και μεγαλύτερη ομοιομορφία**

ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΥΤΟΥ-ΑΜΕΣΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



Τα συστήματα σκίασης έχουν λειτουργικά δύο αντικειμενικούς στόχους:

- **Την μείωση του ψυκτικού φορτίου**
- **Την μείωση των φορτίων αιχμής**

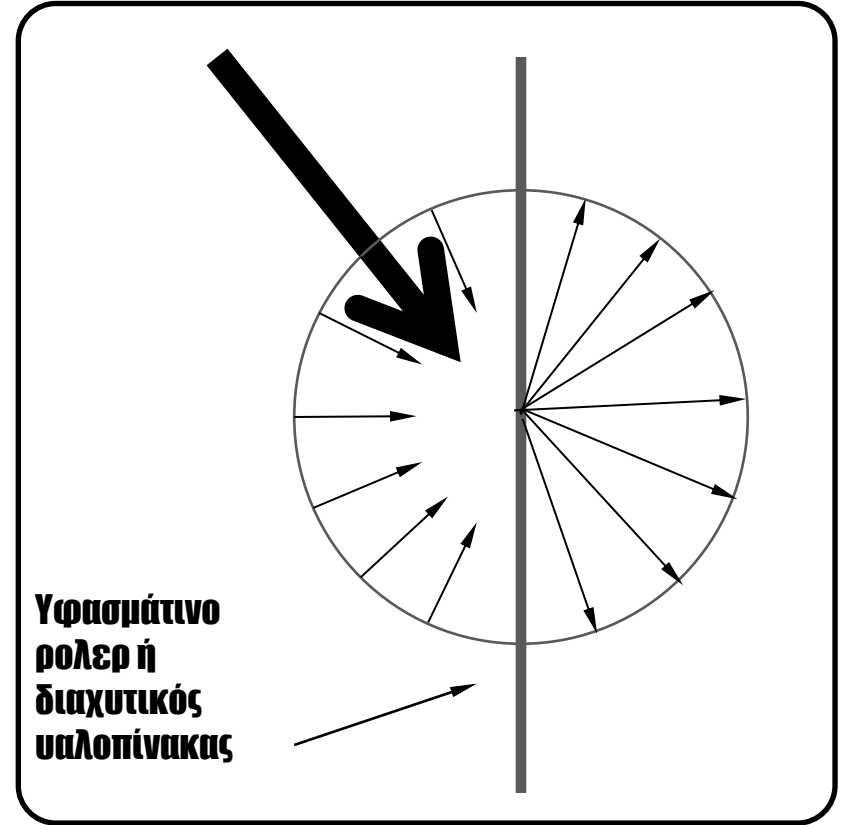
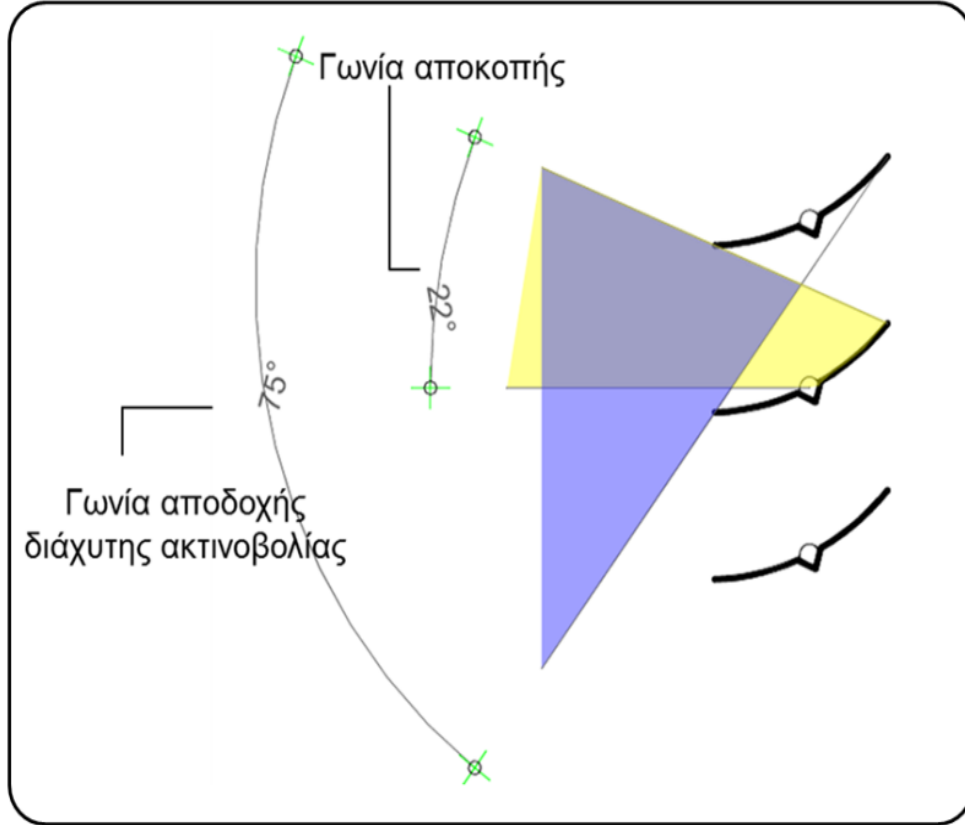
ΟΜΩΣ

- **Επηρεάζονται τα φορτία θέρμανσης**
- **Επηρεάζονται τα επίπεδα φωτισμού**
- **Επηρεάζεται η οπτική άνεση**

Παράμετροι επιλογής:

- 1. Οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβαλλον**
- 2. Παροχή φυσικού φωτισμού**
- 3. Εποχική επιλεκτικότητα**
- 4. Επαρκής έλεγχος ηλιακών κερδών**
- 5. Έλεγχος θάμβωσης**
- 6. Δυνατότητα αερισμού**

ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΥΤΟΥ-ΑΜΕΣΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



Η χρήση συστημάτων σκίασης μπορεί να επιτρέψει είτε είσοδο ήλιου σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είτε να μετατρέψει την άμεση ηλ. ακτινοβολία σε διάχυτη. Ταυτόχρονα το σύστημα σκίασης μπορεί να μειώσει τα επίπεδα λαμπρότητας στο άνοιγμα (και να μειώσει τα επίπεδα φυσικού φωτισμού !)

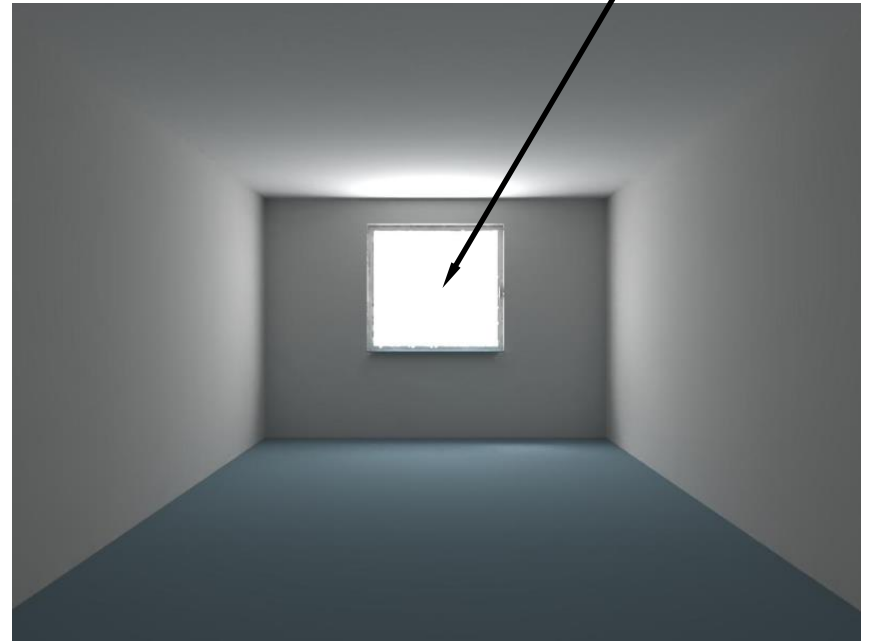
ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΧΥΤΟΥ-ΑΜΕΣΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

961 cd/m²




Δαφανής υαλοπίνακας, απέναντι εμπόδιο

4888 cd/m²



Δαχτυκός υαλοπίνακας, απέναντι εμπόδιο

**Παρα το γεγονός της εξάλειψης των ηλιακών ιχνών,
η χρήση διαχυτικού υαλοπίνακα (ή π.χ. Ρολλερ) αυξάνει πολύ την λαμπρότητα του ανοίγματος**



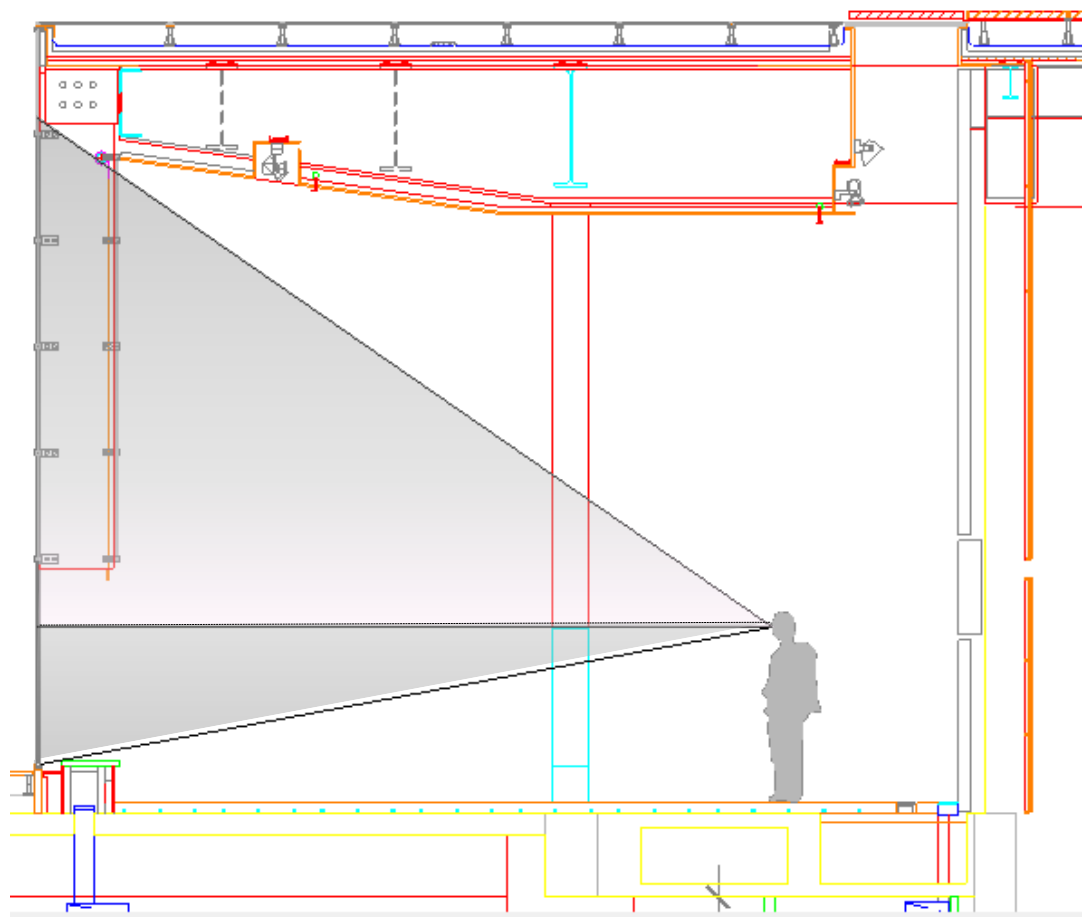
Εσωτερικό
ανακλαστικό Roller
g-value = 0.19



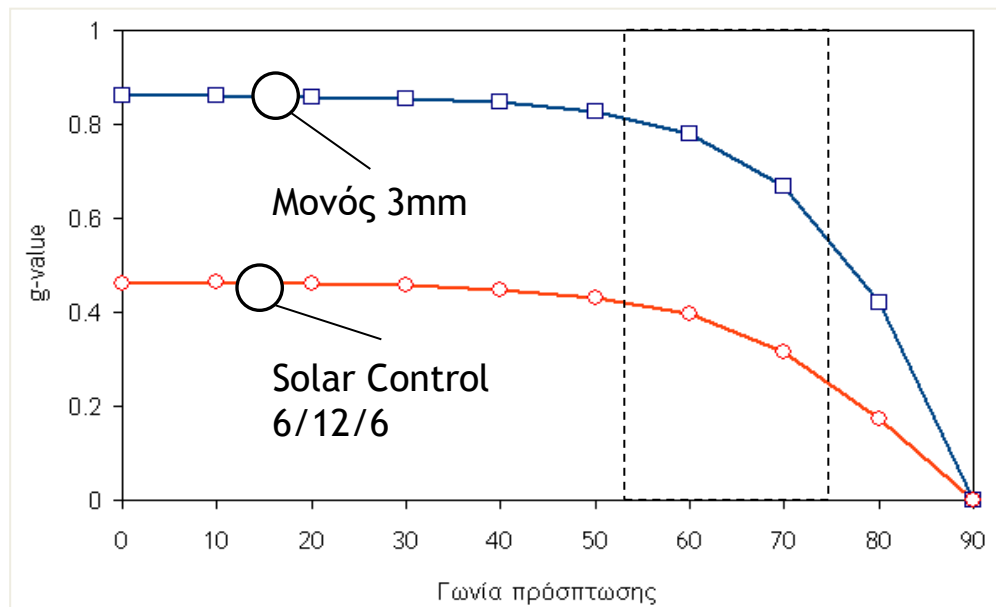
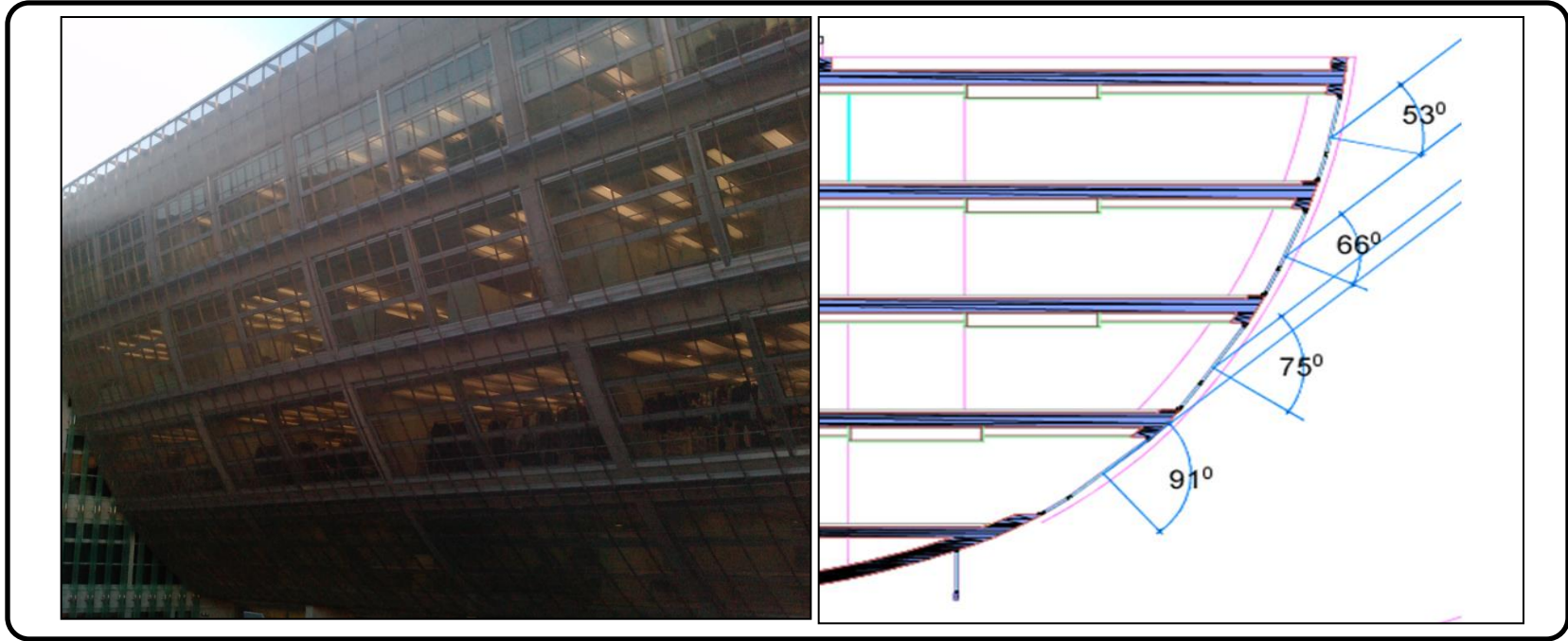
Εξωτερικές
μικροπερσίδες (1.2 mm)
g-value = 0.14

Η παρουσία του συστήματος σκίασης πρέπει να ισορροπεί ανταγωνιστικές παραμέτρους, όπως π.χ. η ταυτόχρονη θέα και η μείωση των ηλιακών κερδών

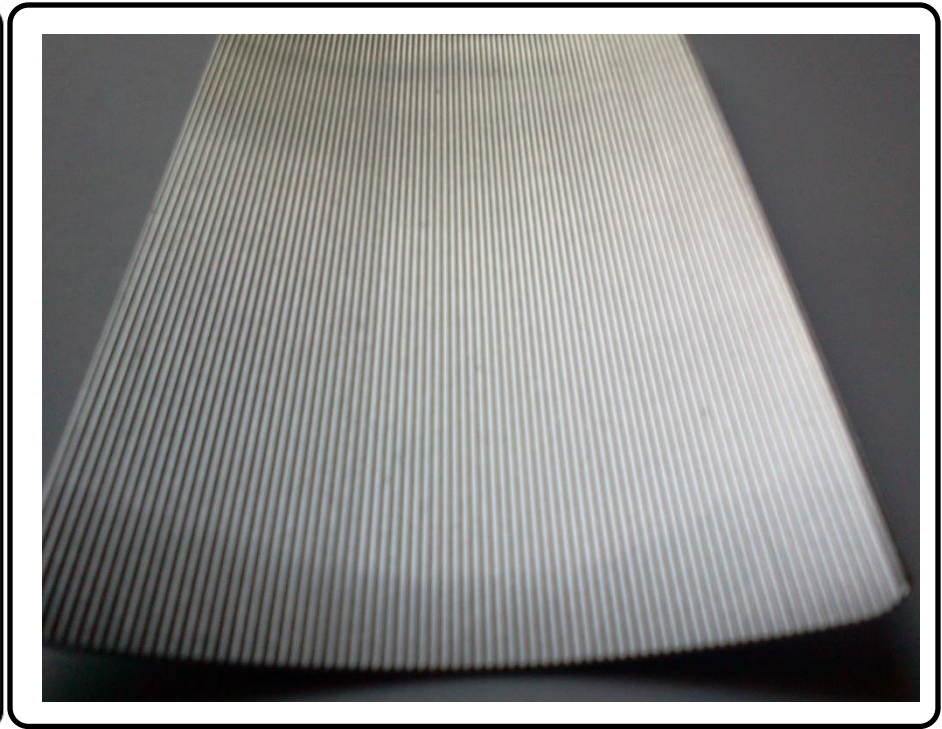
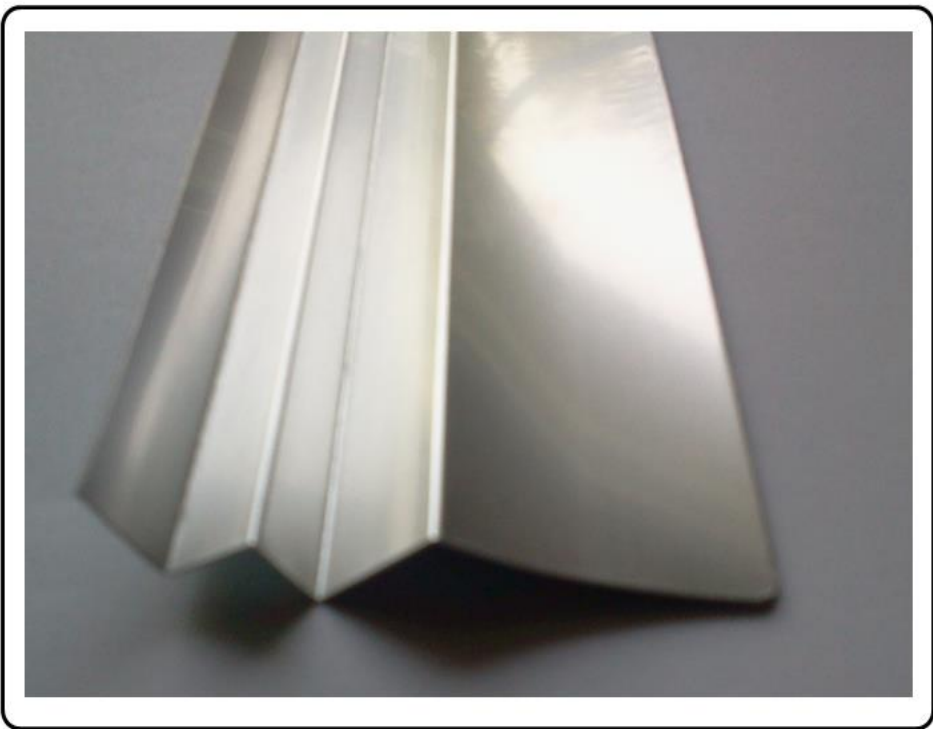
ΘΕΑ – ΜΕΙΩΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ



ΘΕΑ- ΜΕΙΩΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ

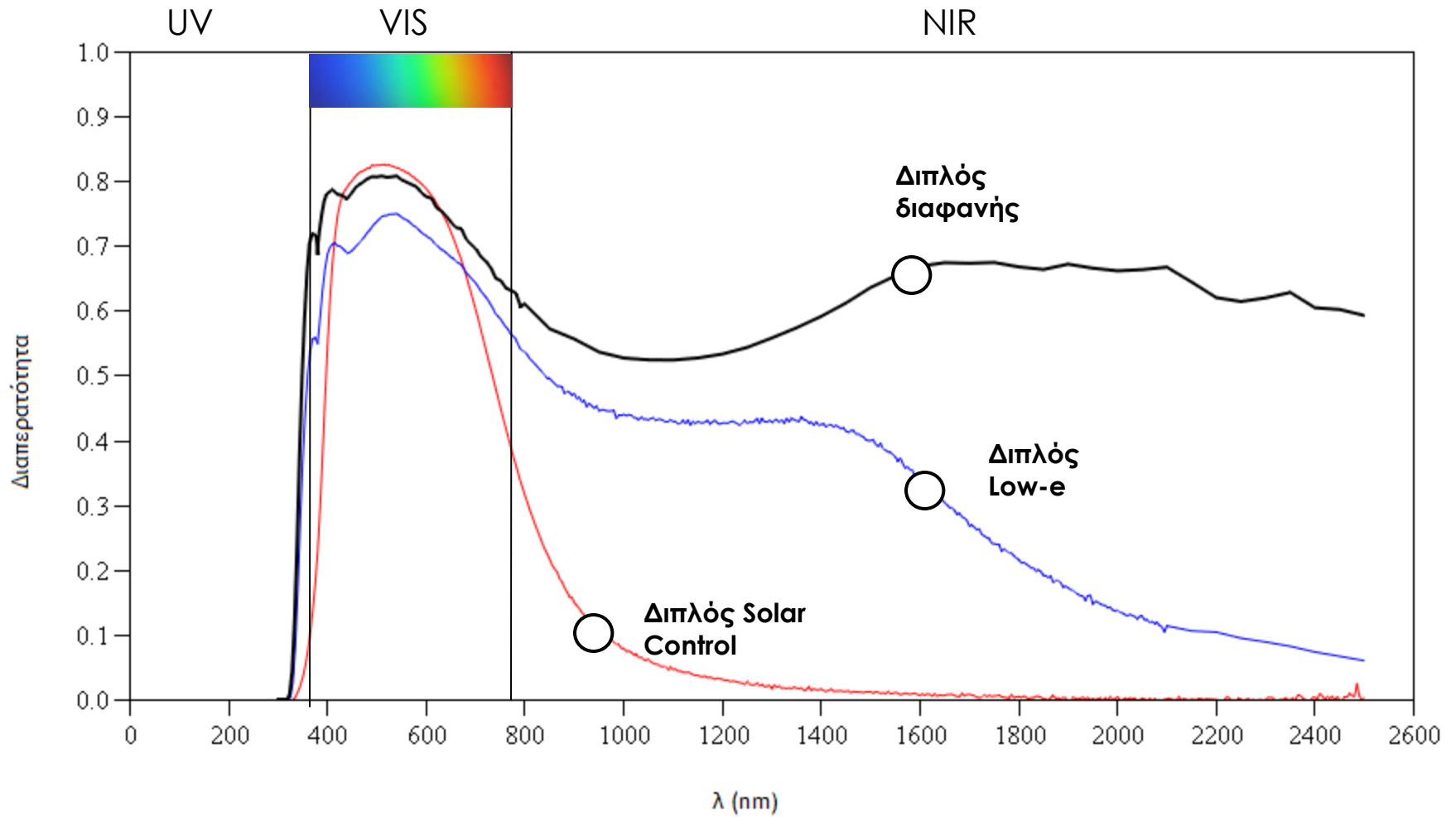


ΘΕΑ- ΜΕΙΩΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ

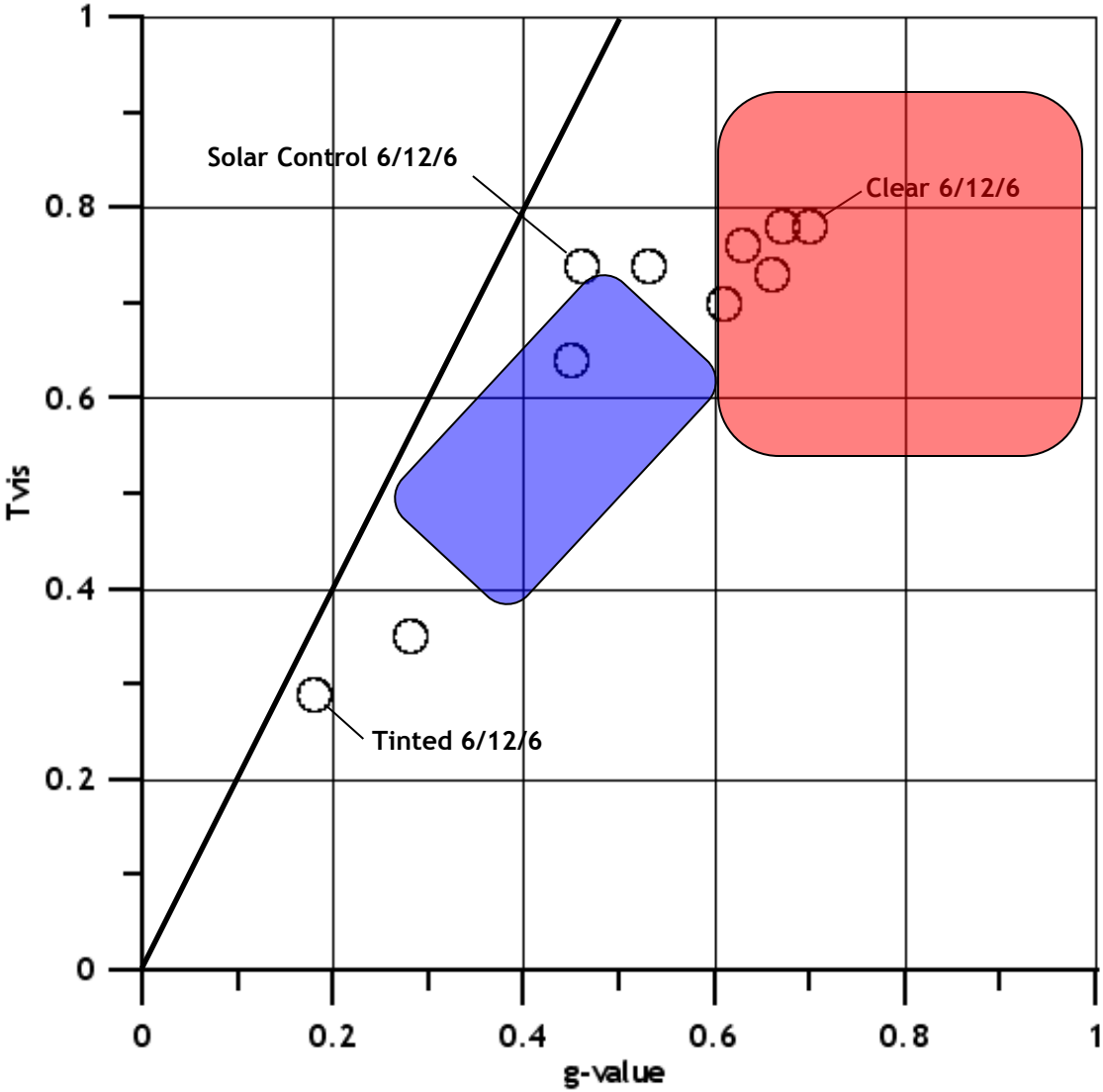


www.koester-lichtplanung.de

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ



ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ- ΗΛ. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

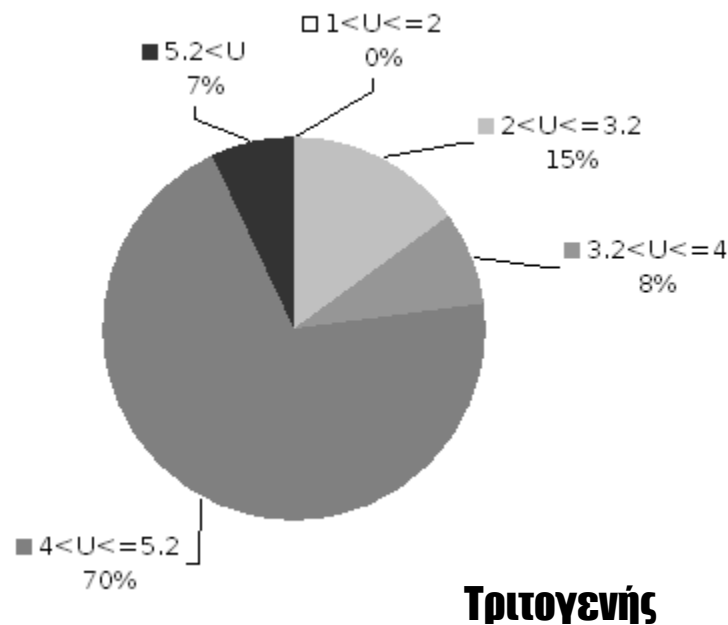
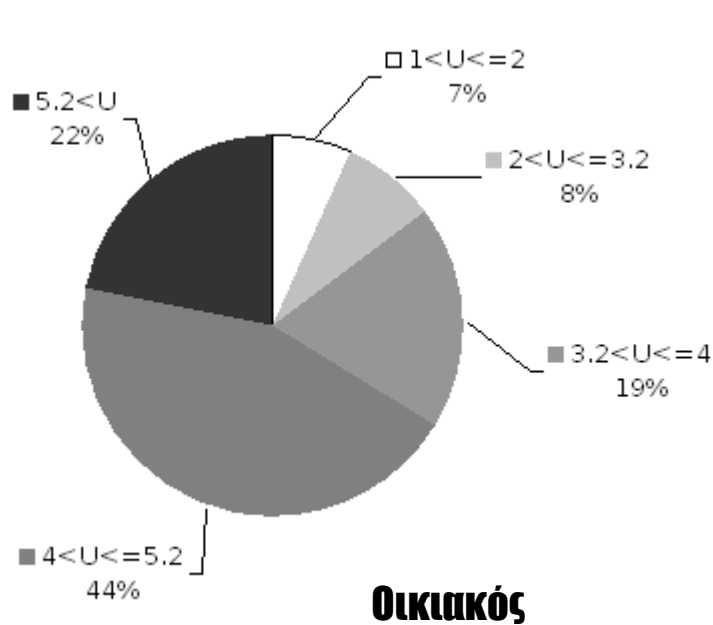


ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

✓ Οδηγός για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, ΥΠΕΧΩΔΕ 2001

2.1% έχει διπλούς υαλοπίνακες

✓ Διαδικασία εξόρυξης και ανάλυσης στοιχείων για το κτιριακό απόθεμα και την ενεργειακή του απόδοση, 12/2007, Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ε. Αστεροσκοπείο Αθηνών



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΥΠΟΥ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

✓ **ΥΠΕΧΩΔΕ, 1995**

Η υιοθέτηση διπλών υαλοπινάκων μειώνει 5% την ενέργεια για θέρμανση

✓ «Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings», A. Gaglia , C. Balaras a, S. Mirasgedis E. Georgopoulou Y. Sarafidis D.Lalas Energy Conversion and Management 48 (2007) 1160–1175

Η υιοθέτηση διπλών υαλοπινάκων μειώνει 10-12% την ενέργεια για θέρμανση ενώ η σκίαση 10-20% την κατανάλωση ηλεκτρισμού

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΥΠΟΥ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

- ✓ **Χρήση υαλοπινάκων solar control σε όλα τα νεοανεγειρόμενα κλιματιζόμενα κτίρια**

Εξοικονόμηση ενέργειας → 1.43%

- ✓ **Χρήση υαλοπινάκων solar control σε όλα τα κλιματιζόμενα κτίρια**

Εξοικονόμηση ενέργειας → 4.3%

- ✓ **Χρήση υαλοπινάκων solar control σε όλα τα κλιματιζόμενα κτίρια σε ποσοστό 65% στις κατοικίες και 100% στα τριτογενούς**

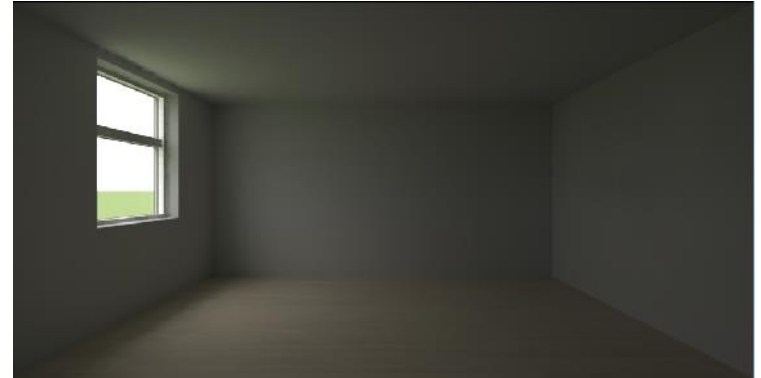
Εξοικονόμηση ενέργειας → 17.9%

- ✓ **Χρήση υαλοπινάκων low-e σε όλα τα κτίρια**

Εξοικονόμηση ενέργειας → 5.4%

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΥΠΟΥ ΠΡΟΣΟΨΗΣ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

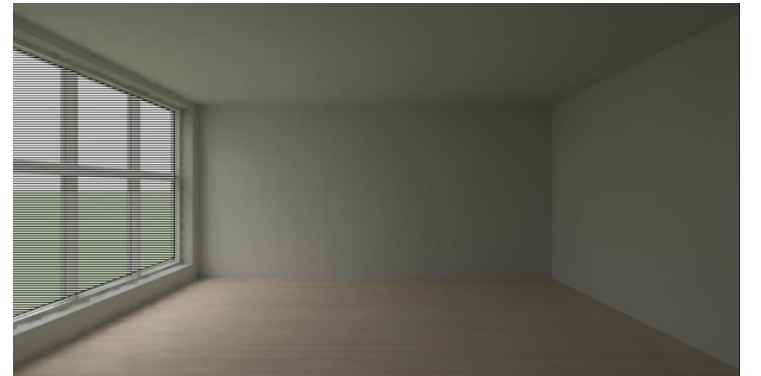
WWR=23%, 6/12/6, $U= 2.7 \text{ W/m}^2\text{K}$,
 $g=0.7$, $T_{vis}=0.78$



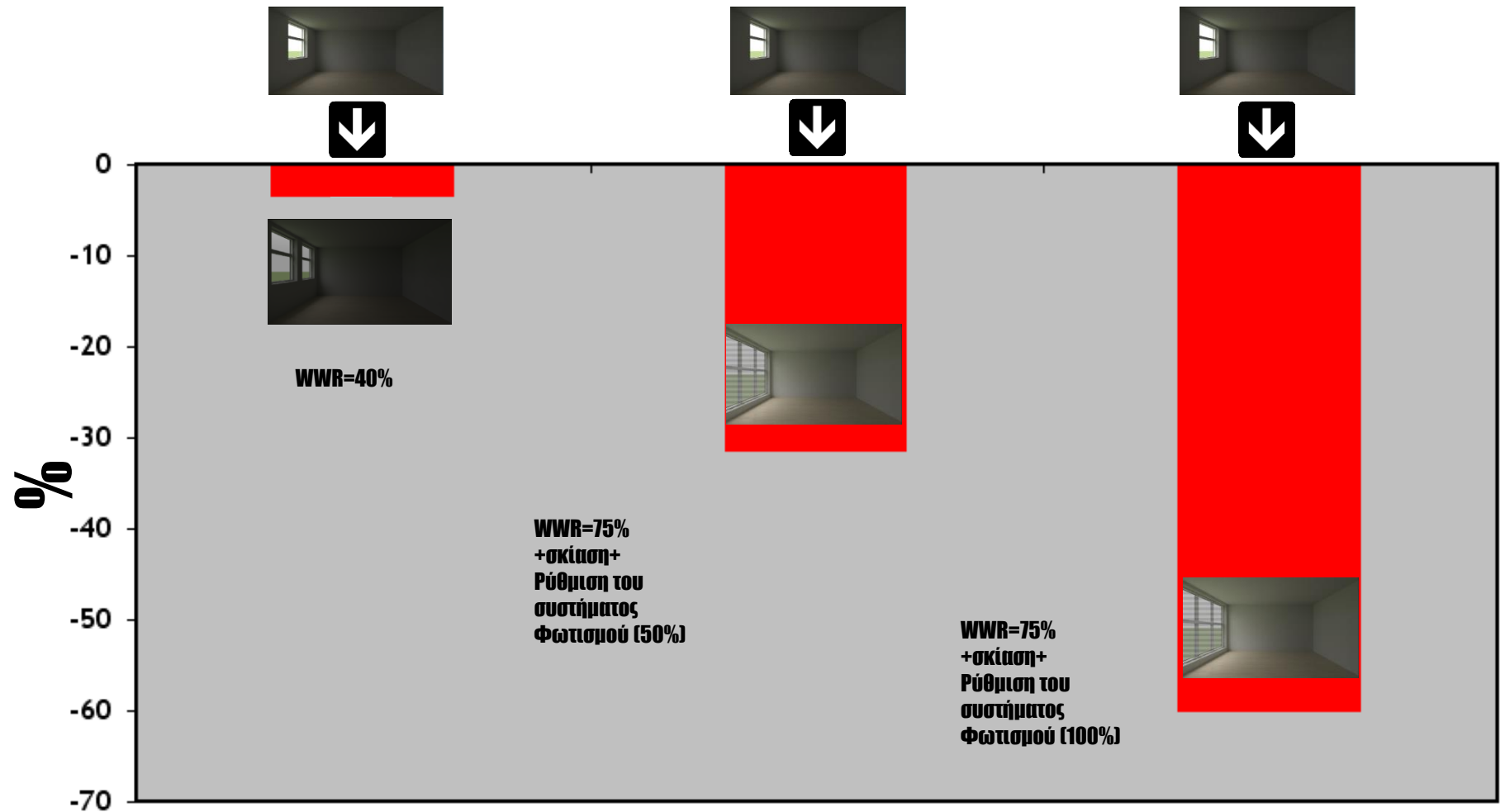
WWR=40%, 6/12/6, $U= 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$,
 $g=0.25$, $T_{vis}=0.17$



WWR=75%, 6/12/6, $U= 1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g=0.42$
, $T_{vis}=0.68$

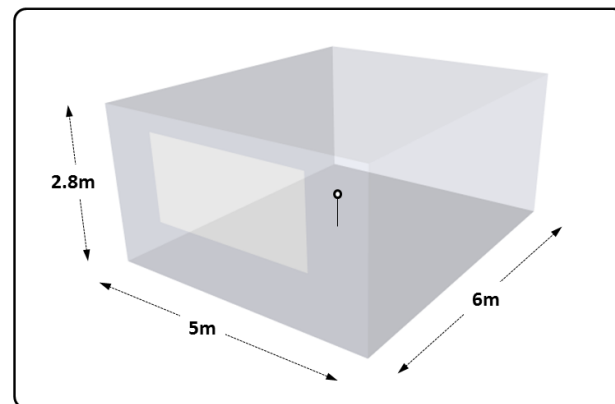
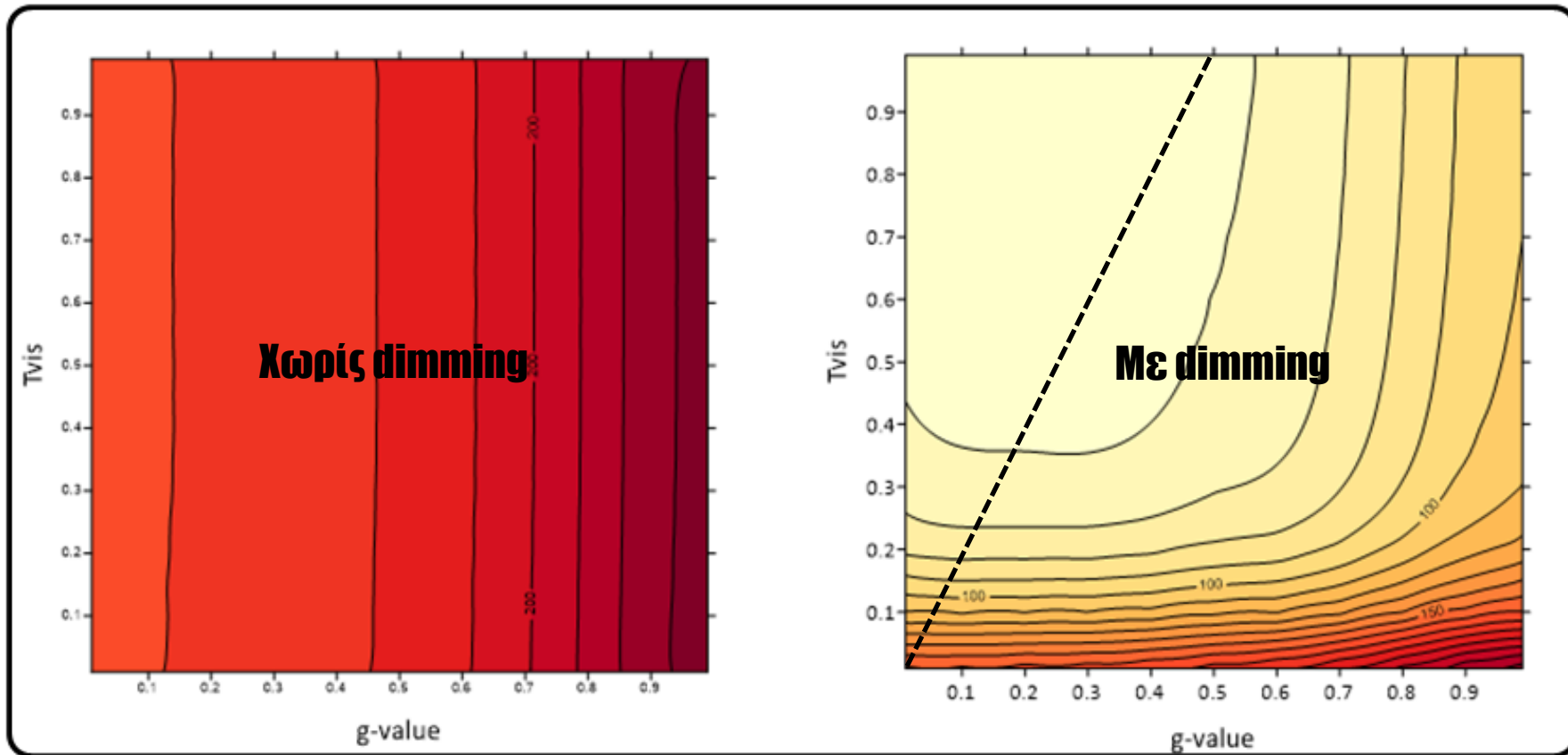


ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΥΠΟΥ ΠΡΟΣΟΨΗΣ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

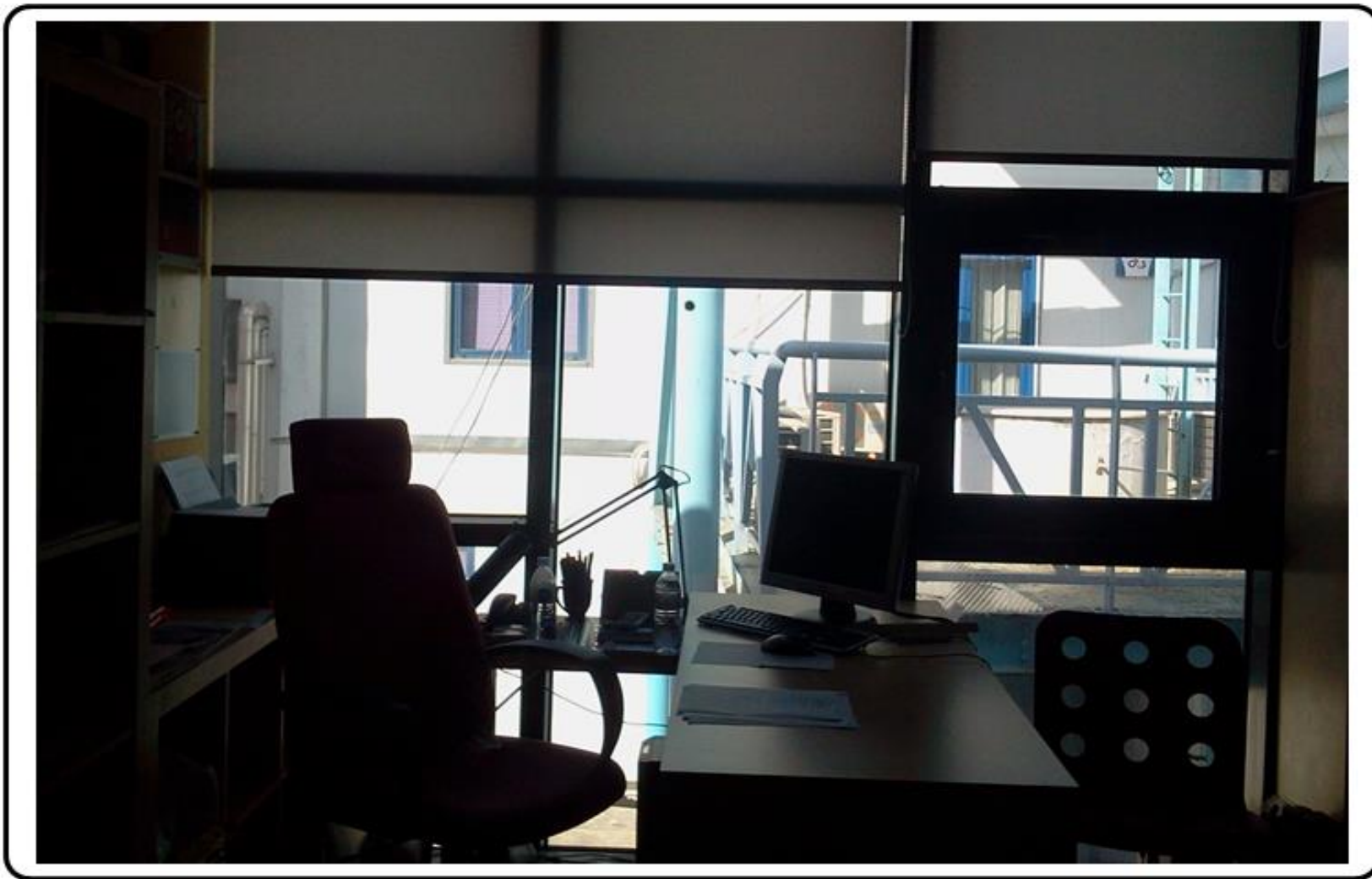


Σχετική μείωση πρωτογενούς κατανάλωσης

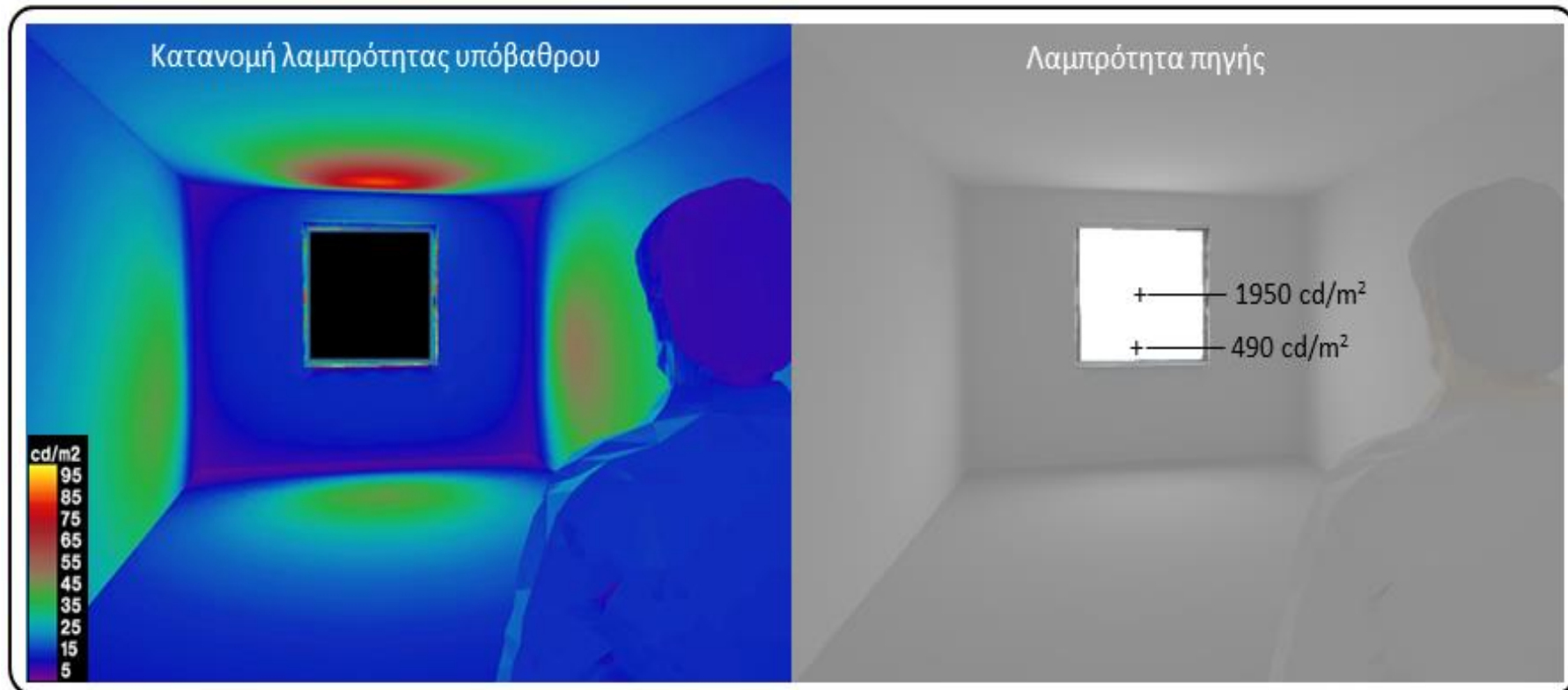
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ



ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ



ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ



ΘΑΜΒΩΣΗ

Στην περίπτωση της θάμβωσης δυσφορίας έχουν αναπτυχθεί αρκετοί δείκτες των οποίων ο υπολογισμός βασίζεται γενικώς σε τέσσερεις παραμέτρους :

- Την λαμπρότητα της πηγής
- Την λαμπρότητα του υποβάθρου
- Το μέγεθος και τον αριθμό των πηγών
- Τη σχετική τους θέση ως προς τον παρατηρητή

Οι προαναφερθέντες παράμετροι συνδυάζονται για την εκτίμηση της αίσθησης θάμβωσης με τη βοήθεια μιας σταθεράς η οποία υπολογίζεται ως εξής :

Σταθερά θάμβωσης = (Λαμπρότητα πηγής)^m * (Γωνιακή έκταση της πηγής)ⁿ / (Λαμπρότητα υποβάθρου)^k * (Γωνιακή απόσταση της πηγής από την κατεύθυνση παρατήρησης)^p

ΘΑΜΒΩΣΗ (Daylight Glare Index)

$$DGI = 10 \cdot \log 0.478 \sum_{i=1}^n \frac{L_s^{1.6} \cdot \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \cdot \omega^{0.5} \cdot L_w}$$

Όπου L_s η μέση λαμπρότητα κάθε περιοχής που προκαλεί θάμβωση και βρίσκεται στο οπτικό πεδίο (cd/m²)

L_b η μέση λαμπρότητα του υπόβαθρου χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η λαμπρότητα της περιοχής (ή περιοχών) που προκαλούν θάμβωση) (cd/m²)

L_w η μέση λαμπρότητα του παράθυρου (cd/m²)

Ω η στερεά γωνία κάθε περιοχής (πηγής) θάμβωσης τροποποιημένη όμως με τη βοήθεια του συντελεστή θέσης (position index, Petherbridge and Longmore, 1954) (sr)

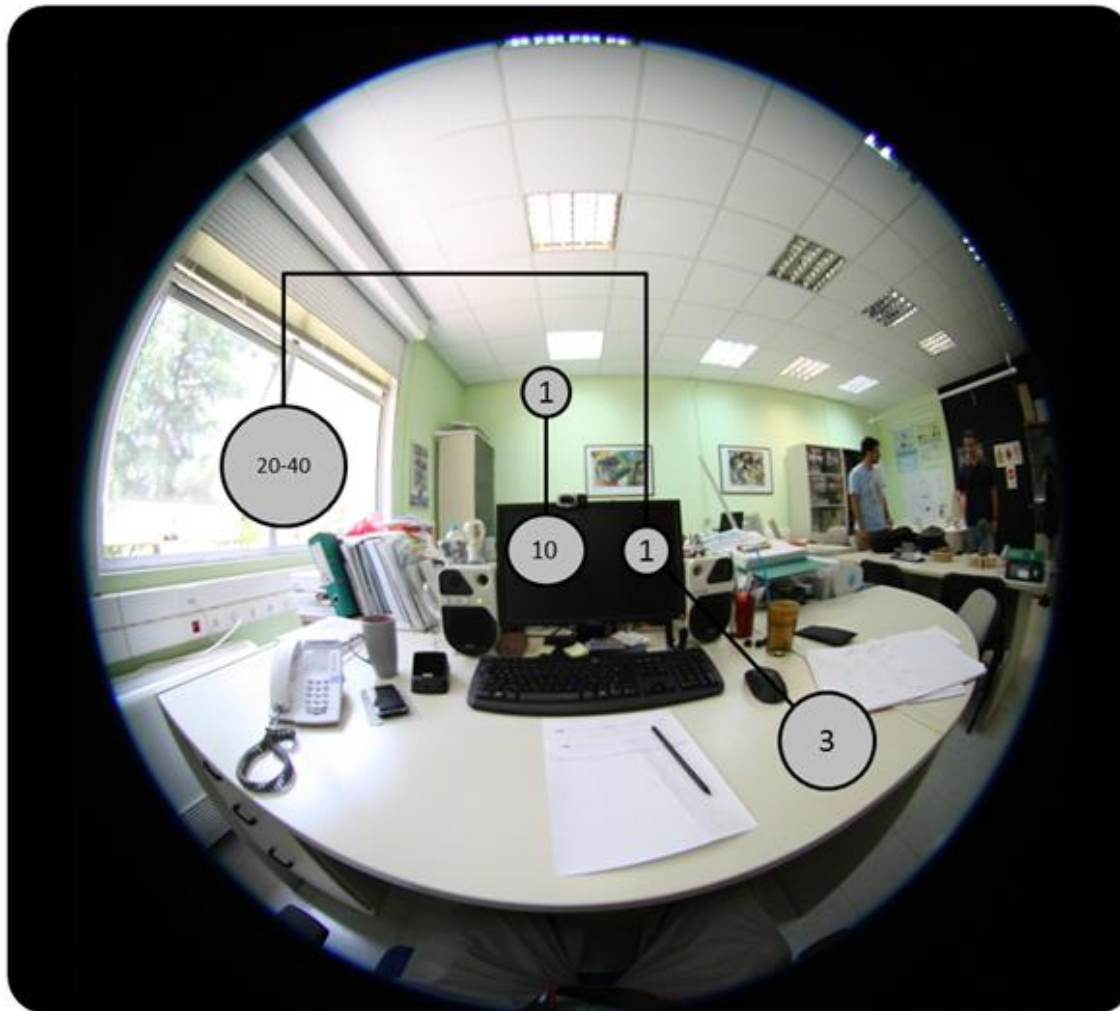
ω η στερεά γωνία κάθε περιοχής (πηγής) θάμβωσης όπως φαίνεται αυτή από το σημείο παρατήρησης (sr)

n ο αριθμός των περιοχών θάμβωσης

ΘΑΜΒΩΣΗ (Daylight Glare Index)

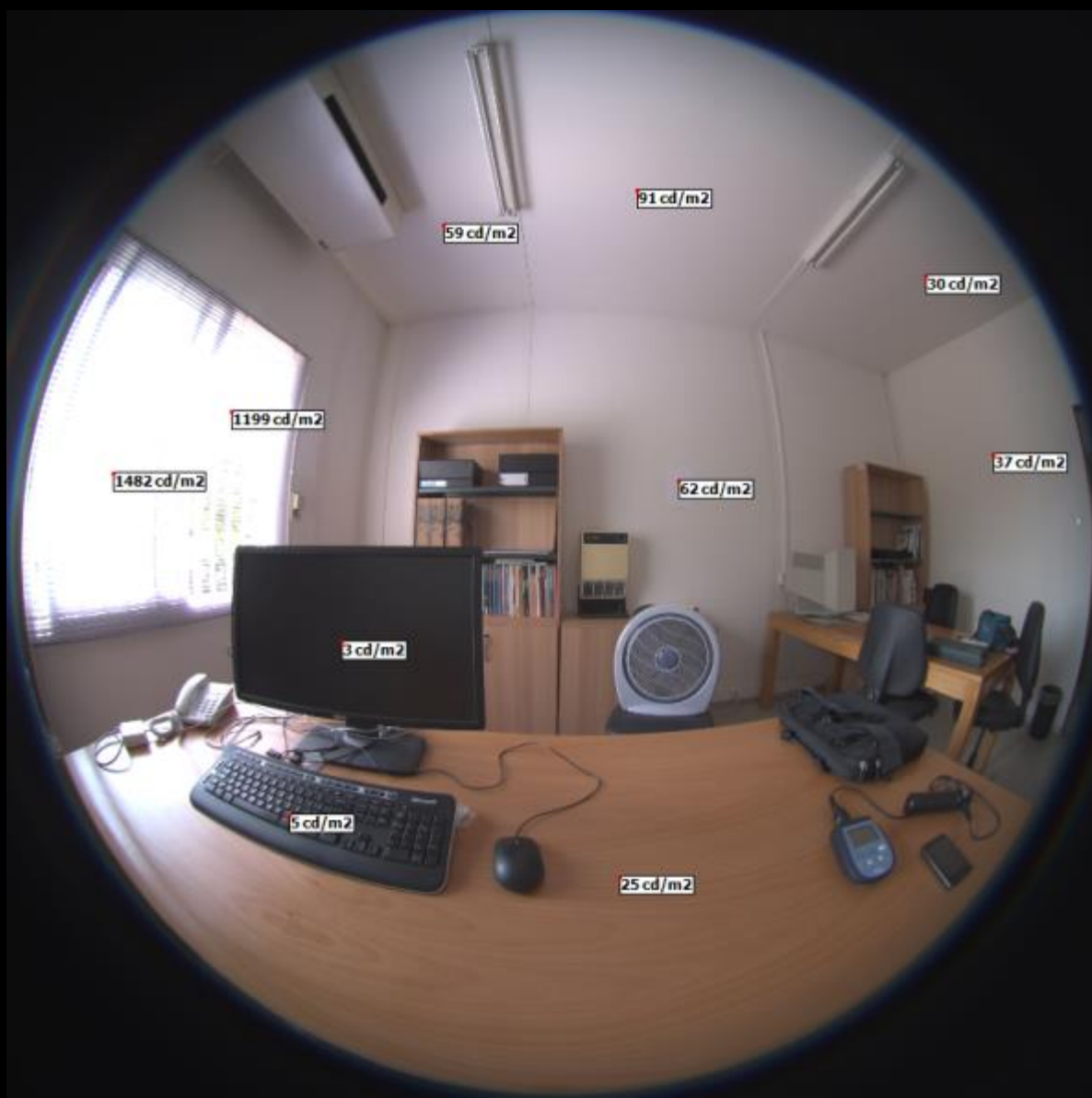
Αίσθηση θάμβωσης	DGI
Μόλις αντιληπτή	16
Ελάχιστα αποδεκτή	20
Οριακή τιμή διαχωρισμού άνεσης-δυσφορίας	22
Σχεδόν ενοχλητική	24
Σχεδόν ανυπόφορη	28

ΙΣΟΡΡΟΠΗΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΛΑΜΠΡΟΤΗΤΩΝ

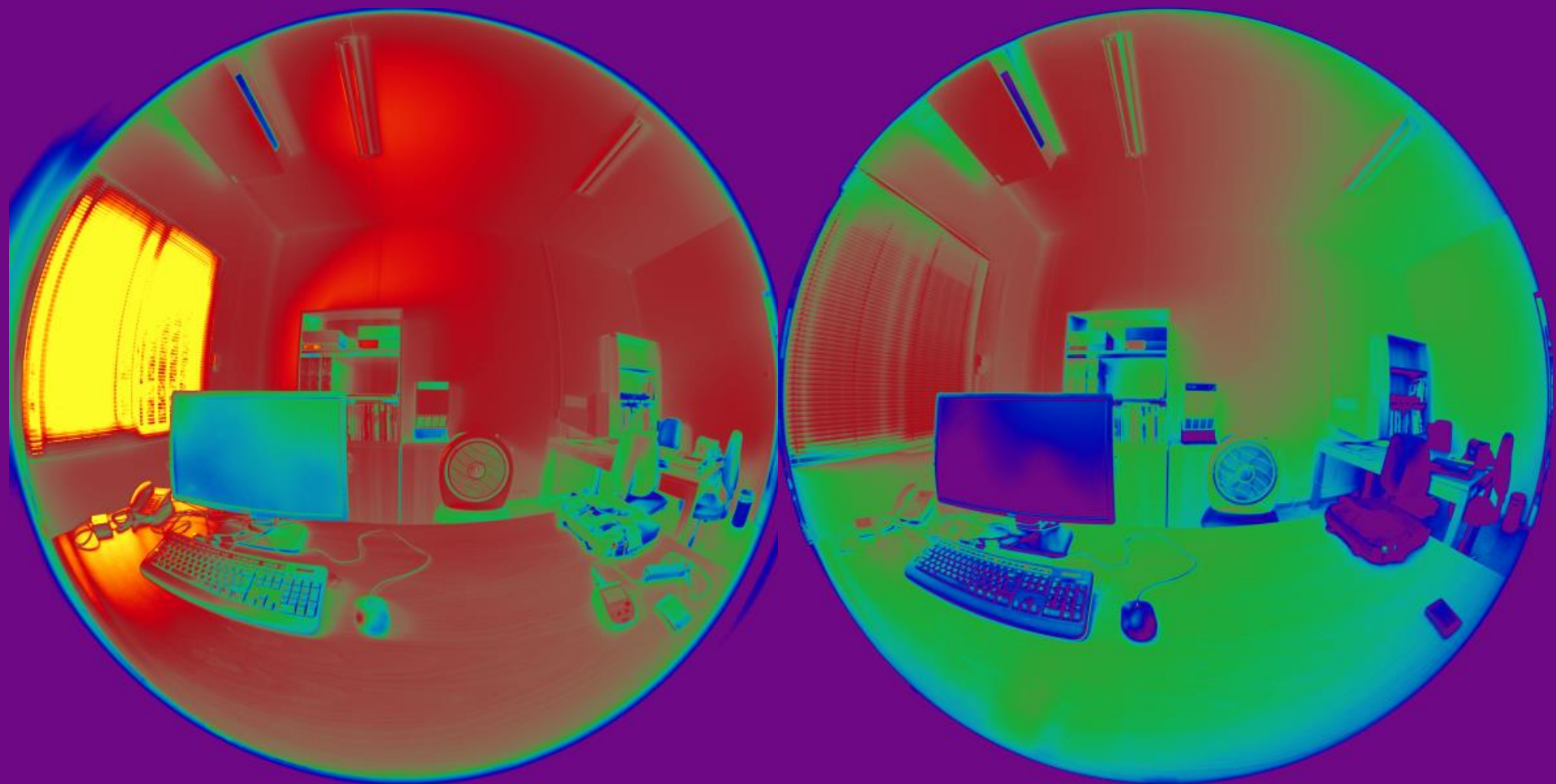


Συνιστώμενοι λόγοι λαμπροτήτων ανάμεσα στην περιοχή εκτέλεσης κάποιου έργου, στις γειτονικές αυτής επιφάνειες και στις πηγές (δηλ. τα ανοίγματα).

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΛΑΜΠΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕ High Dynamic Range Photography



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕ HDR

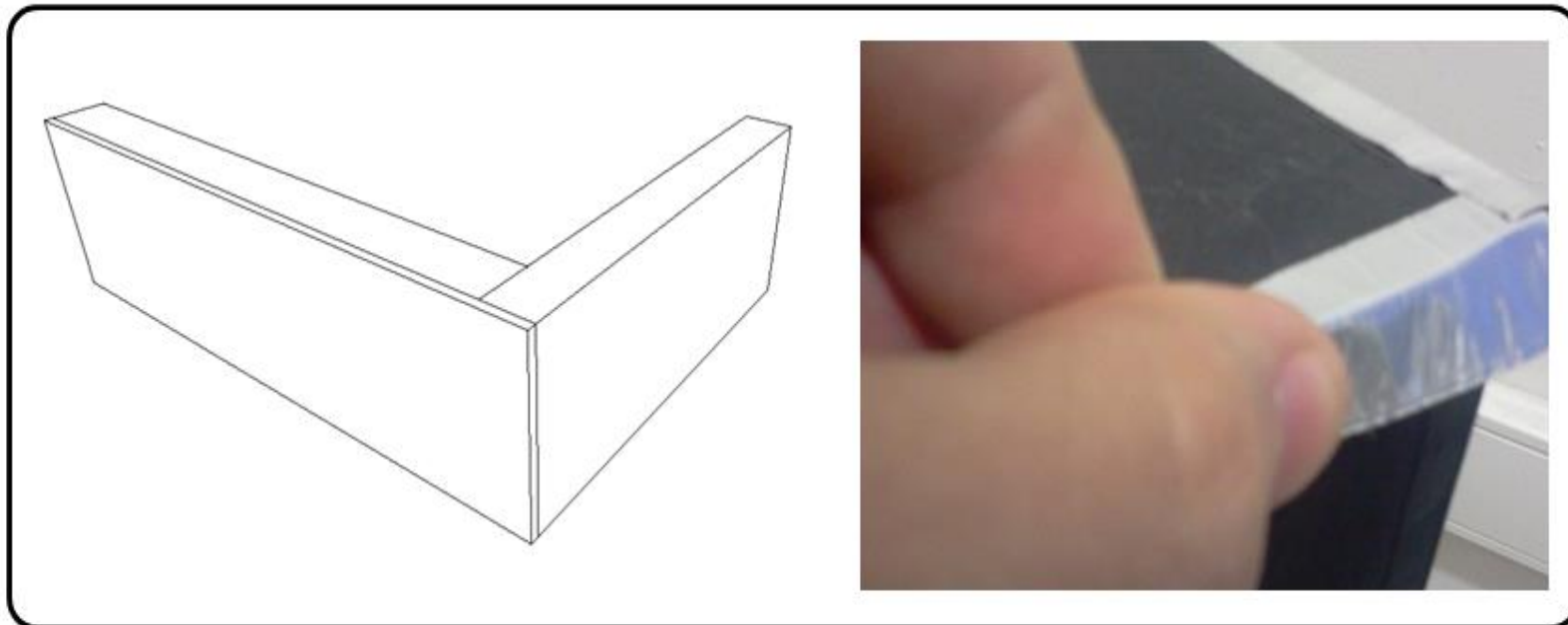


ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΟΥΡΑΝΟΥ



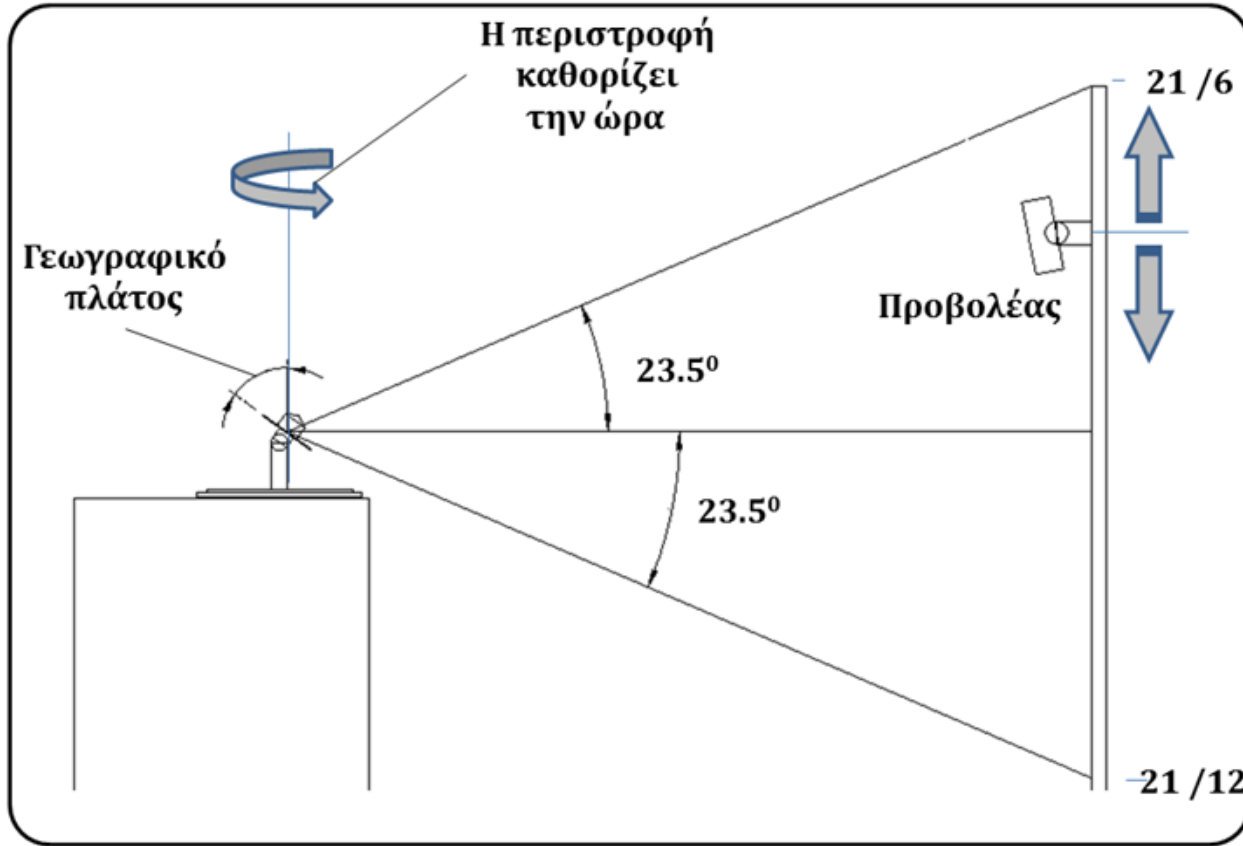
Τα φυσικά μοντέλα σε μικρή κλίμακα αποτελούσαν και εξακολουθούν να αποτελούν πάγια μελετητική επιλογή για την εκτίμηση του φυσικού φωτισμού (και όχι μόνο). Η όποια ανάλυση πραγματοποιείται σε τεχνητούς ουρανούς. Ρυθμίζοντας την φωτεινή ροή των λαμπτήρων ρυθμίζεται και η κατανομή της λαμπρότητας έτσι ώστε να προσμοιάζει π.χ. συνθήκες νεφροσκεπούς ουρανού.

ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΟΥΡΑΝΟΥ



Κόλληση ακμών μακέτας ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν θα υπάρχει στο εσωτερικό φωτισμός από το εξωτερικό περιβάλλον. Στη δεξιά φωτογραφία χρησιμοποιείται μεταλλική αυτοκόλλητη ταινία.

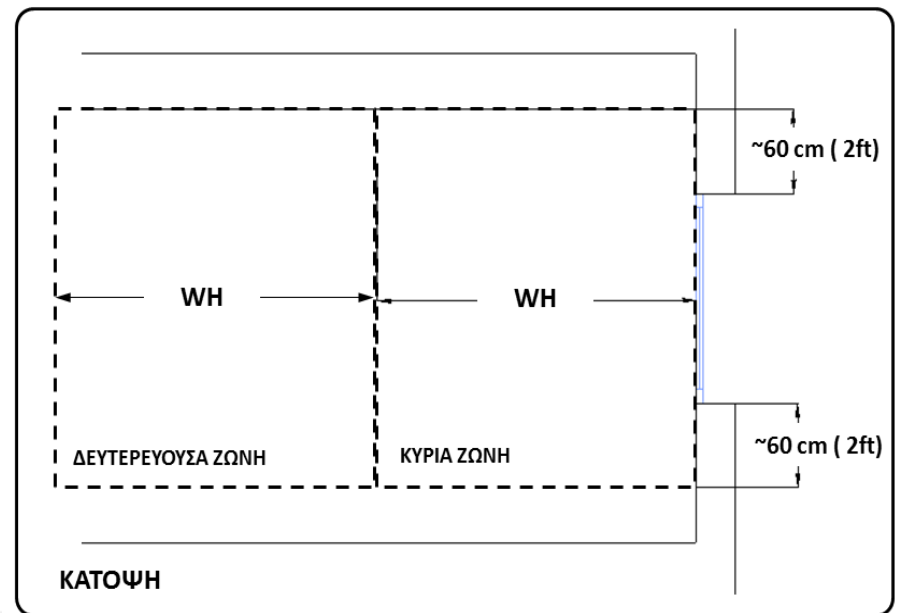
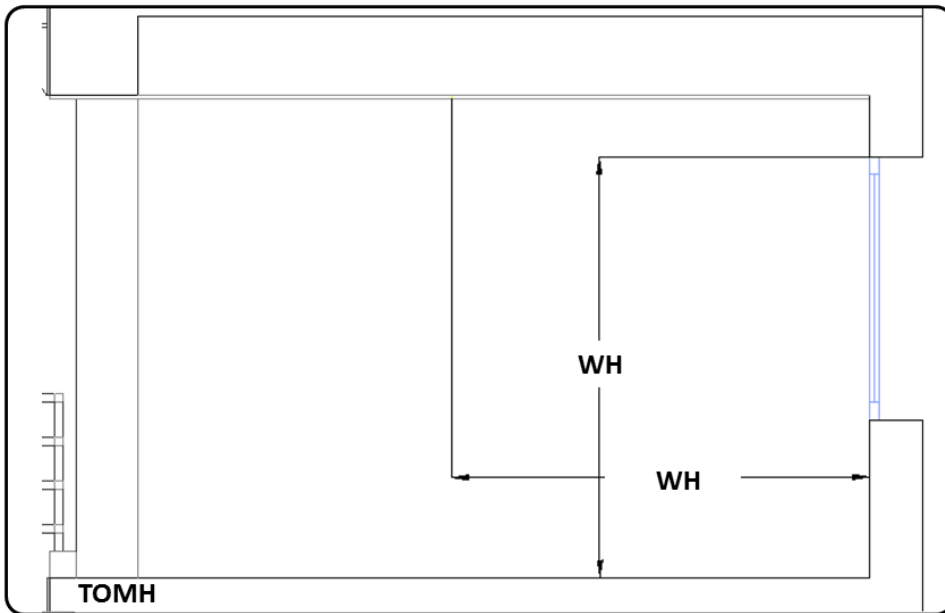
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΗΛΙΟΥ



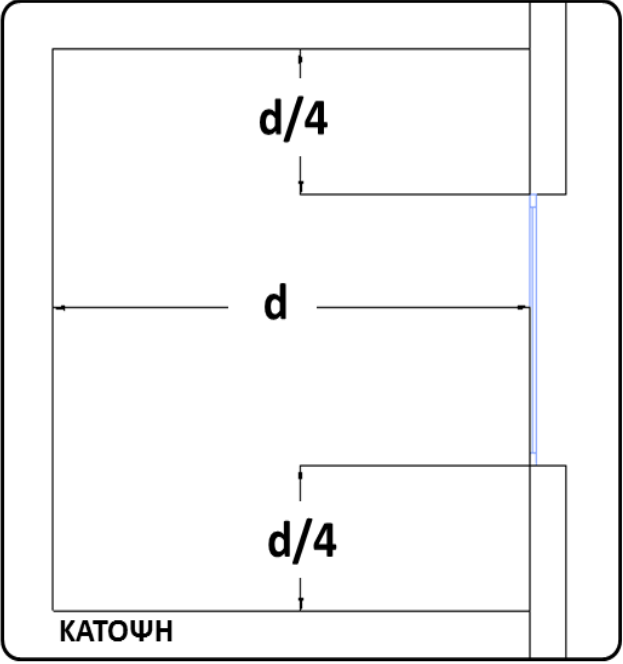
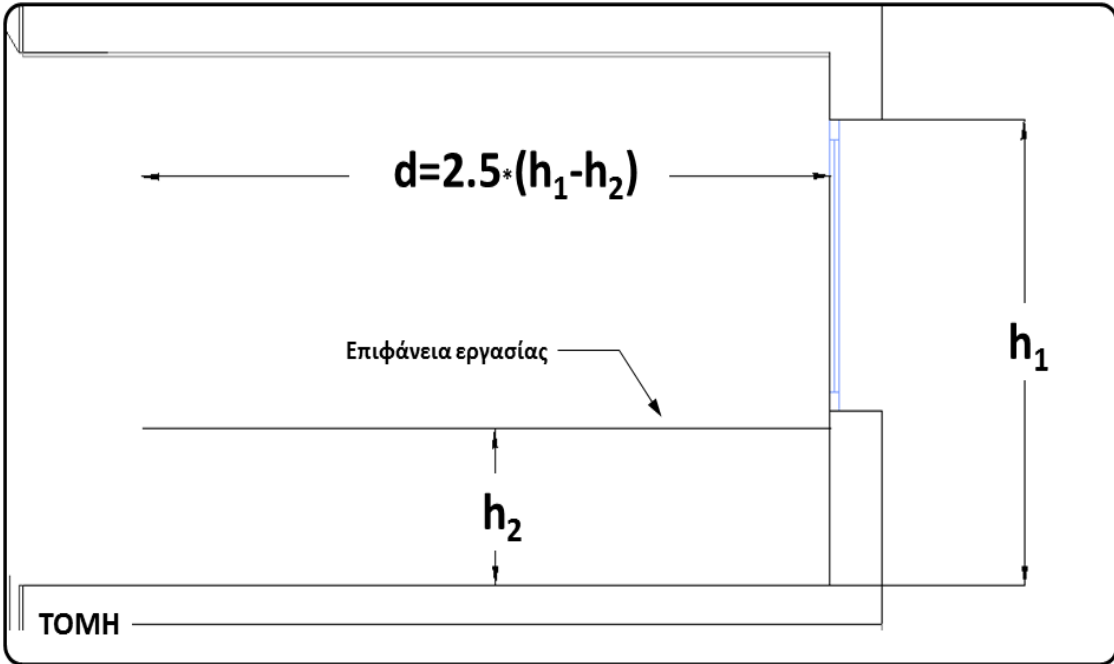
Αρχή λειτουργίας τεχνητού ήλιου

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

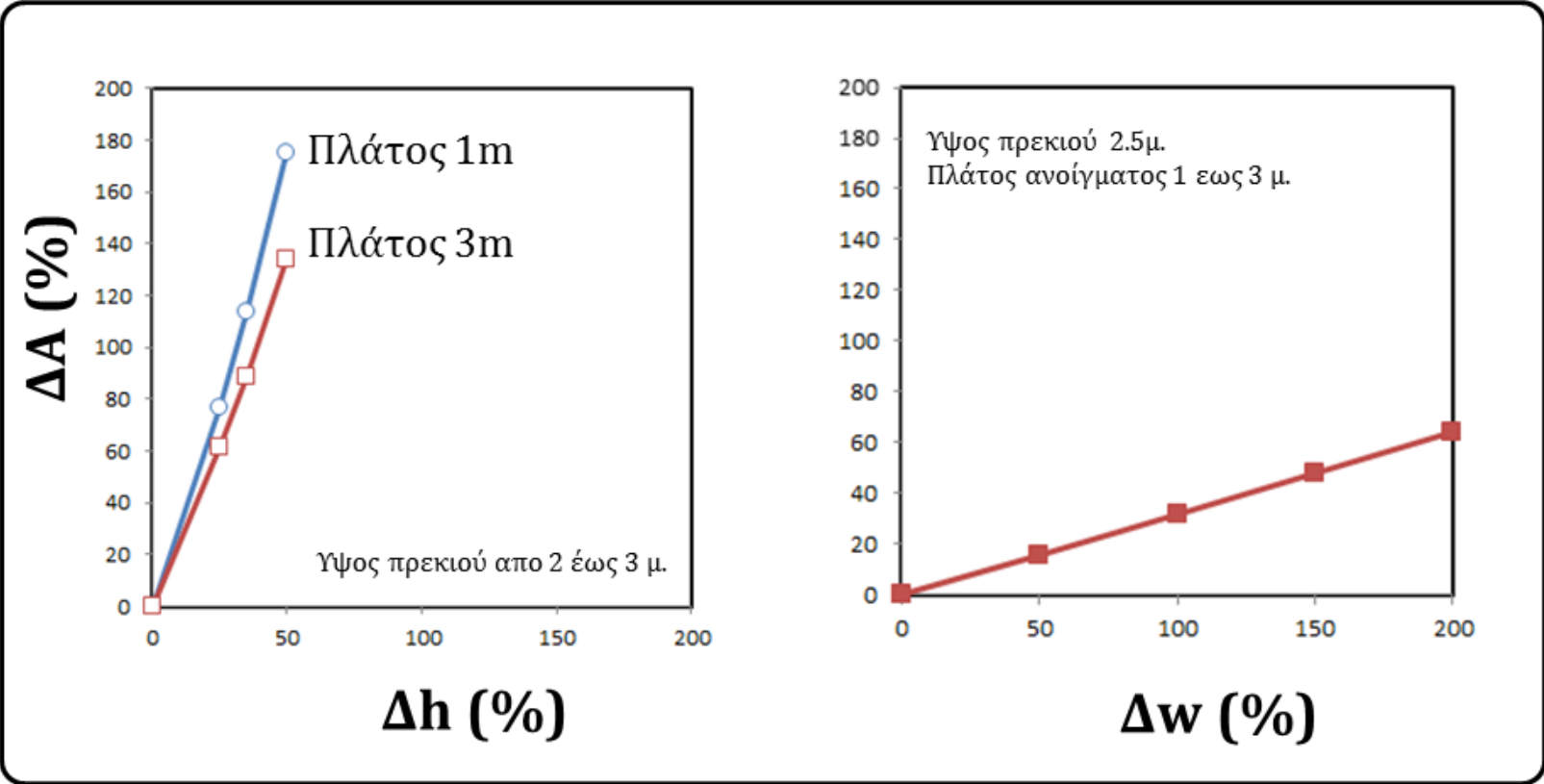
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ, ΖΩΝΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



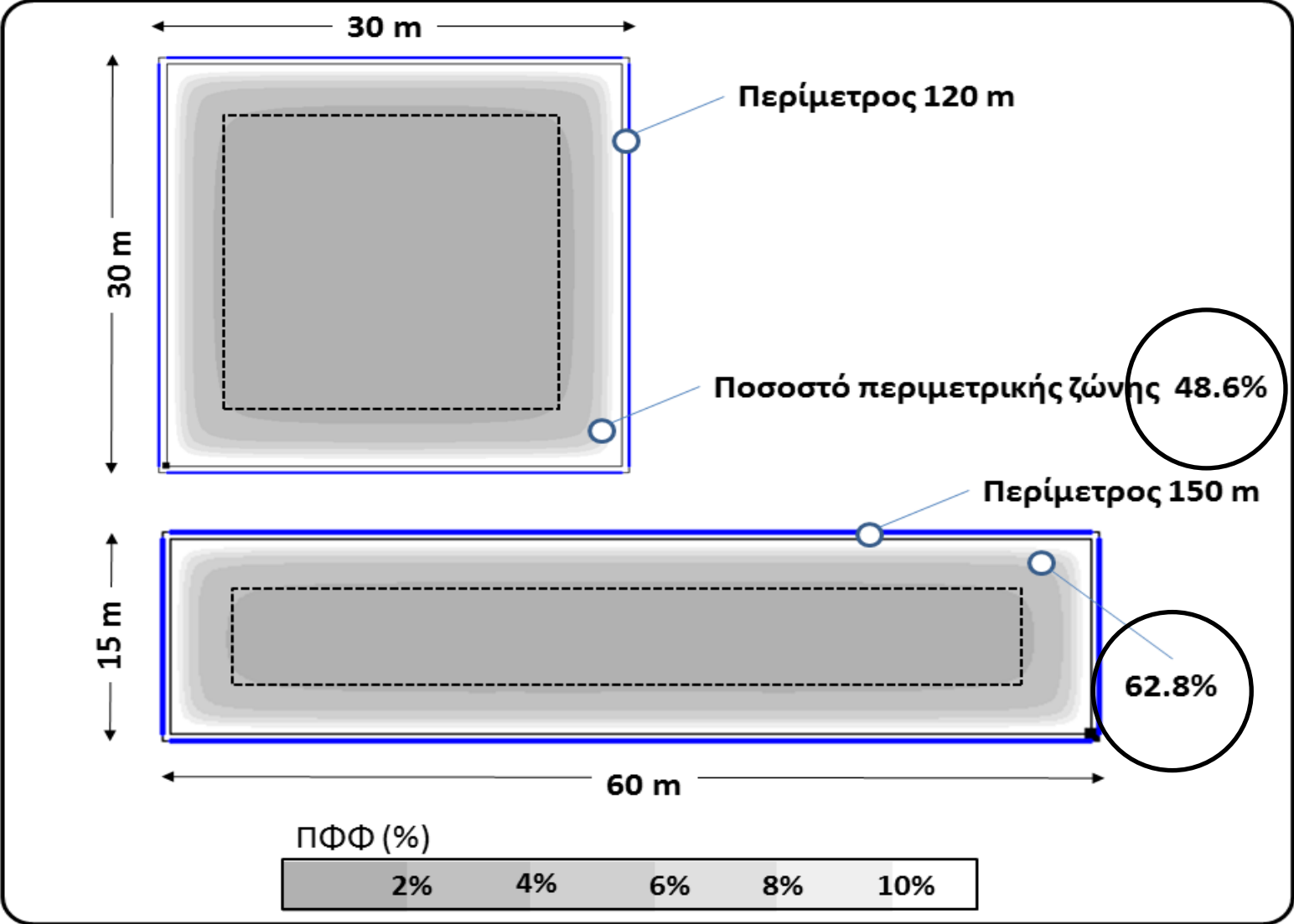
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ, ΖΩΝΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



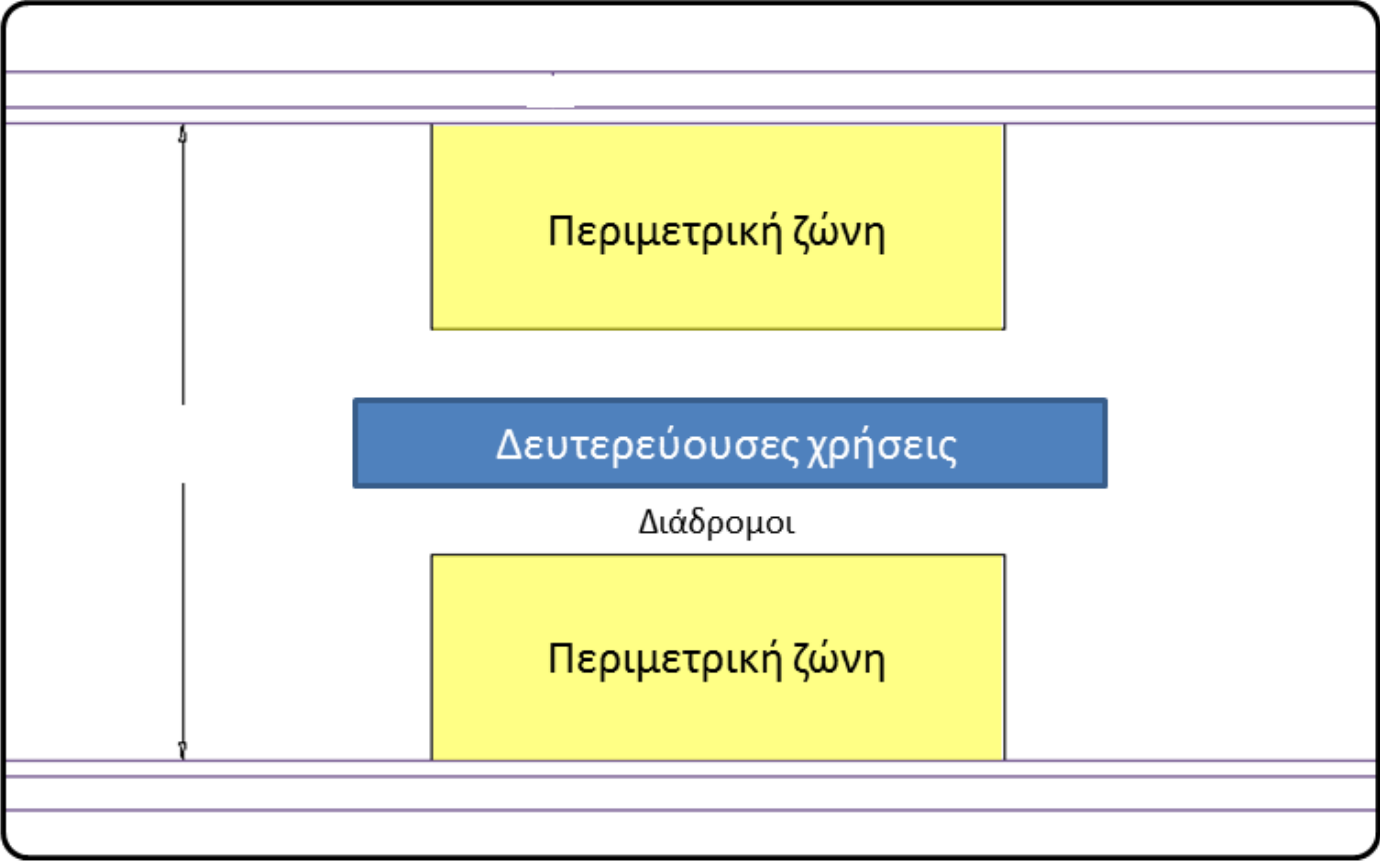
ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ, ΖΩΝΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ, ΖΩΝΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

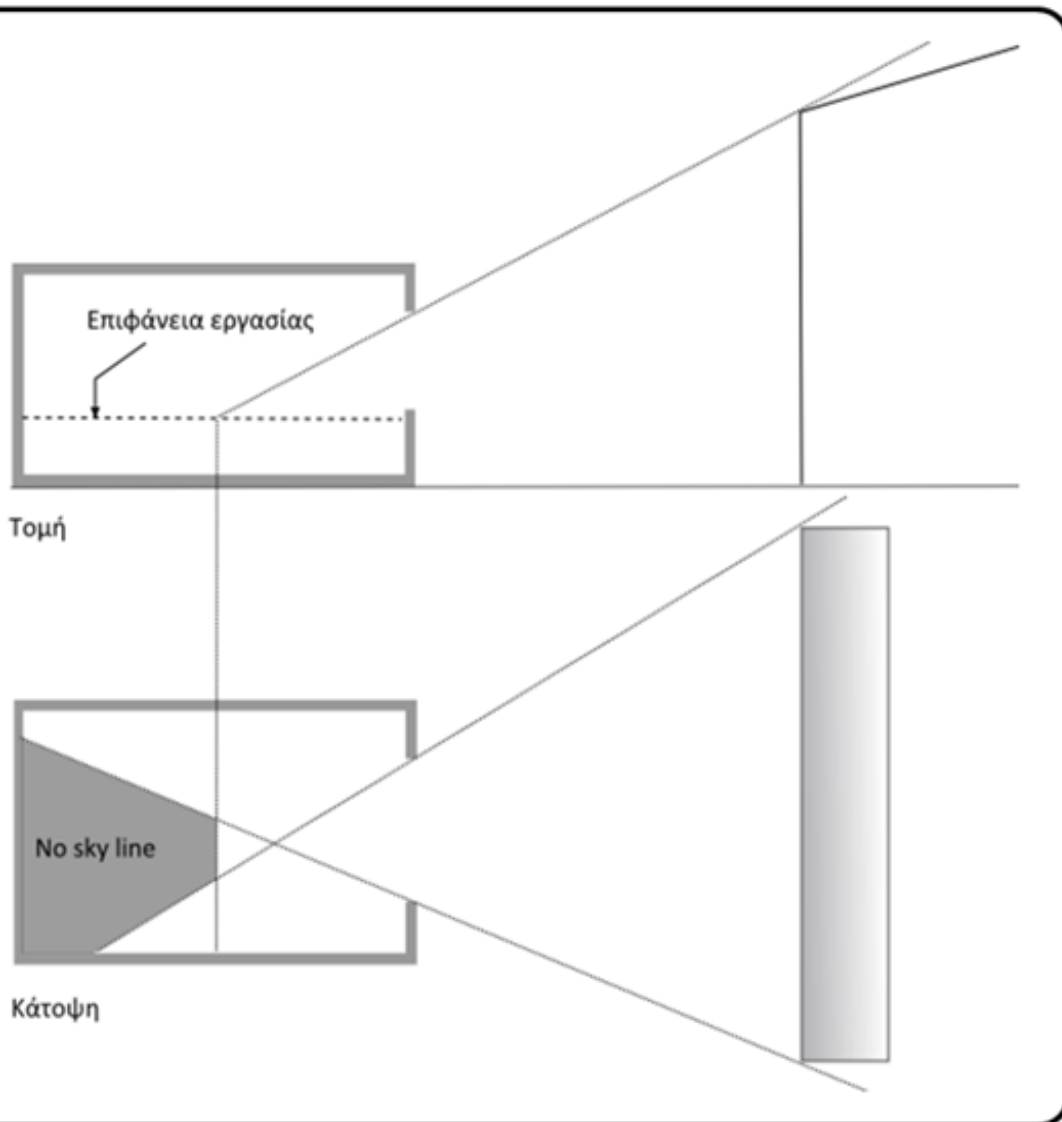


ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΖΩΝΗ, ΖΩΝΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



Μεταφορά χώρων δευτερεύουσας λειτουργίας (υπο την έννοια ότι δεν χρειάζονται φυσικό φωτισμό συνεχώς) στο κέντρο της κατασκευής

NO SKY-LINE



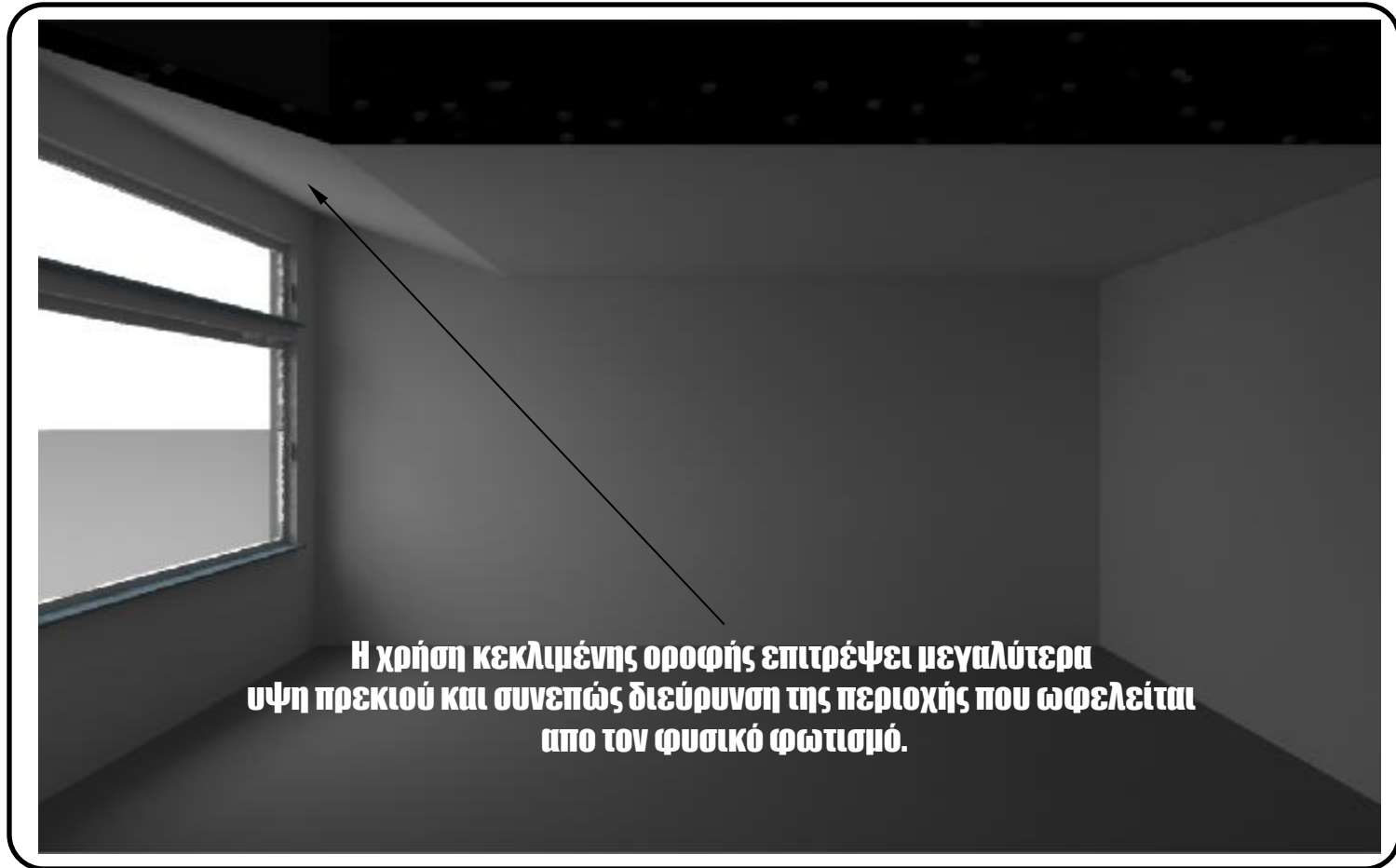
Χρήσιμη μέθοδος για την επίδραση των εξωτερικών εμποδίων είναι η εκτίμηση της περιοχής της επιφάνειας εργασίας η οποία δεν έχει «οπτική» σύνδεση με τμήματα του ουρανού. Η μετατόπιση του όριου αυτής της περιοχής (no-sky line) εξαρτάται από τις διαστάσεις των εξωτερικών εμποδίων με την εκτίμηση της να πραγματοποιείται με χρήση μόνο των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του χώρου

ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

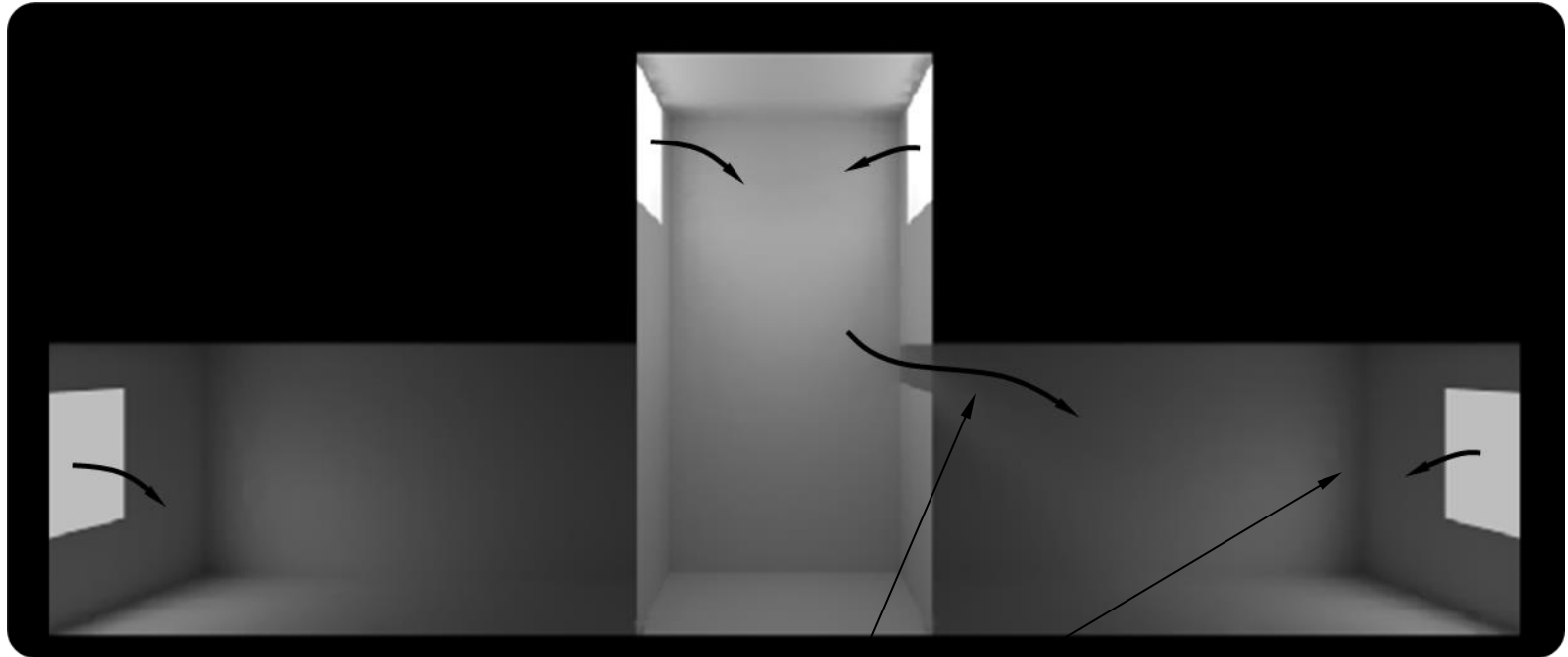


Οι διαστάσεις των ανοιγμάτων μειώνονται με την αύξηση της απόστασης τους από το έδαφος (μεγαλύτερη παροχή φυσικού φωτισμού)

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ



ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ



Αμφίπλευρος φωτισμός

BREEAM HEA 1-ΓΡΑΦΕΙΑ

2% + 80% των χώρων

+

Ομοιομορφία ≥ 0.4

/ 0.8% min

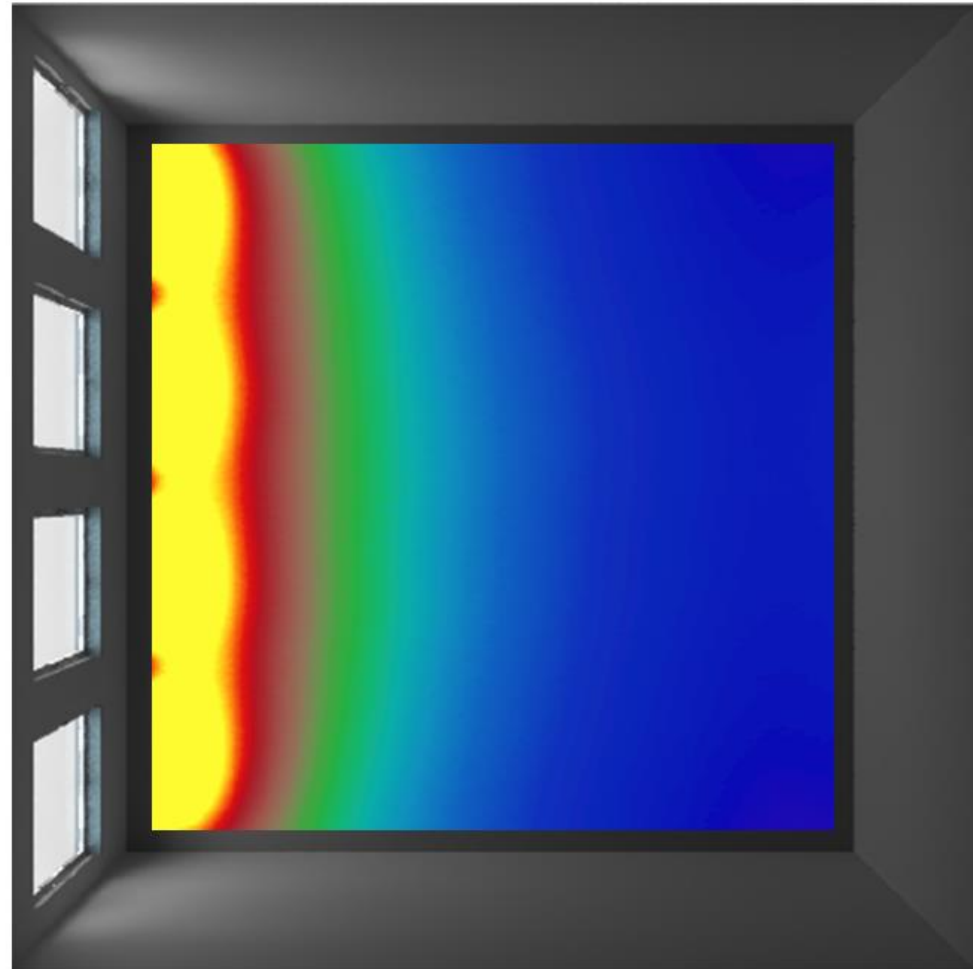
ή

Περιορισμός βάθους

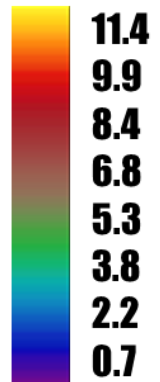
$L/W + L/H_w \leq 2/(1-\rho)$

+

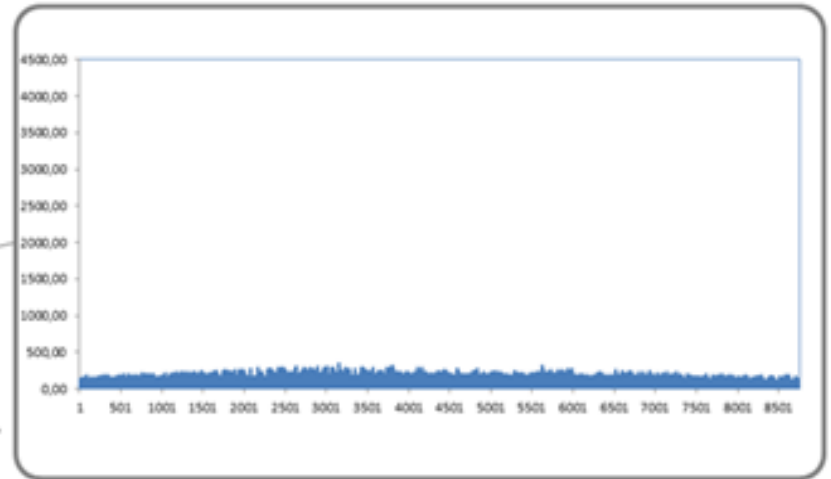
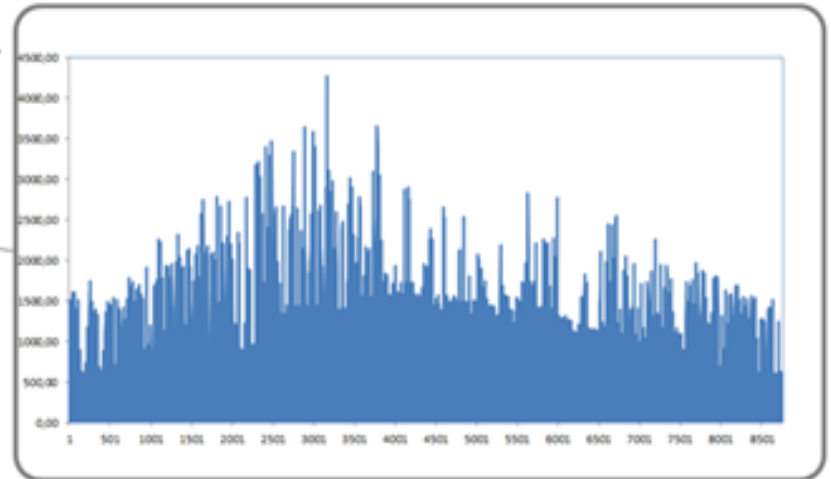
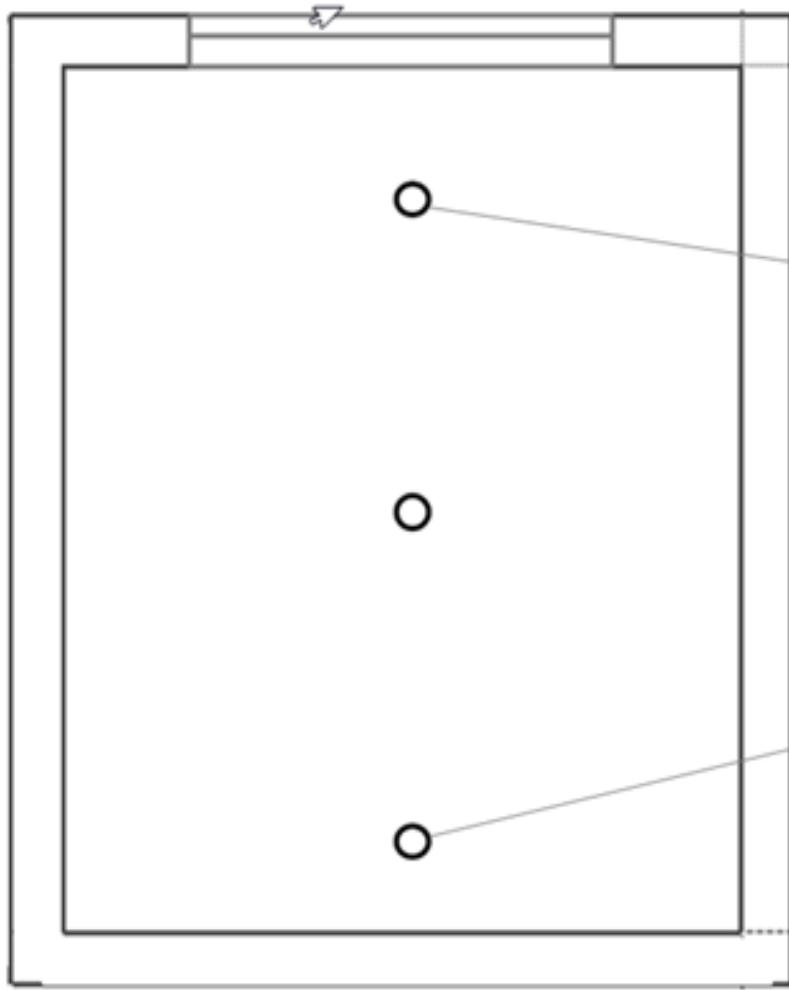
**«επαφή» επ. εργασίας
με ουρανό**



ΠΦΦ (%)

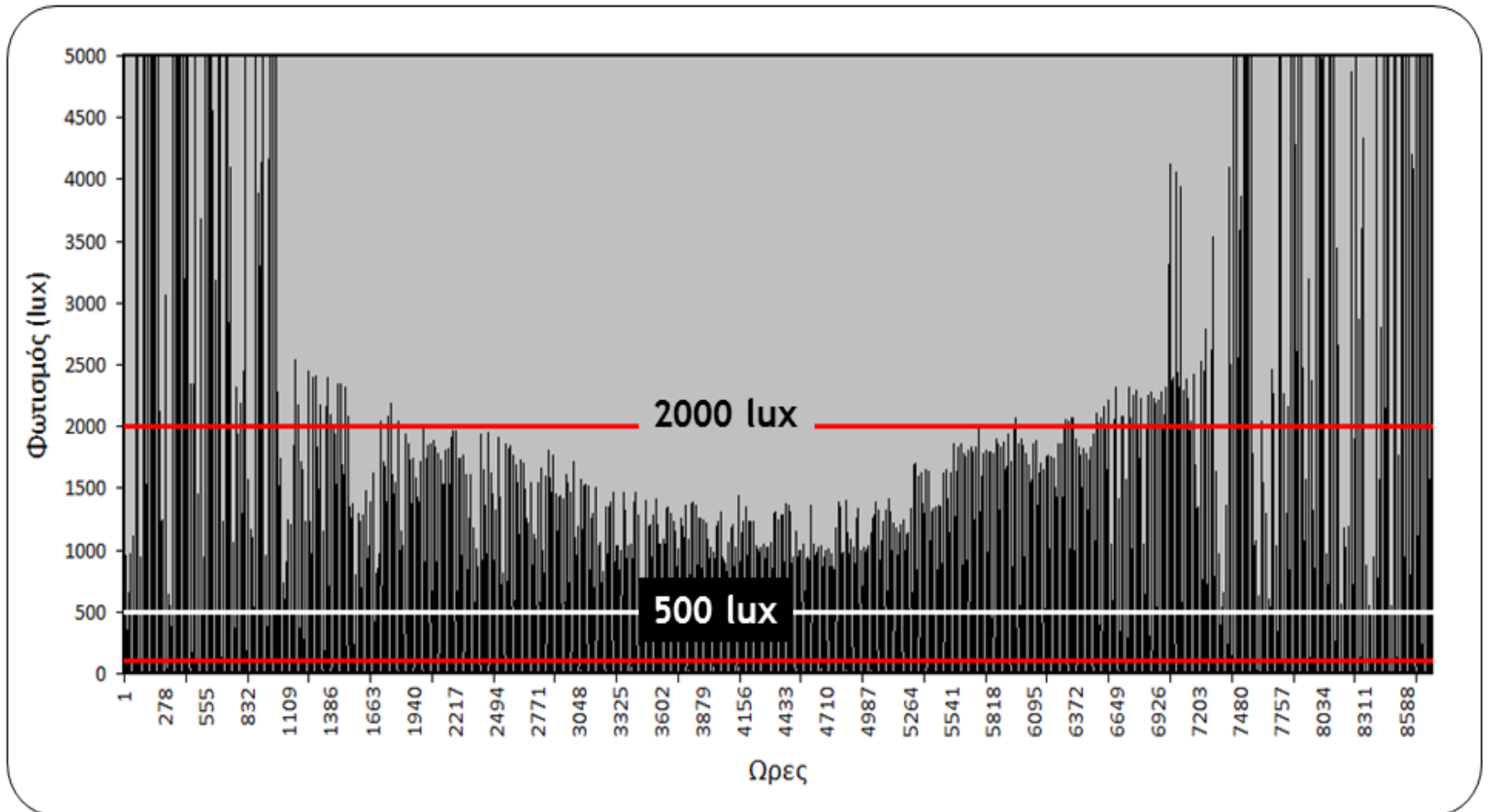


ΕΠΑΡΚΕΙΑ – ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ



ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΑΡΧΕΙΑ ;

ΕΠΑΡΚΕΙΑ – ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ



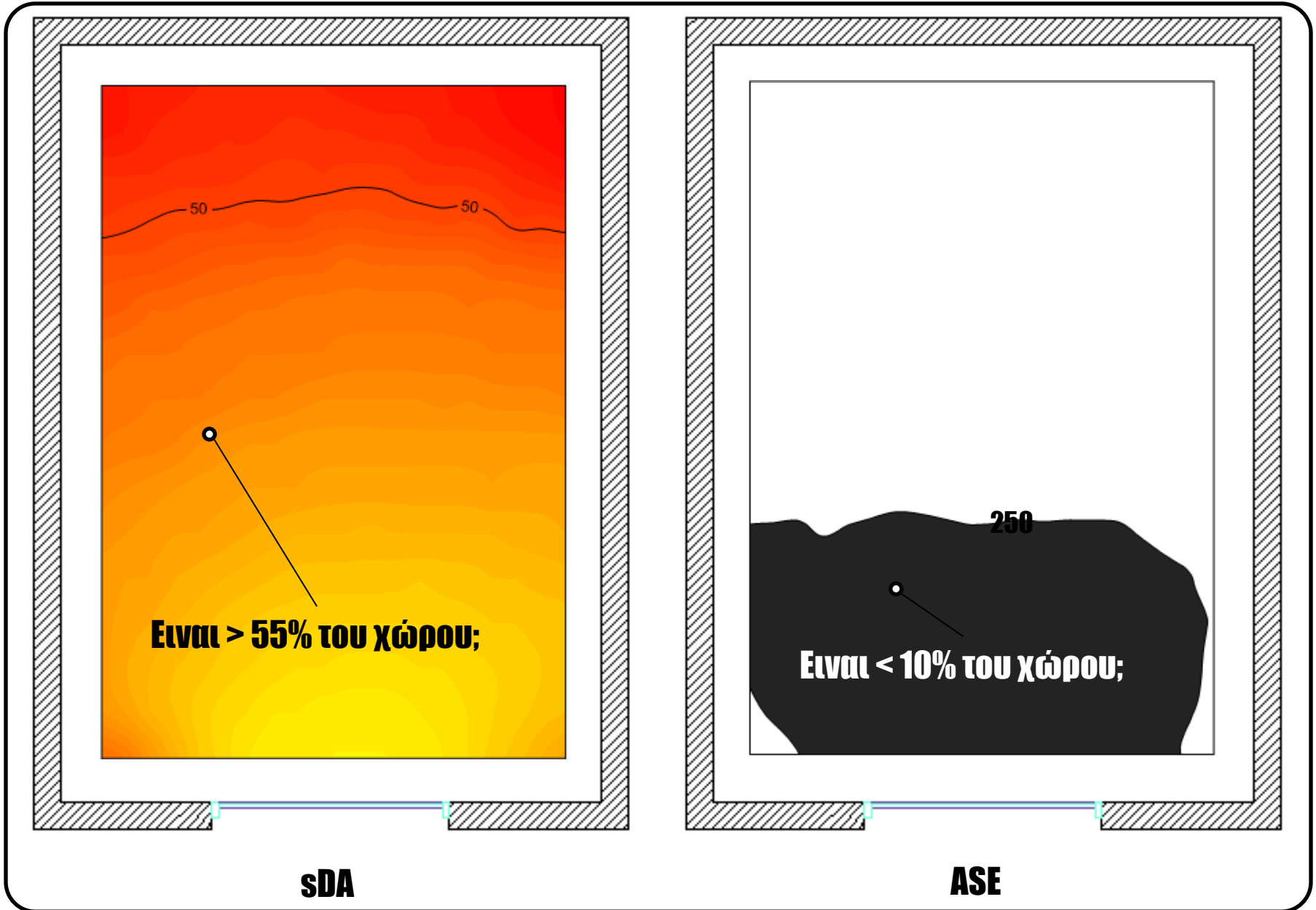
sDA, spatial Daylight Autonomy

sDA_{300, 50%} >55% ή >75%

ASE, Annual Sunlight Exposure

ASE_{1000, 250} <10%

LEED v.4



«ΤΟ ΚΥΝΗΓΙ ΤΟΥ ΧΑΜΕΝΟΥ ΔΙΣΚΟΠΟΤΗΡΟΥ»

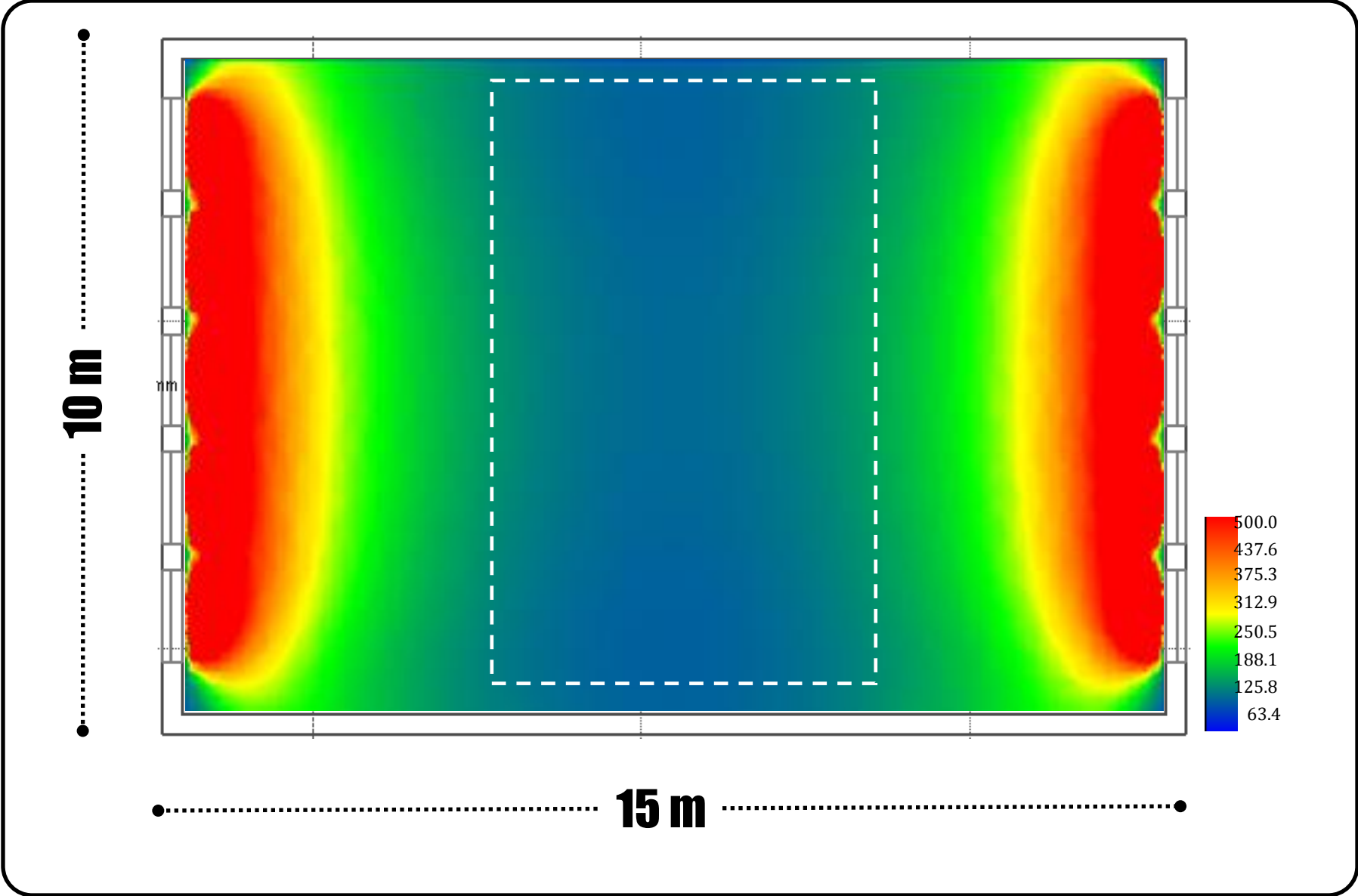
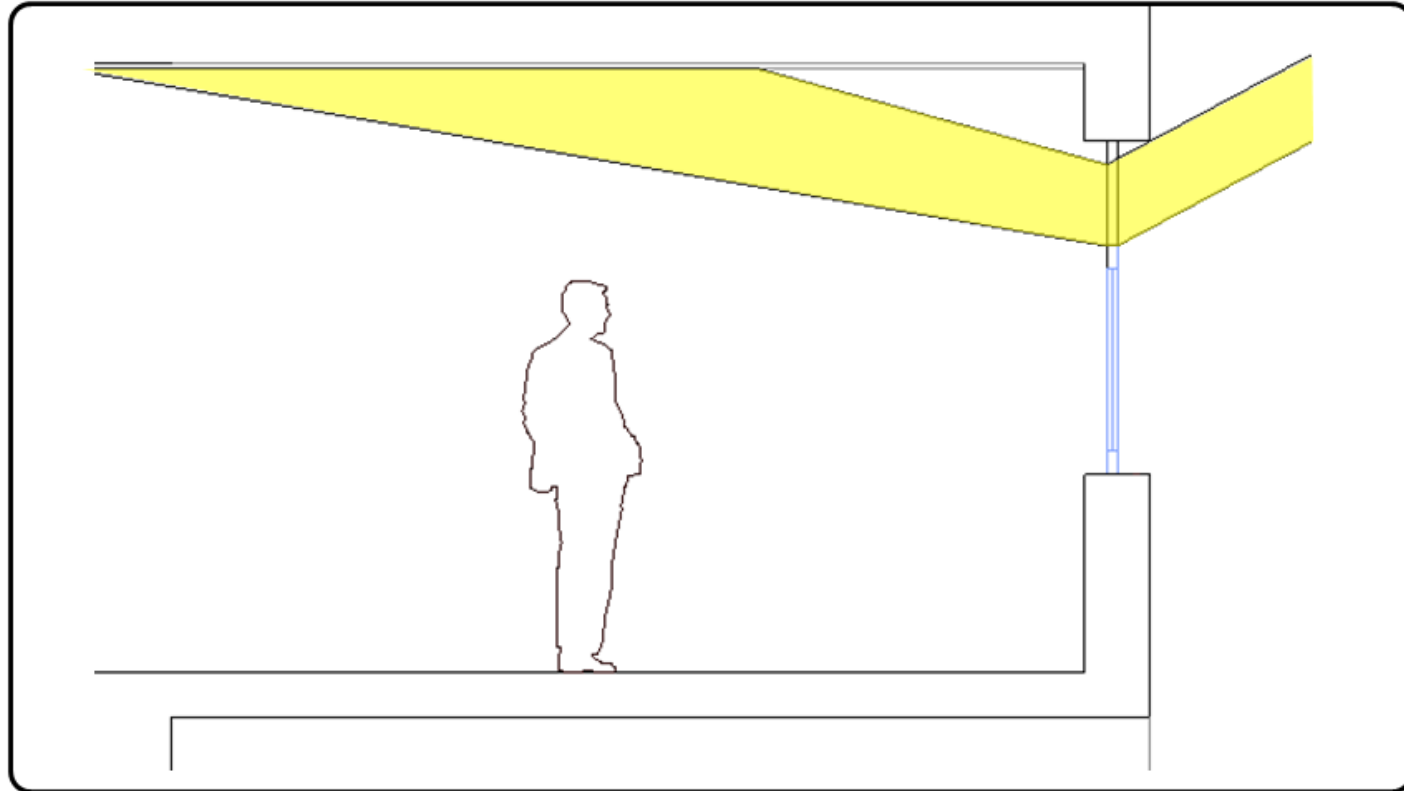


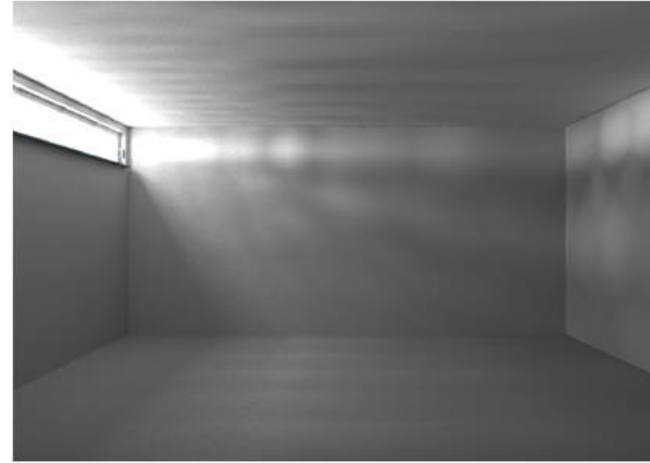
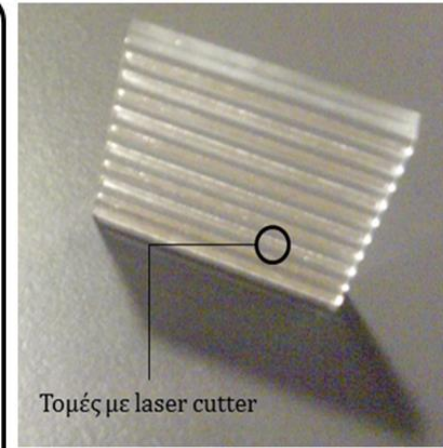
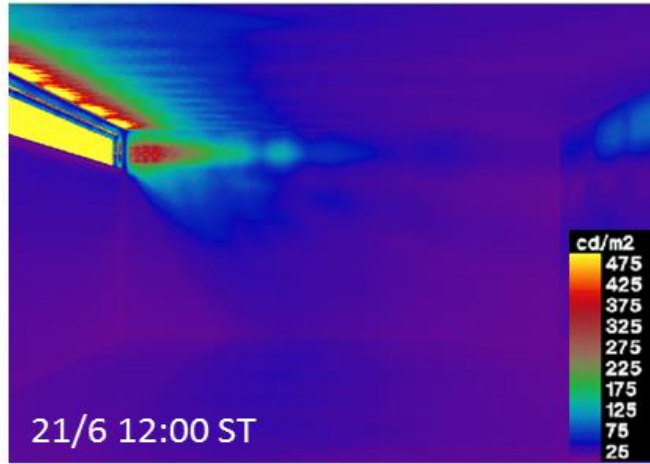
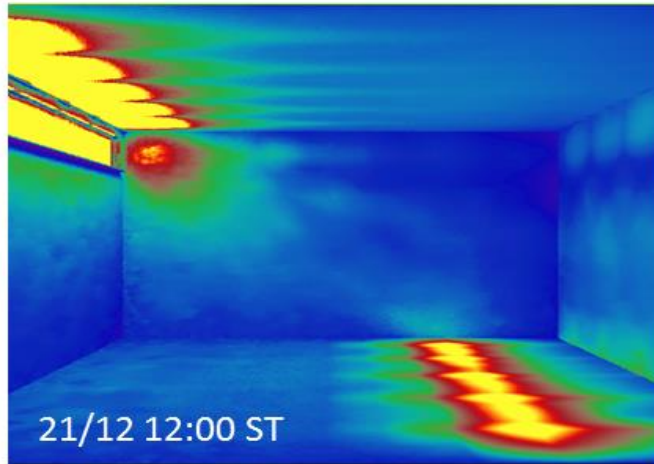


Photo: Α. Δράκου, ΤΑΜ, ΠΘ

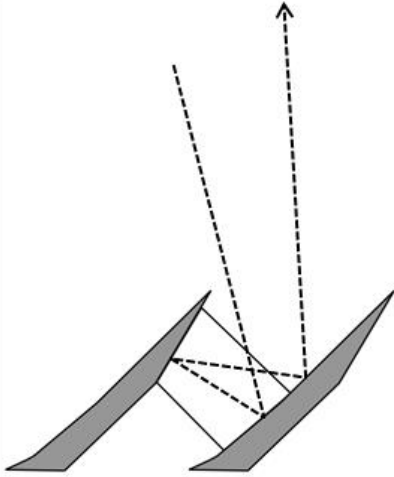
ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ



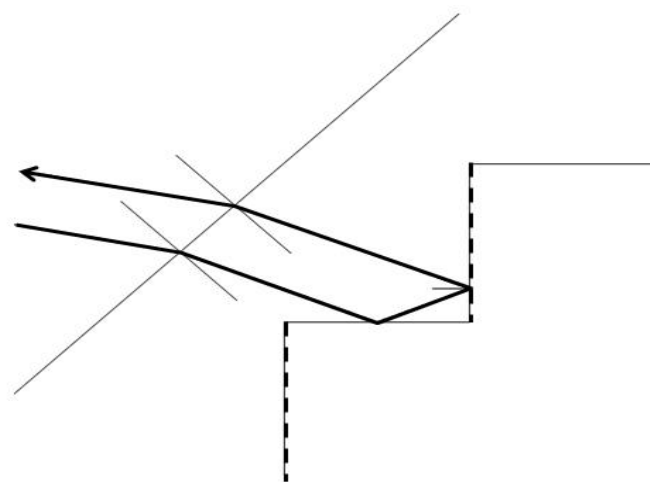
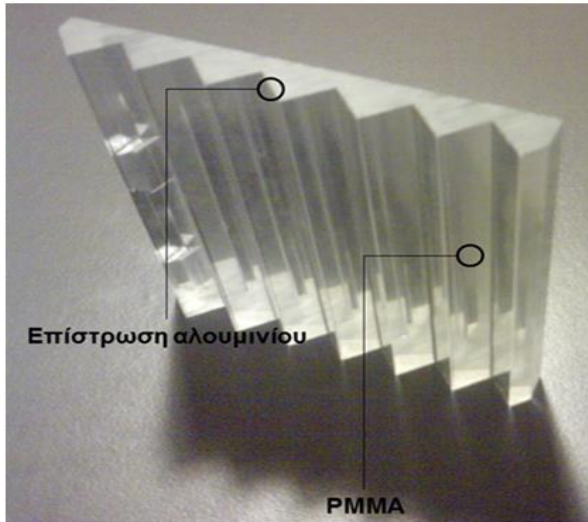
ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ



ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ- ΣΚΙΑΣΗ , ΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΗ

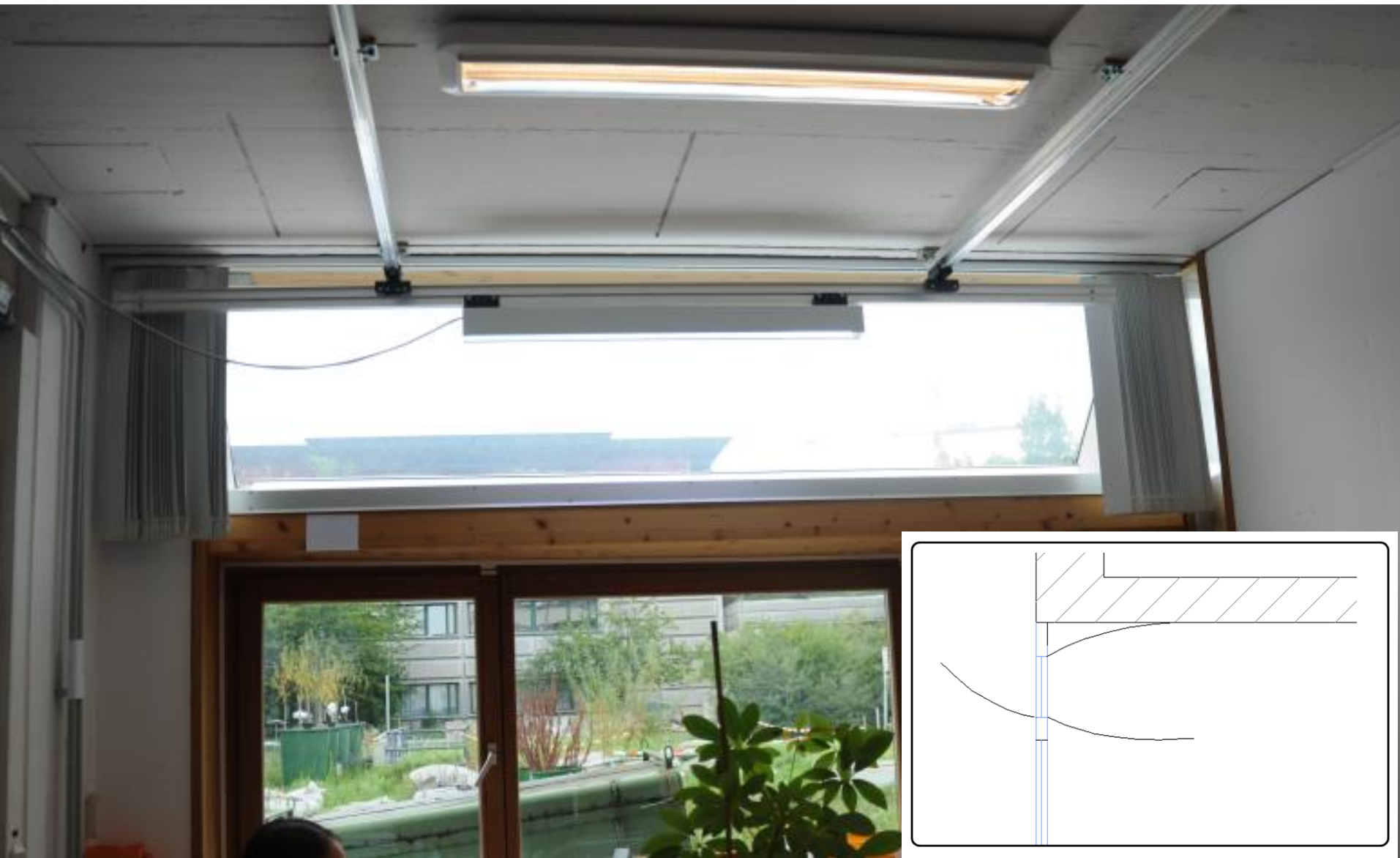


Micro Sun shileding Louver, Siteco, www.siteco.com

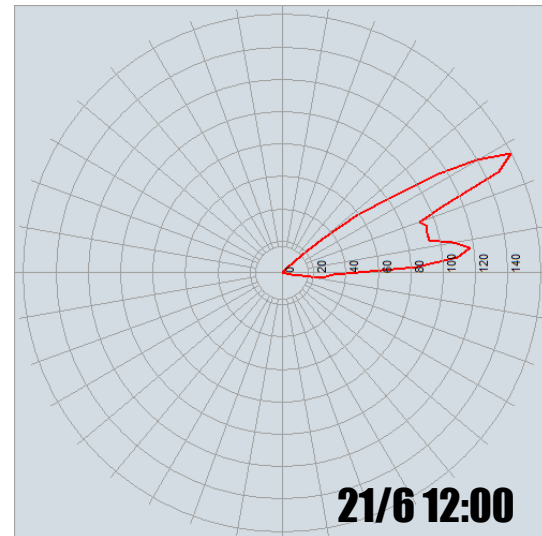
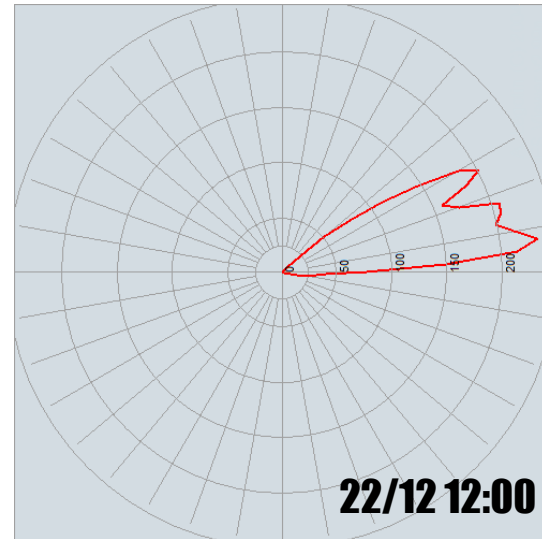
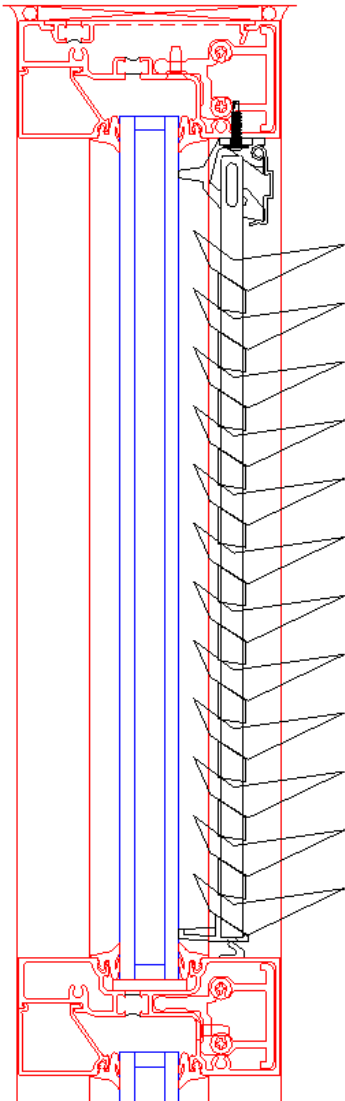


Static prismatic system, Siteco, www.siteco.com

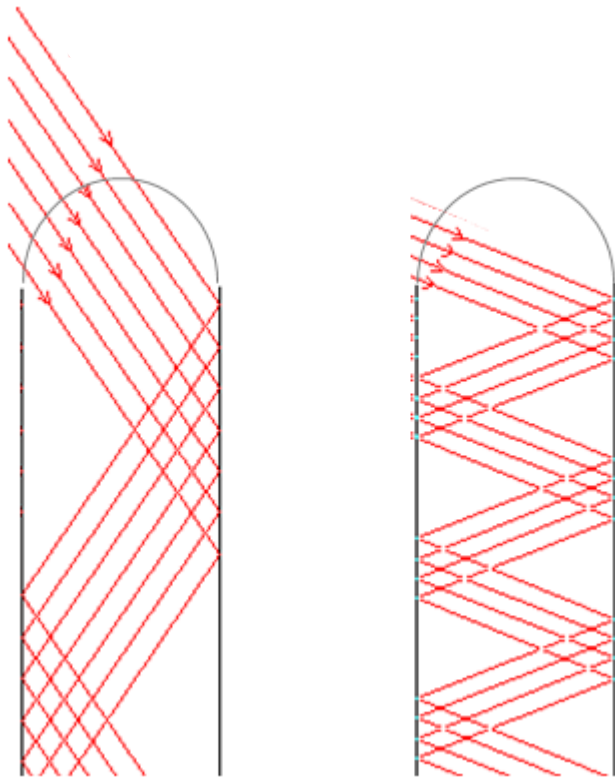
ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ – ΑΝΕΙΔΩΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



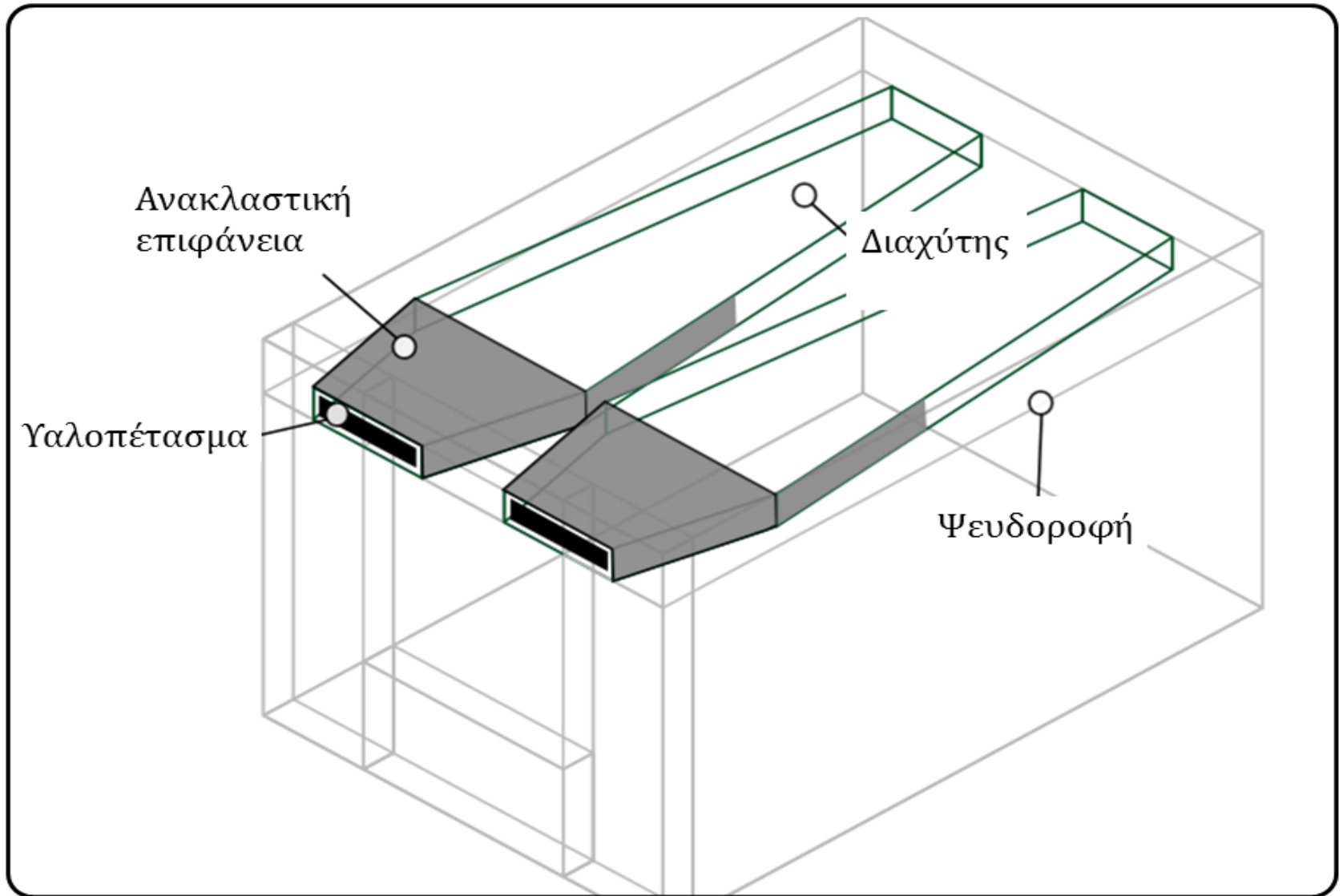
ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ



ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ



ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ



ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ



ΜΕΤΑΦΟΡΑ Φ. ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΝ ΠΥΡΗΝΑ

