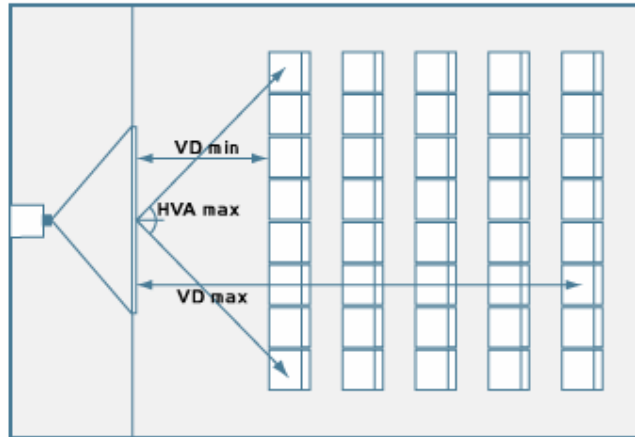


# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΙ ΠΡΑΞΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΟΠΙΣΘΙΑΣ ΠΡΟΒΟΛΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΩΝ.

Βασίλης Δριμούρας

## Βήμα 1<sup>ο</sup> -Υπολογισμός διάστασης οθόνης, γωνίας και απόστασης θέασης.

Κάντε ένα πλάνο του χώρου το οποίο να απεικονίζει τα καθίσματα των θεατών σε σχέση με την οθόνη.



### Απόσταση θέασης

Μετρήστε την απόσταση από το κέντρο της οθόνης μέχρι τον πρώτο και τον τελευταίο θεατή. VDmax and VDmin.

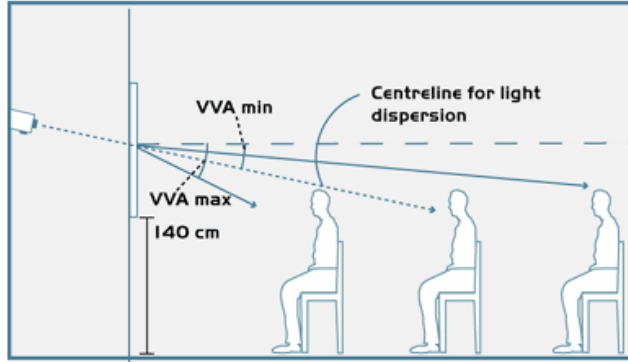
### Οριζόντια γωνία θέασης.

Κάντε τις μετρήσεις για την μέγιστη οριζόντια γωνία θέασης σε σχέση με την οριζόντια κεντρική γραμμή. HVA max.

### Κάθετη γωνία θέασης

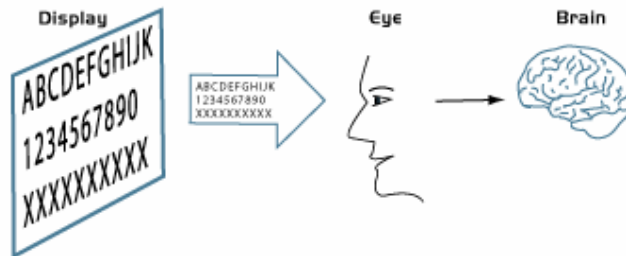
Κάντε ένα σχέδιο που να απεικονίζει την τομή του χώρου προβολής.

Κάντε τις μετρήσεις για την μέγιστη κάθετη γωνία θέασης σε σχέση με την κάθετη κεντρική γραμμή. VVA max.



Εάν σχεδιάζετε ένα χώρο συνεδρίασης, επιλέξτε το ύψος της οθόνης από το πάτωμα ανάλογα με την διάταξη των θέσεων. Σε ένα χώρο με ενιαίο πάτωμα χωρίς επίπεδα η ελάχιστη απόσταση από το πάτωμα μέχρι το κατώτατο σημείο της οθόνης πρέπει να είναι 140 εκατοστά περίπου. Σε μια αίθουσα συνεδριάσεων με σταθερό τραπέζι που η θέση του επιτρέπει τις ανεμπόδιστες θεάσεις από όλα τα καθίσματα, η απόσταση από το πάτωμα μέχρι το κατώτατο σημείο της οθόνης μπορεί να είναι 80 εκατοστά περίπου.

Ανάλογα με τη εφαρμογή επιλέξτε την επιθυμητή διάσταση της οθόνης.



Ποια είδη πληροφοριών πρόκειται να προβληθούν στην οθόνη?

Υπάρχει τεράστια διαφορά για παράδειγμα στις απαιτήσεις μεταξύ μιας παρουσίασης στον αερολιμένα κατευθύνοντας τους επιβάτες στη σωστή πύλη και της παρουσίασης που χρησιμοποιείται σε αίθουσα συνεδριάσεων, με τους υπολογισμούς με λογιστικά φύλλα, γραφικές παραστάσεις, λεπτομέρειες προϊόντων κλπ.

Ποιες είναι οι βασικές αρχές?

Καταρχήν, το ποσό των πληροφοριών σε μια ενιαία εικόνα.



Αυτό καθορίζεται από την εφαρμογή. Τα ανωτέρω παραδείγματα είναι χαρακτηριστικά. Η βασική απαίτηση είναι ότι οι πληροφορίες πρέπει να είναι ευδιάκριτες.

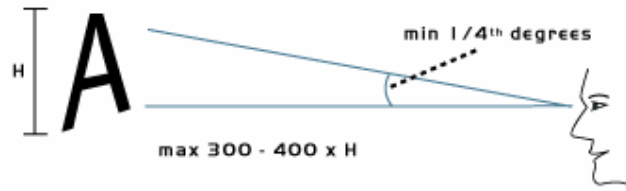
Όταν γίνεται προβολή κειμένου είναι πολύ σημαντικό το μέγεθος του χαρακτήρα σε σχέση με την απόσταση θέασης. Όσο περισσότερες πληροφορίες προβάλλονται και ο τύπος χαρακτήρων είναι μικρός τότε μειώνεται και η απόσταση θέασης. Η ανάλυση επίσης καθορίζει το ποσό πληροφοριών σε μια παρουσίαση. Όσο περισσότερες πληροφορίες απαιτούνται όσο η ανάλυση θα πρέπει να αυξάνει.

Αυτό επόμενος καθορίζει το μέγεθος της εικόνας.

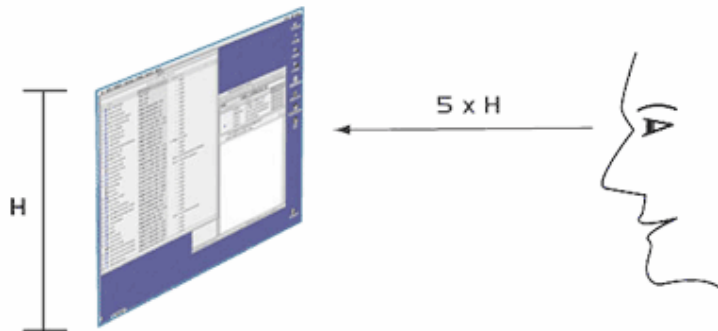


Το μέγεθος της εικόνας συχνά καθορίζεται από τους φυσικούς περιορισμούς, όπως το ύψος στην σχεδιαζόμενη αίθουσα προβολής. Ιδανικά το μέγεθος της οθόνης πρέπει να επιλεγεί σύμφωνα με το ποσό πληροφοριών που απαιτείται να απεικονισθούν σε σχέση με την απαραίτητη

απόσταση θέασης. Όσο περισσότερες πληροφορίες θέλουμε προβάλουμε με δεδομένη την απόσταση προβολής τόσο το μέγεθος της εικόνας θα πρέπει να αυξάνει. Ένα γράμμα πρέπει να είναι ευδιάκριτο από απόσταση που είναι 300-400 φορές περισσότερη από το ύψος του γράμματος.



Οι μελέτες δείχνουν ότι το ελάχιστο απαραίτητο μέγεθος χαρακτήρα πρέπει να είναι  $1/4^\circ$  ή  $16/60^\circ$ . Συνεπάγεται ότι η μέγιστη απόσταση θέασης είναι ίση με 215 φορές το ύψος του χαρακτήρα. Η ικανότητα του ματιού να αντιλαμβάνεται αυτά λέγεται "οξύτητα". Εάν πάρουμε αυτό το ίδιο το κείμενο και το προβάλουμε σε οθόνη 17" με ανάλυση XGA (1024 X 768) το ύψος των γραμμάτων θα είναι περίπου 2,7 χιλ. Αυτό συνεπάγεται ότι η μέγιστη απόσταση θέασης είναι περίπου 1.200 χιλ. (1,2 μ). Δεδομένου ότι το ύψος εικόνας την οθόνης είναι 240 χιλ., η αναλογία μεταξύ του ύψους οθόνης και της απόστασης θέασης της εικόνας είναι 5:1.



Όπως φαίνεται η επιλογή του σωστού μεγέθους οθόνης πρέπει να εξετάζεται ανάλογα με τη περίπτωση.

Το πρότυπο DIN 19045-1 περιλαμβάνει μερικές οδηγίες για τους χώρους συνεδριάσεων. Μια απόσταση θέασης 4 φορές το ύψος της εικόνας συστήνεται για βέλτιστη θέαση και διακριτικότητα. Η απόσταση θέασης δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 2 φορές το ύψος εικόνας,

και η μέγιστη απόσταση όχι μεγαλύτερη από 8 φορές το ύψος εικόνας. Το πρότυπο αυτό αναπτύχθηκε προτού οι παρουσιάσεις μέσω PCs γίνουν ευρέως γνωστές. Όταν η προβολή περιλαμβάνει παρουσιάσεις PC με ανάλυση XGA (1.024 X 768) τότε η απόσταση θέασης δεν πρέπει να υπερβεί τις 6 φορές το ύψος εικόνας. Εάν η προβολή περιλαμβάνει παρουσιάσεις PC με ανάλυση SXGA (1.280 X 1,024) τότε η απόσταση θέασης δεν πρέπει να υπερβεί τις 4,5 φορές το ύψος εικόνας. Όσο υψηλότερη είναι η ανάλυση τόσο απαιτείται η κοντινότερη απόσταση θέασης, ενώ μια τηλεοπτική εικόνα μπορεί να γίνει αντιληπτή από μεγαλύτερη απόσταση.

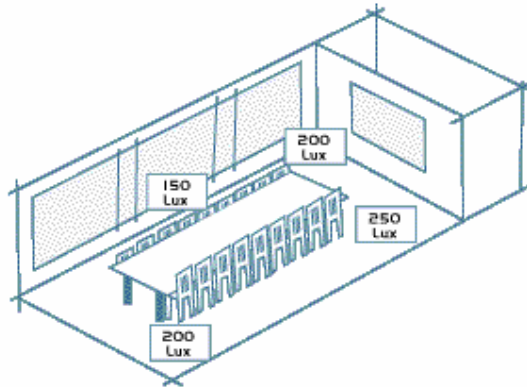
## **Βήμα 2<sup>ο</sup> - Υπολογισμός των απαιτήσεων φωτεινότητας**

Για την επίτευξη του στόχου της φωτεινότητας της εικόνας απαιτείται μια μέτρηση του επιπέδου της φωτεινότητας στην αίθουσα. Για να πάρετε τις μετρήσεις, πρέπει να χρησιμοποιήσετε έναν μετρητή μονάδας φωτεινής έντασης- lux meter.

Γενικά η μέτρηση φωτεινότητας είναι ουσιαστικό κομμάτι του συνολικού σχεδιασμού της αίθουσας όσο αφορά τον προγραμματισμό, την εγκατάσταση και την αποφυγή λαθών.

Πρέπει να μετρηθεί η ροή φωτός στο περιβάλλον της αίθουσας σε lux και η φωτεινότητα από την πηγή προβολής σε Cd/ m<sup>2</sup> ή Nit. Τέτοιες μετρήσεις είναι εύκολο να γίνουν. Το επίπεδο φωτεινής έντασης lux πρέπει να μετρηθεί στη θέση οθόνης και στην περιοχή θεάσεως.

Κατευθύνετε τον μετρητή φωτεινότητας σε διάφορα σημεία έως ότου μετρήσετε τη μέγιστη φωτεινότητα. Έτσι θα μπορέσετε να έχετε τις ελάχιστες και μέγιστες μετρήσεις σε κάθε θέση. Αυτές οι μετρήσεις θα δώσουν μια ένδειξη για το επίπεδο προσαρμογής και τις τελικές απαιτήσεις για τη φωτεινότητα της εικόνας.



Εμπειρικά, η μέγιστη φωτεινότητα εικόνας πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο φορές φωτεινότερη από μια καθαρή άσπρη επιφάνεια που τοποθετείται στη θέση της οθόνης, αλλά κατά προτίμηση τέσσερις φορές υψηλότερη είναι ακόμα καλύτερα. Εάν για παράδειγμα το επίπεδο φωτεινότητας στη θέση οθόνης είναι 200 lux η φωτεινότητα από μια καθαρή άσπρη επιφάνεια θα είναι 63 Cd/ m<sup>2</sup> ή Nit, άρα το επίπεδο φωτεινότητα εικόνας θα πρέπει κατ' ελάχιστο να είναι 125 Cd/ m<sup>2</sup> ή Nit και κατά προτίμηση 250 ή ακόμα περισσότεροι.

### **Βήμα 3<sup>ο</sup> – Υπολογισμός της αντίθεσης φωτεινότητας, contrast ratio.**

Η αντίθεση φωτεινότητας είναι η διαφορά μεταξύ των φωτεινοτήτων και χρησιμοποιείται ως παράγοντας ή αναλογία. Η υψηλότερη αναλογία αντίθεσης φωτεινότητας είναι η αναλογία μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης φωτεινότητας σε μια εικόνα.

Η μέγιστη αναλογία αντίθεσης - φωτεινότητας contrast ratio καθορίζεται από τους κάτωθι παράγοντες:

το περιβαλλοντικό επίπεδο φωτεινότητας που χτυπά την οθόνη

ο λόγος αντίθεσης φωτεινότητας contrast ratio της οθόνης που έχουμε επιλέξει

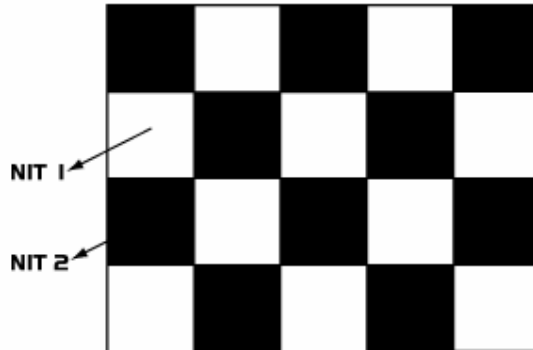
η φωτεινότητα που παράγεται από το συνδυασμό προβολικού /οθόνης

και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος προβολής.

Ο λόγος αντίθεσης φωτεινότητας δείχνει την φωτεινότητα από την οθόνη εξαρτώμενη από αντανάκλαση του περιβαλλοντικού φωτός. Οι παράγοντες αντίθεσης φωτεινότητας για τις οθόνες ποικίλη και μπορεί να είναι περίπου από 0,01 έως 0,05. Πολλαπλασιάζοντας αυτόν τον παράγοντα με το επίπεδο περιβάλλοντος φωτεινότητας στην οθόνη υπολογίζουμε το επίπεδο μαύρου. Για παράδειγμα σε μια αίθουσα ένα επίπεδο περιβάλλοντος φωτισμού 200 lux σε

συνδυασμό με μια οθόνη που έχει παράγοντα αντίθεσης φωτεινότητας 0,02 το αποτέλεσμα είναι  $200/0,02= 4 \text{ Nit}$  επίπεδο μαύρου. Σε περίπτωση που η επιφανειακή φωτεινότητα (αποτέλεσμα προβολικού οθόνης) είναι για παράδειγμα, 500 Nit, η μέγιστη αναλογία αντίθεσης φωτεινότητας είναι το ποσό των δύο φωτεινοτήτων που διαιρείται με το επίπεδο μαύρου.

Κατά συνέπεια:  $500 + 4/4 = 126:1$ .



### Βήμα 5<sup>ο</sup> - Σύστημα προβολής και επιλογή φακού

Βασισμένη στον υπολογισμό της απαραίτητης απαιτούμενης φωτεινότητας και της επιλογής οθόνης η απαραίτητη φωτεινότητα του προβολέα μπορεί επίσης να υπολογιστεί. Για παράδειγμα εάν η εφαρμογή απαιτεί επιφανειακή φωτεινότητα 500Nit και η οθόνη είναι διαστάσεων 100'' με κέρδος gain 3,5, η φωτεινότητα του προβολέα υπολογίζεται ως εξής:

$$500 \times 3,14 / 3,5 = 448 \text{ lumens}$$

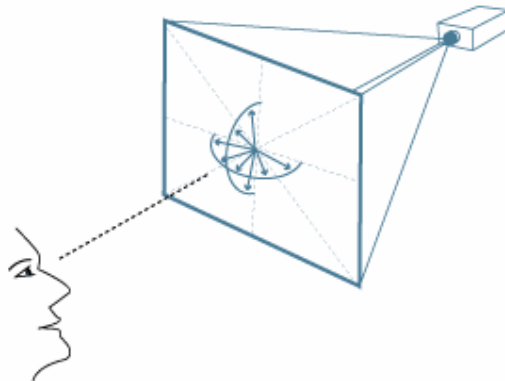
Δεδομένου ότι η επιφάνια της οθόνης είναι  $3 \text{ m}^2$  η απαιτούμενη φωτεινότητα του προβολέα είναι  $3 \times 448 = 1344 \text{ Lumens}$ . Ανάλογα με την εφαρμογή θα πρέπει να επιλέγει και η ανάλυση του προβολέα. Οι περισσότεροι προβολείς πλέον έχουν πραγματική ανάλυση XGA 1.024 X 768 και ταιριάζουν στις περισσότερες εφαρμογές.

Ένα άλλο κριτήριο για την επιλογή του προβολέα είναι η δυνατότητα κάλυψης της οθόνης προβολής σε σχέση με την απόσταση τοποθέτησης. Οι φακοί που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές οπίσθιας προβολής είναι συνήθως φακοί ευρυγώνιοι wide angle με αναλογίες

εστίασης μεταξύ 0.8:1 και 1.5:1 ως προς το πλάτος της οθόνης. Επίσης είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη η εστιακή απόσταση της οθόνης σε σχέση με το φακό. Επίσης θα πρέπει να γνωρίζεται ότι οι ευρυγώνιοι φακοί έχουν μερικά μειονεκτήματα ιδίως με τη γενική γεωμετρία εικόνας, την ομοιομορφία γωνιών και την οξύτητα. Συστήνεται ο συνδυασμός προβολέα / φακού να εξετάζεται προσεκτικά προτού να γίνει η τελική απόφαση. Επιπλέον ο προβολέας πρέπει να είναι ικανός για προβολή εντός του άξονα οπ- axis και κατά προτίμηση να έχει δυνατότητα μετατόπισης του φακού οριζόντια και κάθετα. Θα πρέπει να αποφεύγεται να χρησιμοποιείται φορητό επιτραπέζιο προβολικό για χρήση σε οπίσθια προβολή.

### **Βήμα 6<sup>ο</sup> – Υπολογισμός της φωτεινής τροχιάς.**

Ο σωστός τρόπος σχεδιασμού της φωτεινής τροχιάς βελτιστοποιεί την διασπορά από την οθόνη προς τους θεατές, σε σχέση με τον τρόπο και θέση τοποθέτησης του προβολικού.

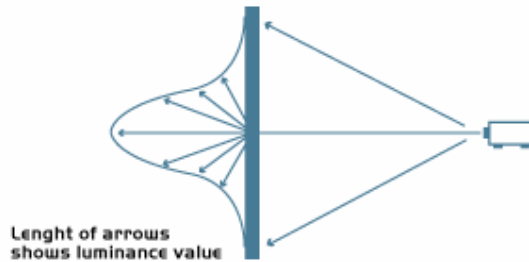


### **Κάθετη διασπορά φωτεινότητας**

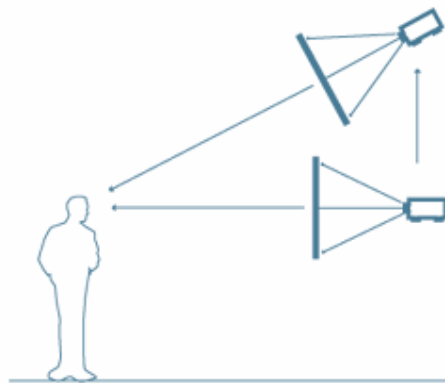
Η κάθετη διασπορά είναι σημαντική ειδικά όταν χρησιμοποιείται οθόνη υψηλού κέρδους επειδή συνήθως έχει περιορισμένη κάθετη διασπορά- όραση. Όπως περιγράφεται στο βήμα 1, το ύψος της οθόνης μπορεί να απαιτηθεί να μετακινηθεί. Σε μερικές εφαρμογές η κάθετη διασπορά θα πρέπει να επηρεασθεί - είτε με τον προσδιορισμό θέσης του προβολέα σε έναν συγκεκριμένο



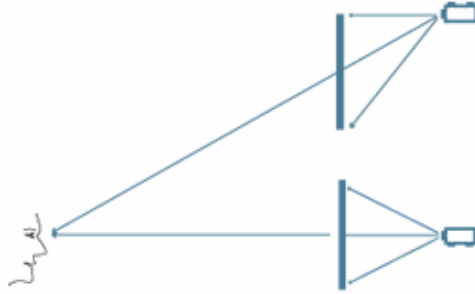
τρόπο, είτε με τον προσδιορισμό των ειδικών πρόσθετων δυνατοτήτων της οθόνης. Ιδανικά η κεντρική κάθετη γραμμή διασποράς πρέπει να στοχεύει τον άξονα στο μέσο τμήμα της περιοχής θέασης.



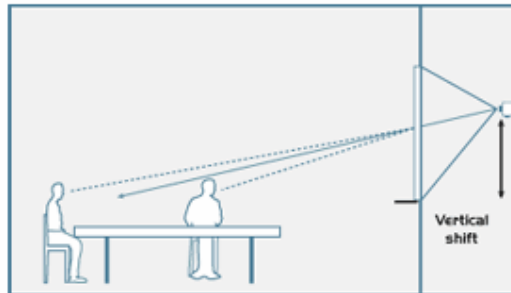
Ο ανωτέρω κεντρικός άξονας της διασποράς (που είναι γνωστός ως γραμμή μέγιστου κέρδους peak gain) ακολουθεί τη γραμμή μεταξύ του κέντρου του φακού του προβολέα και του κέντρου της οθόνης. Όταν η τοποθέτηση των θεατών είναι κάθετη στον κεντρικό άξονα της οθόνης, το σύστημα προβολής θα πρέπει να προβάλλει στο κέντρο κάθετα της οθόνης έτσι ώστε η προβαλλόμενη εικόνα να έχει την μέγιστη φωτεινότητα στον ακριβές στο ύψος ματιών.



Σε περίπτωση που η οθόνη είναι τοποθετημένη υψηλότερα από το κέντρο θέασης, τότε το προβολικό θα πρέπει να μετατοπιστεί υψηλότερα από το κέντρο οθόνης.



Σχεδιάζοντας ένα πλάνο με τις πραγματικές διαστάσεις του χώρου συμπεριλαμβανομένης και της διάταξης των θεατών, είναι σχετικά απλό να υπολογίσει η κάθετη μετατόπιση του προβολικού, που απαιτείται για να βελτιστοποιηθεί την κάθετη διασπορά.

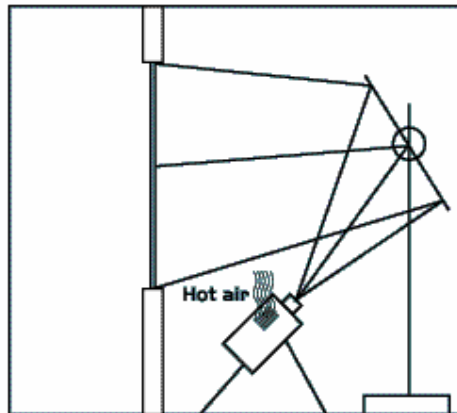


Σχεδιάζοντας ένα πλάνο όπως ανωτέρω, εύκολα να φανεί εάν υπάρχει ικανοποιητικό βάθος για να επιτρέψει την άμεση προβολή. Εάν αυτό είναι εφικτό το επόμενο βήμα είναι να σχεδιαστεί και να υπολογίσει ο τρόπος τοποθέτησης και στήριξης του προβολικού έχοντας υπόψη το βήμα 6. Εάν το βάθος του δωματίου προβολής είναι μικρό, τότε είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ένας ή δυο ανακλαστικός καθρέπτης προβολής.

### **Βήμα 7<sup>ο</sup> – Δωμάτιο προβολής**

Ο βασικός σκοπός του δωματίου προβολής είναι να στεγάσει το προβολικό σύστημα και του ανακλαστικούς καθρέπτες εάν υπάρχουν. Σε πολλές εγκαταστάσεις είναι επίσης εφικτό να χρησιμοποιηθεί για να τοποθετηθούν και τα άλλα συστήματα οπτικοακουστικού εξοπλισμού της αίθουσας. Το δωμάτιο προβολής πρέπει να διαθέτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

- Εξειδικευμένος χώρος. Ο χώρος θα πρέπει να είναι αφιερωμένος μονό για αυτόν τον σκοπό και δεν είναι καλή ιδέα η χρήση του χώρου για άλλες χρήσεις όπως αποθηκευτικός χώρος για διάφορα είδη. Το δωμάτιο πρέπει να είναι πάντα καθαρό και κλειδωμένο για μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα
- Φωτεινά απορροφητικό. Οι επιφάνειες στο δωμάτιο πρέπει να είναι ματ μαύρες για να μπορούν να απορροφούν οποιοδήποτε φως που εισάγεται στο δωμάτιο
- Περιβάλλον φως. Το δωμάτιο προβολής πρέπει να προστατευθεί από όλες τις πηγές περιβαλλοντικού φωτός και να είναι απολύτως σκοτεινό
- Εξαερισμός. Το δωμάτιο θα πρέπει αερίζεται ανάλογα με τη συνολική κατανάλωση ισχύος του εξοπλισμού που εγκαθίσταται στο δωμάτιο τηρώντας τα όρια ασφαλούς λειτουργίας που προτείνουν οι κατασκευαστές.
- Πρόσβαση. Ο προβολέας και ο λοιπός οπτικοακουστικός εξοπλισμός θα πρέπει να είναι τοποθετημένος έτσι ώστε να υπάρχει εύκολη πρόσβαση για τη συντήρηση του.
- Ζεστός αέρας. Ο ζεστός αέρας από τους ανεμιστήρες του προβολέα ή άλλες συσκευές πρέπει να κρατηθεί μακριά από την διαδρομή της προβολής δεδομένου ότι μπορεί να δημιουργήσει τις οπτικές διαταραχές. Εάν αυτό είναι ένα πρόβλημα, απαιτείται η χρησιμοποίηση ενός απλού αγωγού απαγωγής αέρα που κατευθύνει τον ζεστό αέρα μακριά από την διαδρομή προβολής.



## ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑ

### Τι είναι το φως?

Το φως είναι ενέργεια! Ενέργεια υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε κύματα. Οι φωτεινές ορατές εκτάσεις φάσματος από 770nm έως 380nm, με μακριά μήκη κύματος στο κόκκινο τέλος του φάσματος και τα σύντομα μήκη κύματος στο μπλε τέλος του φάσματος.

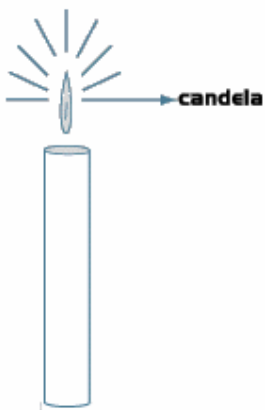


### Φωτεινή ένταση

**Η φωτεινή ένταση από την φωτεινή πηγή είναι ισχύς του φωτός, καθορίζεται σε μια δεδομένη κατεύθυνση και λέγεται *candela* ή *cd*.**

Το άσπρο φως έχει μια ισορροπημένη ποσοστιαία αντιπροσώπευση όλων των χρωμάτων στο φάσμα δηλ. όλα τα μήκη κύματος αντιπροσωπεύουν ένα ίσο ποσό ενέργειας. Αυτό το φάσμα είναι εφικτό από το φως του ήλιου και οι τεχνητές φωτεινές πηγές όπως οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες έχουν χαρακτηριστικά με διαφορετικό χρωματικό φάσμα. Οι συμβατικού τύπου λαμπτήρες πυρακτώσεως έχουν φάσμα με πόλωση στο κόκκινο τέλος του φάσματος, ενώ οι λαμπτήρες φθορισμού τείνουν να έχουν ένα πολύ ανώμαλο φάσμα με τις αιχμές στις πράσινες και μπλε περιοχές του φάσματος. Αυτό επηρεάζει τα αντιληπτά χρώματα.

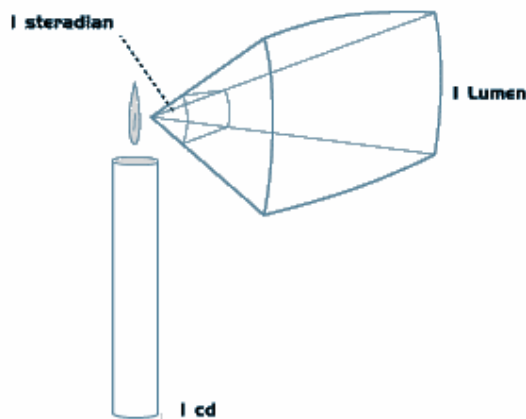
Το φως που βλέπουμε μετριέται με διάφορους τρόπους και ο ακόλουθος είναι ο τρόπος που μετράμε για να καθορίσουμε για σχετικές παραμέτρους όσο αφορά τις παρουσιάσεις μέσω προβολικών μηχανημάτων.



### Φωτεινή ροή

Η candela είναι μια από τις επτά βασικές μονάδες μέτρησης και προσδιορίζει τη φωτεινή ένταση από μια φωτεινή πηγή μια συγκεκριμένη γωνία χωρίς να προσδιορίζει το συνολικό ποσό ακτινοβολίας του φωτός από την φωτεινή πηγή.

Ο επιστημονικός καθορισμός της candela είναι η φωτεινή ένταση, σε μια δεδομένη κατεύθυνση, μιας πηγής που εκπέμπει μονοχρωματική ακτινοβολία συχνότητας  $540 \times 10^{12}$  Hz και που έχει μια ακτινοβολία ένταση σε εκείνη την κατεύθυνση ίση με  $1/683$  watt ανά στερακτίσιο.



### Η φωτεινή ροή είναι ενέργεια.

Η ενέργεια είναι το συνολικό ποσό φωτεινής ενέργειας που ακτινοβολείτε από μια φωτεινή πηγή προς όλες τις κατευθύνσεις. Η φωτεινή ροή μετρείται σε lumens και είναι η παράμετρος που χρησιμοποιείται για να καθορίσει την "φωτεινότητα" ενός προβολέα.

Ένα lumens είναι η ποσότητα φωτεινής ροής ή απλά το συνολικό ποσό φωτεινής ενέργειας που εκπέμπεται σε μια στερεά γωνία ή στερακτίνο από μια σημειακή πηγή που έχει φωτεινή ένταση 1 candela.

Ένα στερακτίνο είναι η τρισδιάστατη γωνία των συγκλίνουσων πλευρών στο κέντρο μιας σφαίρας που καλύπτει το  $1/4 \pi$  της επιφάνειας της σφαίρας. Εάν τοποθετήσουμε στο κέντρο της σφαίρας μια σημειακή φωτεινή πηγή με φωτεινή ένταση 1 candela και μετρήσουμε το φως που εκπέμπεται σε ένα στερακτίνο θα είναι ίση με 1 lumens. Η μονάδα μέτρησης lumens για τους προβολείς περιγράφει τη φωτεινή ροή ή συνολικό ποσό φωτεινής ενέργειας που εκπέμπεται από το φακό του συστήματος προβολής.



Η μονάδα lumens για τα προβολικά συστήματα είναι τυπικά από 200 έως 18.000 lumens.

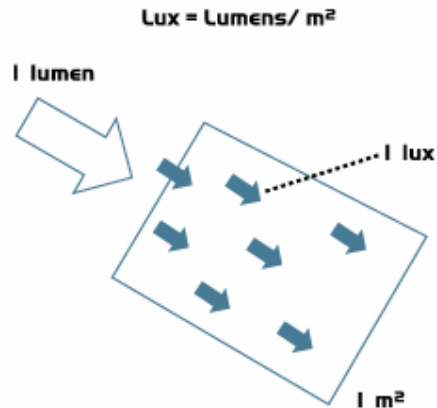
Για τους μεγάλους προβολείς φωτογραφικών διαφανειών μπορεί να φθάσει μέχρι και 100.000 lumens και η φωτεινή ενέργεια παράγεται από πανίσχυρες λάμπες xenon arc.

Εάν η φωτεινή πηγή είναι ισοτροπική δηλ. ακτινοβολώντας το φως ομοιόμορφα σε όλες τις κατευθύνσεις, μια φωτεινή πηγή 1 candela θα εκπέμψει  $4\pi$  lumens δεδομένου ότι αυτό είναι ίσο με  $4 \pi$  στερακτίνα.

Η σχέση μεταξύ lumens και candela είναι  $1 \text{ Cd} = 4\pi \text{ lumens}$  ή  $1 \text{ candela} = 1 \text{ lumen/str.}$

### **Ποσότητα φωτός**

Φωτεινότητα ή επίπεδο φωτεινότητας είναι το ποσό φωτεινής ενέργειας που φθάνει σε ένα δεδομένο σημείο σε μια καθορισμένη περιοχή επιφάνειας. Είναι το lumens ανά επιφάνεια.



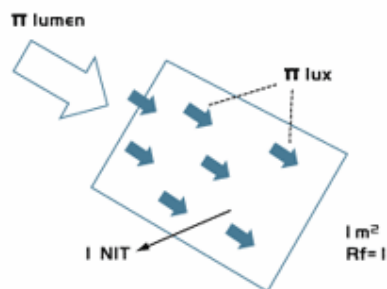
Η ποσότητα φωτός μετριέται σε lux και αυτή η μέτρηση περιλαμβάνει όλο το φως που φθάνει στο σημείο της μέτρησης από ένα 180ο ημισφαίριο.

Η μονάδα Lux μπορεί να είναι από 1 έως 120.000 περίπου.

Η μονάδας μέτρησης Lux χρησιμοποιείται κυρίως για να προσδιορίσει την ποσότητα φωτός σε ένα δεδομένο περιβάλλον. Ένα καθιστικό μπορεί να έχει φωτεινότητα 100 lux περίπου, ένα γραφείο 500 Lux και το άμεσο φως του ήλιου περισσότερο από 120.000 Lux.

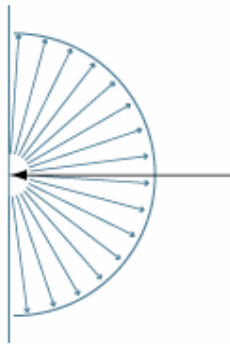
## Φωτεινότητα

Η φωτεινότητα είναι το ποσό φωτεινής ενέργειας που εκπέμπεται από ένα αντικείμενο σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Η φωτεινότητα μετριέται σε candela/m<sup>2</sup> ή cd/m<sup>2</sup>.



Nit ορίζεται η φωτεινότητα που προέρχεται από την αντανάκλαση φωτός πάνω σε λευκή επιφάνια σε επίπεδο μονάδας lux ανά Pi. Η φωτεινότητα είναι η παράμετρος που σχετίζεται πιο

πολύ με την αντιληπτή φωτεινότητα ενός δεδομένου αντικειμένου. Το επίπεδο φωτεινότητας σε παρουσιάσεις είναι μεταξύ 100 και 10.000. Δεδομένου ότι το φως που εκπέμπεται από μια παρουσίαση μπορεί να δημιουργηθεί από την αντανάκλαση ή την απευθείας εκπομπή (π.χ. εμπρόσθια προβολή από προβολικό που βλέπεται ανακλώμενη και άμεση από CRT οθόνη) η σχέση μεταξύ της φωτεινής ροής, φωτισμός και φωτεινότητα, δεν είναι τόσο απλό να εξηγηθεί. Ένας εύκολος τρόπος να διευκρινιστεί αυτή η σχέση είναι κατά η απευθείας όραση στο προβαλλόμενο φως. Η φωτεινότητα θα είναι εξαρτώμενη από το ποσό φωτός που χτυπά το αντικείμενο που συνδυάζεται με τον παράγοντα αντανάκλασης του αντικειμένου. Εάν το αντικείμενο είναι απολύτως σκοτεινό ο παράγοντας αντανάκλασης θα είναι 0 και το αντικείμενο θα γίνει ορατό όπως θα είναι απολύτως μαύρο. Εάν το αντικείμενο είναι λευκό, απεικονίζοντας όλα τα χρώματα ομοιόμορφα και ομοιόμορφα σε όλες τις κατευθύνσεις, ο παράγοντας αντανάκλασης θα είναι 1. Επιστημονικά, το πρότυπο υλικό αναφοράς για αυτόν τον παράγοντα αντανάκλασης 1 είναι μια επιφάνεια του θεικού άλατος. Μια τέτοια επιφάνεια είναι επίσης γνωστή ως επιφάνεια Lambertian, η οποία περιγράφει μια επιφάνεια που απεικονίζει το φως ομοιόμορφα σε ένα ημισφαίριο 180 μοιρών.



Ο τύπος έχει ως εξής:  $cd/m^2 = nit = Rf \times lux/\pi$

Το Rf είναι ο συντελεστής αντανάκλασης, και στην περίπτωση των οθονών προβολής είναι γνωστό ως κέρδος (gain). Οι οθόνες υπολογιστών lap-top έχουν φωτεινότητα 150-250 Nit, και οι οθόνες CRT έχουν φωτεινότητα 50-125 Nit.

Παράδειγμα: ένας προβολέας με φωτεινότητα 1000 lumens προβάλλει σε οθόνη 2 τετραγωνικά μέτρα. Το αποτέλεσμα φωτεινότητας στην οθόνη είναι 500 lux. Η επιφάνεια έχει αντανάκλαση (gain=1) με αποτέλεσμα να έχουμε επιφανειακή φωτεινότητα  $500/\pi = 159.2$  Nit.