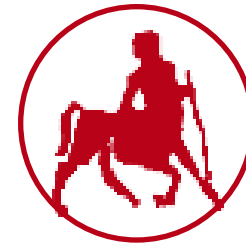


ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Α. Τσαγκρασούλης
Τμ. Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο ορισμός αναφέρεται στην επίτευξη συνθηκών ικανών για την εκτέλεση κάποιας εργασίας. Προφανώς ανα είδος εργασίας οι συνθήκες μεταβάλλονται.

Τρεις είναι οι κύριες απαιτήσεις απο ένα λειτουργικό σύστημα φωτισμού :

- Οπτική άνεση**
- Ικανότητα σωστής εκτέλεσης της εργασίας**
- Ασφάλεια**

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Οι παράμετροι δε που λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό είναι:

- 1. Η ένταση φωτισμού στην επιφάνεια εργασίας**
- 2. Η κατανομή λαμπρότητας στις επιφάνειες του χώρου**
- 3. Η θάμβωση**
- 4. Η ανάδειξη τρισδιάστατων αντικειμένων**
- 5. Η απόδοση των χρωμάτων**
- 6. Η φωτεινή μαρμαρυγή (flicker) των πηγών**
- 7. Η χρήση φυσικού φωτισμού**

ΠΟΣΟΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Τυπικές τιμές για γραφεία

Επίπεδα φωτισμού



π.χ. 500 lux

Ομοιομορφία



$$U_0 = E_{\min} / E_{\text{ave}}$$

Θάμβωση



UGR \leq 19

Δείκτης χρωματικής απόδοσης



CRI \geq 80

Επίπεδα φωτισμού σε οροφή και τοίχους

Συνιστώμενες ανακλαστικότητες επιφανειών

Τριασδιάστατη ανάδειξη

ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ ΕΝ 12464-1

Αριθμός	Είδος δραστηριότητας	Em lux	UGR	Uo	R	Ειδικές απαιτήσεις
	Αρχειοθέτηση	300	19	0.4	80	
	Τεχνική σχεδίαση	750	16	0.7	80	

**ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
δηλ. 1 χρόνο ή 2 χρόνια μετά**

ΣΥΝΕΠΩΣ

**Πρέπει να ορισθεί ο
Συντελεστής Συντήρησης (MF)**

Κλασσικό λάθος : Στην ανάλυση με κάποιο λογισμικό αφήνουμε την default τιμή

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

- ☑ «Γήρανση» λαμπτήρων, **LLMF**
- ☑ Δυσλειτουργία λαμπτήρων, **LSF**
- ☑ Μείωση απόδοσης φωτιστικών (συγκέντρωση σκόνης), **LMF**
- ☑ Μείωση ανακλαστικότητας επιφανειών χώρου, **RMF**

$$\mathbf{MF=LLMF \times LSF \times LMF \times RMF}$$

Lamp Lumen Maintenance Factor → LLMF

Lamp Survival Factor → LSF

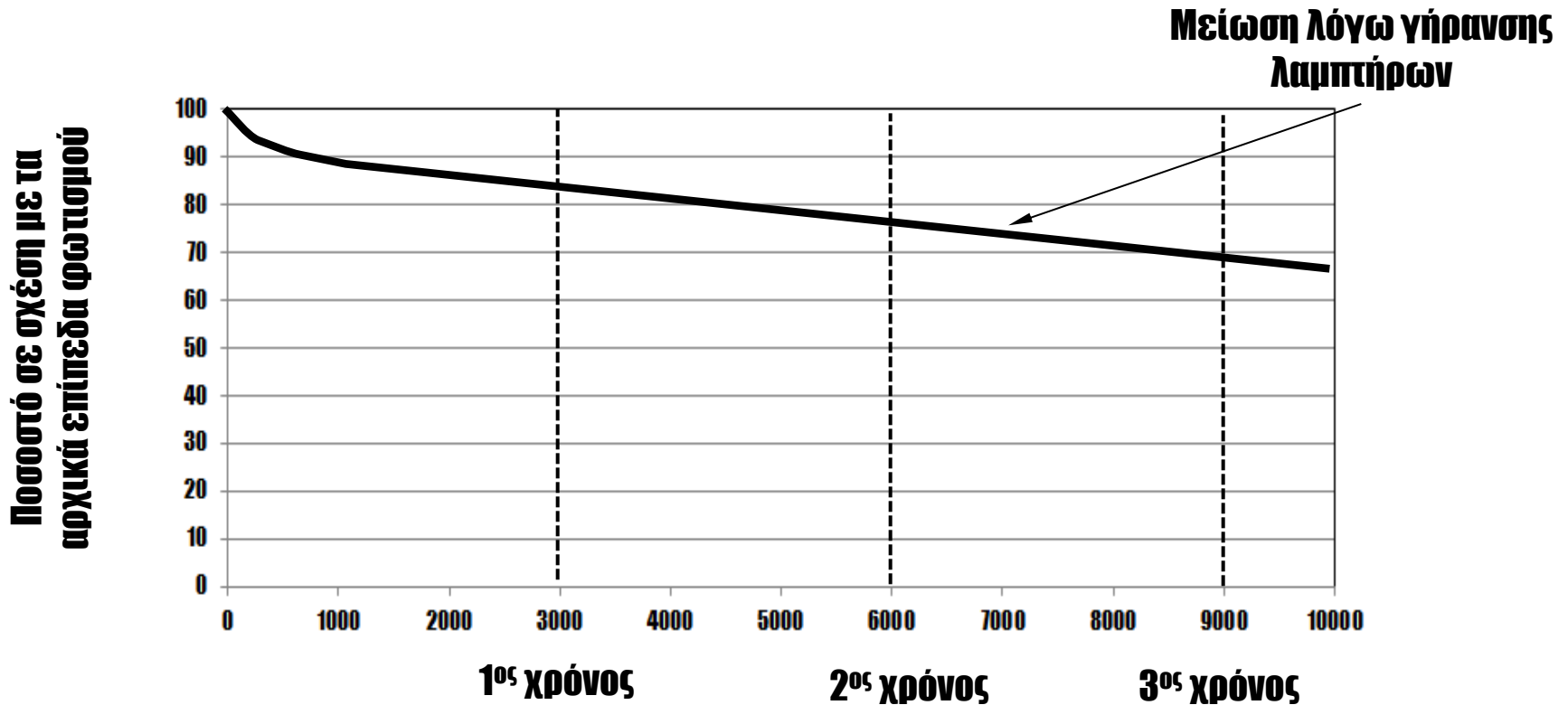
Luminaire Maintenance Factor → LMF

Room Maintenance Factor → RMF

ΣΥΝΗΘΩΣ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ

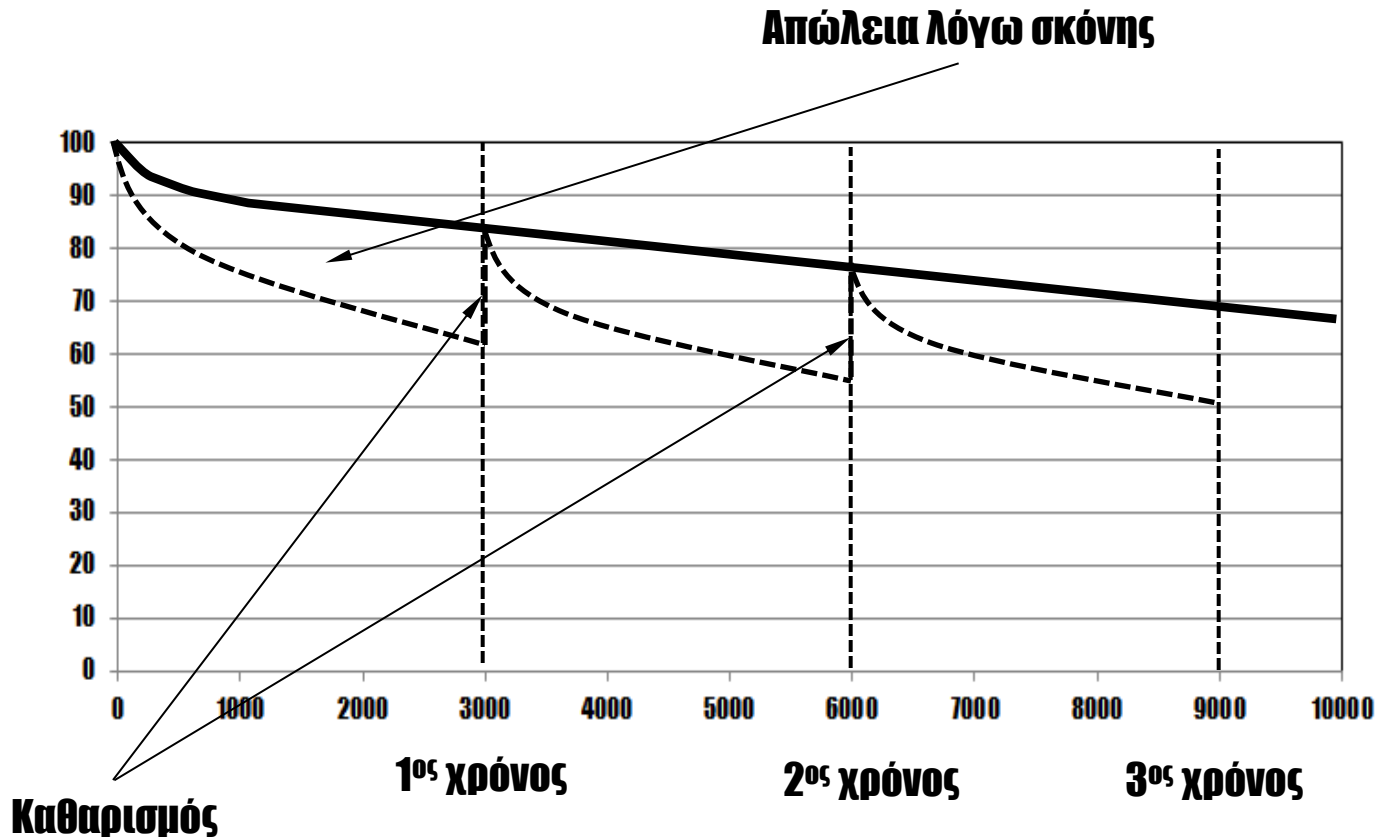
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Ας υποθέσουμε ότι ένα σύστημα φωτισμού έχει εγκατασταθεί σε κάποιο χώρο. Με την πάροδο του χρόνου η γήρανση των λαμπτήρων οδηγεί σε συνεχή μείωση των επιπέδων φωτισμού. Στο σχήμα παρουσιάζεται αυτή η κατάσταση



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

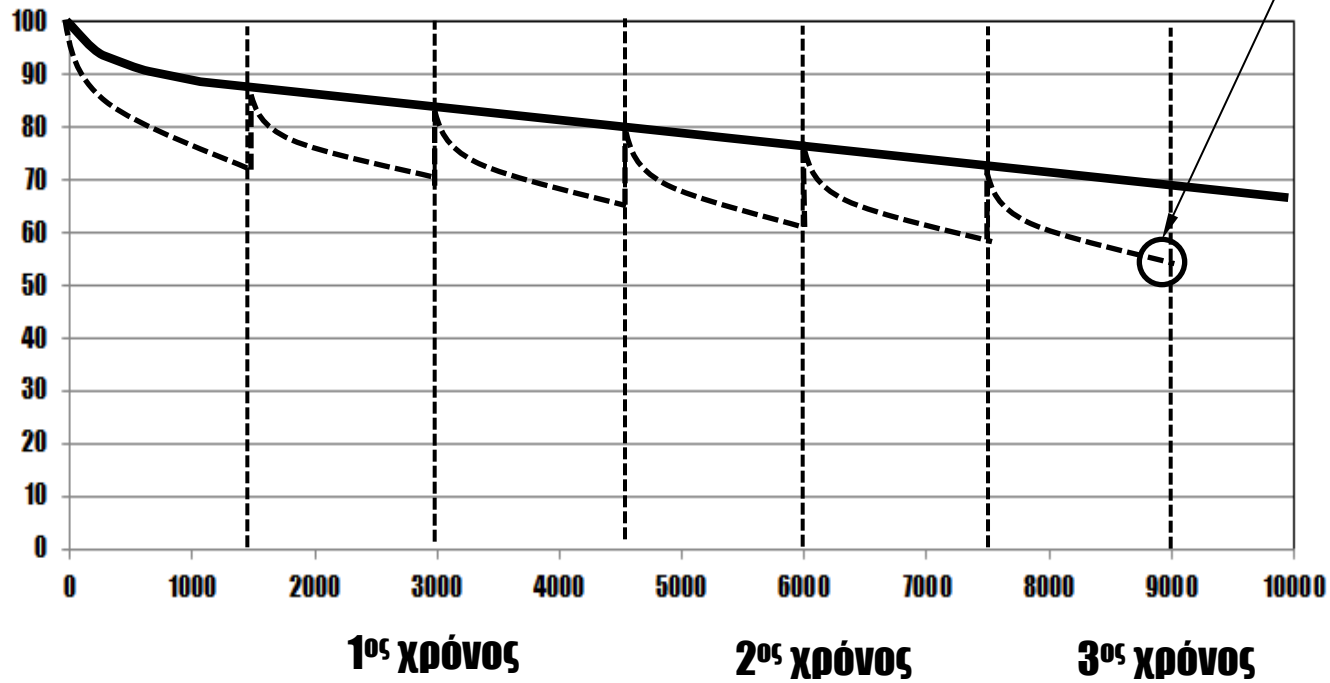
Όμως υπάρχουν και επιπρόσθετοι λόγοι για την μείωση των επιπέδων φωτισμού, όπως π.χ. Η μείωση της απόδοσης των φωτιστικών λόγω επικάλυψης σκόνης. Αυτό σημαίνει ότι σε τακτά χρονικά τα φωτιστικά πρέπει να καθαρίζονται.



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

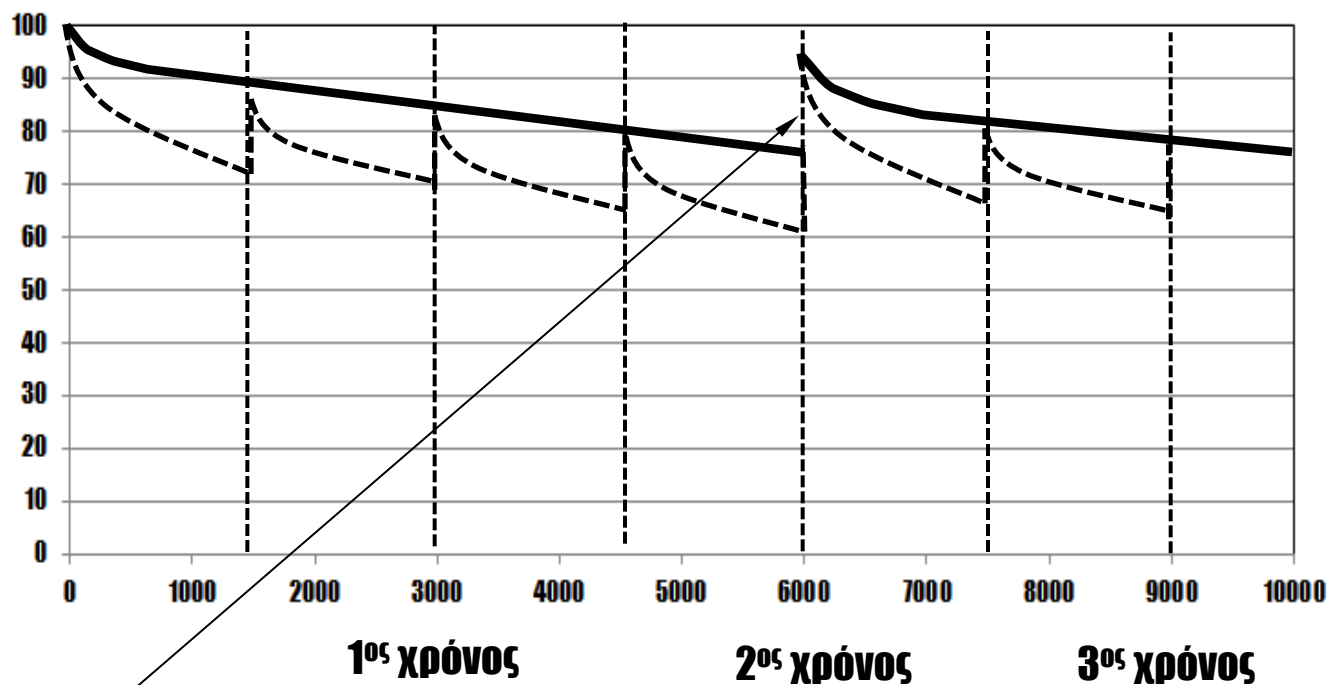
Αν η περίοδος καθαρισμού είναι πιο μικρή τα επίπεδα φωτισμού διατηρούνται σε ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές.

Συγκρίνετε με το προηγούμενο διάγραμμα



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Αν δε συνδεθεί ο συχνός καθαρισμός με αλλαγή λαμπτήρων τότε τα επίπεδα φωτισμού διατηρούνται σε ακόμη μεγαλύτερες απο την προηγούμενη περίπτωση τιμές.



Αλλαγή λαμπτήρων

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Πρακτικά ένα σύστημα που σχεδιάζεται με π.χ. Συντελεστή συντήρησης 0.8 και επιθυμητή ένταση φωτισμού 500 lux, ξεκινά τη λειτουργία του με τιμή έντασης $500/0.8=625$ lux. Προσδοκούμε ότι στο τέλος του κύκλου συντήρησης η ένταση θα έχει μειωθεί στα 500 lux.

ΣΥΝΕΠΩΣ,

μειωμένες τιμές του συντελεστή συντήρησης αυξάνουν την εγκατεστημένη ισχύ. Το αντίστροφο συμβαίνει με τις αυξημένες.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

**ΣΥΝΗΘΩΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΟΡΙΖΕΤΑΙ Η ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.
Η ΟΠΟΙΑ ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΧΩΡΟ. Π.Χ. ΓΙΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΕΙΝΑΙ 0.8 μ
ΑΠΟ ΤΟ ΔΑΠΕΔΟ ΑΛΛΑ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΚΑΙ ΚΑΘΕΤΗ.**

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ :

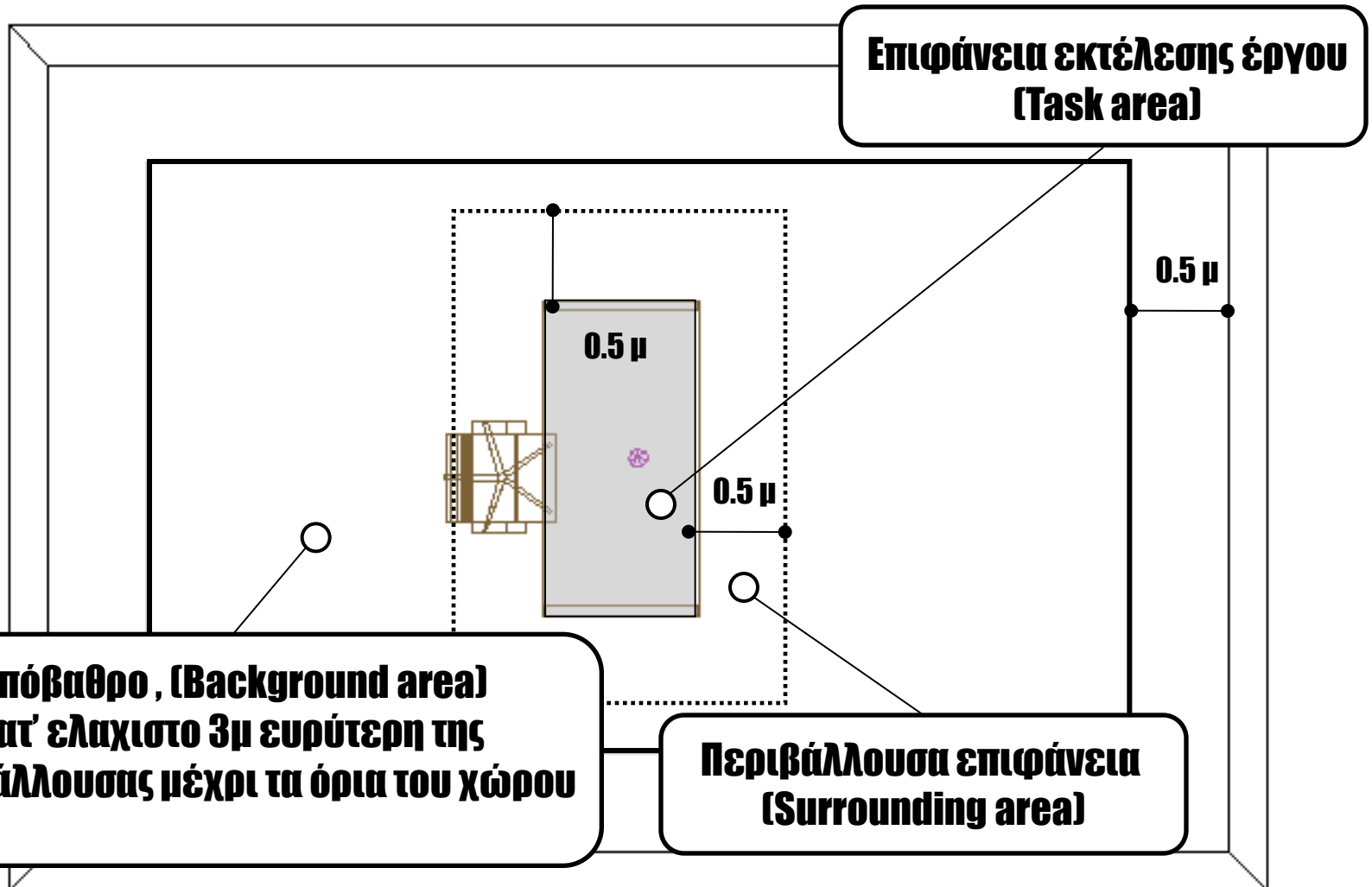
ΠΑΡΟΧΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ

**Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μπορεί να υλοποιηθεί ένας διαχωρισμός
των περιοχών σε κάποιο χώρο με ταυτόχρονη διαφοροποίηση
και των τιμών φωτισμού σε αυτές.**

Η στρατηγική αυτή οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ «ΑΝΑΓΚΩΝ»

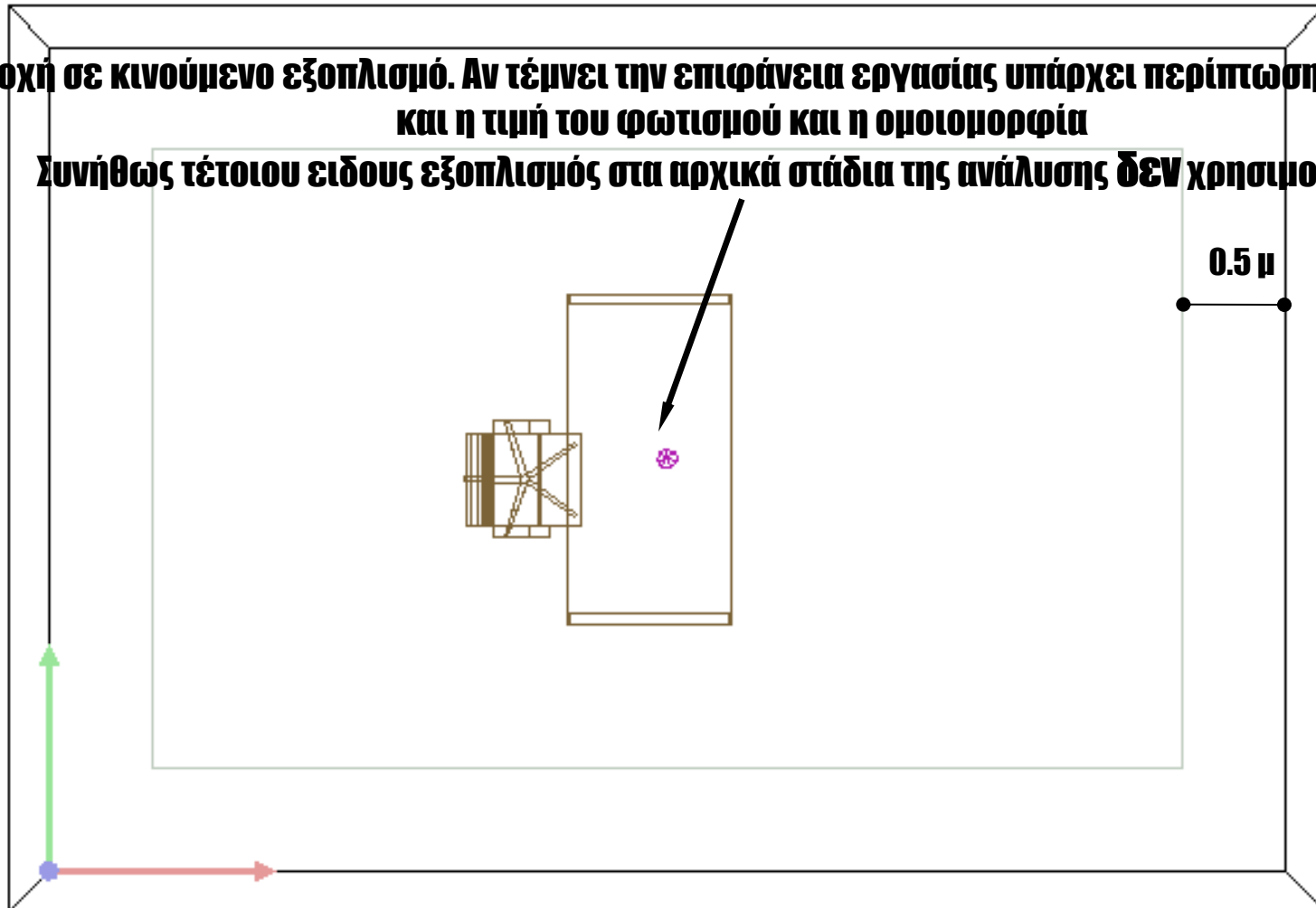
ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ;



ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ «ΑΝΑΓΚΩΝ»

ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ;

Προσοχή σε κινούμενο εξοπλισμό. Αν τέμνει την επιφάνεια εργασίας υπάρχει περίπτωση να επηρεαστεί και η τιμή του φωτισμού και η ομοιομορφία
Συνήθως τέτοιου είδους εξοπλισμός στα αρχικά στάδια της ανάλυσης **ΔΕΝ** χρησιμοποιείται



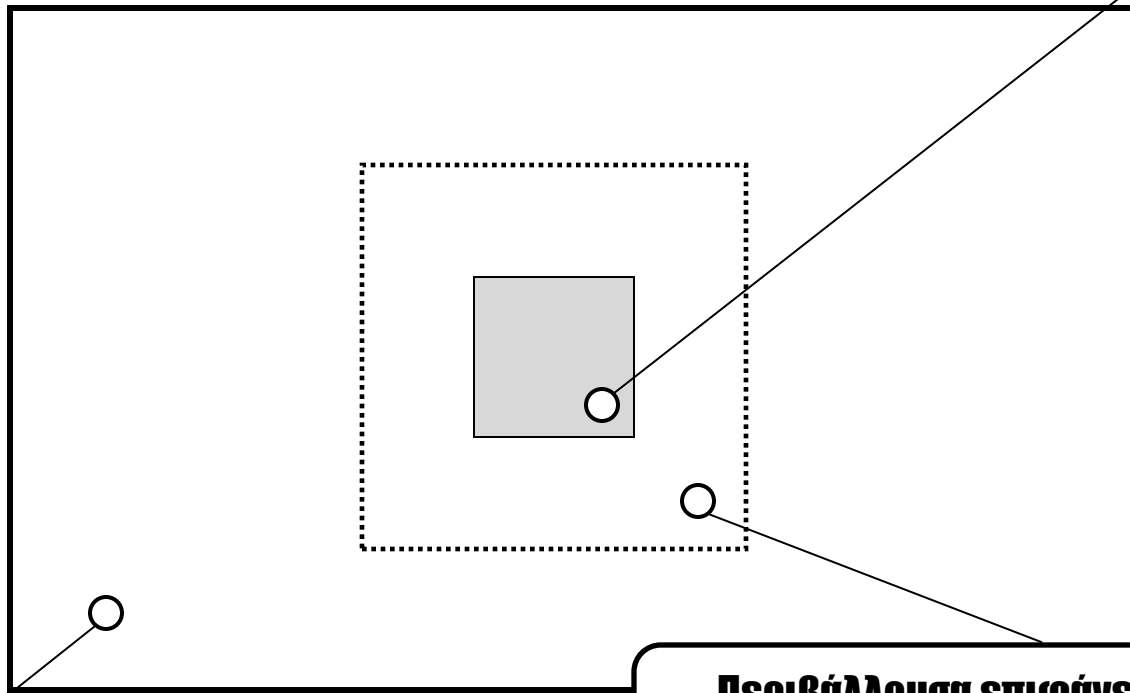
Η επιφάνεια εργασίας πρέπει να έχει κάποια απόσταση από τους τοίχους. Αν δεν οριστεί κάποια απόσταση πιθανόν (αναλογα το λογισμικό) οι τιμές της ομοιομορφίας να έχουν δυσμενώς τροποποιηθεί

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ «ΑΝΑΓΚΩΝ»

ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ;

Ύψος = **0.8 μ** για γραφεία
(ΤΟΤΕΕ 20701-1 /2010)

Επιφάνεια εκτέλεσης έργου
(Task area)
ΕΞΑΡΤΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ

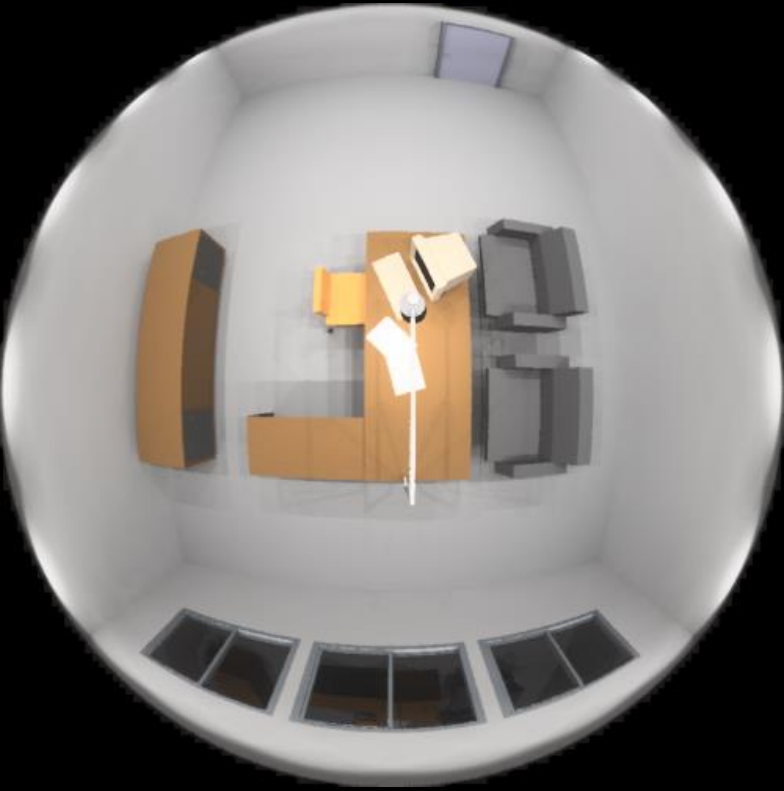


Υπόβαθρο $\geq 3 \mu$
(Background area)

Περιβάλλουσα επιφάνεια **+0.5 μ**
(Surrounding area)

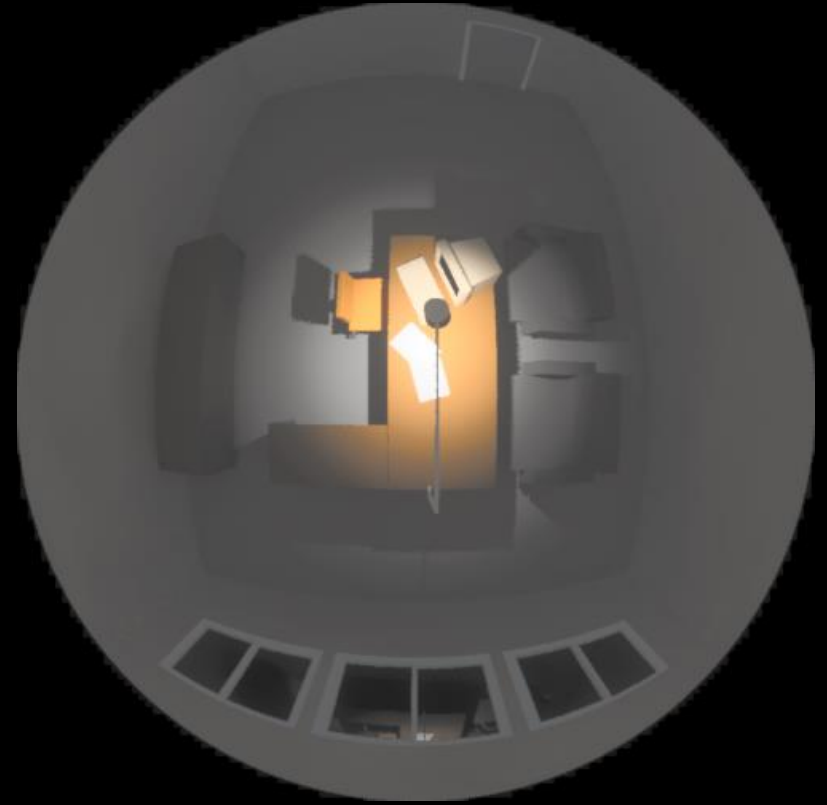
ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ «ΑΝΑΓΚΩΝ»

Γενικός



+

Τοπικός



ΠΡΟΦΑΝΩΣ ΕΙΤΕ Ο ΓΕΝΙΚΟΣ ΕΙΤΕ Ο ΤΟΠΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΚΑΙ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ

ΕΠΙΠΕΔΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

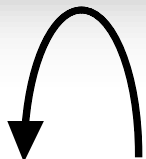
Task area	Surrounding area	Background area
>750 lux	500 lux	1/3 * 500 lux
500 lux	300 lux	1/3 * 300 lux
300 lux	200 lux	1/3 * 200 lux
200 lux	150 lux	1/3 * 150 lux
150 lux	E_{task} δηλ. 150 lux	50 lux
100 lux	E_{task} δηλ. 100 lux	50 lux
=<50 lux	E_{task} δηλ. =<50 lux	E_{task} /2 lux

ΕΠΙΠΕΔΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

**ΜΠΟΡΩ ΝΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΩ ΕΛΑΦΡΩΣ
ΤΑ ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ;**

ΝΑΙ

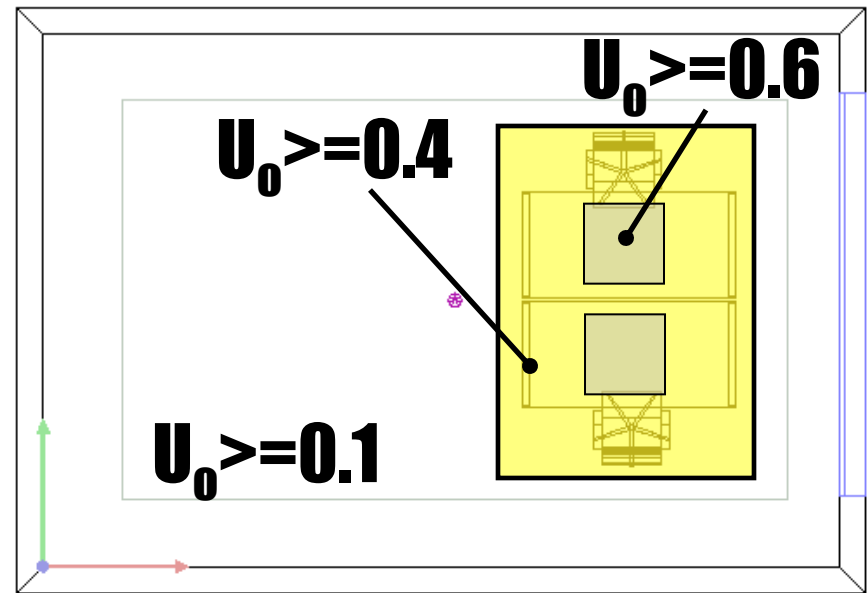
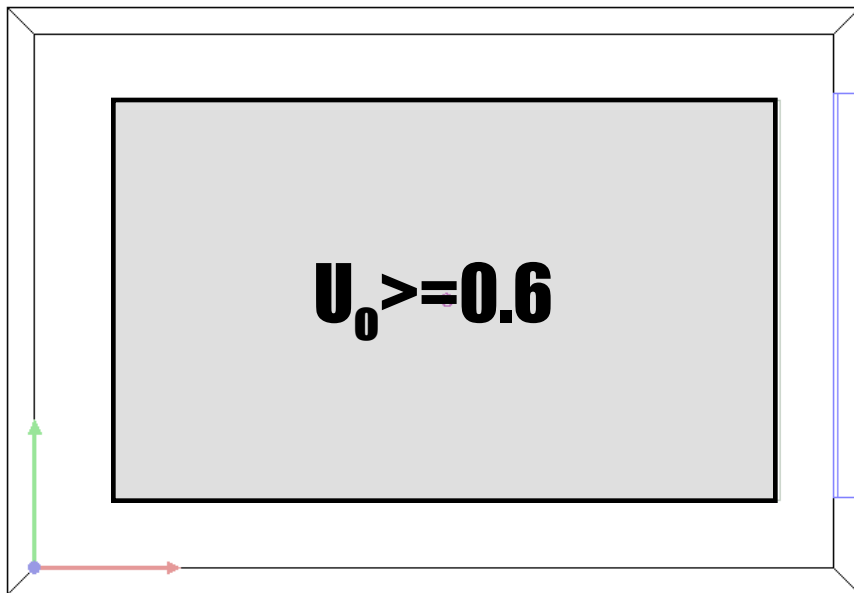
**Π.χ. Μειώνω αν κρίνω ότι η εργασία
πραγματοποιείται για μικρό χρονικό διάστημα
και η αντίθεση είναι ικανοποιητική**



20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1 000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5 000

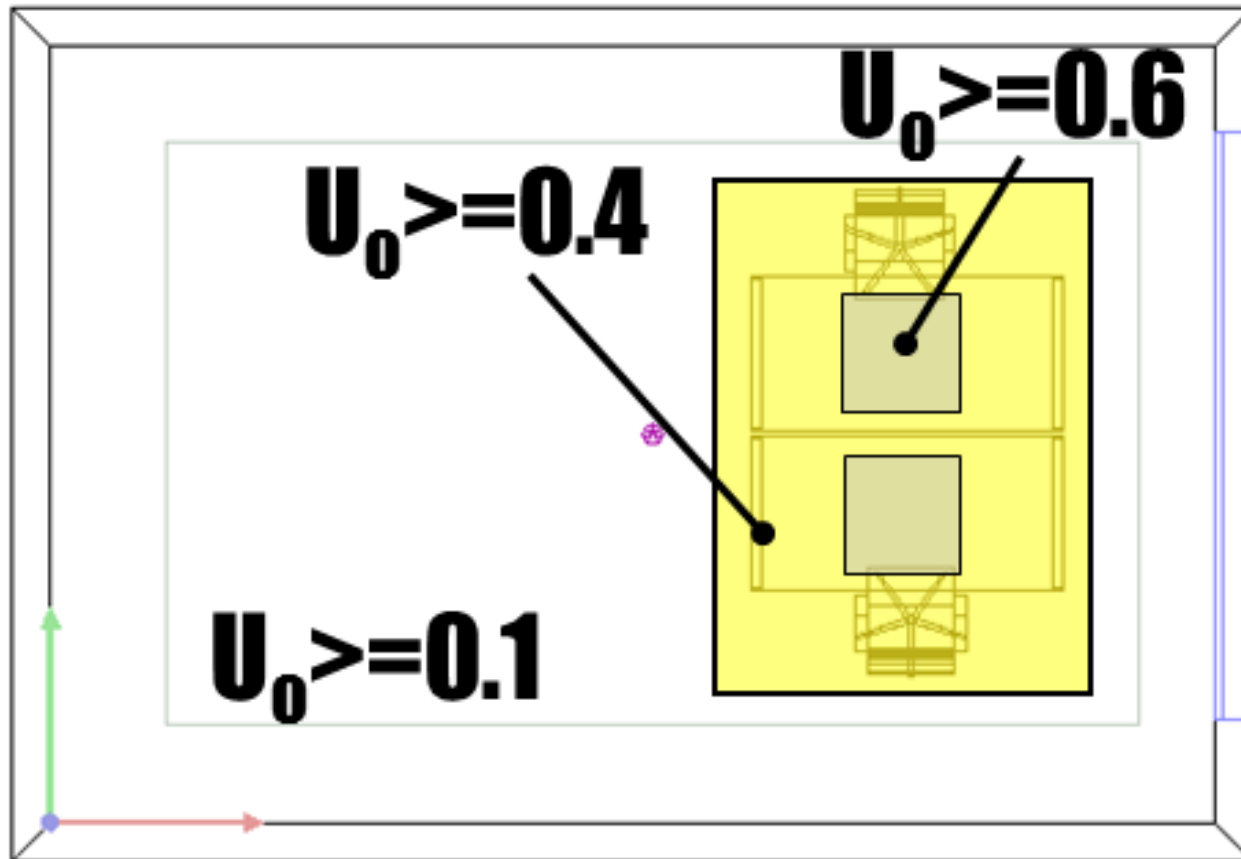
ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΑ

**ΑΝ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΓΝΩΣΤΕΣ-ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΟΙ ΘΕΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΟΛΟΚΛΗΡΗ Η ΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**



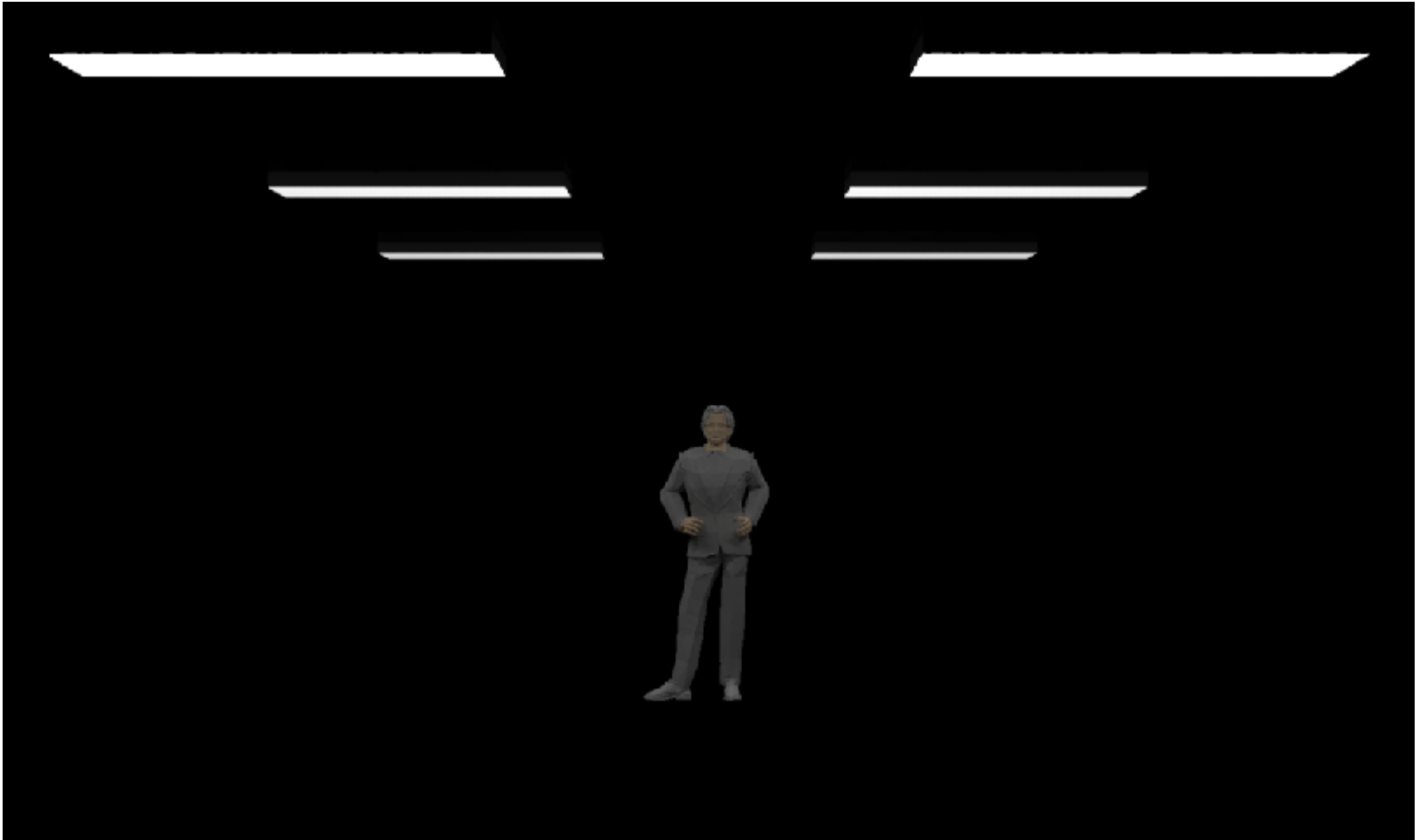
**Χρησιμοποιούμε την ομοιομορφία που ορίζεται
σαν ο λόγος (U_0) της μικρότερης τιμής φωτισμού προς τη μέση**

ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΙΑ



Παρατηρείστε την «χαλάρωση» των τιμών σε περιοχές μακριά από την επιφάνεια εκτέλεσης έργου. Σε σχεδιαστικό επίπεδο αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υιοθέτηση διαφορετικών συστημάτων

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΟΡΟΦΗ ΚΑΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ



Τα προαναφερθέντα μπορούν να ικανοποιηθούν ακόμη και σε χώρους με μαύρες επιφάνειες. Είναι αποδεκτός ένας τέτοιος σχεδιασμός;

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΟΡΟΦΗ ΚΑΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ

$E_m > 30 \text{ lux}, U_0 \geq 0.1$

$\rho = 0.7-0.9$

$E_m > 50 \text{ lux}, U_0 \geq 0.1$

$\rho = 0.5-0.8$



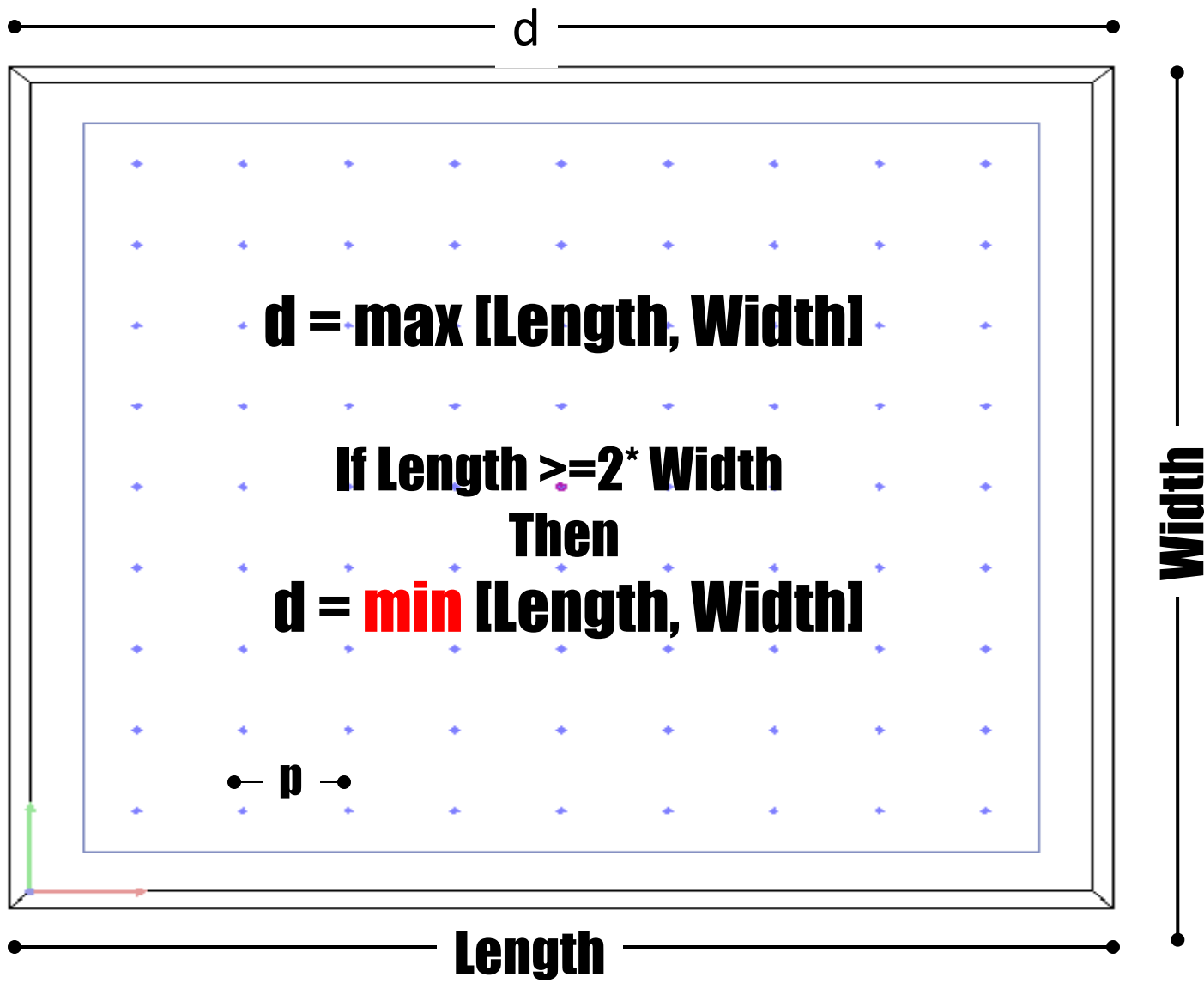
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΕ ΟΡΟΦΗ ΚΑΙ ΠΛΕΥΡΙΚΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ

$E_m > 50 \text{ lux}, U_0 \geq 0.1$

$E_m > 75 \text{ lux}, U_0 \geq 0.1$



ΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ Η ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ;



$$p = 0.2 * 5^{\log(d)}$$

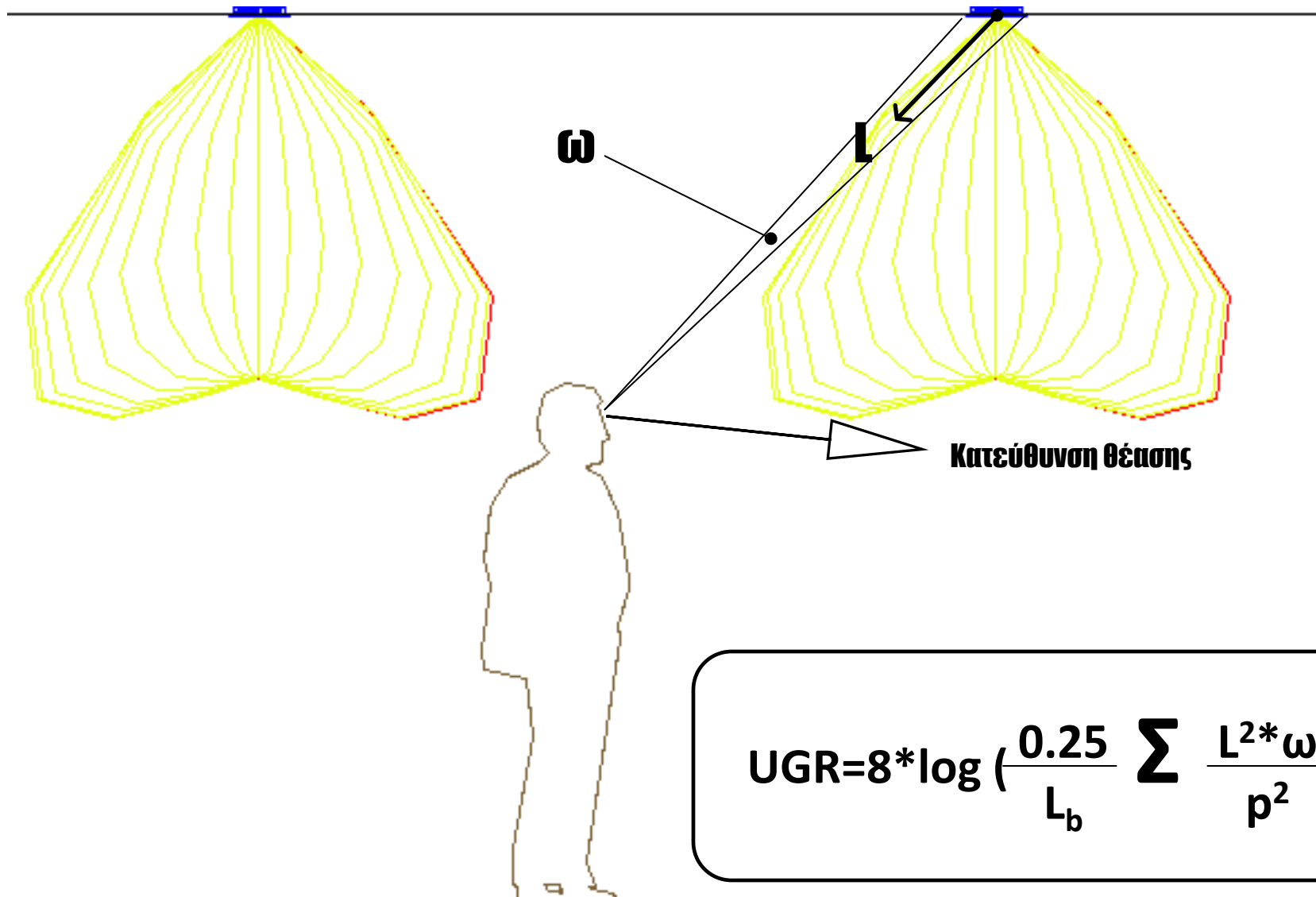
ΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ Η ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ;

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

**Αν $d=5$ μ. → Max απόσταση ανάμεσα στα σημεία $p=0.6$ μ.
Πόσα σημεία; → 8 (δηλ. $\sim 5/0.6$)**

**Αν $d=10$ μ. → Max απόσταση ανάμεσα στα σημεία $p=1$ μ.
Πόσα σημεία; → 10 (δηλ. $\sim 10/1$)**

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ (discomfort glare)



$$UGR = 8 * \log \left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L^2 * \omega}{p^2} \right)$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ (discomfort glare)

Λαμπρότητα φωτιστικών

Στερεά γωνία

$$UGR = 8 * \log \left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L^2 * \omega}{p^2} \right)$$

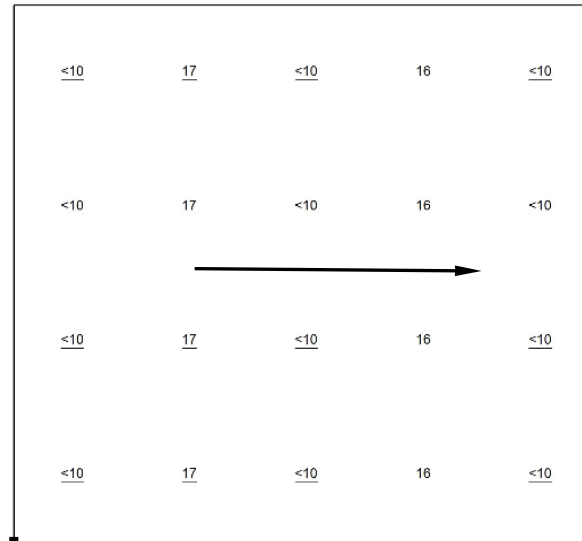
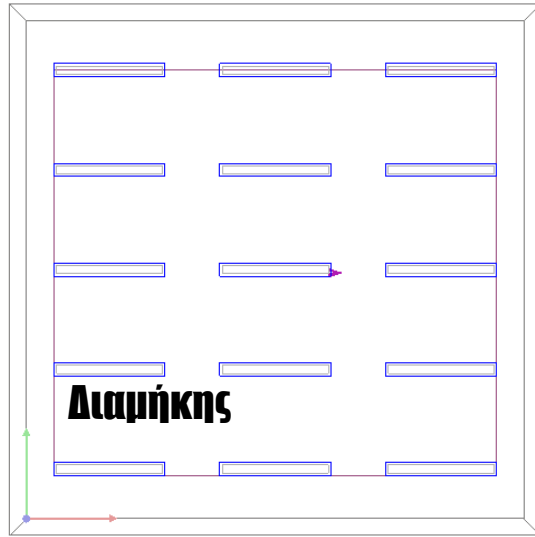
Λαμπρότητα υπόβαθρου
χωρίς να λαμβάνονται υπόψη
οι πηγές.

Όσο μεγαλύτερη είναι
η γωνία ανάμεσα στη κατεύθυνση
θέασης και στο φωτιστικό
τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του p
(Guth position index)

Συνιστώμενες τιμές : π.χ. γραφεία ≤ 19 , σχεδιαστήρια ≤ 16

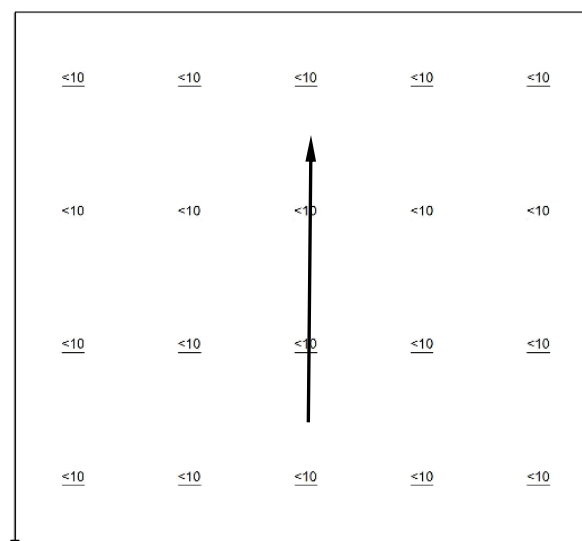
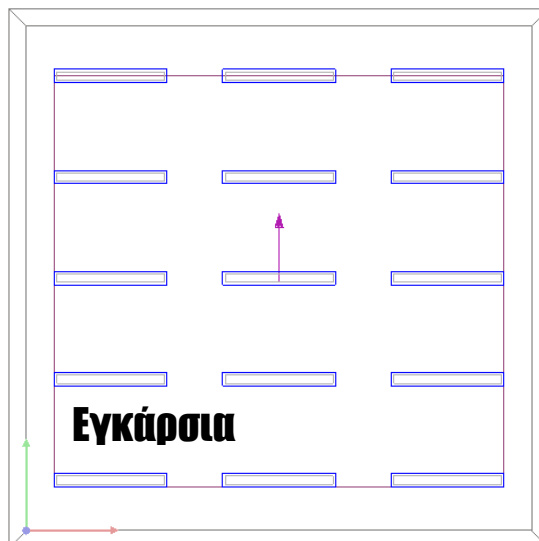
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ (discomfort glare)

Προφανώς η τιμή του δείκτη θάμβωσης επηρεάζεται απο την κατεύθυνση παρατήρησης. Ετσι χρειάζεται ένας ορισμός μια «τυπικής» κατάστασης.



Κατεύθυνση παρατήρησης.
Υψος παρατηρητή 1.2 μ

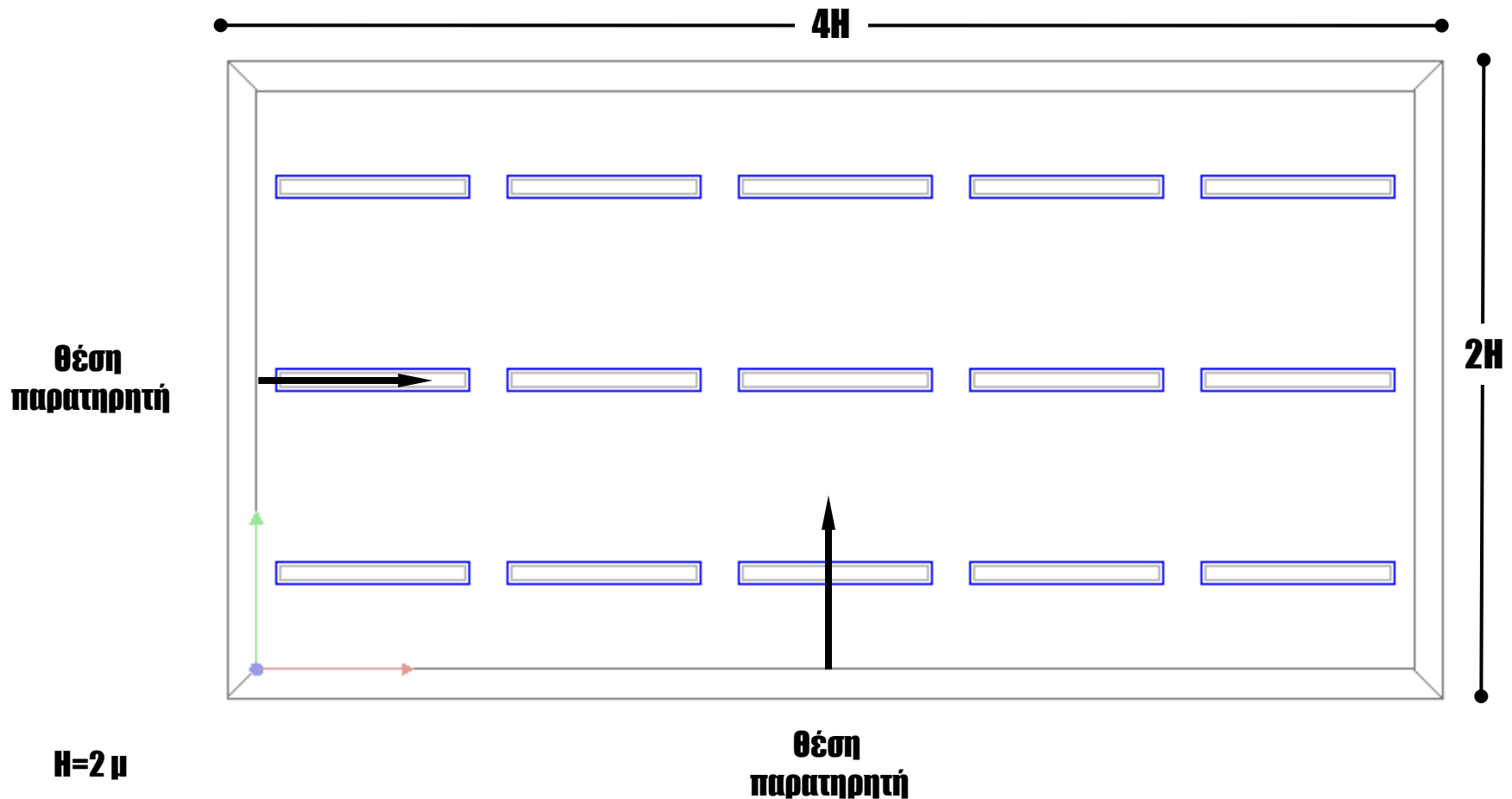
UGR_{max} 17



UGR_{max} <10

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ (discomfort glare)

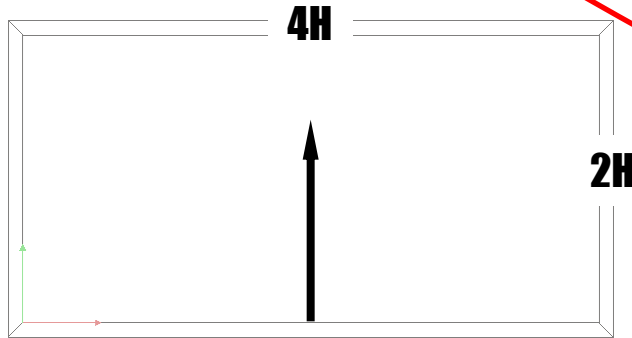
Ο υπολογισμός του UGR μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση πίνακα. Φυσικά αναφέρεται σε τυπικούς χώρους και κλίμακα τοποθέτησης. Η θέση του παρατηρητή είναι 1.2μ απο το δάπεδο στη μέση του τοίχου. Χαρακτηριστικό μέγεθος είναι η απόσταση (H) των φωτιστικών απο το ύψος του ματιού. Για τυπικές εφαρμογές $H \sim 2$ μ.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ (discomfort glare)

2. Επιλέγουμε αν τα φωτιστικά είναι εγκάρσια

ή διαμήκως τοποθετημένα σε σχέση με τον παρατηρητή



H=2 μ

3. Επιλέγουμε διαστάσεις χώρου

1. Επιλέγουμε ανακλαστικότητες

Glare Evaluation According to UGR											
ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	12.0	12.8	12.2	13.0	13.2	12.0	12.8	12.2	13.0	13.2
	3H	11.8	12.6	12.1	12.8	13.0	11.9	12.6	12.1	12.8	13.0
	4H	11.8	12.4	12.1	12.7	12.9	11.8	12.4	12.1	12.7	13.0
	6H	11.7	12.3	12.0	12.6	12.9	11.7	12.3	12.0	12.6	12.9
	8H	11.7	12.2	12.0	12.5	12.8	11.7	12.3	12.0	12.5	12.8
12H	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8	
4H	2H	11.8	12.4	12.1	12.7	13.0	11.8	12.5	12.1	12.7	13.0
	3H	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8
	4H	11.6	12.0	11.9	12.4	12.7	11.6	12.1	12.0	12.4	12.7
	6H	11.5	11.9	11.9	12.2	12.6	11.5	11.9	11.9	12.3	12.6
	8H	11.4	11.8	11.9	12.2	12.6	11.5	11.8	11.9	12.2	12.6
12H	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5	11.4	11.7	11.9	12.1	12.6	
8H	4H	11.4	11.8	11.9	12.4	12.7	11.8	11.9	12.2	12.6	12.6
	6H	11.4	11.6	11.8	12.3	12.6	11.7	11.8	12.1	12.5	12.5
	8H	11.3	11.5	11.8	12.2	12.5	11.6	11.8	12.0	12.5	12.5
	12H	11.3	11.5	11.7	11.9	12.4	11.3	11.5	11.8	11.9	12.4
12H	4H	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5	11.4	11.7	11.9	12.1	12.6
	6H	11.3	11.5	11.8	12.0	12.5	11.3	11.6	11.8	12.0	12.5
	8H	11.3	11.5	11.7	11.9	12.4	11.3	11.5	11.8	11.9	12.4

ΤΙΜΗ UGR

Variation of the observer position for the luminaire distances S		
S = 1.0H	+3.5 / -18.6	+3.5 / -28.4
S = 1.5H	+5.6 / -88.1	+4.9 / -88.1
S = 2.0H	+7.6 / -86.1	+6.9 / -86.1
Standard table	BK00	BK00
Correction Summand	-8.9	-8.9

Corrected Glare Indices referring to 3350lm Total Luminous Flux

ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι τιμές UGR ισχύουν για τοποθέτηση φωτιστικών με την απόσταση μεταξύ τους να είναι: 0.25

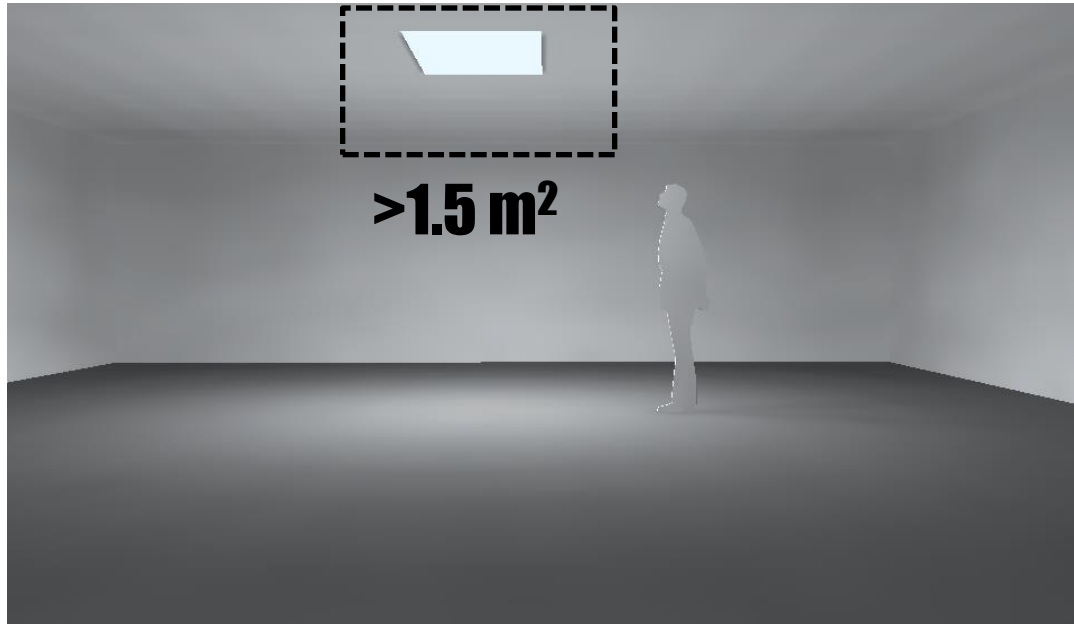
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΑΜΒΩΣΗΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ (discomfort glare)

Υπολογίζουμε τόσο την τιμή UGR σε εγκάρσια και διαμήκη θέση των φωτιστικών. Θα πρέπει να είναι μικρότερες από το όριο που έχει υιοθετηθεί (π.χ. 19)

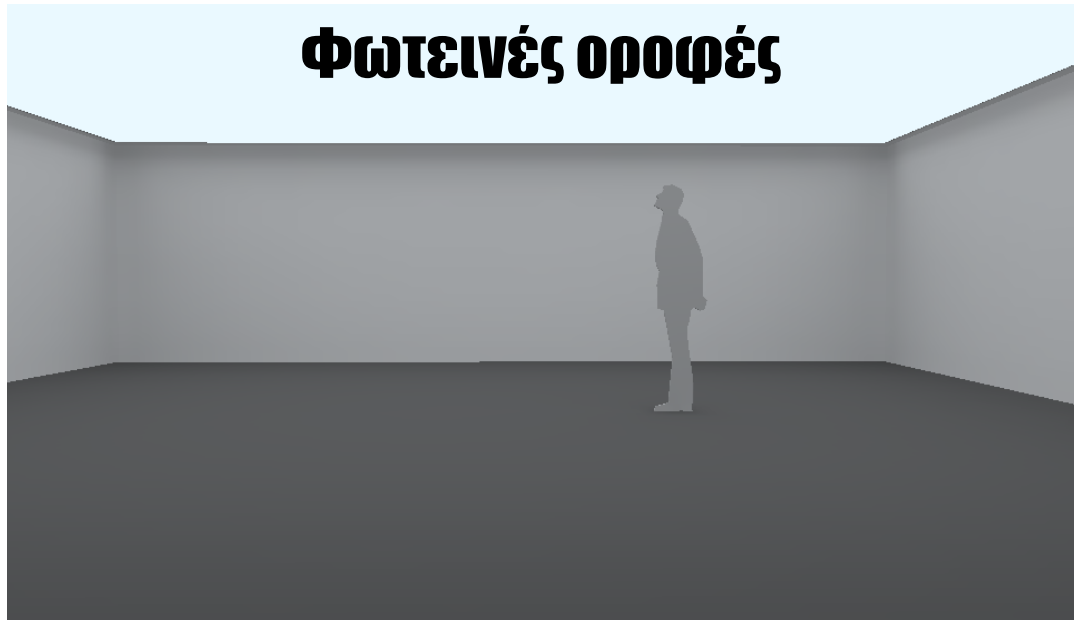
Το πλεονεκτημα του πίνακα είναι η ευκολία. Ιδίως όταν συγκρίνονται διαφορετικά συστήματα φωτισμού. ΠΡΟΦΑΝΩΣ ΣΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΑΝΝΑΒΟΥ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΣ (δηλ. πιο αραιά φωτιστικά κλπ). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και διαφορετικό SHR.

Glare Evaluation According to UGR											
ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	12.0	12.8	12.2	13.0	13.2	12.0	12.8	12.2	13.0	13.2
	3H	11.8	12.6	12.1	12.8	13.0	11.9	12.6	12.1	12.8	13.0
	4H	11.8	12.4	12.1	12.7	12.9	11.8	12.4	12.1	12.7	13.0
	6H	11.7	12.3	12.0	12.6	12.9	11.7	12.3	12.0	12.6	12.9
	8H	11.7	12.2	12.0	12.5	12.8	11.7	12.3	12.0	12.5	12.8
	12H	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8
4H	2H	11.8	12.4	12.1	12.7	13.0	11.8	12.5	12.1	12.7	13.0
	3H	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8	11.6	12.2	12.0	12.5	12.8
	4H	11.6	12.0	11.9	12.4	12.7	11.6	12.1	12.0	12.4	12.7
	6H	11.5	11.9	11.9	12.2	12.6	11.5	11.9	11.9	12.3	12.6
	8H	11.4	11.8	11.9	12.2	12.6	11.5	11.8	11.9	12.2	12.6
	12H	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5	11.4	11.7	11.9	12.1	12.6
8H	4H	11.4	11.8	11.9	12.2	12.6	11.5	11.8	11.9	12.2	12.6
	6H	11.4	11.6	11.8	12.1	12.5	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5
	8H	11.3	11.5	11.8	12.0	12.5	11.3	11.6	11.8	12.0	12.5
	12H	11.3	11.5	11.7	11.9	12.4	11.3	11.5	11.8	11.9	12.4
12H	4H	11.4	11.7	11.8	12.1	12.5	11.4	11.7	11.9	12.1	12.6
	6H	11.3	11.5	11.8	12.0	12.5	11.3	11.6	11.8	12.0	12.5
	8H	11.3	11.5	11.7	11.9	12.4	11.3	11.5	11.8	11.9	12.4
Variation of the observer position for the luminaire distances S											
S = 1.0H		+3.5 / -18.6					+3.5 / -28.4				
S = 1.5H		+5.6 / -88.1					+4.9 / -88.1				
S = 2.0H		+7.6 / -86.1					+6.9 / -86.1				
Standard table		BK00					BK00				
Correction Summand		-8.9					-8.9				
Corrected Glare Indices referring to 3350lm Total Luminous Flux											

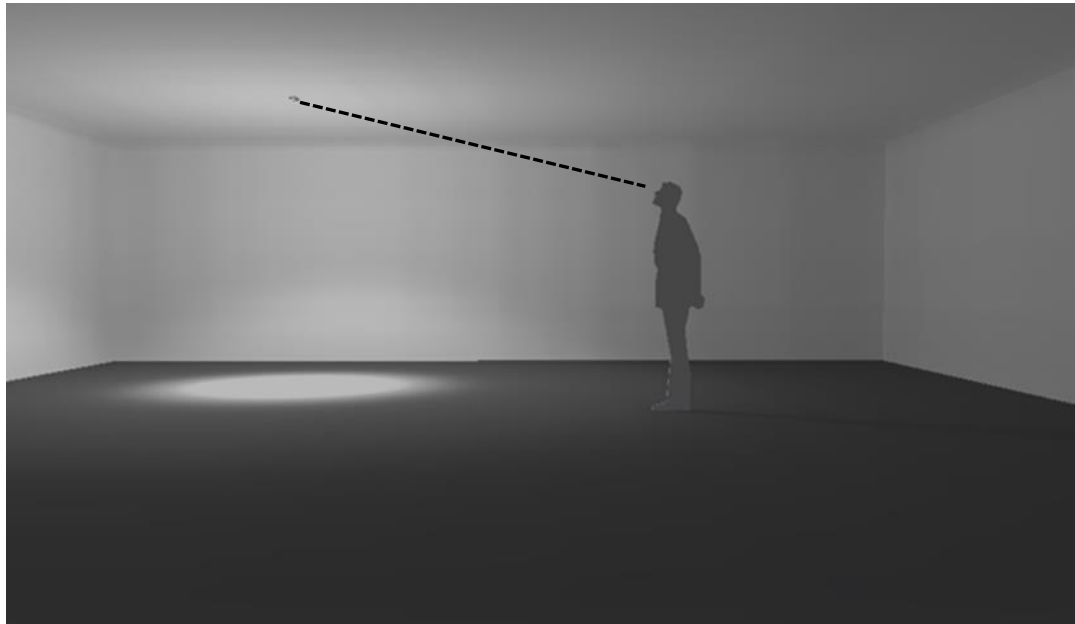
ΣΕ ΠΟΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ UGR ;



**Όταν οι φωτεινές πηγές είναι
μεγάλων διαστάσεων
(στερά γωνία > 1 sr)**



ΣΕ ΠΟΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ UGR ;



**Όταν οι φωτεινές πηγές είναι
Πολύ μικρών διαστάσεων
(στερά γωνία < 0.0003 sr)**



Μικρό μέγεθος

ΘΑΜΒΩΣΗ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ



Αντίθεση



ΘΑΜΒΩΣΗ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ

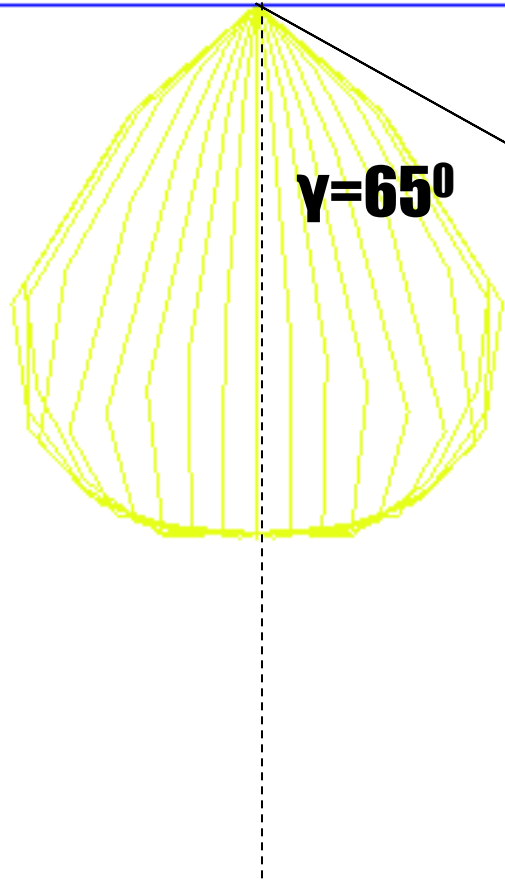


Μεγαλύτερη απόδοση φωτιστικού
δεν σημαίνει και μικρότερη
εγκατεστημένη ισχύ

Έλλειψη ανακλαστήρα
LOR=0.9



ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΜΕ ΟΘΟΝΕΣ (κλίση μέχρι 15°)

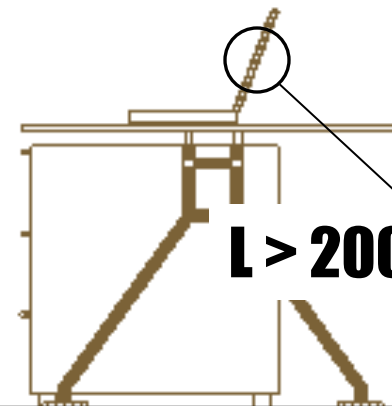


$\gamma = 65^\circ$

$L \leq 3000 \text{ cd/m}^2$ (Λευκό υπόβαθρο οθόνης)

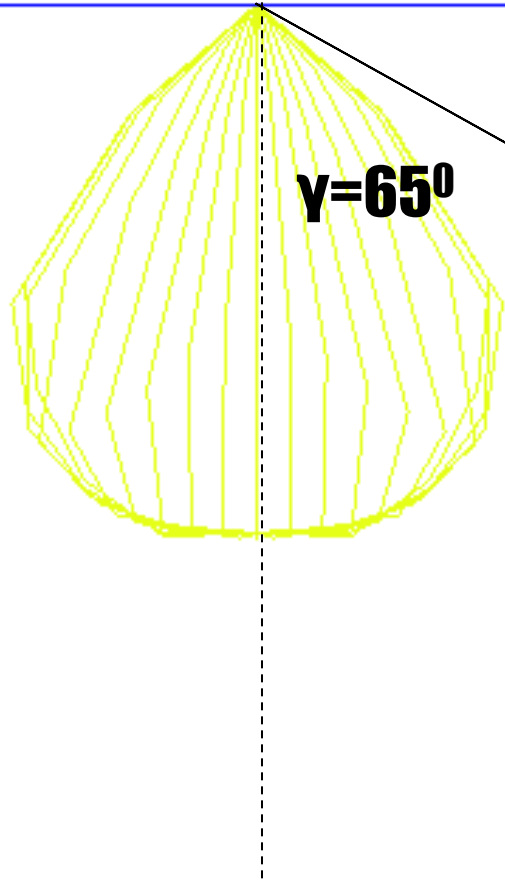
ή

$L \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ (Μαύρο υπόβαθρο οθόνης)



$L > 200 \text{ cd/m}^2$

ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΧΩΡΟΥΣ ΜΕ ΟΘΟΝΕΣ (κλίση μέχρι 15°)

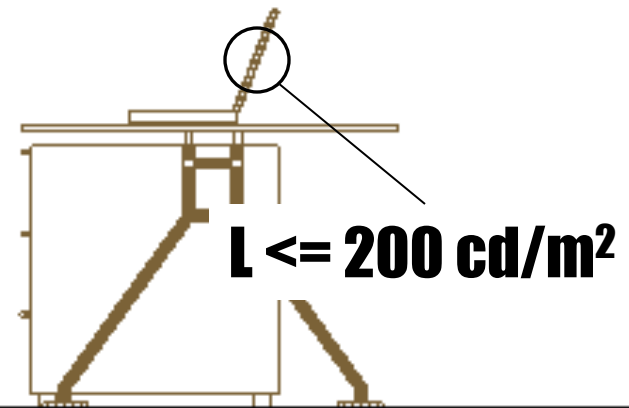


$\gamma = 65^\circ$

$L \leq 1500 \text{ cd/m}^2$ (Λευκό υπόβαθρο οθόνης)

ή

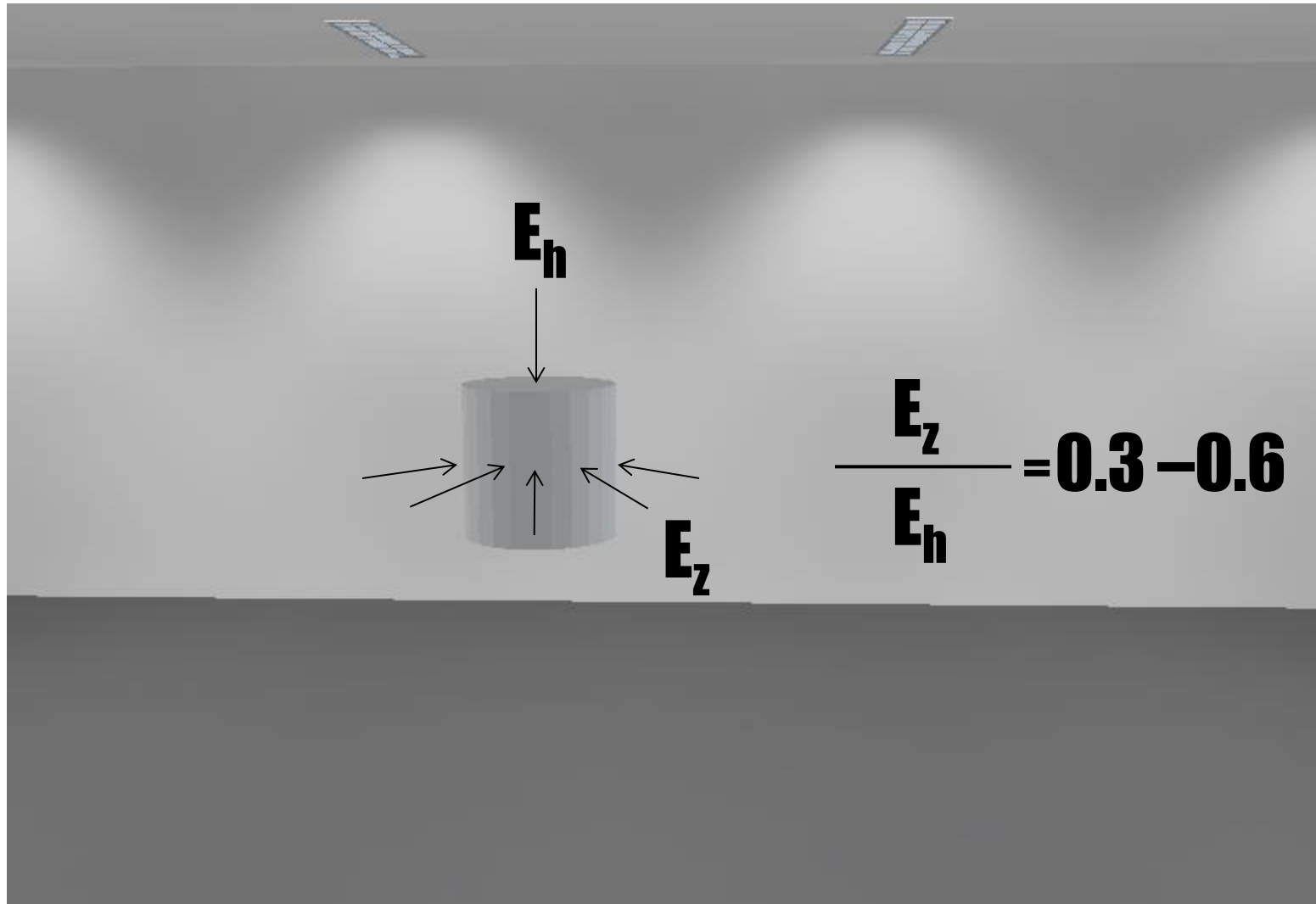
$L \leq 1000 \text{ cd/m}^2$ (Μαύρο υπόβαθρο οθόνης)



$L \leq 200 \text{ cd/m}^2$

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΝΑΔΕΙΞΗ

Χρησιμοποιούμε το μέγεθος : κυλινδρικός φωτισμός



ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΝΑΔΕΙΞΗ



$E_z/E_h=0.2$

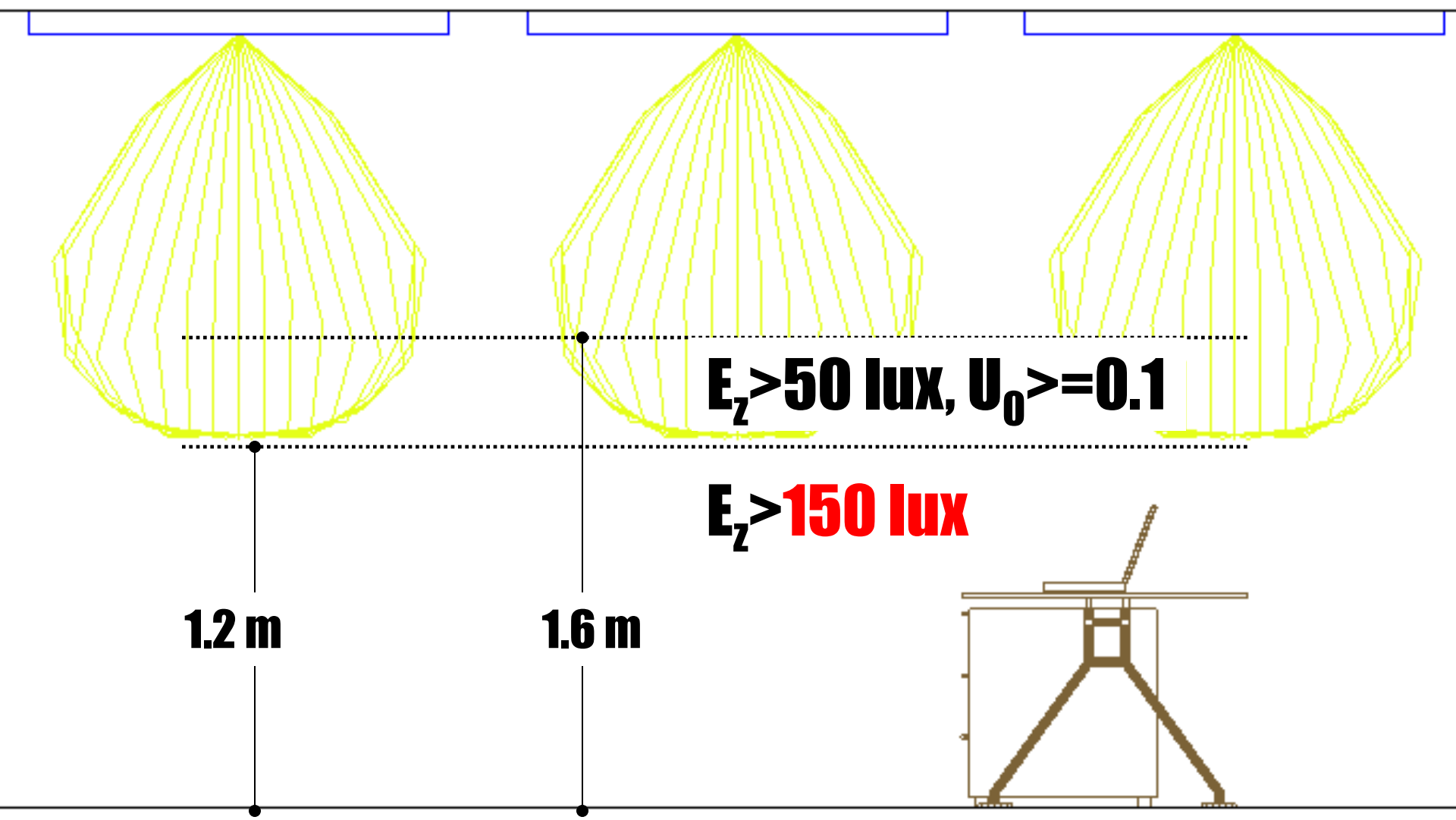
Φωτισμός με spot μόνο



$E_z/E_h=0.4$

Διάχυτος φωτισμός

ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ



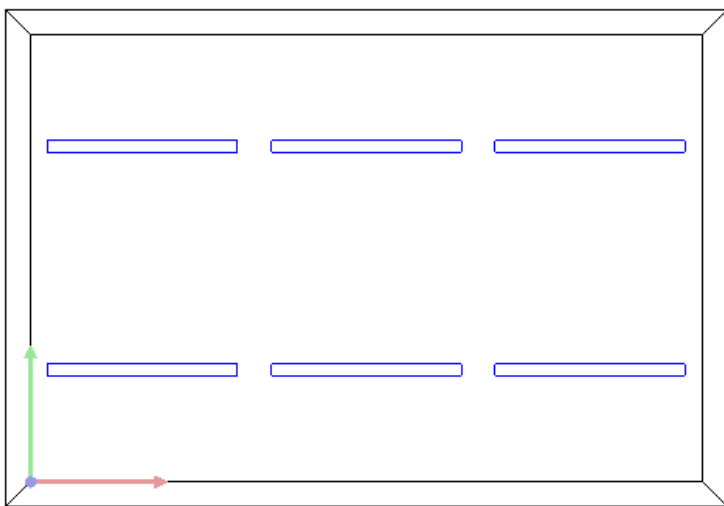
$E_z > 50 \text{ lux}, U_0 \geq 0.1$

$E_z > 150 \text{ lux}$

1.2 m

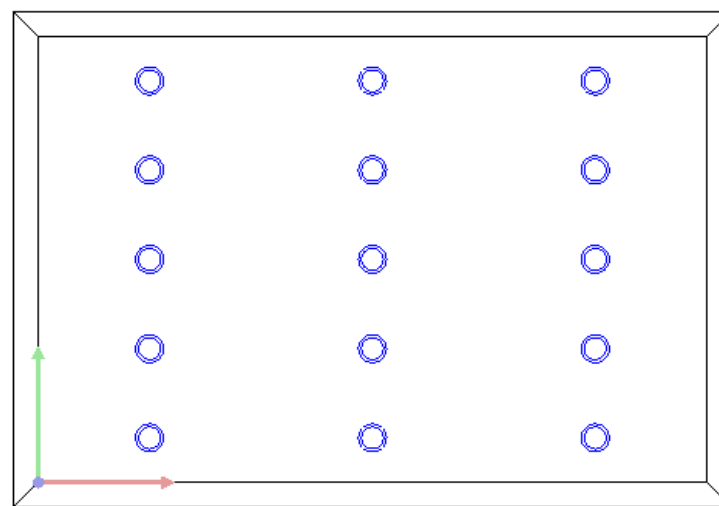
1.6 m

ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



2.43 W/m²/100 lux

16.9 W/m²

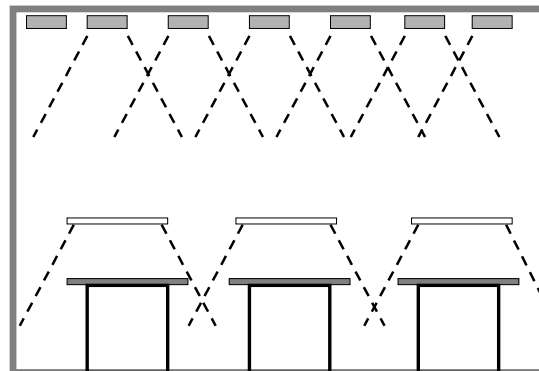
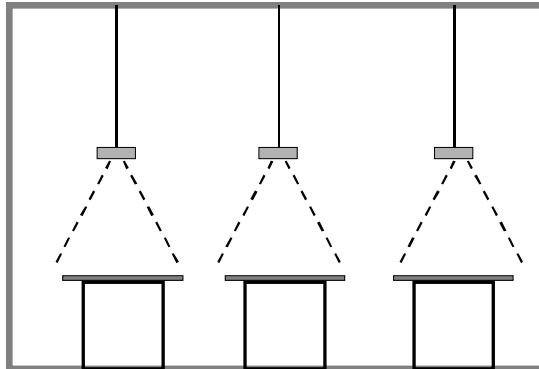
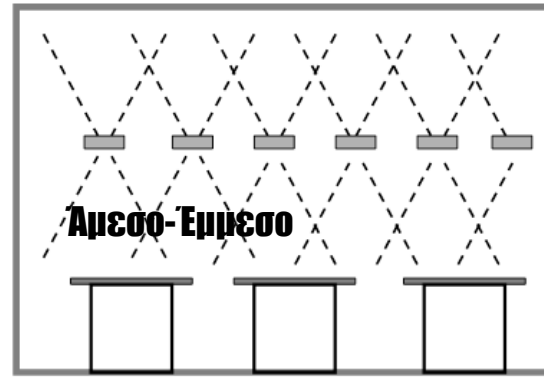
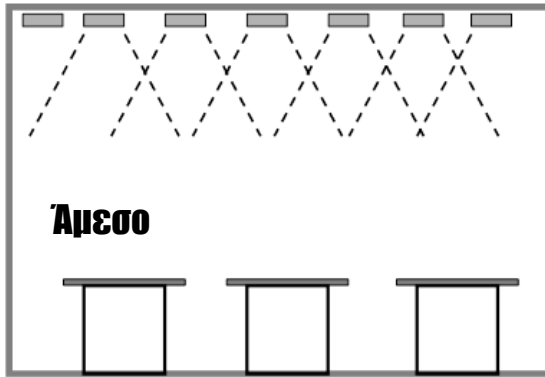


5.14 W/m²/100 lux

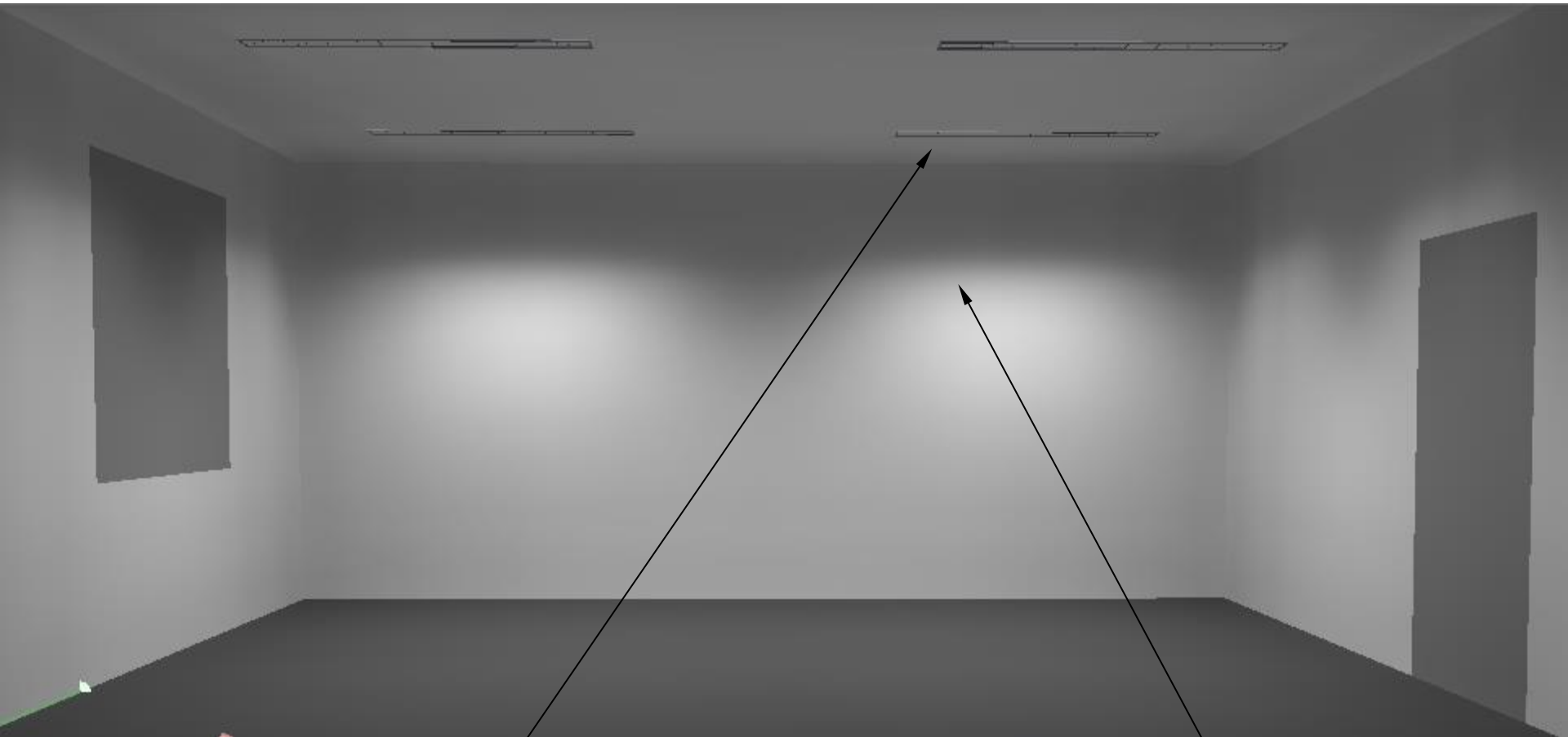
28.5 W/m²

Προσπαθώντας να επιτευχθούν 500 lux με διαφορετικά συστήματα

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΓΡΑΦΕΙΑ



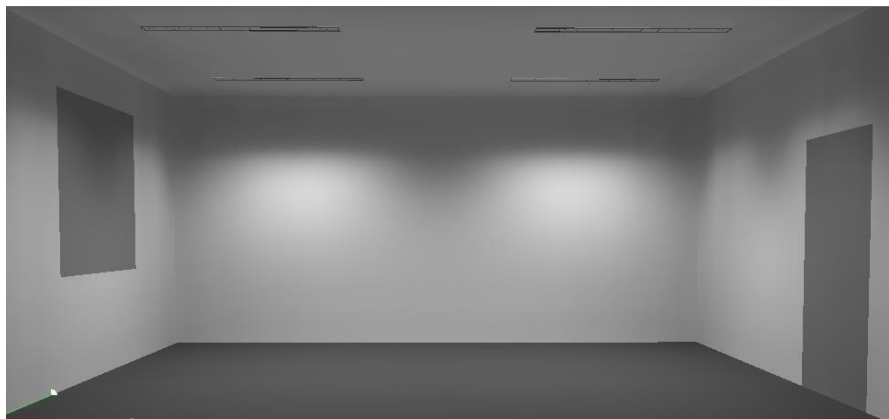
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (ΑΜΕΣΟ)



**Φωτιστικά με σχετικά περιορισμένης έκτασης
φωτομετρικό διάγραμμα
για χρήση σε χώρους με υπολογιστές.**

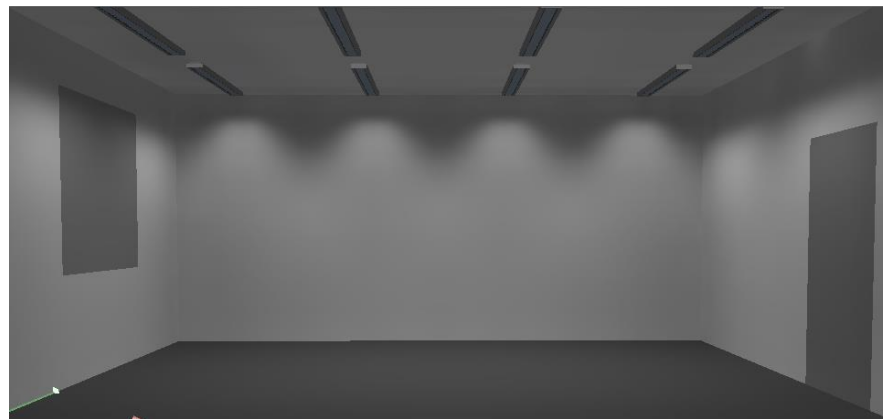
**Η «στενή» γενικά δέσμη
φαίνεται απο το μικρό ύψος των «αψίδων».**

ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (ΑΜΕΣΟ)



$E_{ave}=620 \text{ lux}$, $U_0=0.66$, 12.7 W/m^2 2.06 W/m^2 100 lux

Φωτιστικά : 2x35 W, T5



$E_{ave}=710 \text{ lux}$, $U_0=0.69$, 12.8 W/m^2 1.8 W/m^2 100 lux

Φωτιστικά : 1x35 W, T5

Παρατηρήσεις :

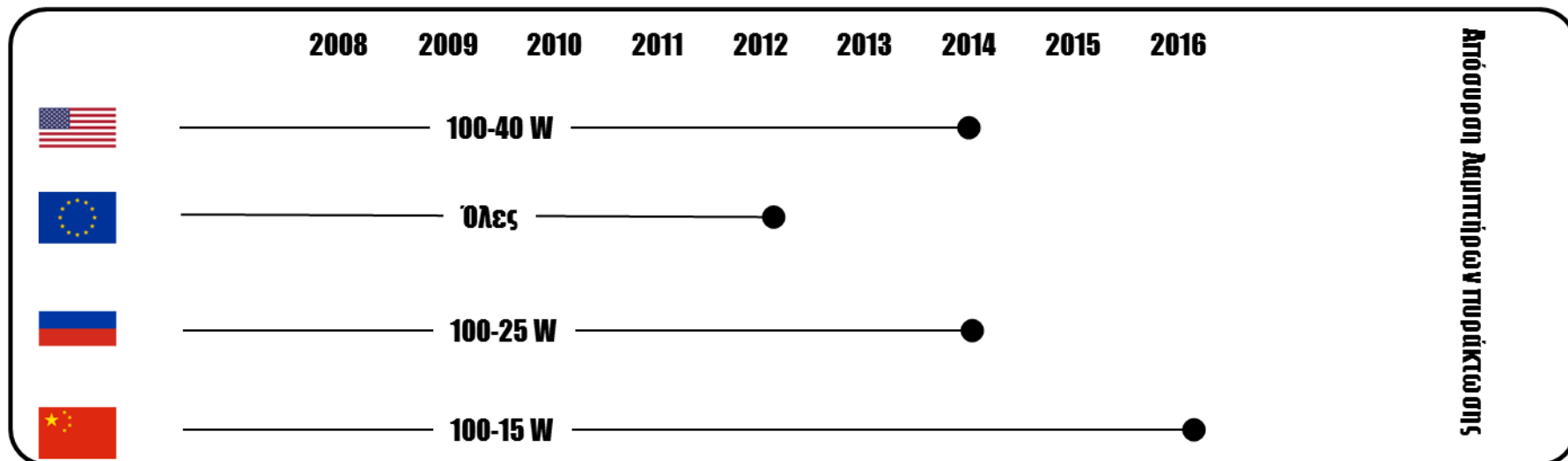
1. Η εγκατεστημένη ισχύς είναι περίπου ή ίδια (W/m^2), όμως στη δεύτερη περίπτωση τα επίπεδα φωτισμού είναι μεγαλύτερα. Ο λόγος είναι η ισχύς των λαμπτήρων στο φωτιστικό. Στην δεύτερη περίπτωση είναι μικρότερη και συνεπώς για να επιτευχθεί η απαραίτητη ομοιομορφία χρειάζεται μεγαλύτερος αριθμός φωτιστικών.
2. Το δεύτερο σύστημα είναι πιο αποδοτικό (1.8 W/m^2 100 lux σε σχέση με το πρώτο 2.06 W/m^2 100 lux). Αυτό οφείλεται στην απόδοση των φωτιστικών (87% στην δεύτερη περίπτωση σε σχέση με 74% στην πρώτη).

ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Προτεραιότητα σε κοινωνικό επίπεδο, ιδίως την τελευταία δεκαετία με προσπάθεια ικανοποίησης απαιτήσεων:

- 1. Περιβαλλοντικών** (π.χ. Ενεργειακή εξοικονόμηση, ανακύκλωση)
- 2. Οικονομικών** (π.χ. Μικρά κόστη αγοράς/λειτουργίας, μεγάλη διάρκεια ζωής)
- 3. Κοινωνικών** (π.χ. Ποιότητα φωτισμού, ευεξία, ικανοποίηση συγκεκριμένων απαιτήσεων)

Πέραν προφανώς απο την νομοθετική πίεση για υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών σε παγκόσμιο επίπεδο, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί και με την υιοθέτηση καλών σχεδιαστικών πρακτικών.



ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Διάφορα συστήματα περιβαλλοντικής και ενεργειακής αξιολόγησης κτηρίων ανα τον κόσμο προδιαγράφουν απαιτήσεις για το σύστημα φωτισμού οι οποίες ανανεώνονται σε χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα

- **στο σύστημα LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ο φωτισμός σχετίζεται με τα παρακάτω σημεία (έχουν αφεθεί οι ορισμοί στα αγγλικά) για νέες κατασκευές κτηρίων γραφείων**

- **Light Pollution Reduction**
- **Fundamental Commissioning and Verification**
- **Minimum Energy Performance**
- **Optimize Energy Performance**
- **Demand response**
- **Storage and collection of recyclables**
- **Sustainable purchasing: Reduced mercury content in lamps**
- **Interior lighting**
- **Daylight**
- **Quality views**

LEED v.4 (Leadership in Energy and Environmental Design)

Ειδικά για τον φωτισμό, η σχεδιαστική ομάδα έχει να επιλέξει ανάμεσα σε δύο εναλλακτικές προτάσεις :

1. Για το 90% των συχνά χρησιμοποιούμενων χώρων παρέχεται η δυνατότητα ελέγχου των φωτιστικών – έτσι ώστε να ρυθμίζονται τα επίπεδα φωτισμού στην επιφάνεια εργασίας- σε τρία επίπεδα (on, off, ενδιάμεσα (30-70%). Υπάρχουν και επιπρόσθετες απαιτήσεις για χώρους ανοικτής κάτοψης κλπ.

Ή

2. Να ικανοποιηθούν τέσσερις τουλάχιστο προτάσεις απο τις οκτώ διαθέσιμες::

- **Χρήση φωτιστικών με λαμπρότητα $<2500 \text{ cd/m}^2$ (45⁰-nadir)**
- **Πηγές με CRI>80**
- **Πηγές με διάρκεια ζωής καλύτερη των 24000 ωρών στο 75% της εγκατάστασης**
- **Φωτισμός πάνω απο την περιοχή εργασίας που αντιπροσωπεύει ποσοστό 25% της εγκατάστασης στους χώρους που χρησιμοποιούνται συχνά**
- **Ανακλαστικότητα οροφής, τοίχων , πατώματος 85%, 60% και 25% αντίστοιχα για το 90 % των συχνά χρησιμοποιούμενων χώρων**
- **Ανακλαστικότητα 45% για τις επιφάνειες εργασίας και 50% για τα διαχωριστικά.**
- **Στο 75% των συχνά χρησιμοποιούμενων χώρων ο λόγος φωτεινοτήτων ανάμεσα σε τοίχους και επιφάνεια εργασίας να μην υπερβαίνει το 1:10.**
- **Στο 75% των συχνά χρησιμοποιούμενων χώρων ο λόγος φωτεινοτήτων ανάμεσα σε οροφή και επιφάνεια εργασίας να μην υπερβαίνει το 1:10.**

DGNB (German Sustainable Building Council)

Οι προτάσεις σε αυτό το σύστημα είναι οι εξής:

Function:

- **User influence**
- **Lighting control**
- **Daylight availability**
- **Visual contact with outside**
- **Protection from glare (daylight and artificial lighting)**
- **Good colour rendering**
- **Exposure to sunlight**

Environment:

- **Energy efficiency of lighting**

Economy:

- **Cost efficiency of lighting**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ