



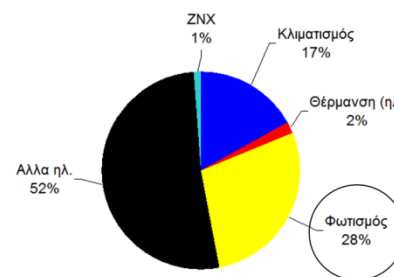
Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού: Έξυπνος αρχιτεκτονικός σχεδιασμός ή συστήματα ελέγχου τεχνητού φωτισμού

Φ.Β. Τοπαλής
Εργαστήριο Φωτοτεχνίας, Σ.Η.Μ.&Μ.Υ.

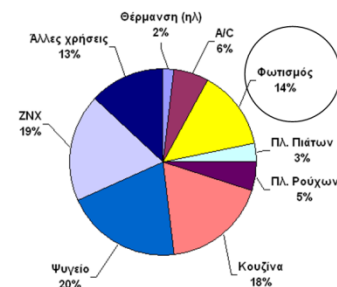


Ο τεχνητός φωτισμός

- καταναλώνει το 19% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- καταναλώνει το 2%-3% της συνολικής ενέργειας, ηλεκτρικής και θερμικής, που παράγεται στον πλανήτη
- συμμετέχει κατά 25%-35% στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των κτιρίων



Δημόσια κτήρια γραφείων



Κτήρια κατοικιών



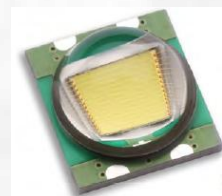
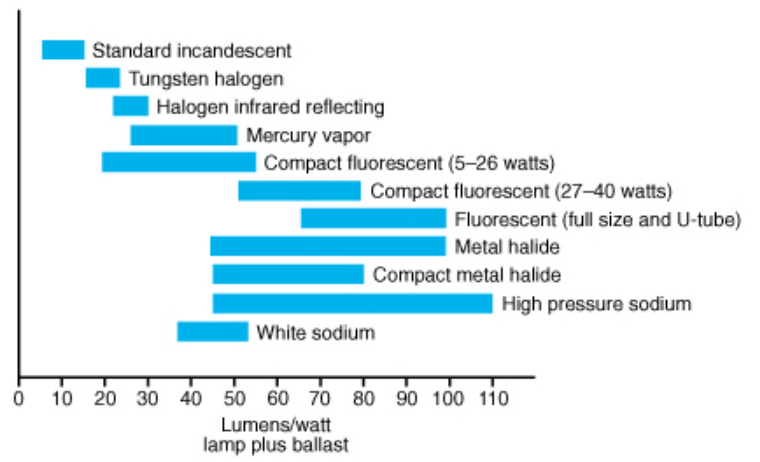
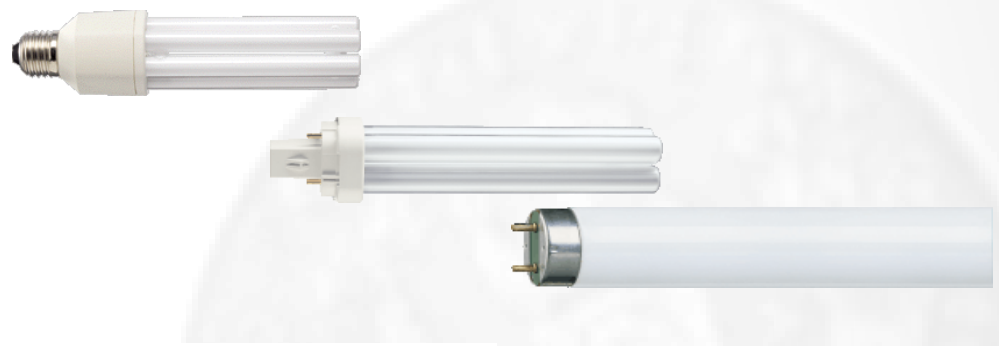
Ξοδεύουμε 2650 τρισεκατομμύρια kWh ετησίως για φως

Μπορούμε να μειώσουμε την κατανάλωση
αυτή;

- Με τη χρησιμοποίηση ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού
- Με την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού
- Με την εγκατάσταση αυτοματισμών.

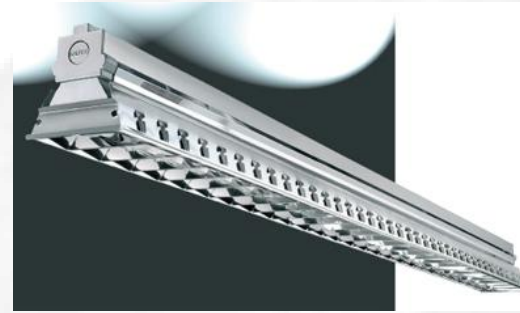


Ας ξεκινήσουμε από τα βασικά: Ενεργειακά αποδοτικοί λαμπτήρες





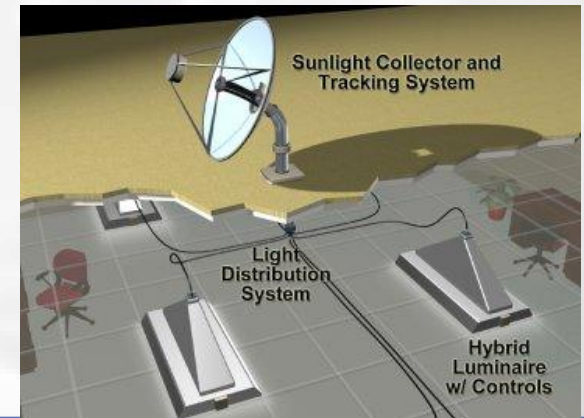
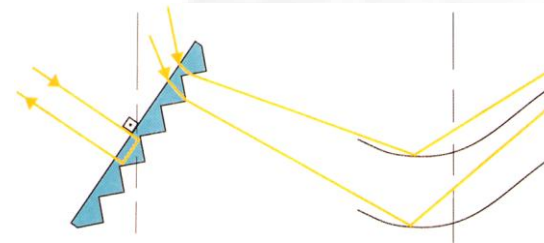
Και κάτι πολύ σημαντικό ακόμα: Φωτιστικά υψηλής απόδοσης





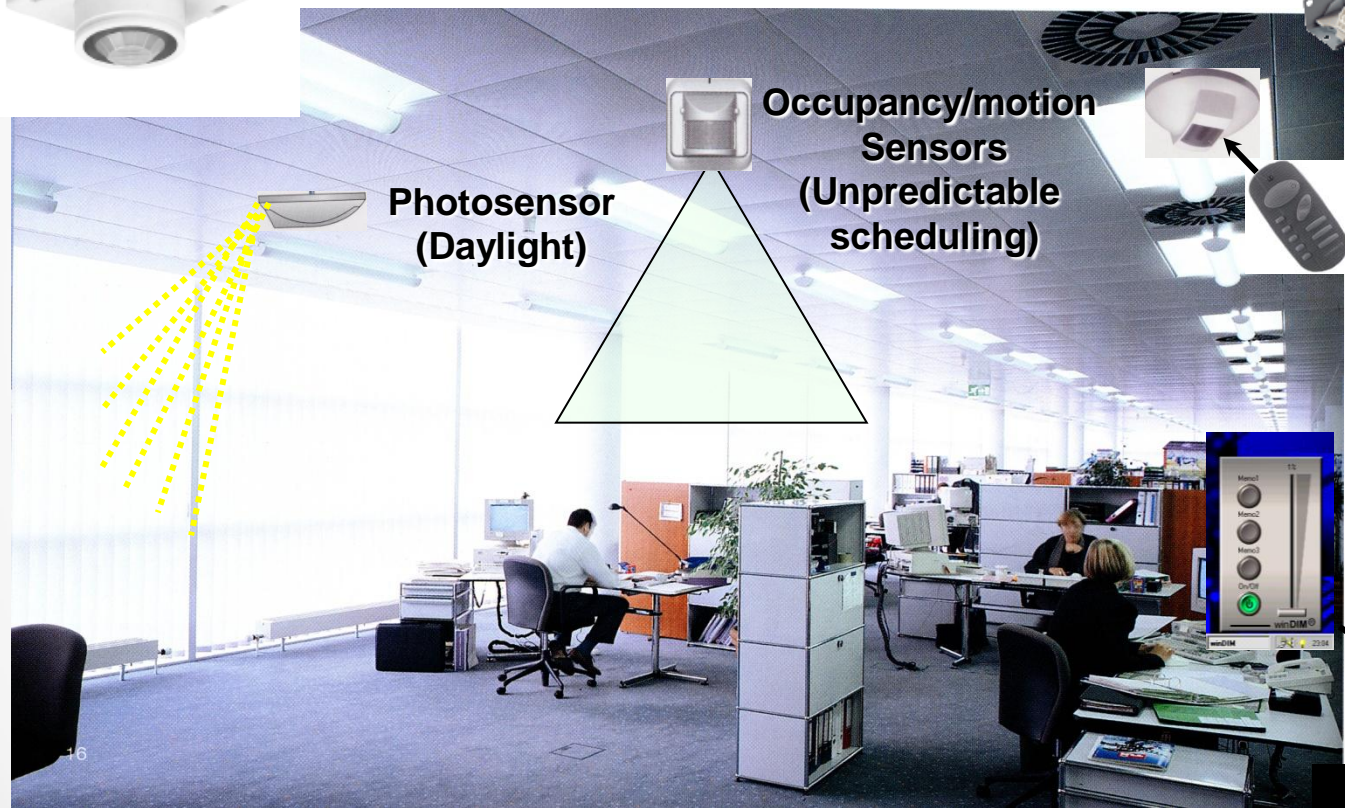
Και τώρα στο θέμα μας: Η αρχιτεκτονική σχεδίαση ...

- Προσανατολισμός κτιρίου
- Αντιθαμβωτικά υαλοστάσια
- Προεξοχές
- Φωτεινά ράφια
- Περσίδες
- Ηλιοστάτες
- Φωτοσωλήνες





... και ο κόσμος των αυτοματισμών

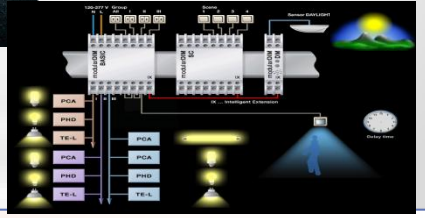
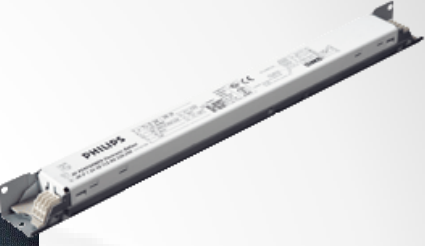


Photosensor
(Daylight)

Occupancy/motion
Sensors
(Unpredictable
scheduling)

Manual dimming
with remote
control
(Task tuning)

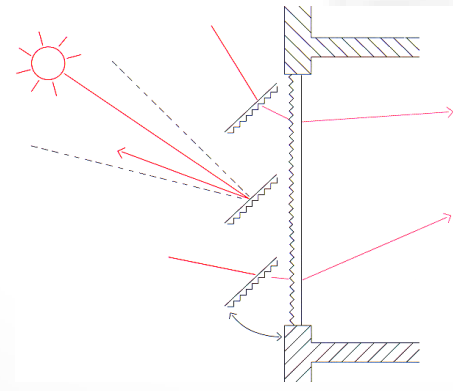
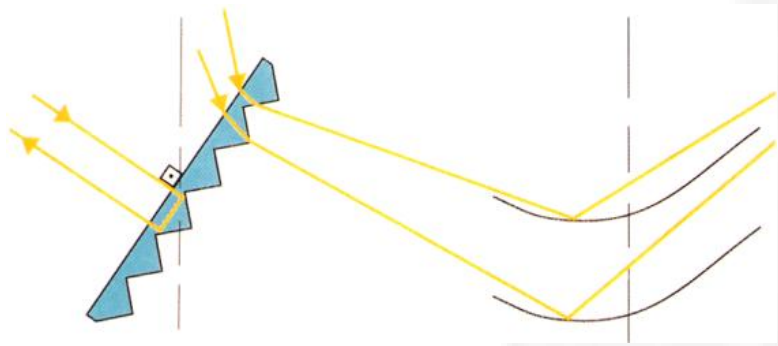
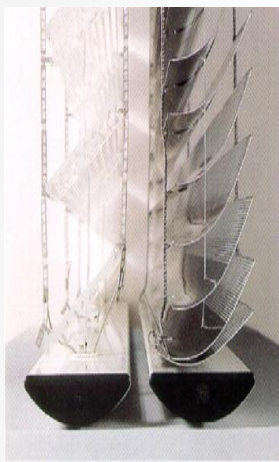
Lighting
control with
H/Y
(Predictable
scheduling)





Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού με ανάκλαση και εκτροπή

Εξωτερικές περσίδες





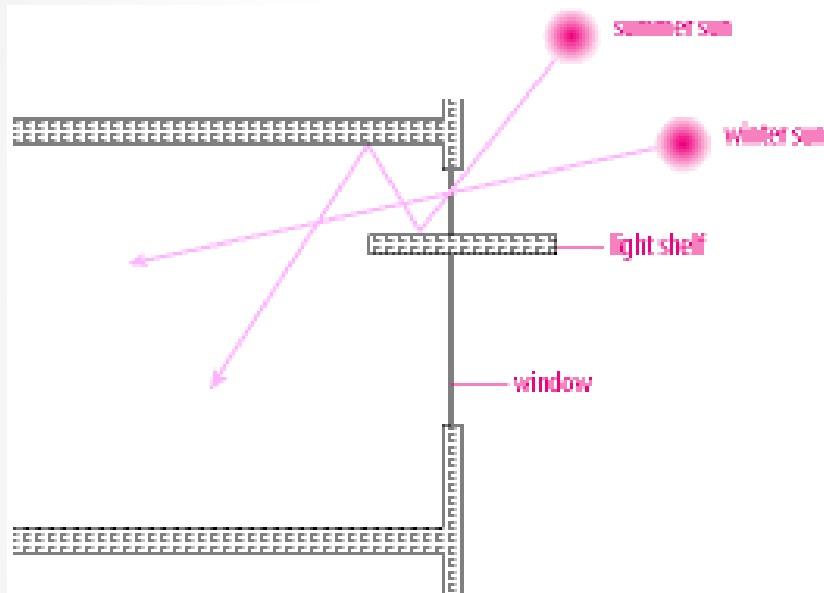
Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού με διάχυση



Αυτόματα ή χειροκίνητα σκίαστρα

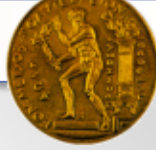


Φωτεινά ράφια (*light shelves*)



A light shelf that divides a window into a view section below and a clearestory section above.





Εφαρμογές φωτεινών ραφιών





Ηλιοστάτες και φωτοσωλήνες





Φωτοσωλήνες σε ελληνικά κτίρια





Οι αυτοματισμοί του φωτισμού

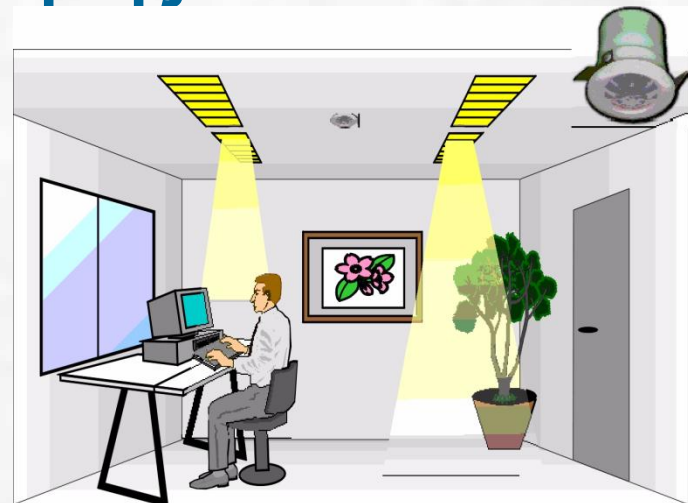
The diagram illustrates the automatic lighting control system through several components:

- Room Geometry and Reflectance:** A block labeled "Room geometry/ surface reflectance" with a "Gain" block, representing the physical environment's influence on light levels.
- Photosensor:** A dashed green box containing "Optics" (with a "Gain" block), a "Photocell light = electronic" block, and "Electronics" (with a "Gain" block and a "Control algorithm" block). The control algorithm uses "Negative feedback" to adjust the "Ballast/fixture electronic → light" output.
- Daylight:** Represented by a sun icon, it is added to the system's light input.
- Characteristics:** Three graphs are shown: "Spatial response" (a hemispherical grid), "Spectral response" (a graph of Sensitivity vs. wavelength λ), and "Control algorithm" (a graph of Output voltage vs. Input radiation).
- Photocell:** A small inset image shows a circular photocell sensor.
- Office Environment:** A photograph of an office with three red circles on the ceiling indicating the location of the sensors.
- Wiring Diagram:** A detailed schematic of a lighting control module with terminals for "120-277 V Group", "N", "L", "All", "I", "II", "III", "Scene 1-4", "Sensor DAYLIGHT", "module DIM BASC", "module DIM SC", "module DIM e DIM", "IX ... Intelligent Extension", and various light fixture types (PCA, PHD, TE-L).



Τους χρειαζόμαστε για ...

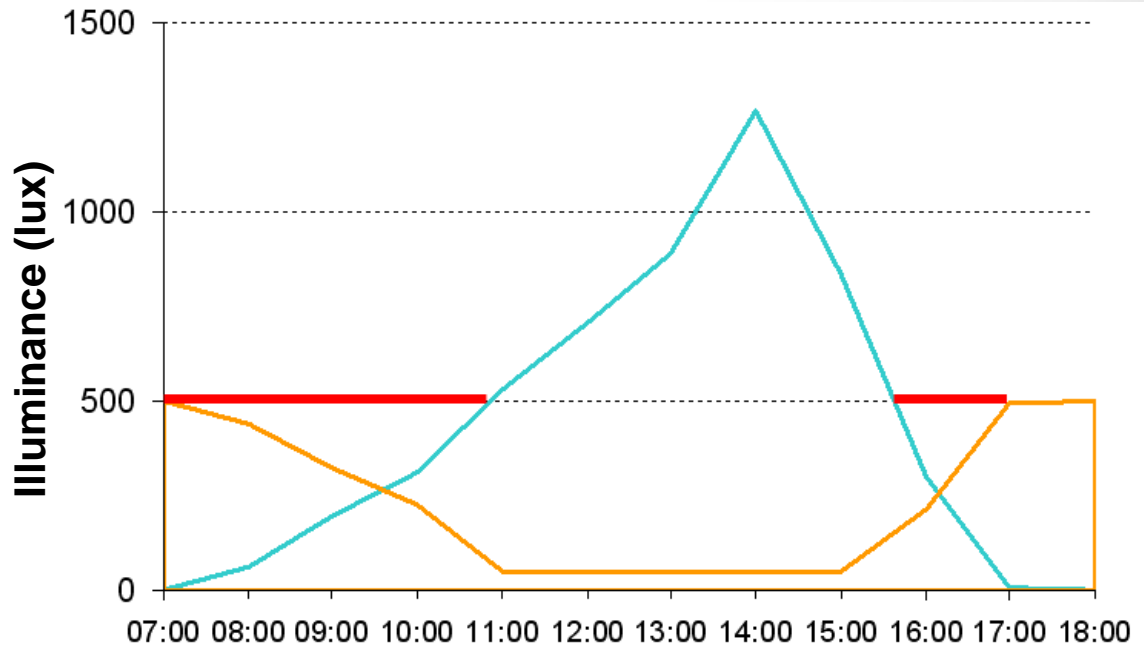
- ❖ ενεργειακή διαχείριση της εγκατάστασης φωτισμού
- ❖ μείωση του κόστους συντήρησης
- ❖ οπτική άνεση
- ❖ λόγους ασφαλείας
- ❖ έλεγχο της εγκατάστασης και του κτιρίου





Τεχνητός φωτισμός ως συμπλήρωμα του φυσικού

Αυτόματη ρύθμιση του τεχνητού φωτισμού αναλόγως του φυσικού φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας

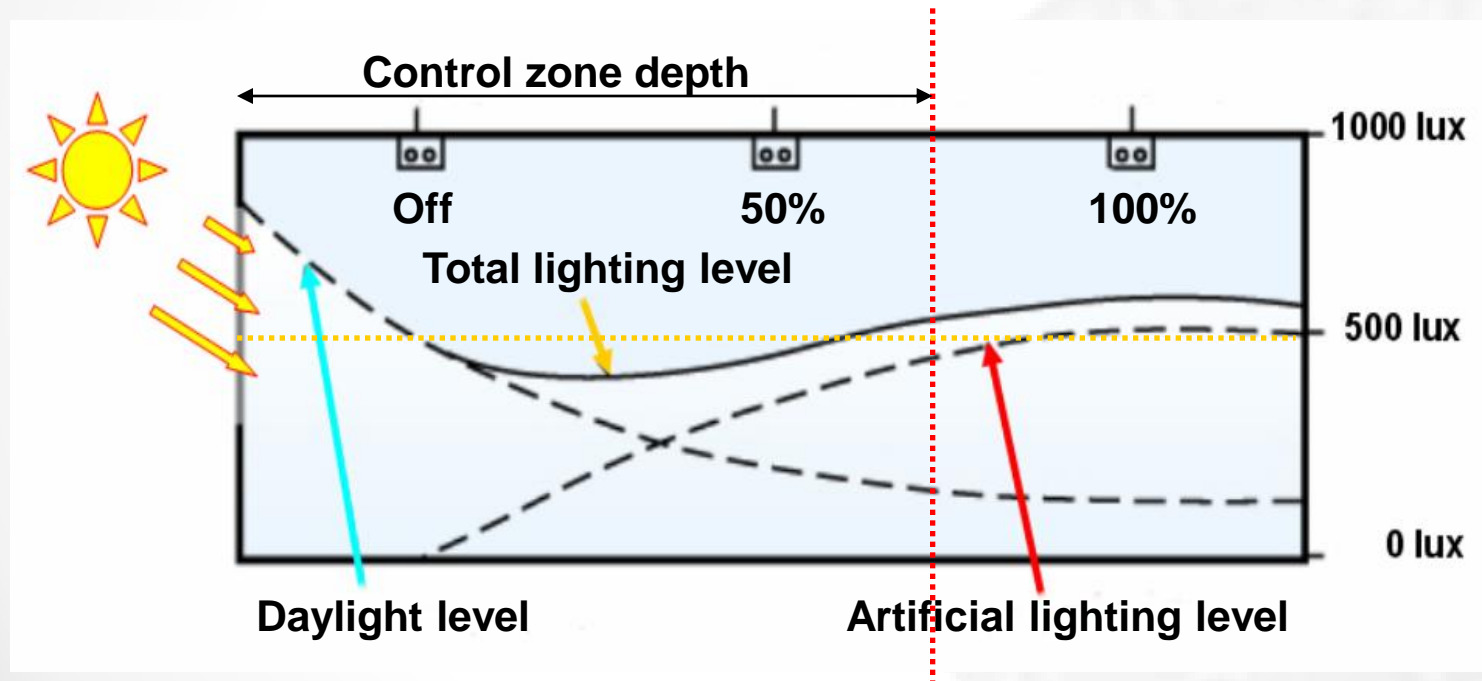


Κόκκινη γραμμή: Απαιτούμενη στάθμη φωτισμού
Γαλάζια γραμμή: Φυσικός φωτισμός
Κίτρινη γραμμή: Τεχνητός φωτισμός με αυτόματη ρύθμιση



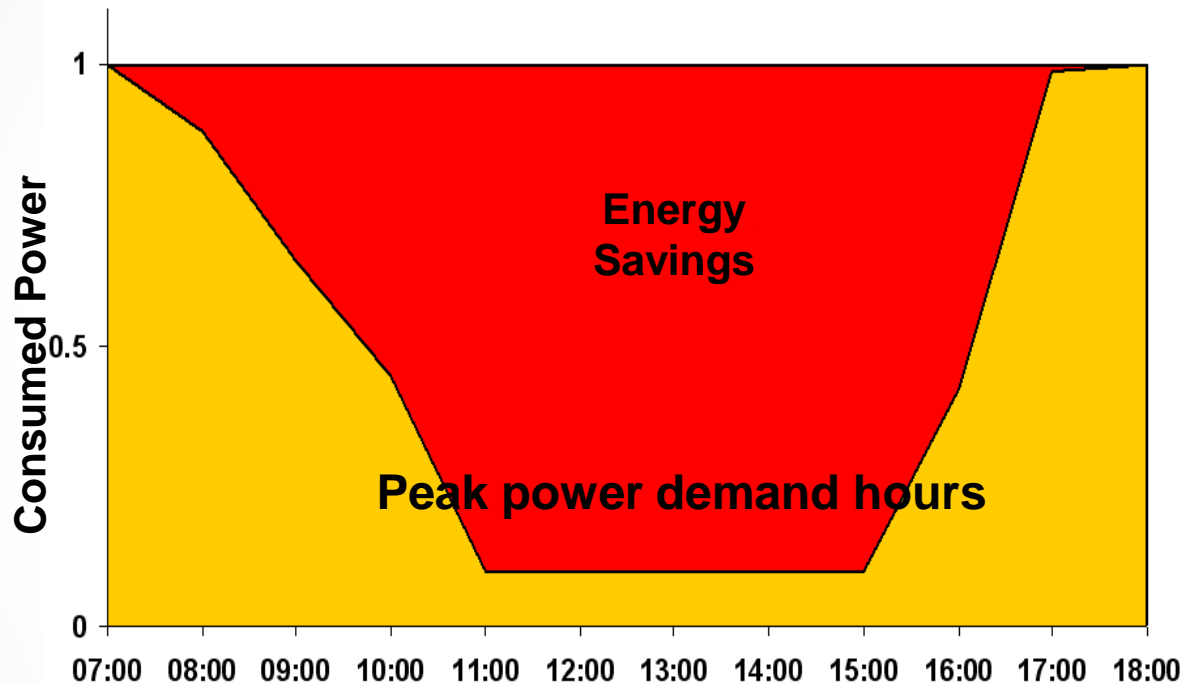


ακόμα και με χειροκίνητη ρύθμιση ή απλοϊκό αυτοματισμό





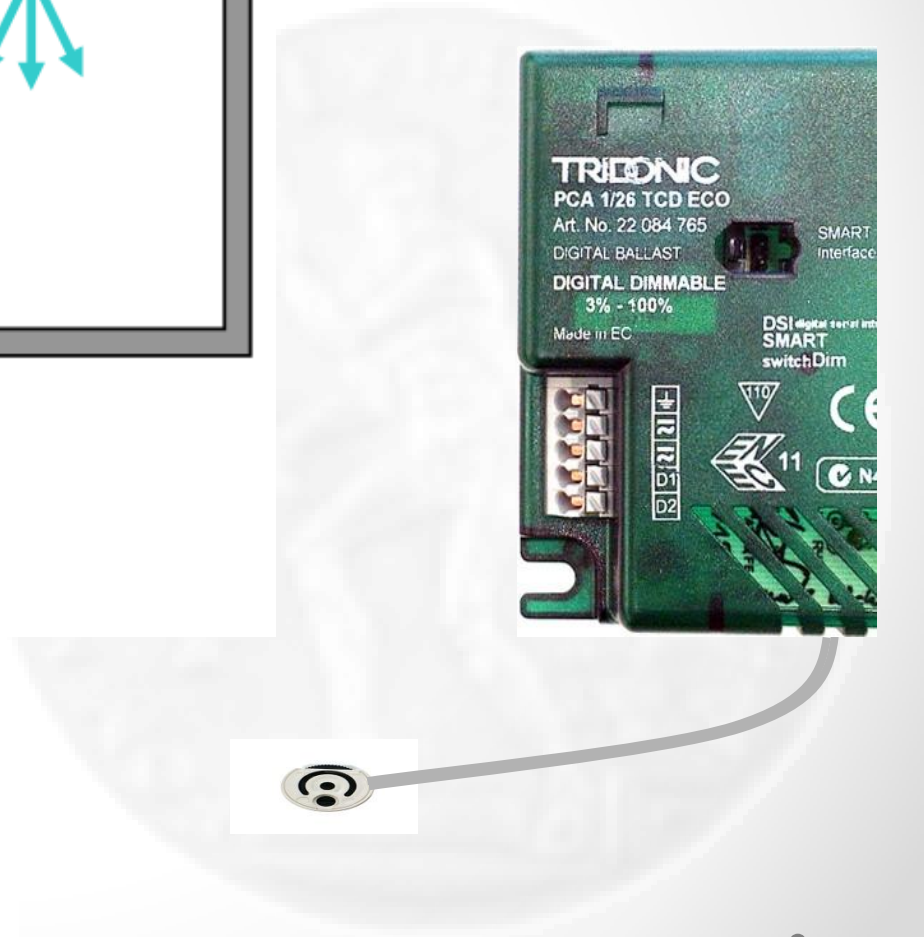
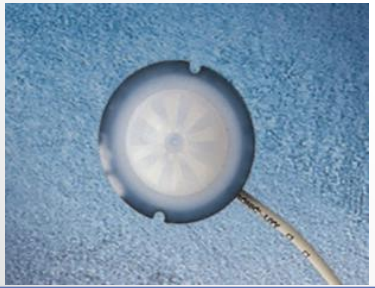
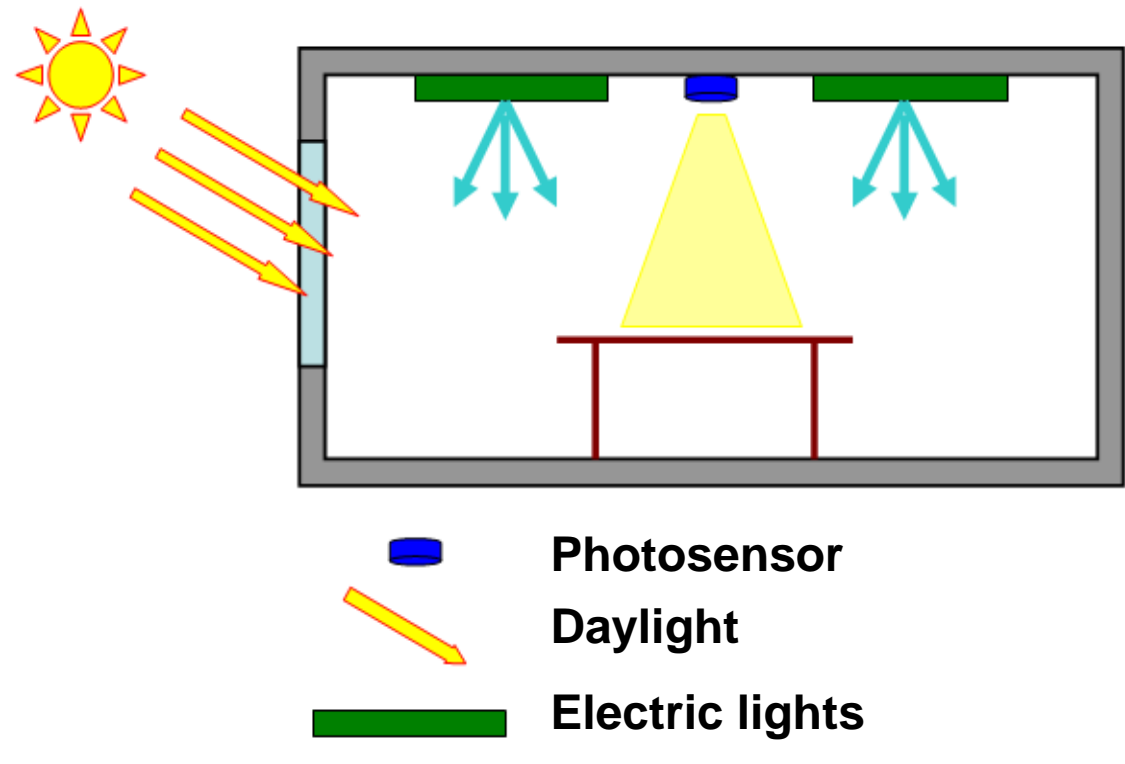
Το όφελος από την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού



Κίτρινη επιφάνεια: Κατανάλωση τεχνητού φωτισμού
Κόκκινη επιφάνεια: Εξοικονόμηση ενέργειας

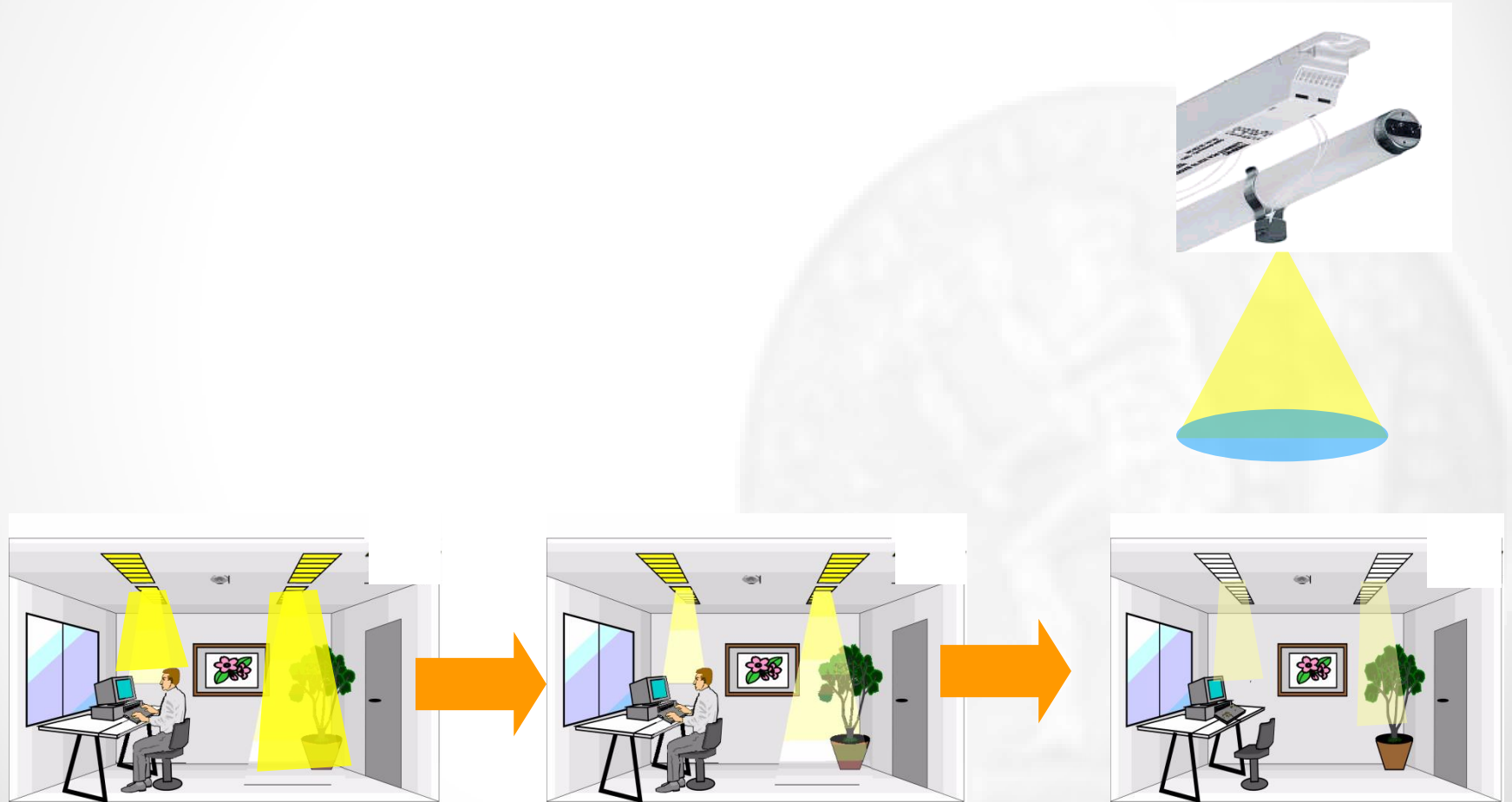


Αισθητήρες φωτισμού



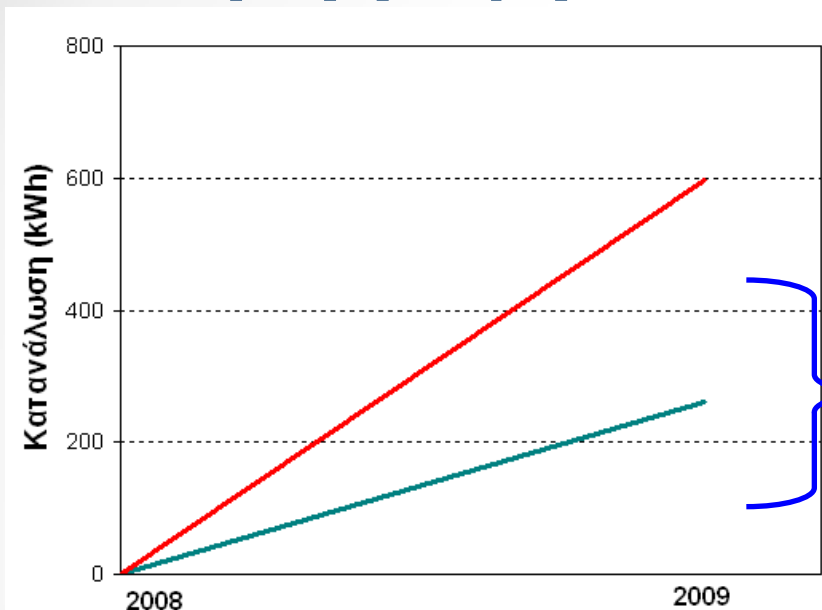


Αυτόματη ρύθμιση του τεχνητού φωτισμού με αισθητήρα





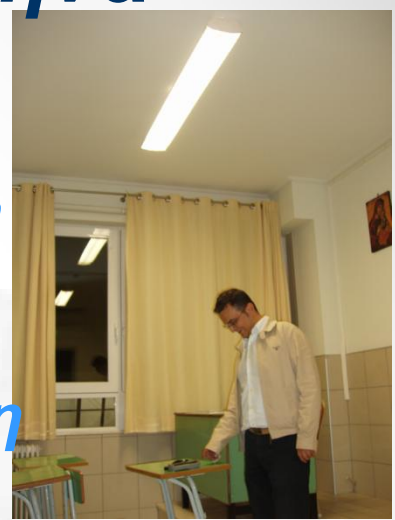
Εφαρμογή σε Λύκειο στην Αθήνα



Διάρκεια 1 έτους

- Αίθουσα 1 με σύστημα φωτισμού με αισθητήρες
- Αίθουσα 2 με παλιό σύστημα φωτισμού

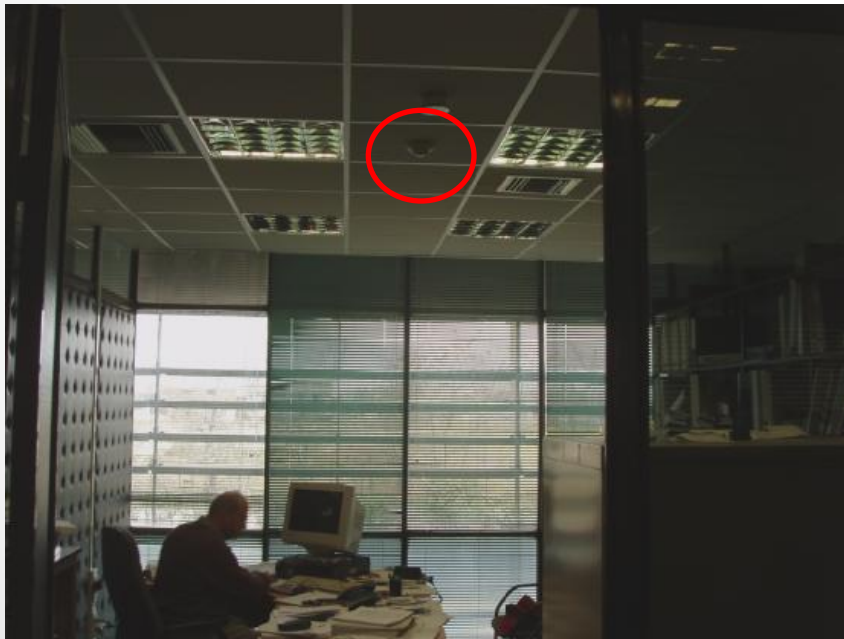
Εξοικονόμηση
56%
σε κατανάλωση
ηλεκτρικής
ενέργειας





Πόσοι αισθητήρες χρειάζονται

Ένας αισθητήρας ανά χώρο
(κεντρικός έλεγχος φωτιστικών)



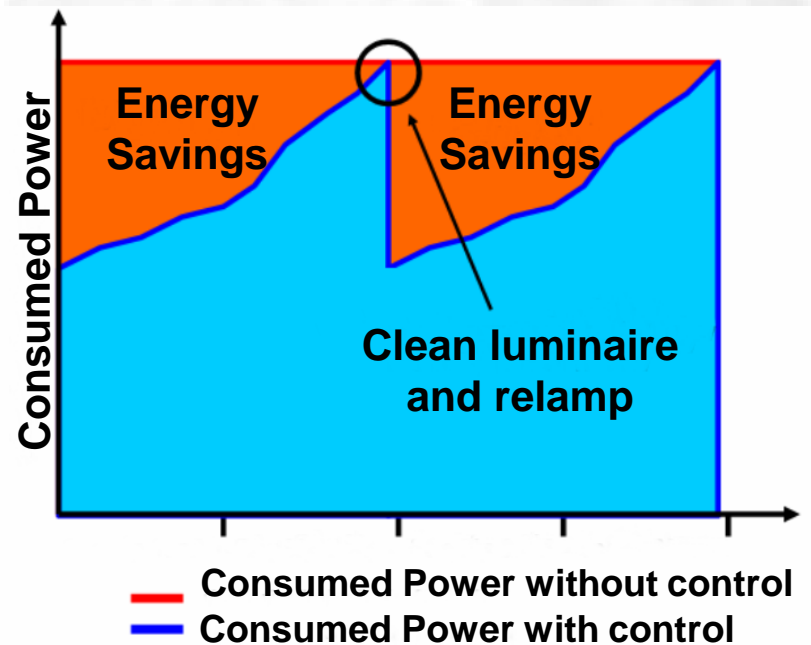
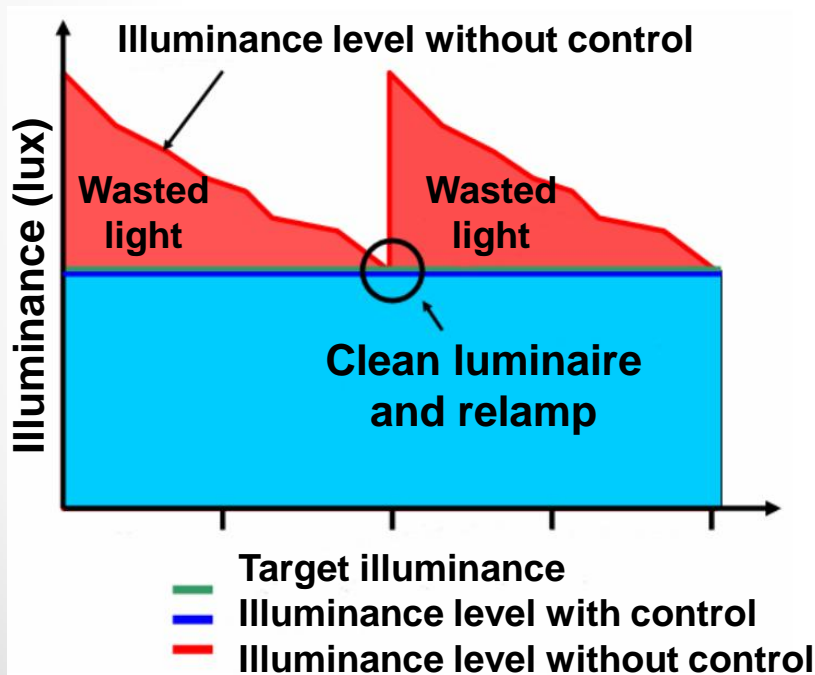
Ένας αισθητήρας ανά φωτιστικό
(μέσα στο φωτιστικό)





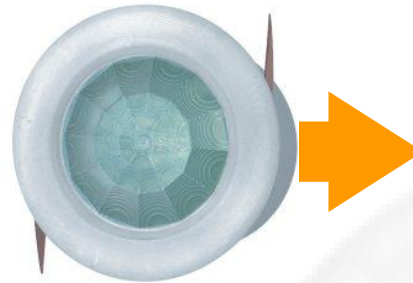
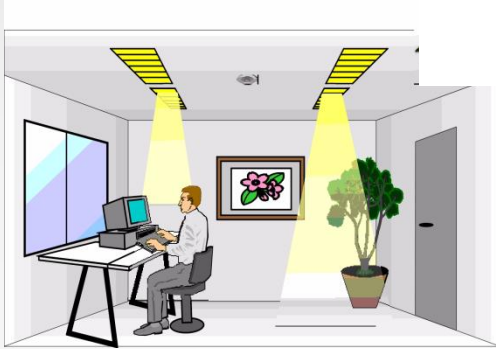
Και κάτι επιπλέον:

- Νέα εγκατάσταση: Υπερδιαστασιολόγηση για να αντισταθμιστεί η φθορά
- Συνέπεια: Υπερκατανάλωση σε μόνιμη βάση και αρχικά υπερφωτισμός (άνω της επιθυμητής στάθμης) που σταδιακά εξαλείφεται
- Αισθητήρες: Αντιλαμβάνονται τον υπερφωτισμό και ρυθμίζουν τα φωτιστικά στην επιθυμητή στάθμη φωτισμού
- Σταδιακά: Η εγκατάσταση φθείρεται / Μειώνεται ο φωτισμός / Οι αισθητήρες το αντιλαμβάνονται και αυξάνουν το φωτισμό
- Άρα: Πάντα σταθερή στάθμη φωτισμού στο επιθυμητό επίπεδο

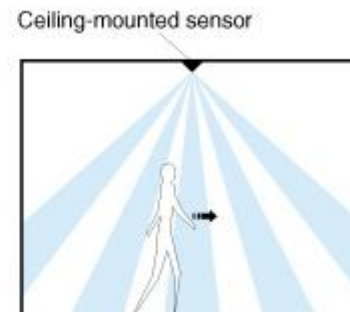
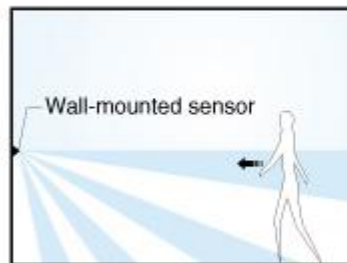




Αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας



- ❖ Εισέρχεται ο χρήστης ⇨ Ανάβουν τα φώτα
- ❖ Παραμένει ο χρήστης στο χώρο ⇨ Φώτα αναμμένα
- ❖ Φεύγει ο χρήστης ⇨ Σβήνουν τα φώτα μετά από χρονοκαθυστέρηση
- ❖ Κενός χώρος ⇨ Φώτα σβηστά





Συστήματα κεντρικής διαχείρισης *Building energy management systems (BEMS)*

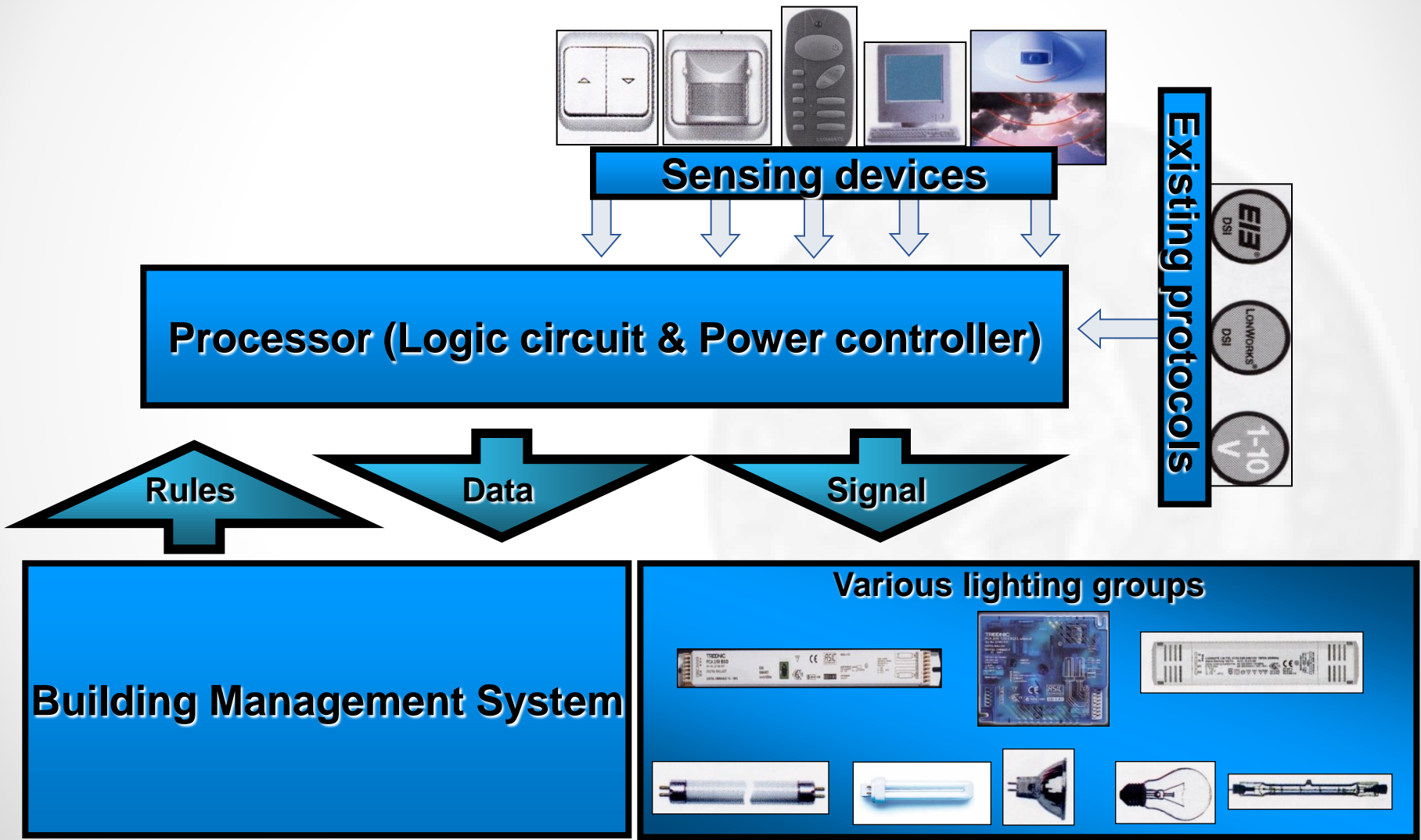
Ο κεντρικός επεξεργαστής τους:

- ❖ Ανταποκρίνεται σε σύνθετες συνθήκες φωτισμού στο χώρο
- ❖ Ανταποκρίνεται σε χειροκίνητες εντολές
- ❖ Συγκεντρώνει στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας και μεταβολής ισχύος
- ❖ Παρέχει συγκεντρωτικές αναφορές για τη διαχείριση του κτιρίου
- ❖ Η πολυπλοκότητά του κινείται μεταξύ ενός απλού μικροεπεξεργαστή μέσα σε ένα μικροελεγκτή έως ένα μεγάλο υπολογιστή.



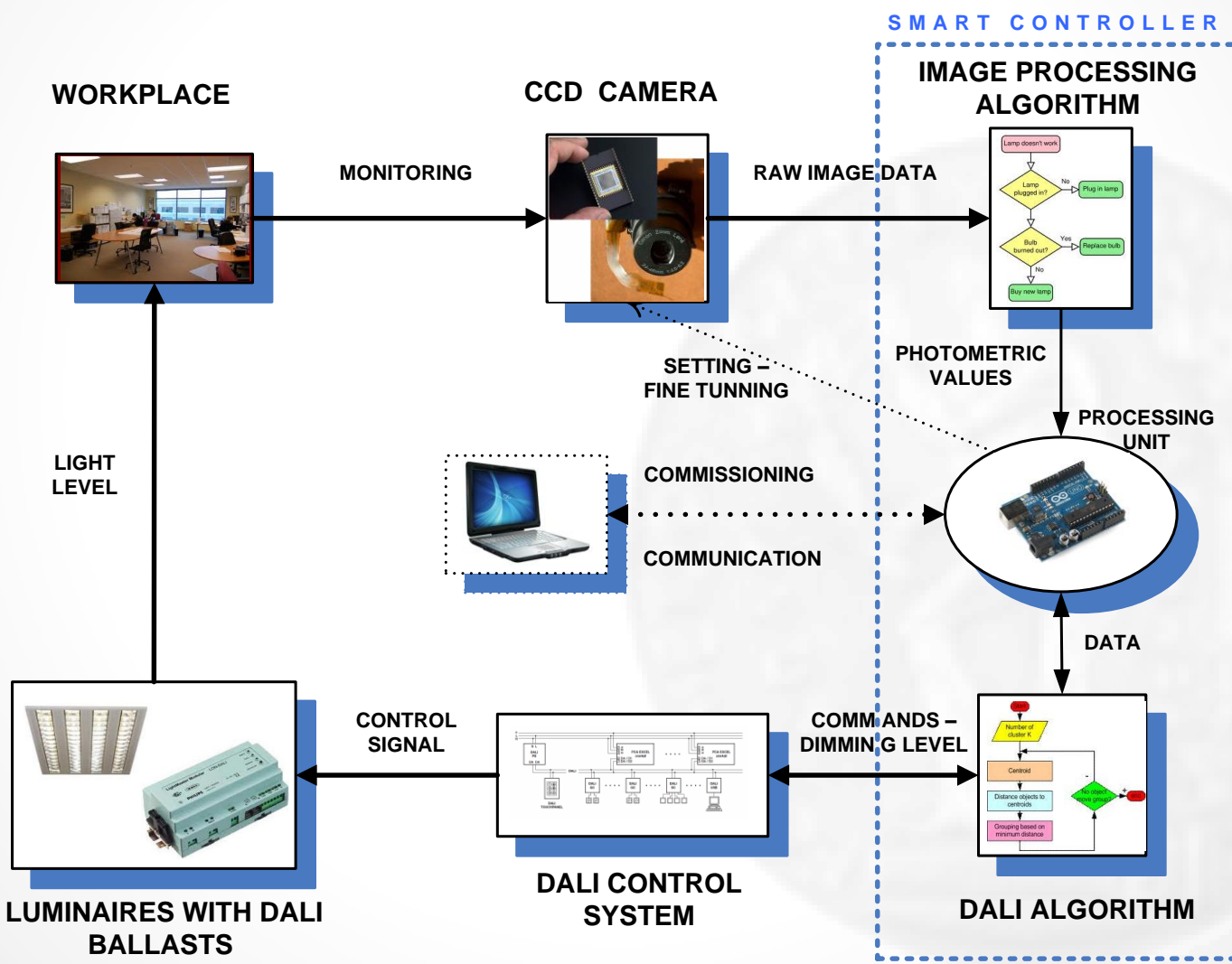


Building energy management systems (BEMS)





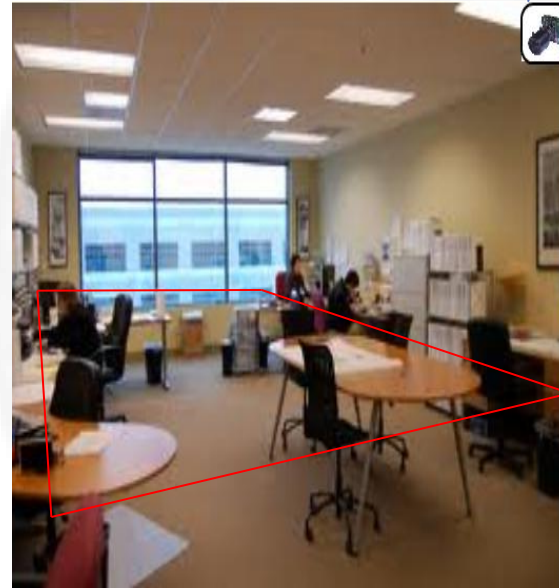
Ο μεγάλος αδελφός εξοικονομεί ενέργεια



Περιβάλλον και Ανάπτυξη Φωτισμού με αισθητήρα CCD



- Ο αισθητήρας CCD αποτυπώνει την εικόνα του χώρου
- Μετατρέπεται η εικόνα σε λαμπρότητα και σε ένταση φωτισμού
- Ο τεχνητός φωτισμός προσαρμόζεται στα απαιτούμενα επίπεδα
- Ένας CCD αισθητήρας ρυθμίζει τα φωτιστικά ξεχωριστά με διαφορετικές στάθμες φωτισμού για κάθε θέση εργασίας



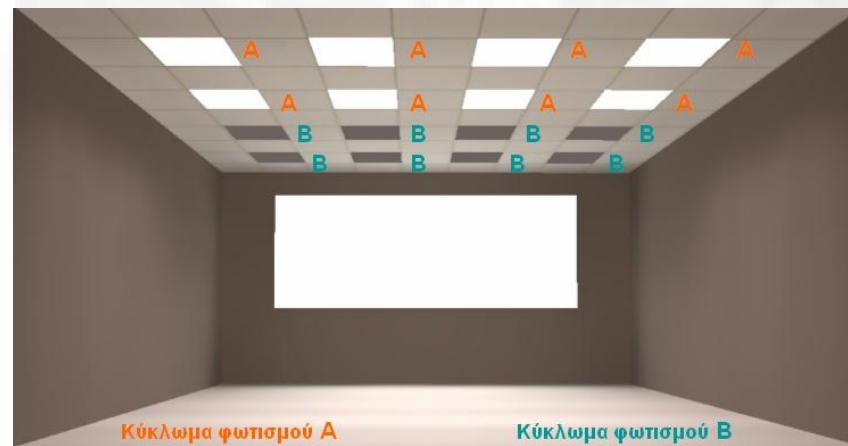


Και η ατομική μας ευθύνη;

Θα τα καταφέρναμε χωρίς αυτοματισμούς;

Χειροκίνητος έλεγχος

- Κάθε χώρος με δικό του διακόπτη ελέγχου
- Όμοιες περιοχές εργασίας ομαδοποιούνται σε κοινό κύκλωμα
- Γειτονικά φωτιστικά σε εναλλασσόμενα κυκλώματα

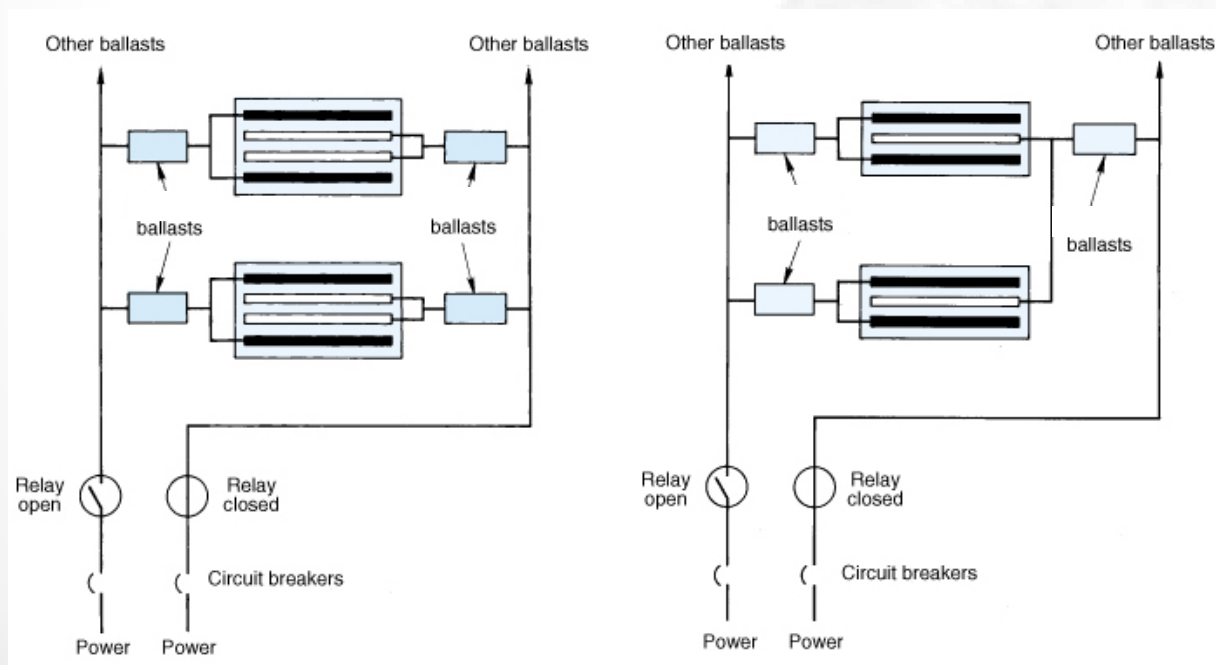




Να μοιράσουμε τους λαμπτήρες σε ξεχωριστά κυκλώματα

Παράδειγμα:

- Φωτιστικό 4 λαμπτήρων \Rightarrow οι λαμπτήρες σε 2 ζεύγη
- Φωτιστικό 3 λαμπτήρων \Rightarrow ο μεσαίος σε ξεχωριστό κύκλωμα από τους 2 ακραίους



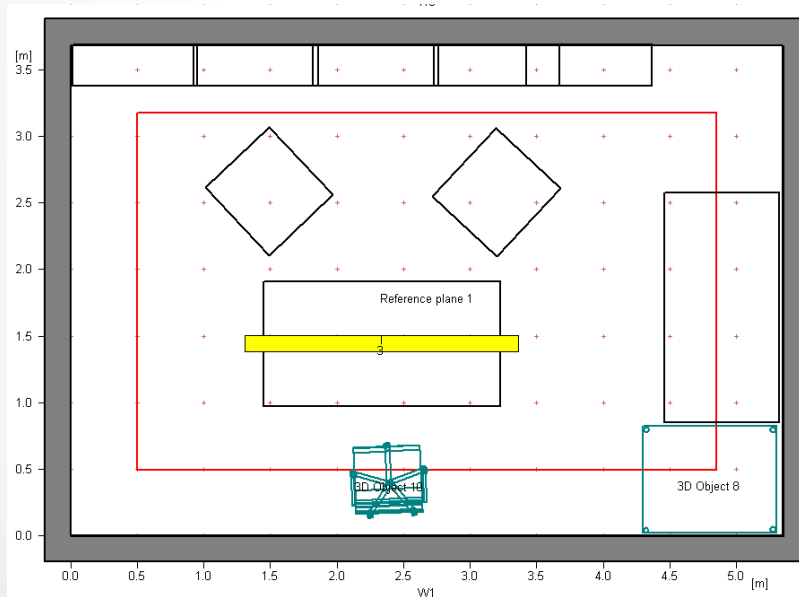


• Περιβάλλον και Ανάπτυξη

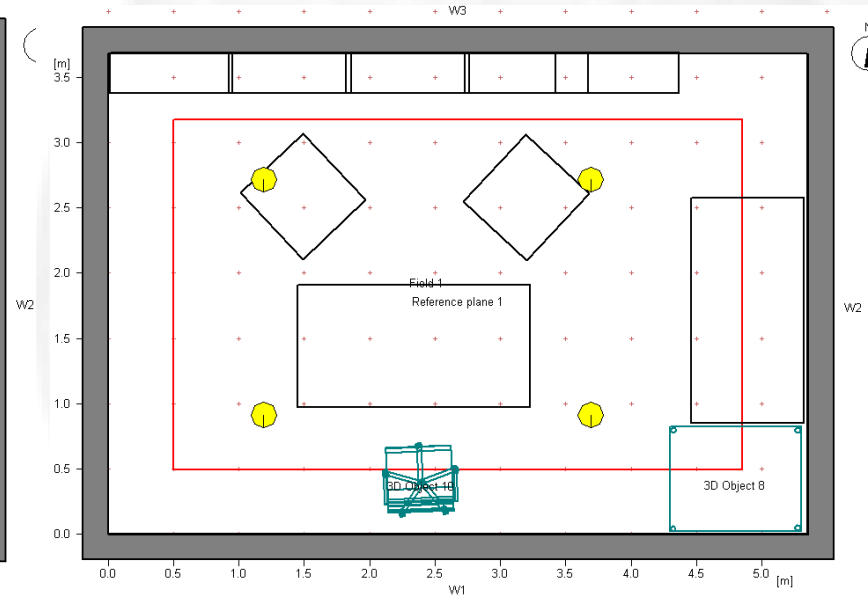
Να αναθεωρήσουμε τα θέσφατα των μελετών φωτισμού

ΕΛΟΤ EN 12464-1: Το σύστημα φωτισμού πρέπει να είναι προσαρμοσμένο ώστε να παρέχει τον κατάλληλο τοπικό φωτισμό, όπου απαιτείται

... αντί του θέσφατου ότι ο φωτισμός πρέπει να είναι ομοιόμορφος σε όλο το χώρο



1 φωτιστικό: $2 \times 58W = \underline{116 W}$
+απώλειες ballast



4 φωτιστικά: $2 \times 26W = \underline{208 W}$
+απώλειες ballast



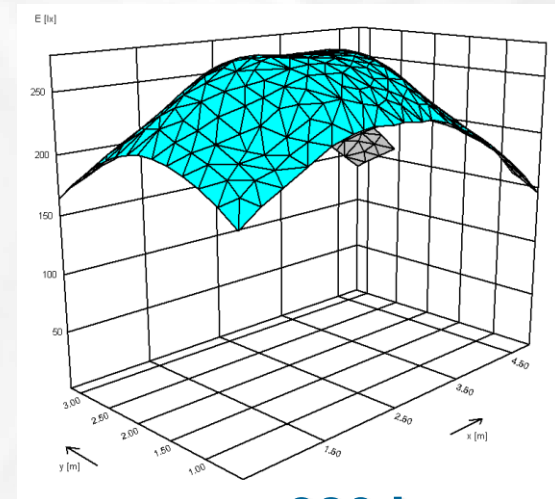
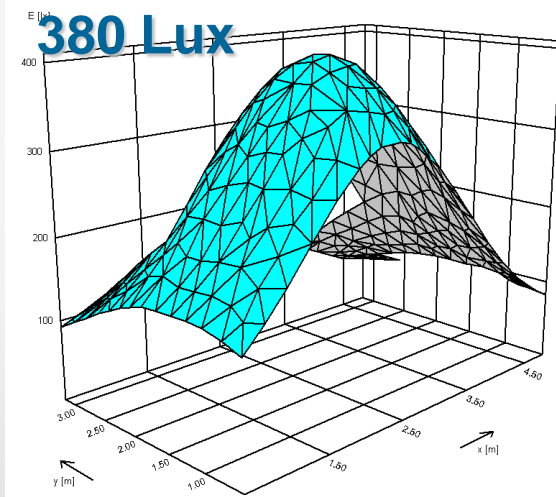
Το φως εκεί που το χρειαζόμαστε



1 φωτιστικό: 2Χ58W
=116 W *
** Ballasts not included*



4 φωτιστικά: 2Χ26W
=208 W *
** Ballasts not included*





και να μην ξεχνάμε τα ταπεινά υλικά

Χρησιμοποιούμε υλικά που καταναλώνουν τη λιγότερη ενέργεια και αποδίδουν περισσότερο φως

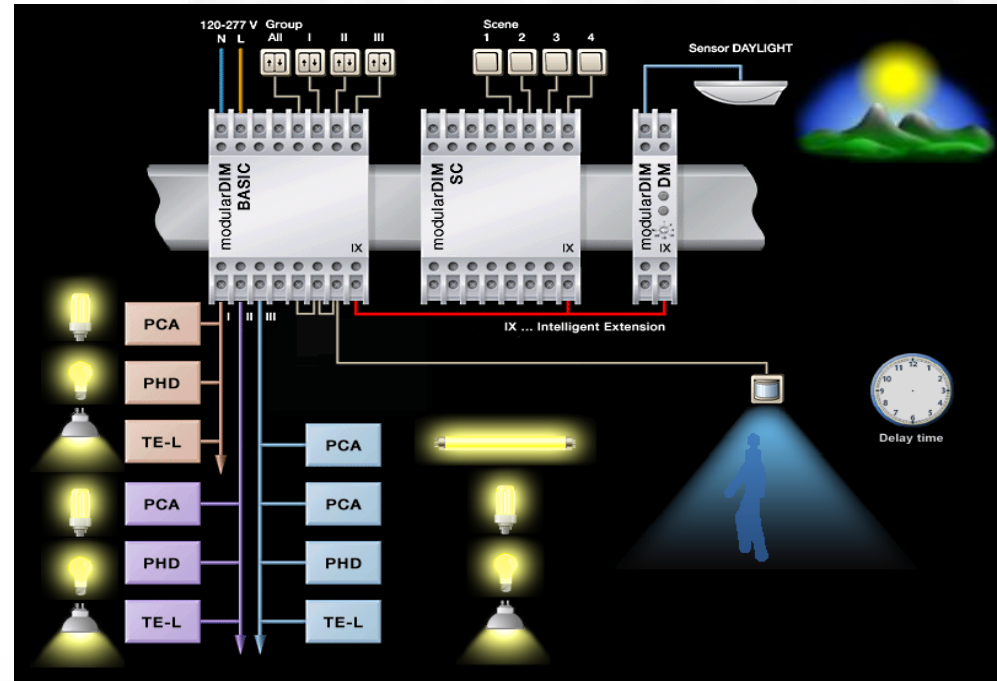




• Περιβάλλον και Ανάπτυξη

Είναι ωφέλιμο να χρησιμοποιούμε τεχνικές εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού;

Ναι. Με τις τεχνικές εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού εξοικονομούμε πάνω από 50% στο φωτισμό.





Πάνω απ' όλα όμως:

- να σκεφτόμαστε θετικά, χωρίς προκαταλήψεις,
- να μη φοβόμαστε το καινούργιο,
- να μην δεχόμαστε να μας παραπλανούν με υπερβολές,
- να μην εναποθέτουμε τις προσδοκίες μας σε μαγικές τεχνολογίες
- αλλά να εκμεταλλευόμαστε τα όποια θετικά τους.



Σας ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας

Φ.Β. Τοπαλής
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Υπολογιστών
Εργαστήριο Φωτοτεχνίας
Τηλ: 210 7723627, 210 7723506, 210 7724186
Fax: 210 7723628
e-mail: fvt@central.ntua.gr
URL: <http://lighting.ece.ntua.gr>