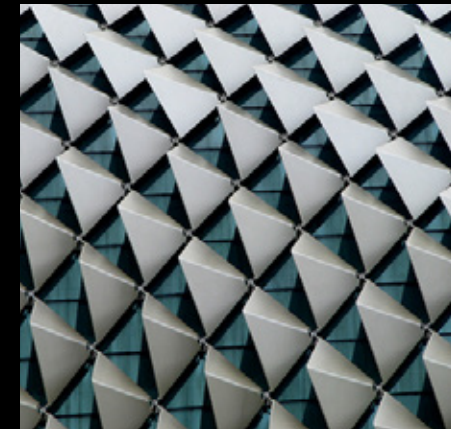




transframing patterns

searching the ideal balance



transframing patterns

searching the ideal balance

Σπυρόπουλος Δημήτρης

Ερευνητική Εργασία, Φεβρουάριος 2013

Τσαγκρασούλης Άρης, Επιβλέπων Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

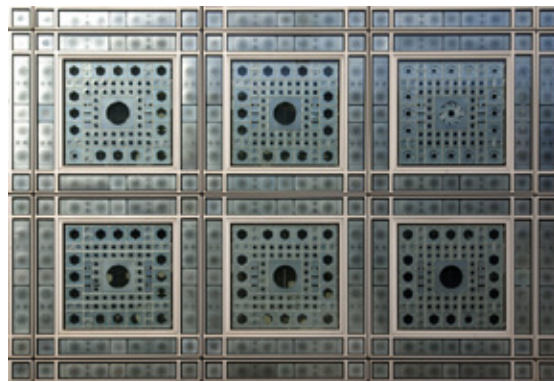
Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	8
2. Εξέλιξη Κελύφους	12
3. Συστήματα Σκίασης	22
3.1 Μορφή	24
3.2 Υλικό	29
3.3 Χρώμα	30
4. Συνθήκες Άνεσης	36
4.1 Θερμική	37
4.2 Ακουστική	43
4.3 Οπτική	43
5. Αίσθηση Χώρου	48

6. Μέλλον	56
6.1 Adaptive Building Initiative	59
6.2 Ned Kahn	61
7. Δοκιμές	66
6.1 Συνθήκες	66
6.2 Προσομείωση Συνθηκών	71
6.3 Οπτική Αντίληψη του Pattern	74
6.4 Πείραμα	78
8. Συμπεράσματα	102
9. Βιβλιογραφία	106
9.1 Έντυπη	106
9.2 Ηλεκτρονική	107

Ευχαριστώ πολύ τον Άρη Τσαγκρασσούλη για την επιμονή του για έρευνα και εμβάθυνση όλα αυτά τα χρόνια και όλους τους φίλους που συμμετείχαν για την πραγματοποίηση του πειράματος.

Εισαγωγή



Το κέλυφος συνιστά βασικό στοιχείο σε κάθε αρχιτεκτονικό έργο με βαρύνουσα σημασία στην αίσθηση που αποκομίζει ο χρήστης από αυτό.

Οι πρώτες μορφές κατοικίας υπήρξαν συμπαγείς και αποκομμένες από τον εξωτερικό χώρο, ενώ με την πάροδο των ετών και την εξέλιξη της τεχνολογίας και κυρίως του γυαλιού, η διαμπερότητα των κτιρίων άρχισε να εμφανίζεται στο προσκήνιο.

Στην πορεία, πέρα από την ίδια την φύση του ανθρώπου, οι σχεδιαστικές τάσεις άρχισαν να τείνουν όλο και περισσότερο προς την απρόσκοπτη επαφή του “μέσα” με το “έξω”. Τα κελύφη άρχισαν να γίνονται όλο και πιο διάτρητα, αγγίζοντας στην σημερινή εποχή, την πλήρη διαφάνεια.

Παρά τις αδιαμφισβήτητες αρετές όσον αφορά την ποιότητα και την αίσθηση που εισπράτει ο χρήστης από μια τέτοια επιλογή (όταν καταφέρνει να ισορροπή επιτυχώς ανάμεσα στην επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και την απαραίτητη ιδιωτικότητα), το διάφανο κέλυφος εμφάνιζε εξ αρχής σημαντικά προβλήματα στην βιωσιμότητα των κτιρίων. Τα κτίρια υπερθερμαίνονταν το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα οι θερμικές απώλειες του κελύφους έκαναν τα κτίρια με μεγάλη διαμπερότητα προβληματικά για την συμβίωση του χρήστη.



Τα προβλήματα αυτά προσπάθησε και προσπαθεί να εξαλείψει η επιστήμη έχοντας σημειώσει πρόοδο, είτε με την βελτίωση των υλικών (γυάλινοι υαλοπίνακες υψηλής απόδοσης με υψηλό U value) ή με την εμφάνιση των συστημάτων σκίασης.

Έτσι, με γνώμονα την βελτίωση της βιωσιμότητας τους, οριζόντια ή κάθετα συνήθως, στοιχεία, άρχισαν να κοσμούν τα κελύφη των κτιρίων με όμορφα αισθητικά αποτελέσματα στην πλειονότητα των περιπτώσεων. Παράλληλα, εσωτερικές περσίδες και σχάρες θα εμφανιστούν για τον ίδιο σκοπό.

Η ανάπτυξη των ψηφιακών μέσων δεν αφήνει ανεπηρέαστη την αρχιτεκτονική, προσφέροντας τη δυνατότητα για την περαιτέρω εξέλιξη του κελύφους σε ανεξερεύνητα μέχρι πριν επίπεδα. Νέες μορφές εμφανίζονται ενώ η έννοια του pattern επαναπροσδιορίζεται.

Είναι γεγονός πως τόσο η βιοκλιματική αρχιτεκτονική μέσα από την εξεύρεση λύσεων όπως η χρήση συστημάτων σκίασης ή η συνεχώς εξελισσόμενη ψηφιακή αρχιτεκτονική μέσα από την δημιουργία δυναμικών μορφών παρουσιάζουν έντονο ενδιαφέρον. Ευμεγεθείς περσίδες σχεδιάζονται για την ικανοποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων ή και πολλές φορές απλά για αισθητικούς σκοπούς. Παραμετρικά pattern δημιουργούνται μέσα από πολύπλοκους αλγόριθμους με βάση διαφορετικά κριτήρια ή και πολλές φορές, απλά στο κυνήγι του εντυπωσιασμού. Τι γίνεται όμως με την εσωτερική αίσθηση του χρήστη;

Αυτό το ερώτημα αποτελεί τον πυρήνα της έρευνας, η οποία εστιάζει στην ανάλυση των παραμέτρων που επιδρούν στην εικόνα που εισπράττει ο χρήστης, αλλά και στην αναζήτηση μιας ιδανικής ισορροπίας ανάμεσα στο ενεργειακά ωφέλιμο και το αισθητικά αποδεκτό. Οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν τις προτιμήσεις του είναι κοινωνικοπολιτισμικοί, ψυχολογικοί και λειτουργικοί. Αυτοί αναλύονται περαιτέρω στο κομμάτι της αισθητικής (μορφή, υλικό, χρώμα), της εξασφάλισης των συνθηκών άνεσης (θερμική, ακουστική, οπτική) και της αίσθησης του χώρου. Επίσης, γίνεται μια αναφορά σε υπάρχουσες αρχιτεκτονικές και τεχνολογικές εξελίξεις που βρίσκονται στο μεταίχμιο της ευρύτερης χρησιμοποίησής τους. Τέλος, διαφορετικά συστήματα σκίασης εξετάζονται μέσα από μια σειρά πειραματισμών, βασισμένων σε φωτομετρικά δεδομένα με τη χρήση φωτογραφίας HDR και του ψηφιακού λογισμικού Photosphere, με απώτερο σκοπό, την καταγραφή των προτιμήσεων του χρήστη με βάση ένα τυχαίο δείγμα ατόμων.

Εξέλιξη Κελύφους



Η εξέλιξη των κτιριακών δομών και του κελύφους αποτελεί σπουδαίο παράγοντα κατανόησης της ανθρώπινης σκέψης και αντίληψης, μέσα από μια καταγραφή μορφών, υλικών, τύπων, με παράλληλη ανάγνωση των ιστορικών δρώμενων. Αυτή η μελέτη παρέχει μια απτή εικόνα όχι μόνο των αρχιτεκτονικών εξελίξεων την εκάστοτε εποχή, αλλά και μια δυνατότητα εύρεσης κοινών μεταβλητών μέσα από αυτό το ταξίδι. Και δη, των προτιμήσεων και επιλογών του ίδιου του δημιουργού, δηλαδή του ανθρώπου.

Οι πρώτες μορφές κατοίκησης πιθανότατα ξεκίνησαν με απλές κατασκευές που χρησιμοποιήθηκαν σαν καταφύγιο από τους ανέμους, τον ήλιο και την βροχή. Σταδιακά, καθώς η επιθυμία για καλύτερη κάλυψη αυξήθηκε, κατάλληλα υλικά εντοπίστηκαν και οι δεξιότητες κατασκευής αναπτύχθηκαν. Αυτή ήταν μια πρώτη μορφή της προσαρμοσμένης στο τοπίο αρχιτεκτονικής που χαρακτηρίζεται από την αξιοποίηση των άμεσα διαθέσιμων τοπικών υλικών και μια βιωματική κατανόηση του κλίματος και της τοποθεσίας. Αυτές οι μορφές κτιρίου εξελίχθηκαν με την πάροδο των γενεών και δεδομένου ότι οι απαιτήσεις ήταν σχετικά απλές, ο σχεδιασμός, τα δομικά υλικά και οι τεχνικές κατασκευής εξελίχθηκαν με το ρυθμό που υπαγορεύεται από την ανάγκη και αντιστοίχηση των διαθέσιμων πόρων.



Με την ακμή της κοινωνίας, των οικοδομικών υλικών και των τεχνικών που αναπτύχθηκαν είχαμε τη μετάβαση από καλάμια και λάσπη σε βιομηχανοποιημένη ψημένη λάσπη και τούβλα. Για αρκετές χιλιάδες χρόνια, οι τοίχοι στην Ευρώπη και αλλού χτίστηκαν από λιθοδομή, ξύλο ή αργιλική ύλη. Λόγω του μεγέθους ή της μάζας τους, αυτοί οι τοίχοι ήταν εξαιρετικά ισχυροί και ανθεκτικοί ενώ με την προσθήκη μιας μικρής ποσότητας προστατευτικού υλικού μέσα τους, οι θερμομονωτικές τους δυνατότητες αυξάνονταν σημαντικά. Παραδοσιακά κτίρια στο Νέο Μεξικό και Ρωμαϊκά κτίρια από τούβλο και μπετόν χτίστηκαν για να απορροφούν, να αποθηκεύουν και να απελευθερώνουν θερμότητα και ηλιακή ακτινοβολία, έτσι ώστε η καθαρή ροή ενέργειας να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ισορροπημένη. Όταν το κλίμα ήταν ψυχρότερο και η τοικοποιία δεν ήταν επαρκής, τότε κορμοί δέντρων, ενθέματα πηλού ή άλλα υλικά της φύσης χρησιμοποιούνταν για να βελτιώσουν την δυνατότητα μόνωσης των κατοικιών (πχ. Mesa Verde, πλίνθινη κοινότητα)³.

Η Βιομηχανική Επανάσταση άλλαξε δραματικά την κατάσταση οδηγώντας σε ραγδαία πρόοδο με την εμφάνιση νέων υλικών, προϊόντων και τεχνικών. Νέα συστήματα και μορφές ενέργειας έδωσαν την δυνατότητα εξασφάλισης ενός άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος ακόμα και σε λιγότερο κατοικήσιμα κλίματα. Η κτιριακή δομή και η μορφολογία της, αφομοίωσε τεχνικές και υλικά που ήταν προϊόντα ριζοσπαστικών αλλαγών στην μικρή αναλογικά χρονική περίοδο από τον 19ο αιώνα μέχρι σήμερα.

Η εξειδίκευση και η μαζική παραγωγή, οι πυλώνες της Βιομηχανικής Επανάστασης, διείσδυσαν με αργά βήματα και στην βιομηχανία των κτιρίων. Η δομή και το κέλυφος των κτιρίων σε ένα μικρότερο βαθμό άρχισαν να θεωρούνται ξεχωριστά τμήματα της κατασκευαστικής διαδικασίας. Πολλά κτίρια εξελίσσονταν σαν ένας ενδότερος σκελετός που περιβαλλόταν από έναν εξωτερικό μανδύα. Στην Δύση, οι παραδοσιακές ως τότε τοικοποιίες παρέδωσαν τη σκυτάλη σε πιο ευέλικτες κατασκευαστικές δομές που πολλές φορές δεν παραλάμβαναν φορτίο.

Οι τυπικές ξύλινες κατοικίες της εποχής άρχισαν να αντικαθίστανται από το αποτελεσματικότερο σύστημα ξύλινου κελύφους του Augustine Deodat Taylor που εφεύρε το 1833 και χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα μετά την Μεγάλη Φωτιά στο Σικάγο το 1871. Στην Ευρώπη, μεταλλικοί σκελετοί με στατική ικανότητα άρχισαν να χρησιμοποιούνται σε Αγγλικούς Ανεμόμυλους και αποθήκες. Στα μέσα του 19ου αιώνα εύκαμπτα πλαίσια χυτοσίδηρου και αργότερα κατεργασμένου σιδήρου εμφανίστηκαν σε σταθμούς τρένων στην Αγγλία. Έτσι, το Palm House (1845) στο Kew Gardens και το περίφημο Crystal Palace (1851) στο Λονδίνο εμφανίστηκαν όντας τα πρώτα παραδείγματα κτιρίων με προκατασκευασμένα μεταλλικά στοιχεία λεπτού περιβλήματος και ευρεία χρήση υαλοπινάκων για την επίτευξη διαφάνειας¹. Το συνολικό περίβλημα του όμως από ενενήντα τρεις χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα, έθετε σοβαρά προβλήματα κλιματιστικών συνθηκών. Οι επιθυμητές περιβαλλοντολογικές συνθήκες, ωστόσο, ήταν οι ίδιες με τις συνθήκες που απαιτούσαν τα καμπίνα θερμοκήπια του London, ικανοποιητικό δηλαδή αερισμό και μετρίασμό της ζέστης του ηλίου. Παρ' όλη την υπερύψωση του κτιρίου πάνω από το έδαφος και τη διαμόρφωση του πατώματος, καθώς και την τοποθέτηση ρυθμιζόμενων ανοιγμάτων στους τοίχους που δημιούργησαν ικανοποιητικό αερισμό, η συσσώρευση της ηλιακής θερμότητας δημιούργησε ένα πρόβλημα, το οποίο δεν λύθηκε με ικανοποιητικό τρόπο. Αποφάσισαν τελικά να σκιάσουν τη στέγη με τέντες από караβόπανο, χωρίς βέβαια να αποτελεί λύση ενσωματωμένη στο σύστημα του κτιρίου. Μερικά χρόνια αργότερα, η αποθήκη St. Ouen Docks (1865) στο Παρίσι, ήταν το πρώτο πολυώροφο κτίριο όπου για όλα τα φορτία συμπεριλαμβανομένης της εξωτερικής τοικοποιίας, αναλάμβανε ο μεταλλικός σκελετός. Αυτός ο τρόπος κατασκευής άρχισε να εδραιώνεται από τα τέλη του 19ου αιώνα σε μια πιο σύγχρονη υλοποίηση στην Αμερική, και κυρίως στο Σικάγο με την κατασκευή ουρανοξυστών εμπορικής χρήσης. Ο πρώτος μεταλλικός ουρανοξύστης (Home Life Insurance, 1884) και το πρώτο εξολοκλήρου μεταλλικό κτίριο (Rand McNally, Burnham and Root Architects, 1890) χτίστηκαν στο Σικάγο².



Η γέννηση του σύγχρονου ουρανοξύστη ξεκίνησε με την κατασκευή του Home Life Insurance του William Le baron Jenney το 1884. Σε αυτό το κτίριο, δέσποζε ο μεταλλικός σκελετός, ο οποίος αναλάμβανε και όλο το φορτίο της κατασκευής. Η λεπτή τοιχοποιία στηριζόταν εξέχοντας από το πλαίσιο σαν κουρτίνα που πάταγε πάνω στις γωνίες των δοκαριών. Το 1895, ο D.H. Burnham με το Reliance Building στο Chicago, εισήγαγε σημαντικές τεχνολογικές καινοτομίες που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα, όπως οι γυάλινοι υαλοπίνακες ή οι ανεγκυστήρες². Με αυτές τις συνθήκες, ο Louis Sullivan, ο οποίος έχει μείνει στην ιστορία με το περίφημο “η αισθητική ακολουθεί την λειτουργικότητα” (form follows function), έφερε την αισθητική υπόσταση του ουρανοξύστη στην εποχή της ωριμότητας με το Carson Pirie Scott Department Store, το 1899¹. Το 1921 ο αρχιτέκτονας Mies van der Rohe συμμετείχε σε ένα διαγωνισμό για έναν ουρανοξύστη στη Friedrichstrasse στο Βερολίνο. Προσπαθούσε να χειριστεί το γυαλί σαν μια πολύπλοκη ανακλαστική επιφάνεια, δεκτική στις μεταμορφώσεις που μπορούσε να προκαλέσει φως. Το κτίριο επρόκειτο να καλυφθεί εξ ολοκλήρου από γυαλί και καθιστά μια εντύπωση από κάτι σχεδόν άυλο.

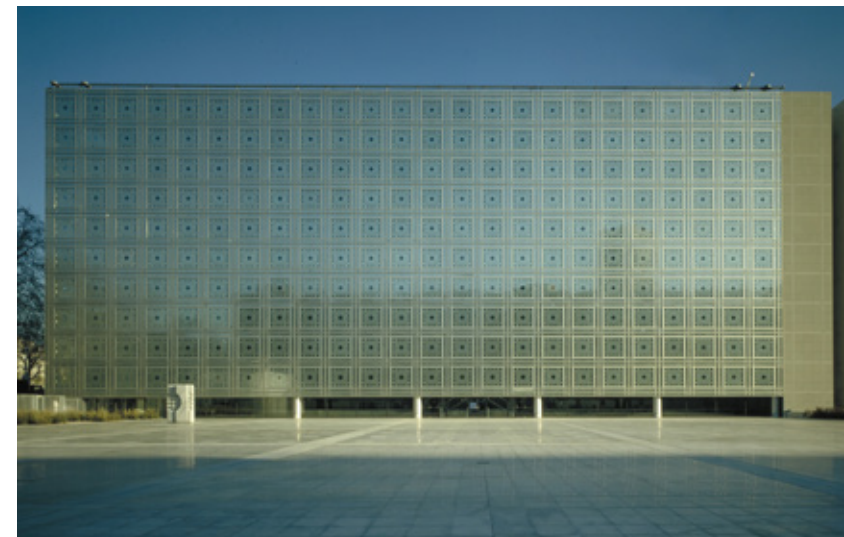
Η έλευση αυτοστηριζόμενου μεταλλικού σκελετού και στην συνέχεια, ενισχυμένου σκυροδέματος οδήγησε στην ανάπτυξη λεπτών και ελαφρών επιδερμίδων των κτιρίων με μεγάλα ανοίγματα. Οι τεχνολογικές εξελίξεις και η ευμάρεια της εποχής που ακολούθησαν τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο ενίσχυσαν αυτήν την τάση. Από υπερμεγέθεις εμπορικές κατασκευές έως βιομηχανικά κτίρια, ο συνδυασμός χαμηλής θέρμανσης, χαμηλού κόστους τεχνητού φωτισμού, ψευδοροφών και πλήρων κλιματιζόμενων συστημάτων έγιναν ο κανόνας μετά το 1945. Η μορφολογία των κτιρίων έγιναν γρήγορα το ζητούμενο για το αρχιτεκτονικό όραμα αρχιτεκτόνων όπως ο Le Corbusier, ο Mies Van Der Rohe και η σχολή του Bauhaus. Το περιορισμένο ενδιαφέρον για το τοπίο, το κλίμα και το περιβάλλον, εξισορροπούνταν μέσα στο πλαίσιο του “Διεθνούς Στυλ”. Μέσα στην ίδια περίοδο, οι απαιτήσεις για άνεση, αντοχή και χρηστικότητα αυξάνονταν¹.

Αυτές οι σχετικά πρόσφατες αλλαγές στην κατασκευαστική δομή και μορφολογία, στα υλικά όπως και όσον αφορά τη συνδεσμολογία, δεν οδηγούσαν πάντα σε βελτίωση της διάρκειας ζωής ή βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών για τον χρήστη.



Η επιτομή αυτών των αλλαγών ως ένα σημαντικό βαθμό ήταν ο ουρανοξύστης. Τα ψηλά κτίρια, εκτίθενται σε πιο ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες και λόγω αυτής της έκθεσης τους, η ικανότητα του διαμπερούς κελύφους να συνεισφέρει στον έλεγχο του εσωτερικού περιβάλλοντος ήταν ανεπαρκής και έτσι, το ζήτημα της διάρκειας αλλά και ποιότητας ζωής που παρεχόταν στο χρήστη έγινε σημαντικό. Το γυαλί από την φύση του, αφήνει το φως να το διαπερνά, η αύξηση όμως και της θερμοκρασίας που αυτή η ιδιότητα εμπεριέχει είναι αναπόφευκτη. Η διαμπερότητα φάνταζε (και φαντάζει) το οικουμενικά ζητούμενο, όχι όμως χωρίς κόστος. Το Equitable Savings and Loan Building (1948) στο Portland, ήταν το πρώτο κτίριο γραφείων με γυάλινα υαλοπετάσματα (τουλάχιστον στις Η.Π.Α.) που ήταν πλήρως μονωμένο και εξοπλισμένο με κλιματισμό. Ομοίως, στα επόμενα Lever House και United Nations Building, η επιλογή υαλοπίνακα διπλής επένδυσης με ισχυρό σύστημα κλιματισμού ήταν η λύση που επιλεγόταν^α.

Χωρίς προστασία από τον ήλιο, οι μεγάλες επιφάνειες γυαλιού στους ουρανοξύστες οδηγούσαν σε μεγάλες και άμεσες μεταβολές θερμοκρασίας, ακόμα και θάμβωσης. Οι γοητευτικές αυτές όψεις ήταν αδύνατο να ελέγξουν ικανοποιητικά τη ροή της θερμοκρασίας, ανέμου, θορύβου. Αυτές οι αδυναμίες που δυσχέραιναν την εσωτερική αίσθηση του χρήστη έπρεπε να αντιμετωπιστούν με έναν πιο ισχυρό τρόπο καθότι ο κλιματισμός του κτιρίου δεν στεκόταν πάντα επαρκής παράγοντας



παροχής συνθηκών άνεσης για τον χρήστη χώρια το γεγονός ότι, ήταν (και είναι) ιδιαίτερα ενεργηβόρος. Η λύση με υαλοπετάσματα με μεγάλη ανακλαστικότητα που χρησιμοποιούνταν για να αποκόπουν τα ηλιακά κέρδη προκαλούσαν πολλές φορές ακριβώς το ίδιο πρόβλημα υπερθέρμανσης από τις εγκαταστάσεις που απαιτούνταν για την ενίσχυση του τεχνητού φωτισμού.

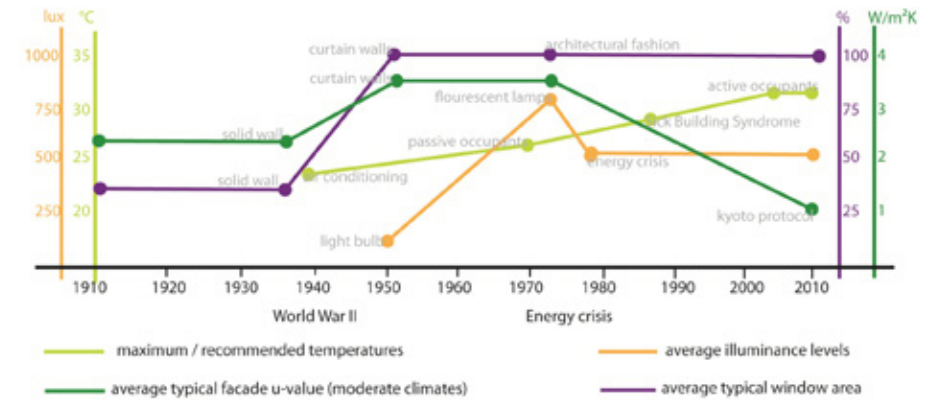
Η λύση δόθηκε με την εμφάνιση των συστημάτων σκίασης. Κάποιοι αρχιτέκτονες άρχισαν να ερευνούν λύσεις μέσω μιας φιλοσοφίας σχεδιασμού υψηλής τεχνολογίας που ενσωμάτωνε τα απαραίτητα στοιχεία της λειτουργίας μιας πρόσοψης με μηχανικά συστήματα. Ο όρος διαδραστικός τοίχος πλάσθηκε για να αντιπροσωπεύσει το πρώτο βήμα προς τη συμπαγή μορφή μιας μονάδας αποτελούμενης από τυφλά ή μη πετάσματα και μηχανικά συστήματα σκίασης – αερισμού.

Επιπλέον, η κρίση του πετρελαίου το 1973, έκανε την ανάγκη για καλύτερα σε απόδοση κτίρια ακόμα πιο έντονη. Τα κτίρια σχεδιάζονταν με στόχο την κατανάλωση μικρότερων πόρων, η μόνωση ήταν αποτελεσματικότερη, και αν και αυτό επέφερε μερικά νέα προβλήματα όπως υγρασία ή χαμηλή ποιότητα εσωτερικού αέρα, έκανε ξεκάθαρο στους αρχιτέκτονες ότι η γνώση εννοιών όπως η ενεργειακή απόδοση ήταν πλέον απαραίτητη για τη σχεδίαση βιώσιμων και καλύτερων κτιρίων.

Η νέα σχεδιαστική φιλοσοφία από τα τέλη του 20ου αιώνα και μέχρι σήμερα, είναι προϊόν της εξέλιξης της τεχνολογίας και πιο συγκεκριμένα



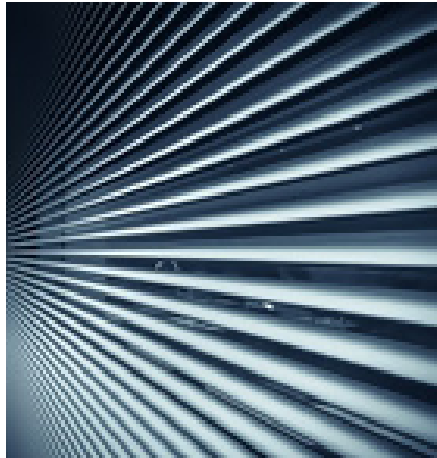
Ιστορικές Επιρροές Σχεδιασμού Κτιρίων Και Άνεσης Χρήστη



των υπολογιστών. Λογισμικά σχεδίασης επιτρέπουν την δημιουργία πολυποίκιλων μορφών που ελέγχονται μέσα από διαφορετικές παραμέτρους που αλλάζουν δυναμικά το σχήμα τους. Η τεχνολογική εξέλιξη και η βελτίωση των αυτοματοποιημένων μεθόδων παρασκευής, έκαναν την κατασκευή τέτοιων μορφών πραγματοποιήσιμη με ένα από τα πρώτα παραδείγματα να είναι αυτό του Frank Gehry το 1992 στη Βαρκελώνη (Fish Structure).

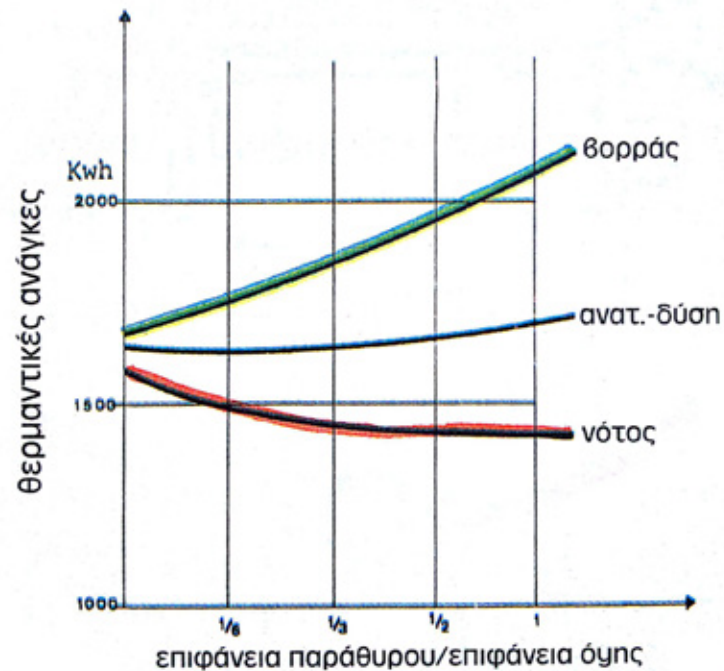
Μελετώντας την ιστορία της εξέλιξης του κελύφους σε συνάρτηση με την εξέλιξη της επιστήμης, παρατηρούμε την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σε θέματα αλληλεπίδρασης και βελτίωσης της σχέσης του χρήστη με το κτίριο και της αρμονικότερης συνύπαρξης του εξωτερικού με το εσωτερικό περιβάλλον, στοιχεία που βρίσκονταν σε δεύτερη μοίρα μέχρι το πρόσφατο παρελθόν. Πλέον, η ικανότητα της πρόβλεψης της απόδοσης και του σχεδιασμού ενός ευμετάβλητου και προσαρμοστικού (Adaptive) στις συνθήκες κτιρίου γίνεται όλο και σημαντικότερη.

Συστήματα Σκίασης



Όπως είδαμε στην εξέλιξη της ιστορίας, η τάση προς την όλο και αυξανόμενη διαμπερότητα που προτιμά ο χρήστης, επιφέρει και πολλά ζημιογόνα φαινόμενα για τον εσωτερικό χώρο. Αδυναμία επαρκούς θερμικής προστασίας του εσωτερικού περιβάλλοντος, δυσμενείς συνθήκες άνεσης που ακόμα και όταν αντιμετωπίζονται μηχανικά, επιφέρουν ακόμα περισσότερα ζητήματα. Είναι γνωστή εξάλλου η ιστορία του μουσείου της Ντίσνεϋ στο Λος Άντζελες (Frank Gehry) όπου λόγω της υπερθέρμανσης του κτιρίου έλιωναν ακόμα και τα αγάλματα που κοσμούσαν τους εσωτερικούς του χώρους.

Σε ενεργειακά ζητήματα, στην Ευρώπη ο τομέας των κτιρίων παράγει σήμερα το 55% περίπου των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο είναι και το βασικό αέριο που ενοχοποιείται για την κλιματική αλλαγή, καθώς και για τις αρνητικές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον. Η λύση των συστημάτων σκίασης, σαν φιλοσοφία βιοκλιματικού σχεδιασμού, πέρα από την αξιοπρόσεκτη μείωση των παραπάνω φαινομένων, συνεισφέρει και σε τρεις σημαντικούς στόχους:



α) Την απεξάρτηση από το πετρέλαιο. Μετά από την ενεργειακή κρίση το 1973, ο ρόλος του πετρελαίου στην οικονομική και καθημερινή ζωή αναδείχθηκε ακόμα πιο πολύ γι' αυτό και τότε ξεκίνησαν οι πρώτες προσπάθειες μείωσης της χρήσης του. Η χρήση φυσικών μεθόδων προστασίας του κτιρίου συνεισφέρει σημαντικά σε αυτό.

β) Την εξοικονόμηση χρήματος. Η μειωμένη ηλιακή ακτινοβολία που διεισδύει στο εσωτερικό του κτιρίου εξομαλύνει σημαντικά τις συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό του και κάνει πολλές φορές περιττή την ανάγκη χρήσης κλιματισμού. Με την περίοδο κρίσης της σύγχρονης εποχής, η οικονομία για τους χρήστες των κατοικιών είναι πολύ σημαντική έστω και αν παραμελείται πολλές φορές από τους αρχιτέκτονες.

γ) Την προστασία του περιβάλλοντος. Ο περιορισμός χρήσης των μηχανικών μέσων περιορίζει παράλληλα και την χρήση ηλεκτρισμού ή συμβατικών καυσίμων, άρα και τη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Μορφή

Εκτός από το ίδιο το σύστημα σκίασης, σημαντικό ρόλο παίζει το άνοιγμα στο οποίο τοποθετείται, με θέματα όπως το μέγεθος και ο

προσανατολισμός τους να είναι τα πιο ουσιώδη. Το γυαλί είναι υλικό πολύ λίγο θερμομονωτικό. Οι θερμικές απώλειες από τα υαλοστάσια είναι πολλαπλάσιες σε σύγκριση με μια τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη. Με τον κατάλληλο προσανατολισμό το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί πηγή θερμικών απωλειών αλλά και απολαβών από τον ήλιο. Οι πιο πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι ο ιδανικότερος προσανατολισμός είναι νότια με 30° απόκλιση ανατολικά ή δυτικά.

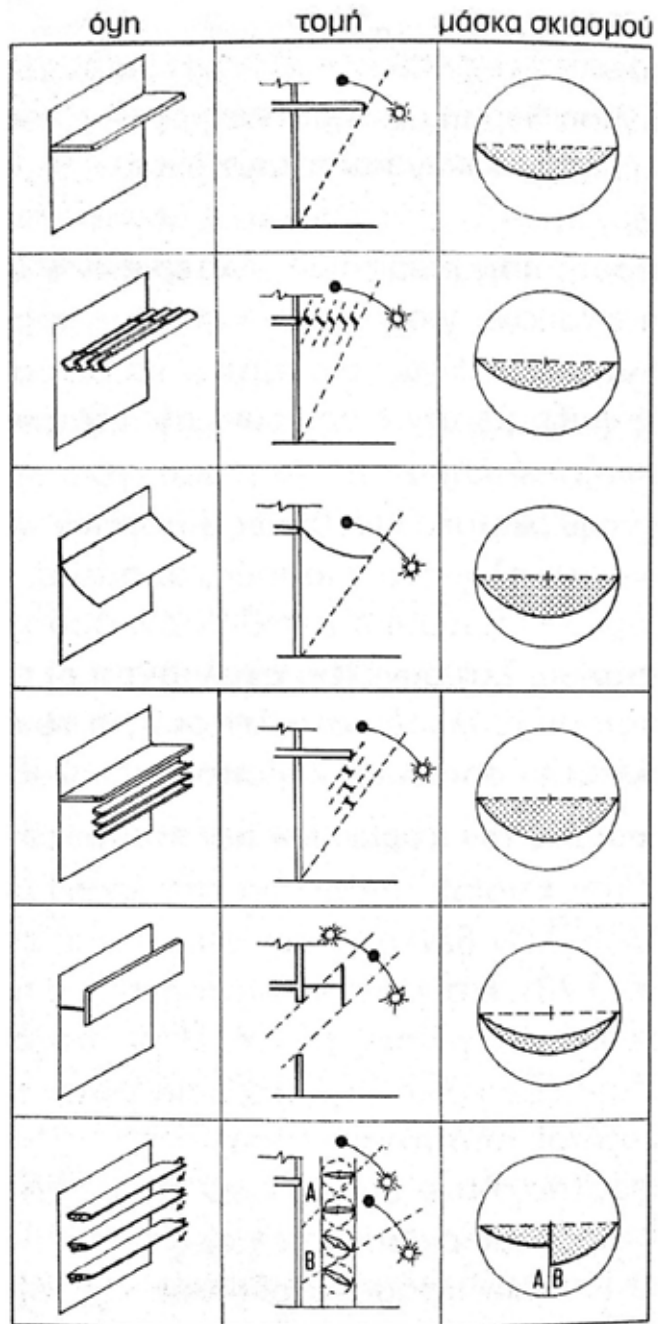
Οπότε, τα ιδανικά μεγέθη ως προς τις διαστάσεις του είναι μεγάλα ανοίγματα προς το νότο, με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μετρίων διαστάσεων στην ανατολή και τη δύση και μικρά σχετικά ανοίγματα στη βορεινή πλευρά του κτιρίου με διπλό τζάμι, εκτός κι αν η θέα βρίσκεται στον βορρά οπότε αναγκαστικά μεταβάλλεται το μέγεθος των ανοιγμάτων. Ο προσανατολισμός αποτελεί καθοριστικό παράγοντα και για τη μορφή των σκιάστρων. Συγκεκριμένα, εξαρτάται από την εκάστοτε γωνία ύψους και αζιμουθίου των φαινόμενων τροχιών του ήλιου.

Το σκίαστρο πρέπει να ικανοποιεί όσο το δυνατόν καλύτερα τις παρακάτω προδιαγραφές:

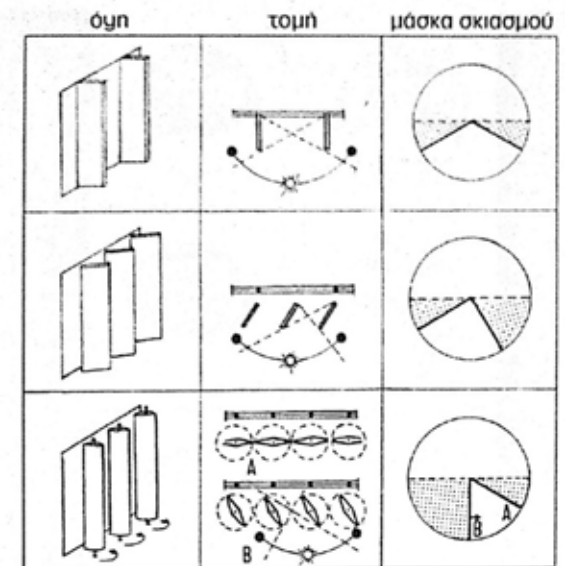
- να σκιάζει επαρκώς (το καλοκαίρι προς αποφυγή υπερθέρμανσης, αλλά και τον χειμώνα όταν το ηλιακό ύψος είναι μικρό και προκαλείται ευκολότερα θάμβωση)
- να μην μειώνει υπερβολικά τα επίπεδα φωτισμού στο χώρο και
- να δίνει τη δυνατότητα θέας προς τα έξω (εκτός εάν για κάποιους λόγους αυτό δεν είναι επιθυμητό)

Βέλτιστη σκίαση επιτυγχάνεται όταν το σύστημα βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου έτσι ώστε να αποφεύγεται η διείσδυση του ήλιου και η επακόλουθη υπερθέρμανση του χώρου. Η προστασία με περσίδες τοποθετημένες στο εσωτερικό των υαλοστασίων προσφέρει μεν μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, όμως δεν προστατεύει τον χώρο ικανοποιητικά από το φαινόμενο της υπερθέρμανσης. Η ενδιάμεση τοποθέτηση των σκιάστρων ανάμεσα σε διπλή όψη παρουσιάζει ενδιαφέρον, έχει και αυτή όμως μειονεκτήματα σε ζητήματα κόστους και αποτελεσματικότητας. Άλλοι παράγοντες που καθορίζουν τη μορφή του είναι:

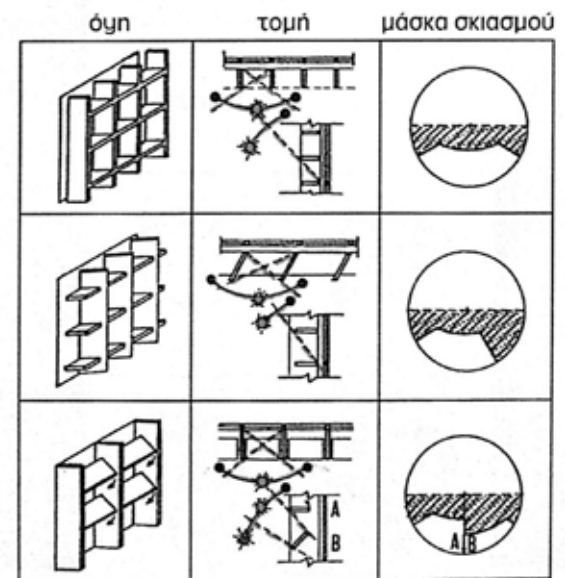
- α) η χρήση του χώρου
- β) ο προσανατολισμός της όψης
- γ) η μορφή των ανοιγμάτων (συνεχόμενα, διακοπτόμενα από τοίχους)
- δ) η αισθητική του κτιρίου και η μορφολογία των ανοιγμάτων
- ε) το συνολικό κόστος της κατασκευής (επένδυση και κόστος λειτουργίας)



Μορφές Οριζόντιων Σκιάστρων για Νότια Όψη



Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη



Μορφές Περσίδων για Ν.Δ. Ν.Α. Όψη



Όσον αφορά τον προσανατολισμό, σύμφωνα με μελέτες έχει προκύψει ότι:

α) για νότιο προσανατολισμό, τα καταλληλότερα συστήματα σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος της προεξοχής των περσίδων, έτσι ώστε το μεν καλοκαίρι να διασφαλίζεται πλήρης σκίασμός των ανοιγμάτων ενώ το χειμώνα να επιτρέπεται η διέλευση του ήλιου μέσα στον χώρο.

β) για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, αποτελεσματικότερες είναι οι κατακόρυφες περσίδες καθότι ο ήλιος βρίσκεται πιο χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα. Η σταθερή όμως σκίαση παρεμποδίζει και τον ηλιασμό του χώρου τον χειμώνα. Συνεπώς η κινητή ηλιοπροστασία είναι προτιμότερη.

γ) για νοτιοανατολικό ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό, είναι προτιμότερη η χρήση συνδυασμού οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων υπό μορφή εσχάρας. Η μορφή τους καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου τους καλοκαιρινούς μήνες.

Για τον προσδιορισμό της μορφής τους χρησιμοποιούνται ως εργαλεία σχεδιασμού οι ηλιακοί χάρτες και ο μετρητής σκίασμού³.

Η αξιολόγηση της αποδοτικότητας των συστημάτων σκίασης έχει δείξει ότι τα σταθερά σκίαστρα ανεξάρτητα από προσανατολισμό παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την αποτελεσματικότητά τους. Για παράδειγμα, η πλήρης ηλιοπροστασία τον Αύγουστο είναι απολύτως επιθυμητή λόγω

του κινδύνου της υπερθέρμανσης όμως διακόπτει ταυτόχρονα τον ηλιασμό τον Απρίλιο όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι ευεργετική για το κτίριο.

Σαν συνέπεια, η κινητή ηλιοπροστασία παρουσιάζει πλεονεκτήματα λόγω της ευελιξίας και της δυνατότητας ρύθμισης από τους ενοίκους ανάλογα με τις ανάγκες τους. Το είδος, η μορφή και η λειτουργία τους εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου και το ωράριο λειτουργίας του. Πχ. άλλες είναι οι απαιτήσεις μιας κατοικίας και άλλες ενός κτιρίου γραφείων όπου απαιτείται επάρκεια σε φυσικό φωτισμό αλλά αποφυγή φαινομένων όπως θάμβωση ή ανάκλαση του φωτός στο επίπεδο εργασίας. Επίσης, παρότι απαιτεί μεγαλύτερο κόστος κατασκευής, τα μακροπρόθεσμα οφέλη της είναι μεγαλύτερα λόγω της μεγαλύτερης εξοικονόμησης ενέργειας από τη χρήση κλιματιστικού.

Φυσικά, η επιλογή του συστήματος σκίασης, όπως θα αναλύσουμε και εκτενέστερα, καθορίζεται και από αισθητικά κριτήρια. Η διείσδυση του φωτός, τα μοτίβα, οι σκιές που αφήνει στον εσωτερικό χώρο, ο βαθμός διαφάνειας του κελύφους είναι ζητήματα που επαφίενται πολλές φορές στην επιθυμία του χρήστη και απαιτούν μια ανάλογη σχεδιαστική επίλυση. Παρόλαυτα, αποτελεί σημαντικό και ανεξερεύνητο σε μεγάλο βαθμό ζήτημα, ο βαθμός ικανοποίησης και συνολικής αίσθησης του χρήστη στο εσωτερικό του κτιρίου. Ενώ δηλαδή, στην θεωρία, κάποιες λύσεις φαντάζουν ως ενδεδειγμένες, έχει ενδιαφέρον πώς ο ίδιος ο χρήστης του κτιρίου εισπράττει αυτή την σχέση.

Υλικό

Τα υλικά που επιλέγονται, απαιτείται να έχουν ιδιότητες που εξασφαλίζουν την εύρυθμη και αξιόπιστη λειτουργία τους και φυσικά να ικανοποιούν και τα αισθητικά κριτήρια του χρήστη. Ιδιότητες όπως η ανακλαστικότητα, η επιφάνεια, το χρώμα ή το βάρος καθορίζουν στο βαθμό που τους αναλογεί και την τελική επιλογή.

Όσον αφορά τα ανοίγματα οι επιλογές περιορίζονται στον τύπο του υαλοπίνακα (πχ. διπλός, τριπλός) καθώς και στον βαθμό ανακλαστικότητάς του, έτσι ώστε να φιλτράρει επαρκώς τον βαθμό διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας σε σημείο που δεν ανακόπτει την απαιτούμενη διαφάνεια που επιθυμεί ο χρήστης.

Τα συστήματα σκίασης αυτά καθ' αυτά κατασκευάζονται συνήθως είτε από αλουμίνιο είτε από ξύλο ή ακόμα και από συνθετικά υλικά για πιο εξειδικευμένες κατασκευές. Πέραν του βάρους, τα υλικά αυτά ικανοποιούν και τα επίπεδα ανακλαστικότητας που απαιτούνται ώστε να



αποφεύγονται στο εσωτερικό του κτιρίου φαινόμενα θάμβωσης. Βέβαια, δεν είναι ασυνήθιστη και η κατασκευή σταθερών συστημάτων σκίασης από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπου αφομοιώνονται πιο φυσικά στην μορφολογία του κτιρίου με χαρακτηριστικό παράδειγμα την Μεξικανική Πρεσβεία στο Βερολίνο (2001).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια παρουσιάζονται θερμοχρωμικά υλικά, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν το χρώμα των επιφανειών, ανάλογα με τη θερμοκρασία, απορροφώντας την ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και ανακλώντας την το καλοκαίρι. Σύμφωνα με μελέτες, καταγράφεται διαφορά θερμοκρασίας έως και 20 βαθμών Κελσίου, σε αντιστοιχία με μία επιφάνεια βαμμένη με ένα κοινό υλικό. Στο εσωτερικό του κτιρίου, αυτό σημαίνει ότι μπορεί η θερμοκρασία να ανέβει κατά 2 βαθμούς στη διάρκεια του χειμώνα και να κατέβει κατά 3-4 βαθμούς κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, γεγονός που μεταφράζεται σε μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Χρώμα

Καθοριστικός αισθητικός και ψυχολογικός παράγοντας στην αίσθηση και τις προτιμήσεις του ανθρώπου πάνω σε οποιαδήποτε μορφή είναι το χρώμα.

Συνηθίζεται να ταξινομούμε τα χρώματα ανάλογα με την “θερμοκρασία” τους σε θερμά και ψυχρά. Θερμά χρώματα θεωρούνται το κόκκινο, το



πορτοκαλί και το κίτρινο ενώ ψυχρά, το μπλε και το ιώδες. Όσον αφορά το χρώμα του φωτός, αν $CCT > 5300\text{ K}$ τότε το χρώμα είναι ψυχρό, αν $3300 < CCT < 5300\text{ K}$ θεωρείται λευκό και αν $CCT < 3300\text{ K}$ τότε θεωρείται θερμό. Ορισμένοι ερευνητές διερωτήθηκαν αν αυτό το αίσθημα θερμότητας έχει καθαρά φυσιολογική προέλευση ή ψυχολογική, σαν επακόλουθο της φυσιολογικής, λόγω της μεταβολικής δράσης της παραγωγής θερμότητας. Τα πειράματα έδειξαν ότι ενώ σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν ενδείξεις, δεν υπάρχει καμία αυταπόδεικτη σχέση ανάμεσα στην αίσθηση θερμότητας και την αίσθηση του χρώματος του περιβάλλοντος χώρου, στα συνηθισμένα όρια άνεσης. Η αίσθηση του κρύου και της ζέστης υπάρχουν ανεξάρτητα, όμως, από την τροποποίηση της θερμικής κατάστασης του ατόμου⁴.

Φαίνεται ότι υπάρχει ένας κόσμος χρωμάτων όπως υπάρχει και ένας κόσμος σχημάτων. Είναι γνωστό ότι μια οξεία γωνία μπορεί να προκαλέσει ένα έντονο συναίσθημα κινδύνου, ακριβώς αντίθετα απ' ότι μια στρογγυλή σφαίρα. Ένας εδραζόμενος κύβος δημιουργεί την εντύπωση της σταθερότητας. Τι συμβαίνει με τα χρώματα; Πειράματα που γίνονται από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα από γιατρούς, ψυχιάτρους και φυσικούς, οδήγησαν στην καθιέρωση συγκεκριμένων νόμων που διέπουν τη χρωματική ευαισθησία ατόμων διαφορετικής μόρφωσης και καλλιέργειας με κοινωνικό συναίσθημα και ψυχική υγεία. Οι μετρήσεις έγιναν με σπηθασκόπιο, μετρητή της αρτηριακής πίεσης, μετρητή της ηλεκτροαγωγιμότητας, ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και κατέληξαν στον

εξής γενικό κανόνα: Ως προς την ένταση της διέγερσης της όρασης τα χρώματα μπορούν να καταταχθούν με την σειρά των χρωμάτων του φάσματος επειδή η ένταση των οπτικών συναισθημάτων παρακολουθεί τους κυματισμούς. Αυτό εξηγεί την βαθμιαία αύξηση των δυναμικών δράσεων που προκαλούνται από το ιώδες (συναίσθημα ηρεμίας) προς το κόκκινο (συναίσθημα διέγερσης). Το πράσινο, που βρίσκεται στη μέση του φάσματος, είναι το χρώμα της φυσικής ισορροπίας. Αλλά και συνειρμικά είναι το χρώμα της πράσινης φύσης μέσα στην οποία γεννήθηκε και νοσταλγεί να ξαναγυρίσει ο άνθρωπος. Η δυναμογεννητική δράση των χρωμάτων ποικίλλει ακόμα και με την ένταση του φωτός που πέφτει επάνω τους. Η δε διαφορά στις αντιδράσεις των ανθρώπων κλιμακώνεται ανάλογα με την κατάσταση διέγερσης στην οποία βρίσκεται το άτομο την ώρα της εξέτασης.

Ένα ψυχολογικό φαινόμενο που δημιουργούν τα χρώματα και ιδιαίτερα το μπλε είναι η εντύπωση της ευρύτητας του χώρου. Η Αρχιτεκτονική πολυχρωμία δεν είναι παρά η εφαρμογή αυτών των ιδιοτήτων των χρωμάτων στη διαμόρφωση των όγκων. Η αρχή της, όμως, πρέπει να βασίζεται στην βαθειά γνώση της συμπεριφοράς των χρωμάτων και όχι σε αόριστες εντυπώσεις και καλαισθησιολογίες.

Οι παράγοντες που διέπουν το χρώμα στο κτίριο είναι οι εξής:

α) Ο φωτισμός διαφοροποιεί την ένταση και, συνεπώς, την ψυχολογική δυναμική των χρωμάτων.

β) Η ανακλαστικότητα των γειτονικών χρωμάτων τροποποιεί την αξία ενός χρώματος.

γ) Η παράθεση των χρωμάτων. Ένα χρώμα τείνει να εξομοιωθεί με το συμπληρωματικό του γειτονικού του. Χρειάζεται όμως, να μελετηθεί η αντίδραση του ανθρώπινου νευρικού συστήματος στην σύγχρονη αντίληψη δύο ή περισσότερων γειτονικών χρωμάτων. Πχ. ένα μπλε και ένα κόκκινο της ίδιας έντασης εξουδετερώνονται για τον θεατή ή υπερκαλύπτουν κατά περίπτωση το ένα το άλλο.

δ) Η θέση ενός χρώματος μέσα στον χώρο έχει μεγάλη σημασία γιατί αλλάζει η ψυχολογική του έννοια ανάλογα με την τοποθέτησή του.

ε) Η αναλογία κάλυψης μιας επιφάνειας με διάφορα χρώματα. Μια μικρή επιφάνεια ζωηρού χρώματος, σε ένα πιο ουδέτερο μπορεί να δώσει μια πολύ διαφορετική εικόνα.

στ) Η χρωματική φόρμα. Το χρώμα μπορεί να αναμορφώσει την εντύπωση που δημιουργεί μια εξομαλυσμένη οδοντωτή ή γωνιασμένη φόρμα, δημιουργώντας μια δευτερογενή εντύπωση.

ζ) Οι όγκοι, μπορούν να τροποποιηθούν σημαντικά με τον τρόπο χρωματισμού τους. Πχ. μια κοιλότητα μπορεί να μετατραπεί ακόμη και σε κυρτότητα με κατάλληλο χρωματισμό.

η) Η λειτουργία ενός χώρου. Έτσι, πχ. σε ένα βιομηχανικό εργαστήριο η εκλογή των χρωμάτων (πρώτα του γενετικού περιβάλλοντος κι έπειτα του εξοπλισμού του, δηλαδή μηχανών, τεχνικών εγκαταστάσεων, ενδυμάτων εργασίας, σήμανσης, κλπ.) αποσκοπεί σε μια γενικότερη ευχάριστη εντύπωση οπτικής άνεσης, διευκόλυνσης της εργασίας, ενθάρρυνσης της κοινωνικότητας, δημιουργία φιλικής ατμόσφαιρας, διευκόλυνση της διατήρησης της καθαριότητας και της συντήρησης, την αύξηση της παραγωγής, τη μείωση της κούρασης, την αποφυγή λαθών κλπ.

θ) Η προσωπική χρωματική προτίμηση ανάλογα με τον χαρακτήρα του χρήστη ενός χώρου⁴.

Ο ρόλος των χρωματικών επιφανειών στην οργάνωση ενός εσωτερικού χώρου

Χρώμα	Οροφή	Τοίχοι	Πάτωμα
Πορτοκαλί	αίσθηση καλύπτρου	αίσθηση ζεστασιάς	διεγερτικές ιδιότητες
Κόκκινο	βαρύ	επιθετικό	επιδεικτικό
Καφέ	βαρύ	αίσθηση γαιώδους προβολής	ασφάλεια στο βάδισμα
Γαλάζιο	αίσθηση ανάτασης	ψυχρή απομάκρυνση	γλιστερό, απροσδόκητο
Βαθύ Μπλε	αίσθηση καλύπτρου	διάκριση	αίσθηση απορρόφησης
Σκούρο Μπλε	καταθλιπτικό	αίσθηση αβεβαιότητας	τονισμός της παρουσίας
Ιώδες	αίσθηση ασφάλειας	μαγική ατμόσφαιρα	αβεβαιότητα
Κίτρινο	καθήλωση του βλέμματος	προτρεπτικό έως διεγερτικό	αίσθηση ανάτασης
Μαύρο	εντύπωση τρύπας	εντύπωση φυλακής	αφηρημένο, βαθύ
Λεύκο	αδειοσύνη	αδειοσύνη	αδιάβατο
Γκρι	εντύπωση σκιασμού	προσκαλεστικό, αίσθηση μοναξιάς	αίσθηση ακινησίας



Ο σχεδιαστής πρέπει να λογίζει την επιλογή χρώματος σαν κομμάτι της συνολικής επίλυσης και όχι αυτόνομα καθότι μικρές παρεκκλίσεις από το προβλεπόμενο μπορούν να αποβούν καθοριστικές. Η αλλαγή μεγέθους ή θέσης του χρώματος μπορεί να αποβεί απογοητευτική σε συσχετισμό με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του χώρου. Καλό είναι λοιπόν, οι δοκιμές να προσομοιώνουν τις πραγματικές διαστάσεις εφαρμογής, τον τελικό φωτισμό και τις πραγματικές διαστάσεις του χώρου. Χρήση φωτεινών χρωμάτων δείχνει ένα χώρο μεγαλύτερο. Τα σκούρα ή κορεσμένα τείνουν να παρουσιάσουν μια πιο “συμπιεσμένη” εικόνα. Οι ιδιότητες προβολής και υποχώρησης των αποχρώσεων θα κυριαρχήσουν σε περίπτωση ισοτιμίας των υπόλοιπων παραγόντων. Αυτές οι ιδιότητες ωστόσο μπορεί να μην έχουν και τόση σημασία, όση η αντίθεση με τις γειτνιάζουσες περιοχές. Παραδείγματος χάριν, ο χαρακτήρα του εξωτερικού περιβάλλοντος πιθανόν να επηρεάσει την απόδοση ενός χρώματος. Στα συστήματα σκίασης καθαρά, τα λευκά σκίαστρα τείνουν να δίνουν μια πιο “θολή” εικόνα ενώ τα σκουρόχρωμα προσφέρουν καλύτερη οπτική αν και απορροφούν περισσότερη θερμότητα.

Η ικανότητα χειρισμού του, πέρα από προσεκτική μελέτη προϋποθέτει και την αντιμετώπιση του χρώματος σαν μεταβαλλόμενο παράγοντα σε απόχρωση, αξία και κορεσμό. Η αίσθηση του χρώματος είναι αίσθηση διακρίσεων, που αναπτύσσεται από την εκτίμηση των ανθρώπινων αντιδράσεων σε αυτό, αντιδράσεις, που ποικίλλουν ανάλογα με τις αντικειμενικές, αντιληπτικές και συγκινησιακές συνθήκες κάτω από τις οποίες το χρώμα προσφέρεται στην όραση.

Ανατρέχοντας στην ιστορία, υπόδειγμα περίτεχνης χρήσης χρώματος σε όψεις είναι το Capela de Ronchamp (1955) του Le Corbusier, όπου με τη χρήση μεταβαλλόμενων σε μέγεθος, χρωματιστών ανοιγμάτων το φως διεισδύει στο χώρο μέσα σε μια χρωματική πανσπερμία. Σε εναλλασσόμενο χρωματικό παιχνίδι όψεων εξελίσσεται το Heidi Weber Pavilion το 1967 ενώ και στη σύγχρονη εποχή εντοπίζονται αξιόλογα παραδείγματα. Το Photonic Center στο Βερολίνο (1998) πέρα από τις εξωτερικές όψεις δημιουργεί ένα χρωματικό παιχνίδι και στο εσωτερικό του κτιρίου με τη χρήση ετερογενών χρωματικά σκιάστρων ενώ ακόμα πιο πρόσφατα, το Musac in Leon (2005) χρησιμοποιεί τα ανοίγματά σαν παλέτα χρωματικών διαβαθμίσεων.

Συνθήκες Άνεσης



Πέρα από την ανάλυση των παραγόντων που καθορίζουν την επιλογή ενός συστήματος σκίασης, οι λειτουργικοί παραμένουν εξίσου σημαντικοί, καθ' ότι εξηγούν και τη συμπεριφορά του χρήστη μέσα από ένα ευρύτερο, επιστημονικά τεκμηριωμένο, θεωρητικό πλαίσιο. Οι συνθήκες άνεσης που καθορίζουν ένα ιδανικό περιβάλλον διαβίωσης για τον άνθρωπο αναλύονται σε θερμική, ακουστική, και οπτική.

Θερμική Άνεση

Η εξασφάλιση θερμικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους θεωρείται η πλέον σημαντική και δεδομένη. Η "θερμική άνεση" μπορεί να οριστεί ως "η αίσθηση μιας πλήρους φυσικής και διανοητικής, ευχάριστης κατάστασης για τον άνθρωπο"³. Είναι προφανές ότι η κατάσταση αυτή εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, περιβαλλοντικούς αλλά και ψυχολογικούς. Κατά τον σχεδιασμό με γνώμονα την εξασφάλιση θερμικής άνεσης σε ένα χώρο, εσωτερικό ή εξωτερικό, γίνεται προσπάθεια επίτευξης ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών για τις δραστηριότητες όπου πρόκειται να λάβουν χώρα εκεί.

Ανάλογα με την δραστηριότητα, υπάρχει ένα εύρος κλιματικών συνθηκών μέσα στο οποίο το ανθρώπινο σώμα μπορεί να διατηρήσει την θερμοκρασία των 37 βαθμών °C, χωρίς να δαπανά ενέργεια για θέρμανση ή δροσισμό. Το εύρος αυτό ονομάζεται “περιοχή άνεσης”.

Μια βασική εξίσωση που περιγράφει αυτή την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος είναι αυτή της μεθόδου COMFA (Brown, Gillespie, 1995) για τον υπολογισμό των επιπέδων θερμικής άνεσης. Η εξίσωση είναι η εξής:

$$\text{Budget} = M + \text{Rads} - \text{Conv} - \text{Evap} - \text{Tremitted}$$

Όπου:

M: Η ενέργεια που παράγεται μέσω του μεταβολισμού για να θερμάνει το άτομο.

Rads: Η ακτινοβολία που απορροφάται από τον ήλιο και τις επιφάνειες.

Conv: Η θερμότητα που περνά από το άτομο στο περιβάλλον μέσω της μεταγωγής.

Evap: Η θερμότητα που χάνει το άτομο μέσω της εξατμισοδιαπνοής.

Tremitted: Η θερμότητα που χάνει το σώμα λόγω της εκπομπής ακτινοβολίας.

Όταν η τιμή Budget είναι κοντά στο 0 σημαίνει ότι το άτομο βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον, δηλαδή δεν δέχεται πλεόνασμα θερμότητας αλλά ούτε και χάνει θερμότητα. Οι Brown και Gillespie όρισαν και μία κλίμακα η οποία ανάλογα με τις τιμές του Budget υπολογίζει το επίπεδο θερμικής άνεσης.

Οι έξι παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική άνεση είναι περιβαλλοντικοί και ατομικοί. Παρότι ανεξάρτητοι μεταξύ τους, όλοι μαζί συνδυαστικά αποφασίζουν το επίπεδο άνεσης κάθε ατόμου.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες:

-Θερμοκρασία αέρα (t_a) – μετράται σε βαθμούς °C με απλό θερμόμετρο:

Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι αρκετά υψηλή ώστε ο δροσισμός λόγω εξάτμισης να φτάνει σε σημεία κορεσμού ή αρκετά χαμηλή ώστε το σώμα να χάνει θερμότητα και να χρειάζεται να παράγει περισσότερη μέσω του μεταβολισμού, τότε το άτομο βρίσκεται εκτός των συνθηκών θερμικής άνεσης.

-Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (t_r) – μετράται σε βαθμούς °C με σφαιρικό θερμόμετρο:

Ορίζεται η μέση θερμοκρασία ενός φανταστικού μαύρου περιβλήματος του ατόμου. Επηρεάζει σχεδόν όλη τη γενικότερη θερμική αίσθηση (καρδιακός ρυθμός, εσωτερική θερμοκρασία κ.α.) ενώ η διαφορά ενός βαθμού MRT ισούται με διαφορά 0.75 βαθμών της θερμοκρασίας του αέρα.

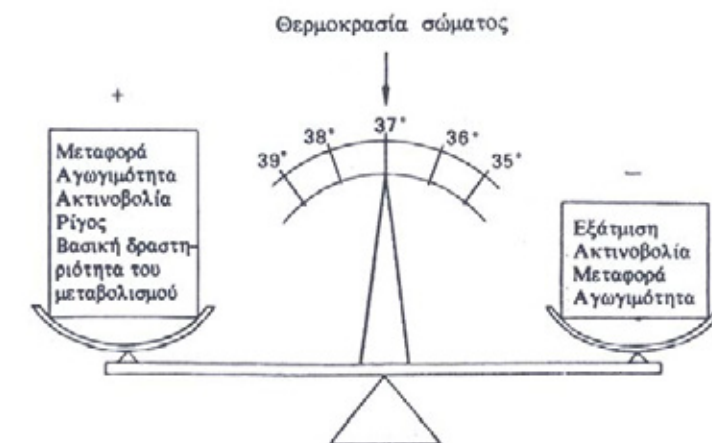
-Ταχύτητα αέρα (v) – μετράται σε m/s με ανεμόμετρο:

Η ταχύτητα του ανέμου ρυθμίζει τον ρυθμό μετάβασης της θερμότητας μεταξύ περιβάλλοντος και ατόμου με μεταγωγή και επηρεάζει άμεσα την εξατμιστική αποδοτικότητα του αέρα. Παίζει συνεπώς σημαντικό ρόλο στην αίσθηση θερμικής άνεσης.

-Σχετική υγρασία (RH) – μετράται σε % με αισθητήρα υγρασίας:

Ορίζεται ως ο λόγος της πυκνότητας των υδρατμών προς την πυκνότητα του κορεσμένου σε υδρατμούς αέρα στην ίδια θερμοκρασία και ολική πίεση. Δεν επηρεάζει άμεσα το θερμικό φορτίο του σώματος αλλά καθορίζει την εξατμιστική χωρητικότητα του αέρα και κατ’ επέκταση την αποδοτικότητα του δροσισμού λόγω εφίδρωσης.

Παραγωγή και Ανταλλαγή Θερμότητας του Ανθρώπινου Σώματος με το Περιβάλλον για τη Διατήρηση του Θερμικού Ισοζυγίου του Σώματος



Ατομικοί παράγοντες:

-Ρυθμός μεταβολισμού (M) - εκφράζεται ανά μονάδα επιφάνειας σώματος σε W/m² ή met:

Ορίζεται ως ο ρυθμός της χημικής ενέργειας σε θερμότητα και μηχανικό έργο μέσω των μεταβολικών διεργασιών. Ο τυπικός ενήλικας ακόμα και σε ακινησία παράγει θερμότητα ίση με 100W. Ο ρυθμός μεταβολισμού αυξάνεται ανάλογα με την ένταση της σωματικής άσκησης. Όσο αυξάνεται ο ρυθμός μεταβολισμού οι μυς χρειάζονται περισσότερο οξυγόνο και περισσότερη θερμοκρασία ώστε να μεταφερθεί μέσω του δέρματος από το σώμα στο περιβάλλον.

-Ρουχισμός (Icl) - εκφράζει θερμική αντίσταση σε m² x C/W ή clo:

Ορίζεται ως η τιμή μόνωσης του ενδύματος. Η συνολική μόνωση λόγω ρουχισμού εκτιμάται με την βοήθεια ειδικών πινάκων.

Υπάρχουν τρία μοντέλα υπολογισμού της θερμικής άνεσης:

α) PMV (Predicted Mean Vote)

Ο δείκτης PMV δημιουργήθηκε από τον Fanger το 1970 για τον υπολογισμό της θερμικής άνεσης σε εσωτερικούς χώρους. Το μοντέλο αυτό συνδυάζει τέσσερις κλιματικούς παράγοντες (ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία ανέμου, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας και σχετική υγρασία), και δύο προσωπικούς παράγοντες (μόνωση ρουχισμού και επίπεδο δραστηριότητας), σε ένα δείκτη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει την μέση θερμική αίσθηση μιας μεγάλης ομάδας ανθρώπων. Μέσα από συνεντεύξεις και καταγραφή των συνθηκών, η θερμική αίσθηση κάθε ατόμου τοποθετείται στην παρακάτω επταθέσια κλίμακα:

+3 hot +2 warm +1 slightly warm 0 neutral -1 slightly cool -2 cool -3 cold.

Ο δείκτης PMV εκφράζεται με την εξίσωση:

$$PMV = (0.303 e^{-0.036M} + 0.028) L$$

όπου:

PMV = Μέσος αναμενόμενος θερμικός δείκτης

M = Ρυθμός μεταβολισμού

L = Θερμικό φορτίο – ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της παραγόμενης θερμικής ενέργειας και των θερμικών απωλειών στο εκάστοτε περιβάλλον για ένα άτομο με φυσιολογική θερμοκρασία δέρματος και επίπεδο εφίδρωσης για την εκάστοτε δραστηριότητα.

β) Thermal Sensation Index (TS)

Ο δείκτης θερμικής άνεσης αναπτύχθηκε με βάση πειραματικά δεδομένα και παρουσιάστηκε από τον Givoni το 1977. Η μέθοδος προβλέπει την αίσθηση άνεσης ή όχι, κάτω από τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες σε ανοικτό χώρο. Το επίπεδο άνεσης εκφράζεται με μια κλίμακα επτά βαθμίδων, ανάλογη του PMV και εκφράζεται με την παρακάτω εξίσωση:

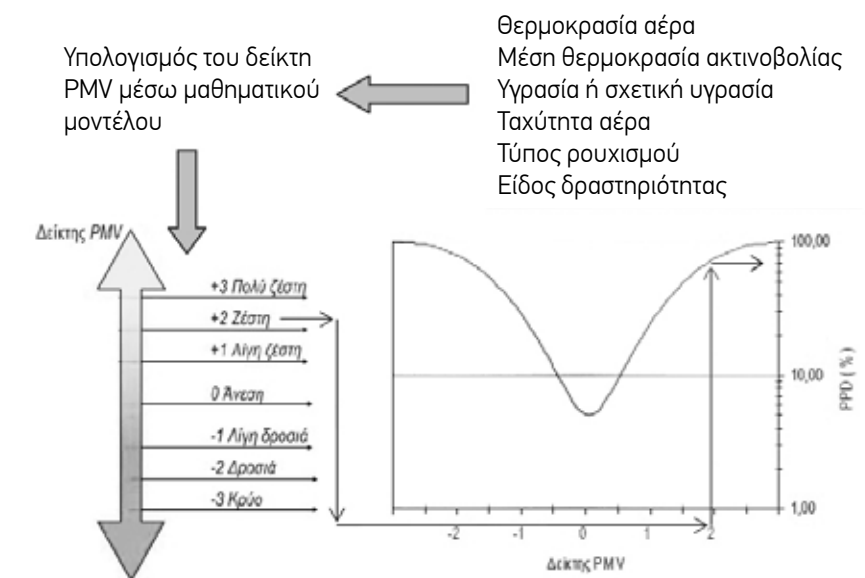
$$TS = 1.7 + 0.1118 * Ta + 0.0019 * SR - 0.322 * WS - 0.0073 * RH + 0.0054 * ST$$

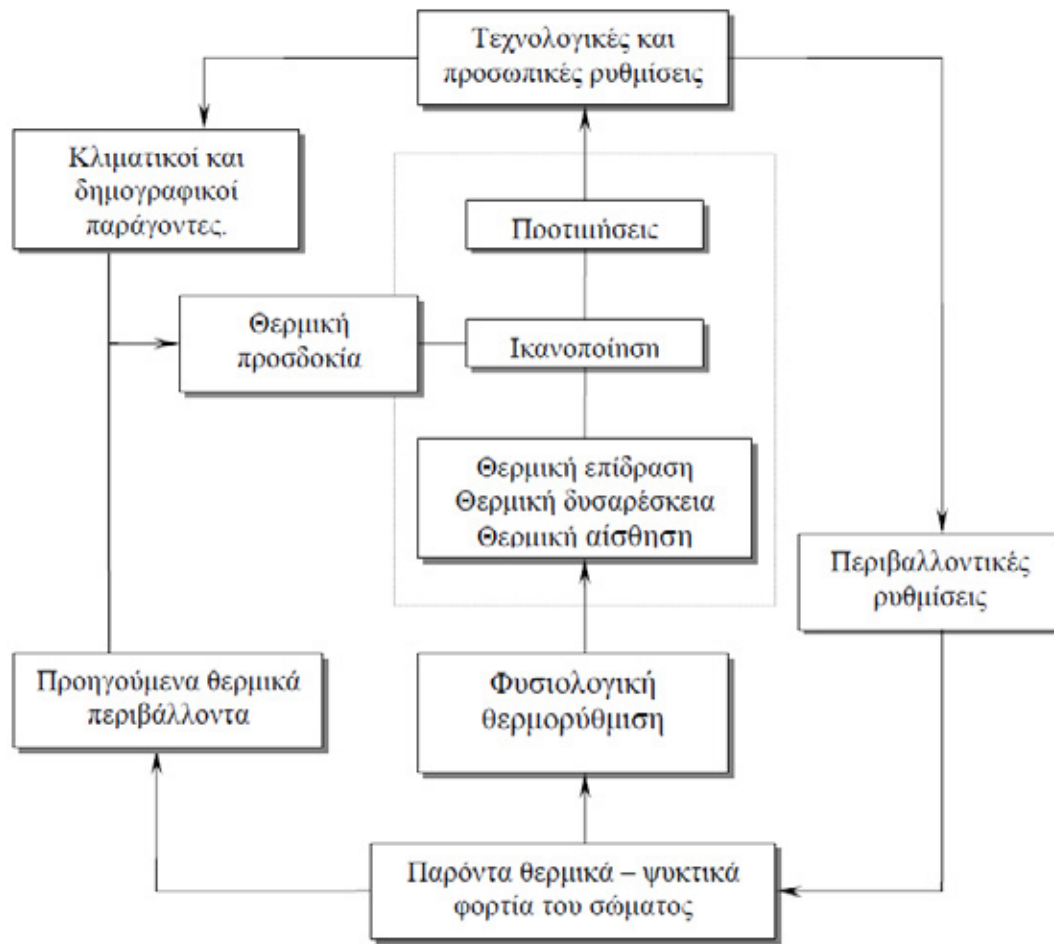
Όλα τα μεγέθη είναι ίδια με αυτά της μεθόδου ASV^d.

γ) ASV (Actual Sensation Vote)

Ο δείκτης ASV ή ο δείκτης πραγματικής αίσθησης θερμότητας είναι μια μέθοδος που εκτιμά την αίσθηση θερμότητας βασιζόμενη σε εμπειρικά δεδομένα που συγκεντρώνονται από μελέτη του περιβάλλοντος και των ανθρώπων. Η μέθοδος συνεκτιμά τα αποτελέσματα συνεντεύξεων και ερωτηματολογίων με κλιματικά δεδομένα όπως είναι η ατμοσφαιρική θερμοκρασία, η θερμοκρασία των γύρω επιφανειών, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου και η απορροφώμενη ακτινοβολία και κατατάσσει το επίπεδο θερμικής άνεσης του ατόμου στην παρακάτω πενταθέσια κλίμακα.

-2 very cold -1 cold 0 comfort 1 hot 2 very hot





Ο δείκτης ASV εκφράζεται με την εξίσωση:

$$ASV = 0.034 \cdot T_a + 0.0001 \cdot SR - 0.086 \cdot WS - 0.001 \cdot RH - 0.412$$

όπου:

T_a (°C): Θερμοκρασία αέρα

SR (w/sqm): Οριζόντια ηλιακή ακτινοβολία

WS (m/s): Ταχύτητα ανέμου

RH (%): Σχετική υγρασία

ST (°C): Θερμοκρασία επιφανειών

Ακουστική Άνεση

Για το σχεδιασμό ενός καλού ακουστικού περιβάλλοντος πρέπει να ληφθούν υπόψη όχι μόνο φυσικές, αλλά και κοινωνικές, ψυχολογικές και φυσιολογικές παράμετροι. Η μελέτη του ηχητικού περιβάλλοντος και της ακουστικής άνεσης εστιάζει στις σχέσεις μεταξύ του ανθρώπου, του ακουστικού περιβάλλοντος και της κοινωνίας. Είναι επίσης σημαντική η συσχέτιση μεταξύ του ηχητικού περιβάλλοντος και των μικροκλιματικών συνθηκών.

Η περιγραφή του ηχητικού τοπίου περιλαμβάνει τέσσερα σημεία, τα χαρακτηριστικά της κάθε ηχητικής πηγής, την ακουστική επίδραση του χώρου, τις κοινωνικές και άλλες παραμέτρους.

Οπτική άνεση

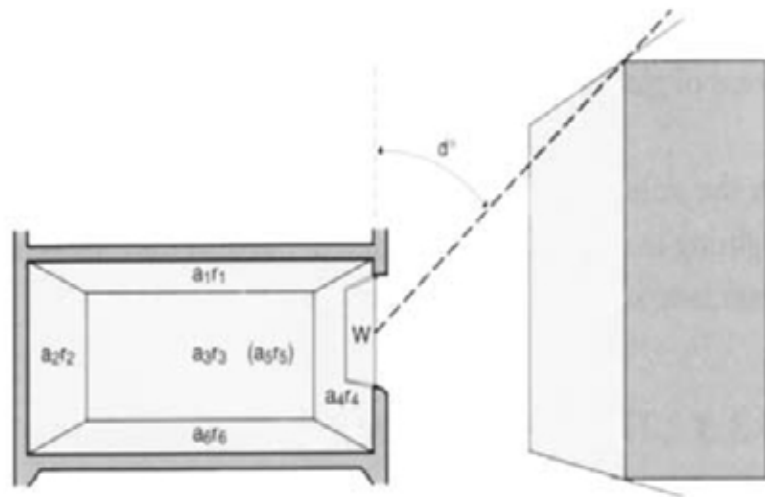
Η οπτική άνεση είναι μια ακόμη σημαντική παράμετρος που εάν εξασφαλιστεί βελτιώνει κατά πολύ την ποιότητα διαβίωσης ενός χώρου. Ως οπτική άνεση μπορεί να οριστεί η κατάσταση αυτή του περιβάλλοντος χώρου η οποία ικανοποιεί τον χρήστη - θεατή. Η ικανοποίηση αυτή προέρχεται από την ποιότητα του χώρου και των αντικειμένων, την δυνατότητα θέασης, την ύπαρξη όμορφης βλάστησης κ.α., τα οποία μπορεί να διαφοροποιούνται ανάλογα με τις προσωπικές προτιμήσεις του θεατή.

Η οπτική άνεση σε ένα χώρο καθορίζεται, σε γενικές γραμμές από τρεις παραμέτρους: την ποσότητα του φυσικού φωτισμού, την κατανομή του στο χώρο και την ύπαρξη ή απουσία θάμβωσης. Σε ένα πιο τεχνικό επίπεδο, ως οπτική άνεση μπορεί να θεωρηθεί η ύπαρξη επαρκούς στάθμης φωτισμού, μετρημένης σε Lux και η εξάλειψη του προαναφερόμενου

φαινομένου της θάμβωσης. Ειδικότερα, θάμβωση που προκαλεί είτε οπτική όχληση είτε παρεμπόδιση της όρασης και προκύπτει όταν το οπτικό πεδίο περιλαμβάνει είτε πολύ ψηλές τιμές φωτεινότητας (η οποία μετράται σε cd/m²), ή μεγάλες αντιθέσεις φωτεινότητας.

Τα ποσοτικά κριτήρια του φωτισμού στα κτίρια αναφέρονται στις τιμές φωτισμού (lux) κυρίως για τεχνητό αλλά και για φυσικό φωτισμό, ή στον Συντελεστή Φυσικού Φωτισμού (%) για φυσικό φωτισμό, συνήθως στο επίπεδο εργασίας, δηλαδή σε ύψος 70-80 cm. από το δάπεδο. Ο Συντελεστής Φυσικού Φωτισμού (Daylight Factor) είναι ο λόγος του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο του εσωτερικού χώρου (Ei), συνήθως στο ύψος του επιπέδου εργασίας, προς τον αντίστοιχο φωτισμό σε εξωτερικό ανεμπόδιο σημείο (Eo) σε συνθήκες νεφосκεπούς ουρανού, εκφρασμένος επί τοις εκατό. Η απαιτούμενη ποσότητα του φωτισμού σε ένα χώρο σχετίζεται με το είδος της δραστηριότητας που θα λάβει χώρα σε αυτόν. Συγκεκριμένα για χώρους γραφείων ή αιθουσών διδασκαλίας χρειαζόμαστε περίπου 500 lux στην επιφάνεια εργασίας, για σχολεία 300 lux, για εστιατόρια 200 lux με έμφαση φυσικά στα τραπέζια, για super-market 800 lux με έμφαση στα ράφια ενώ για διαδρόμους 100-200 lux περίπου (μετρημένα από το πάτωμα).

Η ποσότητα του φυσικού φωτισμού σε ένα σημείο του χώρου μπορεί να προβλεφθεί είτε μέσω απλοϊκών εργαλείων (πχ. εξισώσεων και γραφοεικονικών μεθόδων), με μειωμένη όμως ακρίβεια, είτε με τη χρήση ειδικών λογισμικών.



Ελλείψει ειδικών γνώσεων πάνω σε λογισμικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η εξίσωση του Lynes για τον υπολογισμό του Μέσου Συντελεστή Φυσικού Φωτισμού, λαμβάνοντας υπόψη κάποια στοιχεία του χώρου.

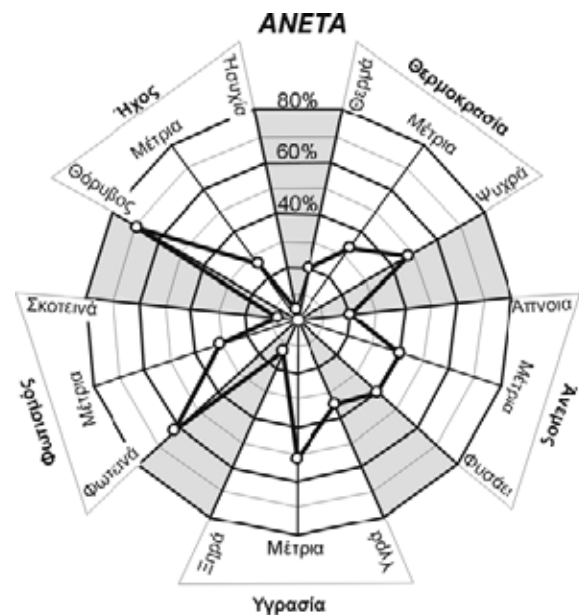
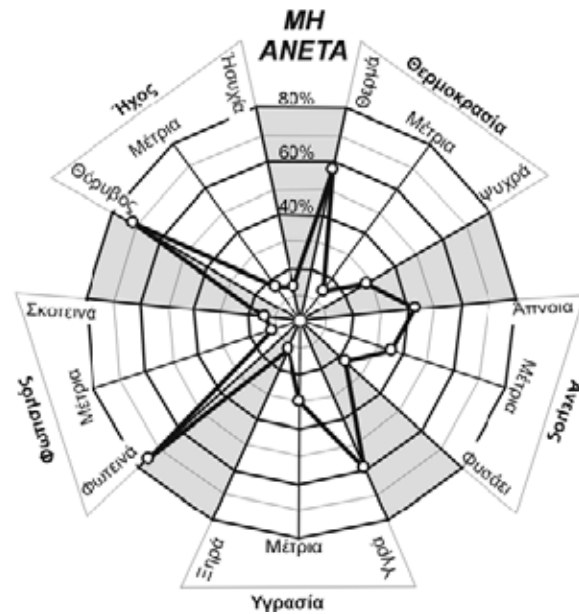
$$D = W \cdot d \cdot T \cdot M / A (1 - R_2)$$

Όπου W η επιφάνεια του ανοίγματος (m²), d η κάθετη γωνία ανεμπόδισης θέας του ουρανού από το κέντρο του παραθύρου (σε μοίρες), T η διαπερατότητα του τζαμιού, M ο βαθμός καθαρότητας του τζαμιού, A το συνολικό εμβαδόν των εσωτερικών επιφανειών (m²) και R = (a₁r₁ + a₂r₂ + ...) / (a₁ + a₂ + ...)

Η ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού στο χώρο, αφενός, μειώνει τις αντιθέσεις σε φωτεινότητα (άρα, μειώνει έμμεσα και την πιθανότητα θάμβωσης), αφετέρου προσφέρει τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, καθόσον ένας χώρος φαίνεται στους χρήστες φωτεινότερος όταν είναι ομοιόμορφα φωτισμένος, ακόμα κι όταν ποσοτικά το φως είναι λιγότερο. Άρα, σημαντικός στόχος του σχεδιασμού των ανοιγμάτων σε ένα χώρο θα πρέπει να είναι η όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού, εκτός εάν οι έντονες αντιθέσεις σε φωτεινότητα αποτελούν βάση της αρχιτεκτονικής σύνθεσης.

Τις περισσότερες φορές, η ομοιομορφία στην κατανομή του φυσικού φωτισμού επιτυγχάνεται με την εφαρμογή είτε μεγάλων γυάλινων επιφανειών, είτε αμφίπλευρου φωτισμού, είτε συνδυασμού πλευρικού φωτισμού και φωτισμού οροφής. Σε χώρους ελεύθερης κίνησης των χρηστών όπου η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δεν είναι ενοχλητική και δεν προκαλείται θάμβωση, οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες συμβάλλουν στην αισθητική αναβάθμιση του χώρου, αλλά και στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της αντικατάστασης του τεχνητού φωτισμού από το φυσικό.

Όσον αφορά τη θάμβωση, σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού, θάμβωση είναι η έλλειψη οπτικής άνεσης ή η μείωση της ικανότητας να διακρίνονται οι λεπτομέρειες των αντικειμένων, η οποία οφείλεται είτε σε ακατάλληλες αναλογίες λαμπρότητας των γύρω επιφανειών, είτε σε πολύ έντονες αντιθέσεις στη φωτεινότητά τους. Η θάμβωση αποτελεί σύνηθες φαινόμενο, στο οποίο εμπλέκεται η κατανόηση πολλών παραμέτρων, όπως η χρονική διάρκεια της πηγής θάμβωσης, οι αναλογίες λαμπρότητας μεταξύ της πηγής θάμβωσης και των γύρω επιφανειών και οι απαιτήσεις σε φωτισμό του χώρου. Η θάμβωση είναι σχετικά δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια. Ένας απλός τρόπος για την αποφυγή της από φυσικό φωτισμό



είναι η χρήση ανοιχτόχρωμων κουφωμάτων στα ανοίγματα, ώστε να μειώνεται η αντίθεση μεταξύ φωτεινού ουρανού και κουφώματος. Ένας άλλος τρόπος είναι η αποφυγή των έντονα ανακλαστικών επιφανειών, οι οποίες προκαλούν έμμεση θάμβωση επαναδημιουργώντας την αρχική φωτεινή πηγή. Γι' αυτό, είναι καταλυτικός ο ρόλος των συστημάτων σκίασης για την εξάλειψή της.

Ενδιαφέρον έχει και η μελέτη του συστήματος ELI (Ergonomic Lighting Indicator, Εργονομικός Δείκτης Φωτισμού) από την Zumtobel Lighting που ενώ έχει αναπτυχθεί με γνώμονα τον τεχνητό φωτισμό, οι αρχές του μπορούν να έχουν προεκτάσεις και σε φυσικές συνθήκες. Αναλύεται σε πέντε κατηγορίες: Α. Visual Performance (Οπτική Απόδοση), Β. Vista (Θέα), Γ. Visual Comfort (Οπτική Άνεση), Δ. Vitality (Ζωτικότητα), και Ε. Empowerment (Ενδυνάμωση). Η Οπτική Απόδοση αφορά την εξέταση των παραδοσιακών ποιοτικών χαρακτηριστικών του φωτισμού και την επίδραση τους στην απόδοση εργασίας. Ο παράγοντας Θέα έχει ως θέμα την επιρροή του φωτισμού στην διαμόρφωση της γενικότερης αίσθησης του ανθρώπου σε έναν εσωτερικό χώρο. Η Οπτική Άνεση εστιάζει στην ομοιόμορφη φωτεινότητα και την ισορροπία φωτισμού του χώρου. Η Ζωτικότητα δίνει έμφαση στην θετική επίδραση του φωτός στην υγεία των ανθρώπων και την ενίσχυση των βιολογικών τους διεργασιών. Ακόμα, η Ενδυνάμωση αναφέρεται στην δυνατότητα μεμονομένης ρύθμισης του φωτισμού μέσω αισθητήρων και συστημάτων ελέγχου για την βέλτιστη χρήση του, ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Το τελευταίο χαρακτηριστικό αποτελεί έναν παράγοντα που αρχίζει να αποκτά όλο και πιο έντονο ενδιαφέρον όσον αφορά την ρύθμιση του φυσικού φωτισμού στα κτίρια ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες ή τις προτιμήσεις του χρήστη μέσω των δυναμικών συστημάτων σκίασης και όψεων, όπως θα δούμε παρακάτω.

Σε κάθε περίπτωση, η ικανοποίηση των συνθηκών άνεσης είναι παράμετρος που χρήζει προσεκτικής μελέτης αφού εξασφαλίζει σπουδαία οφέλη τόσο στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, όσο και στην ευεξία των χρηστών του.

Αίσθηση Χώρου



Σε συνάρτηση με τους κανόνες που εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης σε ένα χώρο, δεν μπορεί να παραμεριστεί και η ψυχολογική παράμετρος που επιδρά καθοριστικά στην εμπειρία που βιώνει ο χρήστης.

Παρατηρώντας την ιστορία, τα κτίρια, στην απαρχή τους, είχαν κατά πολύ ανεπτυγμένη την αίσθηση της εσωτερικότητας. Η ανάγκη της επιβίωσης και της προστασίας υπερνικούσε οποιαδήποτε άλλη παράμετρο. Σταδιακά και ειδικά σε χώρες που ευνοούνταν κλιματολογικά στην βόρεια Ευρώπη, ξεκινά η εκτενής χρήση του παραθύρου. Ο ένοικος αποκτά την ανάγκη να κοιτά «έξω», μέσα από την σιγουριά της Εστίας. Τα σκοτεινά σημεία των δωματίων αρχίζουν να φωτίζονται και μια νέα εποχή αρχίζει να κάνει αισθητή την παρουσία της. Η ανάγκη του ανθρώπου για διαφάνεια εντείνεται και μαζί με αυτήν, το μέγεθος των ανοιγμάτων. Το γυαλί αρχίζει να γίνεται πιο προσιτό και μαζί με την άνθηση των Τεχνών κατά την περίοδο της Αναγέννησης, ο άνθρωπος έχει την ανάγκη να περιβάλλεται από ένα διαρκή διάλογο του εσωτερικού με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα υαλοστάσια κερδίζουν περισσότερο χώρο από τους «τυφλούς» τοίχους, η τεχνολογία ακμάζει και ερχόμαστε στο απόγειο της διαφάνειας με την έκφραση “beinahe nights”, «σχεδόν τίποτα» του Mies van der Rohe. Τα αποτελέσματα όμως αυτής της κατάληξης απείχαν από το επιθυμητό. Η συνεχής έκθεση του ενοίκου προς τον εξωτερικό χώρο, παραμέριζαν κάθε έννοια ιδιωτικότητας και η ευφορία της αδιάκοπης θέας συνοδευόταν από την αμηχανία και την ανασφάλεια. Η επιθυμία για απρόσκοπτη οπτική έβρισκε εμπόδια στον παραμερισμό της ιδιωτικότητας. Σήμερα; Όπως ξέρουμε, η φύση του ανθρώπου δεν αλλάζει. Ο σύγχρονος άνθρωπος λοιπόν, επιζητά χώρο μέσα σε αυτό το ασφυκτικό αστικό περιβάλλον. Ζητά το μάτι του να μην εγκλωβίζεται σε στενά πλαίσια. Θέλει, παρόλο που δεν είναι εφικτό, τουλάχιστον για την πλειονότητα του κόσμου, να έχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερους διαθέσιμους χώρους ώστε να μπορεί το βλέμμα του να ξεφεύγει στο «άπειρο». Αλλά, όλα αυτά, χωρίς παραχωρήσεις.



Αν το κοιτάξουμε από μια καθαρά ψυχολογική ματιά βρίσκουμε εύκολα το νόημα πίσω από αυτή την επιθυμία. Πέρα από την ανάγκη για ασφάλεια και ιδιωτικότητα που αποτελούν πρωτογενείς ανάγκες του ανθρώπου όπως συνιστά και η πυραμίδα αναγκών του Μάσλοου, η ανάγκη για «ελευθερία» και θέα έχει και αυτή λογική. Όταν βρισκόμαστε στη φύση σε ένα ανοικτό και ελεύθερο τοπίο, η απρόσκοπτη οπτική που προσφέρεται σε συνδυασμό με την ομορφιά της φύσης προκαλούν αισθήματα ευφορίας και ικανοποίησης. Αυτά τα συναισθήματα επιζητά ο άνθρωπος και στο εσωτερικό περιβάλλον που βρίσκεται. Οι κλειστοί, σκοτεινοί χώροι, συνδέονται με το αίσθημα του περιορισμού και επιδρούν αρνητικά στην διάθεση του χρήστη. Ένα ανοικτό και φωτεινό περιβάλλον με οπτική στο φυσικό τοπίο πλησιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο στην επιθυμητή διάθεση και ψυχολογία του.

Εμβαθύνοντας στα ψυχολογικά κίνητρα των προτιμήσεων του χρήστη, σημαντική στην κατανόηση τους είναι η θεωρία της αισθητηριακής αντίληψης. Αίσθηση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας το σώμα συλλέγει πληροφορίες για το περιβάλλον του και Αντίληψη είναι η λειτουργία της οργάνωσης και ερμηνείας της αισθητήριας πληροφορίας.

Τα θεμέλια των γνώσεων γύρω από την αισθητηριακή αντίληψη τέθηκαν στα εργαστήρια των ψυχολόγων της Gestalt. Όπως αναφέρει σχετικά ο Rudolf Arnheim στο βιβλίο του Τέχνη και Οπτική Αντίληψη: «Η λέξη Gestalt, που στα γερμανικά σημαίνει «σχήμα» ή «μορφή», συνδέθηκε από τις αρχές του αιώνα μας μ' ένα σύνολο επιστημονικών αρχών που προήλθαν



ως επί το πλείστον από πειράματα στην αισθητηριακή αντίληψη. Η δυναμική του σχήματος, του χρώματος και της κίνησης είναι ο ουσιαστικός, αν και λιγότερο διευρυμένος, παράγοντας της αισθητηριακής αντίληψης»⁵. Από παρατηρήσεις στη φύση και εργαστηριακά πειράματα οι μορφολογικοί ψυχολόγοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αντίληψη του ανθρώπου στηρίζεται σε κάτι πιο σύνθετο από μια φωτογραφική λήψη των ερεθισμάτων. Αυτό το κάτι άλλο το ονόμασαν Gestalt. Η βασική αρχή της Μορφολογικής Ψυχολογίας δέχεται ότι με την επενέργεια του Gestalt, το όλο είναι κάτι παραπάνω από το άθροισμα των στοιχείων που το αποτελούν.

Οι ψυχολόγοι της Gestalt, επέστησαν την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας σε μια σειρά από αντιληπτικά προβλήματα που σχετίζονται με την όραση. Προσπάθησαν να εξηγήσουν τον τρόπο με τον οποίο το μωσαϊκό των ερεθισμάτων του αμφιβληστροειδούς διαμορφώνει την αντίληψη των αντικειμένων του κόσμου μας. Τόνισαν την τάση του συστήματος της ανθρώπινης αντίληψης να ομαδοποιεί τα αντικείμενα και να μετουσιώνει μια σειρά στοιχείων σε αντικείμενα. Η πραγματική αντίληψη ενός αντικειμένου προϋποθέτει ένα πλήθος πληροφοριών. Γενικότερα προϋποθέτει μια γνώση αυτού του αντικειμένου. Αυτή αντλείται από την παρελθούσα εμπειρία μας και δεν περιορίζεται μόνο στην αίσθηση της όρασης. Αντίθετα σε αυτή αναμιγνύονται και οι υπόλοιπες αισθήσεις μας. Έτσι, τα αντικείμενα είναι πολύ περισσότερα από τα οπτικά ερεθίσματα. Έχουν παρελθόν και μέλλον. Γίνονται ενσάρκώσεις γνώσης.



Αυτή η θεωρία γίνεται πιο εύκολα κατανοητή αν σκεφτούμε την επίδραση της αντίληψης και αίσθησης που έχουμε για έναν χώρο από τις εμπειρίες που έχουμε ζήσει σε αυτόν. Διαφορετική είναι η ψυχολογία ενός ατόμου στην ιδέα του χώρου εργασίας του και διαφορετική σε αυτήν της κατοικίας ή ενός χώρου αναψυχής. Τα βιώματα σε κάθε χώρο λειτουργούν σημαντικά στην ψυχολογία και την άποψή μας για αυτόν.

Ένα εγχείρημα των θεωρητικών της Gestalt ήταν η καταγραφή και κατανόηση των ιδιοτήτων της μορφής των αντικειμένων. Κατέληξαν λοιπόν σε ορισμένους κανόνες σύμφωνα με τους οποίους το ανθρώπινο μάτι πληροφορεί το μυαλό για τον κόσμο που βλέπει. Τέτοιοι είναι:

- «Νόμος της Καλής Μορφής» ή «Νόμος της Σωστής Διαμόρφωσης»: αφορά την αντιληπτική ικανότητα αναγνώρισης μιας οπτικής διαμόρφωσης από ένα ελάχιστο ποσοστό πληροφοριών ή ερεθισμάτων. Ο καθένας οργανώνει το αντιληπτικό του περιβάλλον έτσι ώστε αυτό να φαίνεται όσο είναι δυνατόν απλό και τακτικό. Όπως όλες οι αρχές της ψυχολογίας της Gestalt, ο «Νόμος της Καλής Μορφής» υποτίθεται ότι προέρχεται ταυτόχρονα από διαδικασίες του αμφιβληστροειδούς και του εγκεφάλου που απαρτίζουν την οπτική αντίληψη. Σύμφωνα με αυτόν το νόμο, οι «καλές μορφές» χαρακτηρίζονται από ισορροπία, από τη δυνατότητα απομνημόνευσής τους, από απλότητα και συμμετρία με τη γενική έννοια του όρου.

- Αρχή της «Τελείωσης» ή «Συμπλήρωσης» (closure): Με την αρχή αυτή (η οποία απορρέει από το Νόμο της Καλής Μορφής), περιγράφεται η διπνεκής τάση του ανθρώπινου μυαλού να απλοποιεί και να κλείνει τα αντικείμενα. Τη «συμπλήρωση» την γνωρίζουμε από πείρα, όταν χωριστά ή διασπαρμένα σχήματα τα εννοούμε μέρη ενός μεγαλύτερου σχήματος ή ενός αναγνωρίσιμου αντικειμένου ενώ για την «τελείωση» αποτελεί αξίωμα ότι μια ασυμπλήρωτη μορφή εκλαμβάνεται ως η συμπληρωμένη μορφή της οποίας φαίνεται ότι είναι μέρος. Οι ψυχολόγοι απέδειξαν πως η τάση αυτή του εγκεφάλου πηγάζει από τον ενδόμυχο φόβο του ανθρώπου να απλωθεί στο άγνωστο. Όσο η ηλικία ενός ανθρώπου μεγαλώνει, τόσο η τάση αυτοπεριορισμού σε περισσότερο ασφαλή και κλειστά σχήματα και χώρους μειώνεται. Υπάρχουν πολλά πειράματα που δείχνουν πως τα παιδιά προτιμούν τα κλειστά σχήματα με αναφορές σε γνωστά αντικείμενα, σε αντίθεση με τους ενήλικες που τολμούν να βλέπουν και να αντιλαμβάνονται την κίνηση, τη διεύθυνση και τη συνέχεια σε σύγκριση με το κλείσιμο. Μια άλλη σειρά πειραμάτων που έκαναν για να αποδείξουν την ορθότητα των νόμων τους ήταν να προβάλλουν σε δεκάδες ανθρώπους για κλάσματα δευτερολέπτου ένα τετράγωνο στο οποίο έλειπε ένα μικρό κομμάτι από κάποια γωνία.

Όταν ζήτησαν στο κοινό τους να το σχεδιάσει, όλοι έφτιαξαν ένα πλήρες τετράγωνο. Οι περισσότεροι άλλωστε ούτε καν είχαν αντιληφθεί αυτή την έλλειψη. Με την ίδια λοιπόν λογική, μια διακεκομμένη γραμμή υποδηλώνει μια συνεχή γραμμή, όπως μπορεί να παίξει το ρόλο ενός περιγράμματος για κάποιο σχήμα. Το μυαλό ενώνει τα σημεία και αναγνωρίζει το σχήμα.

- Οι αρχές της «Ομαδοποίησης» των αντικειμένων: Βασίζονται στην τάση του ανθρώπινου ματιού να ομαδοποιεί τα οπτικά στοιχεία. Τα διάφορα στοιχεία γίνονται αντιληπτά οπτικά σαν να έχουν οργάνωση ή τάξη, και όχι σαν να είναι απομονωμένα. Μερικές από τις αρχές που διέπουν την ομαδοποίηση οπτικών στοιχείων είναι οι εξής:

Αρχή της Γειννίαςης: Δέχεται σαν αξίωμα ότι τα οπτικά στοιχεία που βρίσκονται κοντά το ένα στο άλλο, φαίνονται να «ανήκουν» το ένα στο άλλο.

Αρχή της Ομοιότητας: Δέχεται σαν αξίωμα ότι υπάρχει η τάση τα παρόμοια μεταξύ τους οπτικά στοιχεία να ομαδοποιούνται, με τον αποκλεισμό των ανόμοιων, από την οπτική αντίληψη.

Αρχή της Συνέχειας ή Αρχή της (Καλής) Ακολουθίας: Συνδέεται στενά με την ιδέα της Συμπλήρωσης/Τελείωσης. Πρόκειται για την τάση του εγκεφάλου να ομαδοποιεί αντικείμενα που μοιάζουν να ακολουθούν μια κοινή κατεύθυνση και πορεία. Για την αρχή της Συνέχειας, θεωρείται αξίωμα ότι τα οπτικά στοιχεία τείνουν να γίνονται αντιληπτά ως μέρος μιας ομάδας, όταν προχωρούν ακολουθώντας την χαρακτηριστική κατεύθυνση εκείνων με τα οποία συνορεύουν. Την εφαρμογή της Αρχής αυτής μπορούμε και να τη δούμε και σε χώρους όπως π.χ. εκείνος του χορού ή του θεάτρου. Μέσα από μια ομάδα χορευτών ορισμένοι κινούνται προς κάποια κατεύθυνση ενώ άλλοι προς την αντίθετη. Το μυαλό μας τείνει να ομαδοποιήσει τις δύο διαφορετικές κατευθύνσεις.

- Αρχή της Φαινομενικής Κίνησης: Στην περίπτωση των αρχών της Γειννίαςης, της Ομοιότητας και της Συνέχειας έχουμε την ομαδοποίηση μιας σειράς στοιχείων μέσα στο χώρο. Αντίθετα, η φαινομενική κίνηση είναι η οργάνωση των οπτικών στοιχείων στο χρόνο. Κινηματογραφικές ταινίες, animation ή ακόμη και μια απλή μετατόπιση, μεγέθυνση ή παραμόρφωση ενός αντικειμένου στο κουμπί ενός web site είναι παραδείγματα φαινομενικής κίνησης. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει

κίνηση. Υπάρχει απλά μια σειρά ομοιόμορφων στοιχείων που σε διαφορετικό χρόνο βρίσκονται σε κάποιο άλλο στάδιο. Ο εγκέφαλος αντιλαμβάνεται την κίνηση σαν συνεχή, διότι του είναι πιο απλό, εύκολο και κατανοητό.

Η μελέτη της φαινομενικής κίνησης οφείλεται στον Wertheimer και το λεγόμενο Phi-phenomenon. Το Phi-phenomenon είναι μια αντιληπτική ψευδαίσθηση κατά την οποία παράγεται κίνηση από τη διαδοχή επιμέρους εικόνων⁶. Ο Wertheimer έκανε ένα πείραμα στο οποίο χρησιμοποίησε δύο φώτα σποτ, τοποθετημένα σε μια απόσταση μισού περίπου μέτρου μεταξύ τους, που αναβόσβηναν σε διαφορετικό χρόνο. Τη στιγμή που το ένα ήταν αναμμένο το άλλο ήταν κλειστό και αντίστροφα. Αποτέλεσμα ήταν οι θεατές του να πιστεύουν πως υπάρχει μόνο ένα φως που τρέχει δεξιά αριστερά και όχι δύο ξεχωριστά. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί ένα δείγμα του πώς μπορεί να γίνεται αντιληπτή κίνηση εν χώρο, χωρίς πραγματικά να υπάρχει, αφού αυτό το φαινόμενο προκαλείται από διαστήματα ενέργειας-παύσης, δηλαδή διαδοχής εν χρόνω.



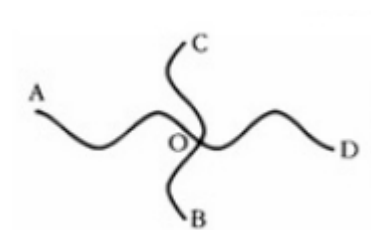
Νόμος της «Καλής Μορφής»



Αρχή της «Τελείωσης» ή «Συμπλήρωσης»



Αρχή της «Οικειότητας» ή «Συγγένειας»

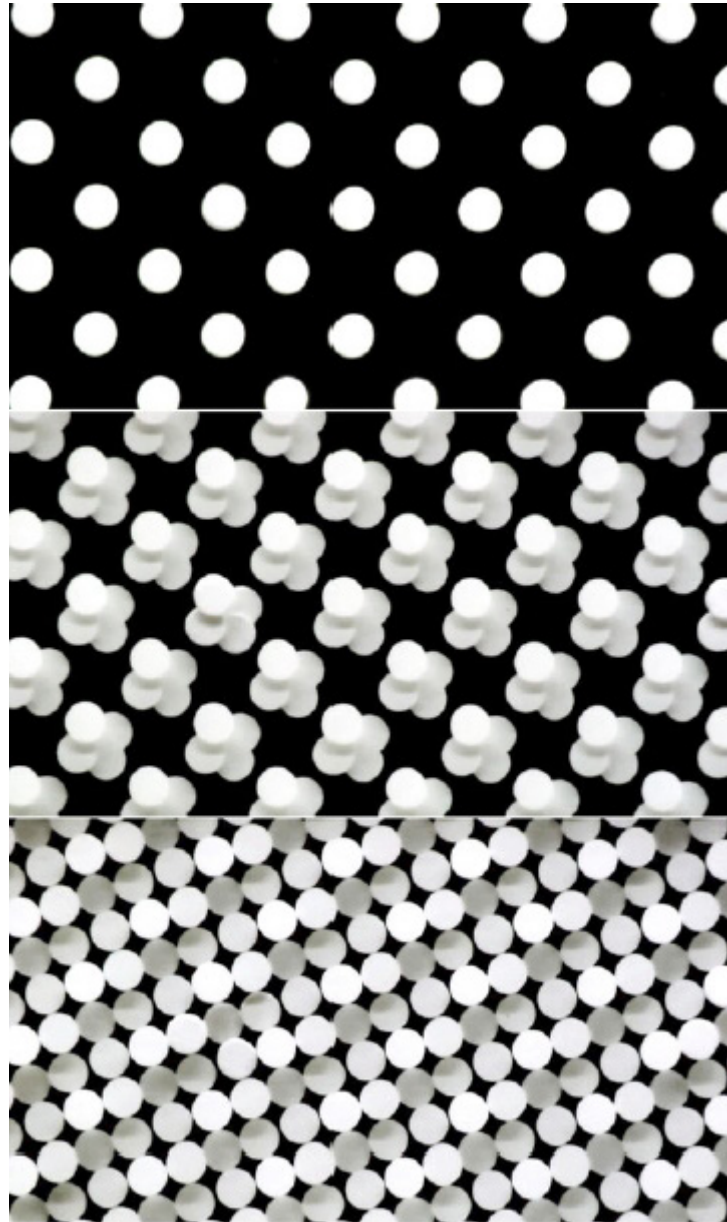


Αρχή της «Συνέχειας»

Μέλλον



Πολλοί επιστήμονες έχουν καταλήξει στην άποψη πως οι μόνες ασφαλείς τεχνολογίες είναι αυτές που μιμούνται τη φύση ή τουλάχιστον την μεταχειρίζονται με σεβασμό. Με βάση την ανάγκη για μια όλο και πιο ευέλικτη και προσαρμοστική αρχιτεκτονική, τα δυναμικά συστήματα όψεων εμφανίστηκαν. Από το 1982, το Ινστιτούτο Αραβικού Κόσμου στο Παρίσι, του Jean Nouvel, ήταν ένα από τα πρώτα δείγματα προσαρμοζόμενης όψης. Τα τελευταία χρόνια, με την παράλληλη εξέλιξη της τεχνολογίας τόσο σε επίπεδο κατασκευής, όσο και σε επίπεδο λογισμικού, έχουν αναπτυχθεί δυναμικά συστήματα που επενδύουν το κέλυφος του κτιρίου και δρουν σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Τέτοια προέρχονται από την Adaptive Building Initiative, όσο και από αρχιτέκτονες όπως ο Ned Kahn.



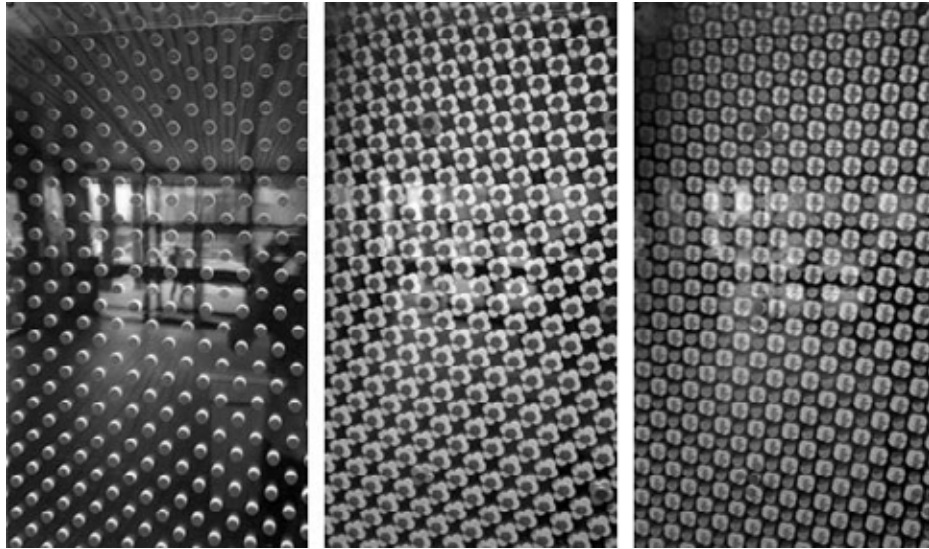
Adaptive Building Initiative

Η Adaptive Building Initiative ιδρύθηκε το 2008 και είναι μια κοινοπραξία μεταξύ Buro Happold και Hoberman Associates αφιερωμένη στον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας νέας γενιάς κτιρίων που βελτιστοποιούν τη διαμόρφωση τους σε πραγματικό χρόνο, προσαρμοζόμενα στις περιβαλλοντικές αλλαγές.

Έτσι, με τη χρήση εξειδικευμένων αλγορίθμων, σχεδιάζονται ευρηματικά μοτίβα ενσωματωμένα σε μηχανισμούς, όπου ρυθμίζεται η κίνηση των μερών ανάλογα με τα ειδικά χαρακτηριστικά της περιοχής, με παράλληλη επεξεργασία πραγματικών δεδομένων (επίπεδα φωτός, ηλιακού κέρδους, θερμικής απόδοσης κ.α). Έτσι επιτυγχάνεται η εξασφάλιση των βέλτιστων δυνατών εσωτερικών συνθηκών για τον χρήστη μαζί με μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, και αύξηση της ευελιξίας του δομημένου περιβάλλοντος.

Ας δούμε πιο συγκεκριμένα τη λειτουργία μερικών υλοποιημένων έργων:

Το Adaptive Fritting που έχει εφαρμοστεί στο Πανεπιστήμιο του Harvard το 2010 είναι μια ολοκληρωμένη μονάδα γυαλιού με ένα κινητό γραφικό μοτίβο που μπορεί να διαμορφώσει τη διαφάνειά του, να ελέγξει το μεταδιδόμενο φως, το ηλιακό κέρδος, να ρυθμίσει τα επίπεδα ιδιωτικότητας όπως και την διαθέσιμη οπτική. Το σύστημα μπορεί να ελέγξει τη διαφάνεια και να διαφοροποιηθεί μεταξύ του αδιαφανούς και της πλήρους διαφάνειας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μετατόπιση μιας σειράς συντηγμένων στρώσεων γυαλιού έτσι ώστε το γραφικό σχέδιο να ευθυγραμμίζεται εναλλάξ ή να αποκλίνει. Η τεχνική του Fritting είναι γνωστή σαν τεχνολογία για εξασφάλιση παθητικού ηλιακού ελέγχου. Το Adaptive Fritting εξελίσσει την τεχνολογία ενσωματώνοντας την κίνηση. Έτσι, πέρα από ένα προσαρμόσιμο σύστημα σκίασης είναι και ένα δυναμικό στοιχείο του εσωτερικού χώρου που λειτουργεί σαν "dimmer" ιδιωτικότητας. Η εγκατάσταση στο Gund Hall χρησιμοποιεί έξι μηχανοκίνητα πάνελ, τα οποία στεγάζονται μέσα σε ένα καμπύλο τοίχωμα. Τα μοτίβα έχουν προγραμματιστεί ώστε να σχηματίζουν ένα δυναμικό πεδίο όπου το φως μετάδοσης, οι θέες, και η περίφραξη προσαρμόζονται



και αλλάζουν συνεχώς. Καθώς τα φύλλα μετασχηματίζονται, η οπτική επίδραση είναι αραιές κηλίδες διάσπαρτες σε μια αδιαφανή επιφάνεια.

Το Tessellate είναι ένα αυτοτελές, πλαισιωμένο πάνελ του οποίου το διάτρητο μοτίβο μπορεί να αλλάζει συνεχώς δημιουργώντας ένα δυναμικό αρχιτεκτονικό στοιχείο που ρυθμίζει τα επίπεδα φωτός, τα ηλιακά κέρδη, τα επίπεδα αερισμού, τα επίπεδα ιδιωτικότητας και τις οπτικές. Δεδομένου ότι πρόκειται για σειρά μεταλλικών επικαλυμμένων στρωμάτων, το αποτέλεσμα είναι μια καλειδοσκοπική οπτική απεικόνιση μοτίβων, αρχικά ευθυγράμμων τα οποία στη συνέχεια αποκλίνουν σε μια ακανόνιστη πολυμορφική διάτρηση.

Στο Simons Center for Geometry & Physics (2010), η εγκατάσταση χρησιμεύει τόσο ως αισθητικό επίκεντρο του κτιρίου όσο και ως λειτουργικό κομμάτι της σκίασης της γυάλινης πρόσοψης του με νότιο προσανατολισμό. Για την επίτευξη των απαιτήσεων του οικοδομικού προγράμματος, τα πάνελ Tessellate είναι τοποθετημένα από το δάπεδο μέχρι την οροφή, το καθένα με ένα γεωμετρικό μοτίβο, αντανακλώντας το πεδίο ενδιαφέροντος του κάθε χρήστη του κτιρίου (επιστήμονες και μαθηματικοί). Δεδομένου ότι αυτά τα μοτίβα κλίνουν και αποκλίνουν συνεχώς, το οπτικό αποτέλεσμα είναι αραιά γεωμετρικά εξάγωνα, κύκλοι, τετράγωνα, τρίγωνα, όλα ανεπτυγμένα σε ένα αδιαφανές πλέγμα. Το αποτέλεσμα είναι μία κινητική που εκτείνεται σε επιφάνεια 124 τετραγωνικών μέτρων και εμποτίζει το κτίριο με την ικανότητα της δυναμικής διαφάνειας.

Το Strata αποτελείται από αρθρωτές μονάδες που “κρύβονται” μέσα σε ένα ενιαίο, λεπτό προφίλ. Όταν ενεργοποιηθεί, αυτές εκτείνονται για να σχηματίσουν μια σχεδόν συνεχή επιφάνεια που αποτελείται από μια σειρά από ράγες. Τα μέρη του μπορούν ουσιαστικά να κατασκευαστούν με κάθε υλικό, μέταλλο, ξύλο, πλαστικό. Αυτό τους δίνει την ικανότητα να σχεδιαστούν σε μη-ορθογώνια σχήματα, ταιριάζοντας σε καμπύλες επιφάνειες τριών διαστάσεων, αποκρύπτοντας σχεδόν ολοκληρωτικά τη δομή τους ανάλογα με τις συνθήκες.

Σημαντικό έργο στον τομέα των συστημάτων σκίασης έχουν να επιδείξουν και οι εταιρίες Warema και KÖSTER Lichtplanung που προμηθεύει συστήματα σκίασης και υαλοπίνακες υψηλής απόδοσης σε εταιρίες όπως οι Philips.

Ned Kahn

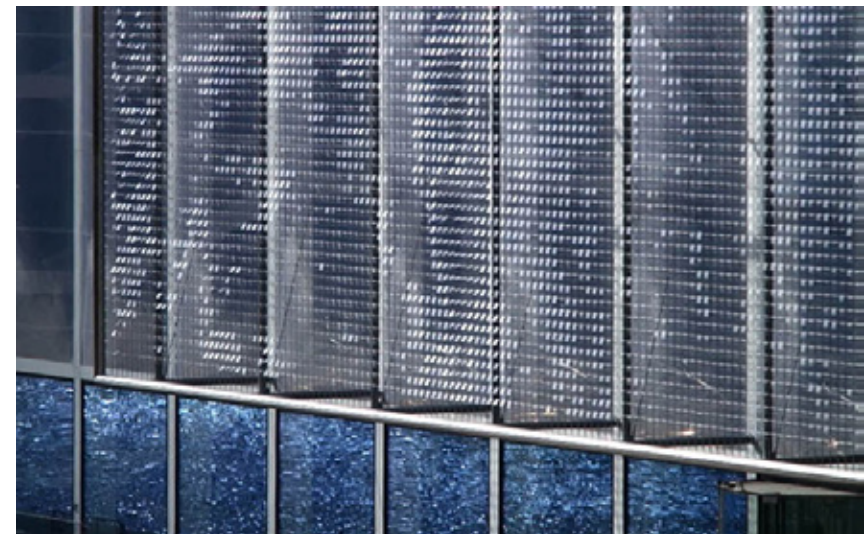
Ο Ned Kahn, ένας καλλιτέχνης – αρχιτέκτων από τη Βόρεια Καλιφόρνια, αναπαράγει τις μορφές και τις δυνάμεις της φύσης. Πολυπλοκότητα,

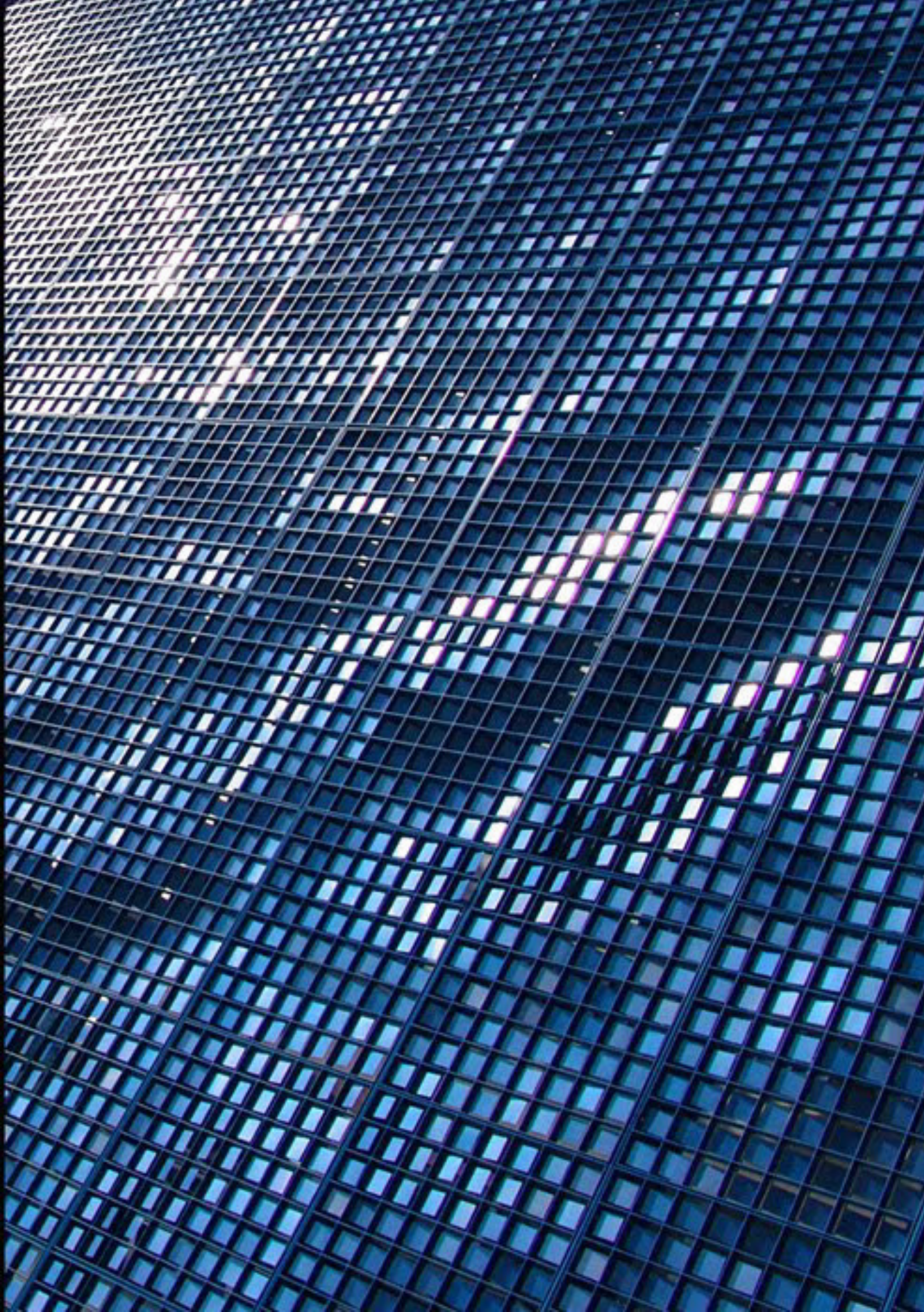
τυχαιότητα και απρόσμενες διαταραχές εκδηλώνονται στο έργο του, μέσα από ένα οπτικό και ακουστικό παιχνίδι. Μερικές φορές ο ίδιος δημιουργεί εκ νέου τις περιβαλλοντικές συνθήκες με ελεγχόμενες ρυθμίσεις, και άλλες φορές, αφήνει τη φύση να επεμβαίνει τυχαία στα έργα του. Σε όλο το εύρος του έργου του, ο καλλιτέχνης χορογραφεί επιδέξια τα φυσικά φαινόμενα, τον άνεμο ή το φως. Τα εγχειρήματά του συνδυάζουν την επιστήμη, την τέχνη και την τεχνολογία για την ενσωμάτωση των φυσικών, ανθρώπινων και τεχνητών συστημάτων, με στόχο να τα συνδιαλέξει με τα φυσικά στοιχεία, όπως ο αέρας, το νερό, η άμμος.

Από τα έργα του, ιδιαίτερης προσοχής χρήζει το *Fragmented Sea*, που κατασκευάστηκε το 2005 για το Mesa Art Center, μαζί με τα γραφεία BOORA ΚΑΙ DWL. Μια δεύτερη επιδερμίδα στο κτίριο που λειτουργεί σαν σκίαστρο από εκατοντάδες μπλε ανοδιωμένα κομμάτια αλουμινίου που κινούνται στον άνεμο και δίνουν την ψευδαίσθηση ότι το κτίριο έχει βυθιστεί σε ένα κατακόρυφο βαθύ μπλε κυματισμό. Καθώς τα μικρά “πτερυγία” περιστρέφονται ανάλογα με την ένταση του ανέμου μεταβάλλεται και το χρώμα τους από ένα βαθύ μπλε μέχρι γαλαζοπράσινο λόγω των διαφορετικών γωνιών πρόσπτωσης αλλά και έντασης του ηλίου. Το αποτέλεσμα θα μπορούσε να παρομοιαστεί με ένα εναλλασσόμενο μοτίβο αμέτρητων αποχρώσεων του μπλε αποτέλεσμα των φυσικών φαινομένων του περιβάλλοντος που πλαισιώνει το κτίριο.

Στα *Wind Silos* στη Βόρεια Καρολίνα το 2006, η όψη που σχεδιάστηκε είχε διττό ρόλο. Μια σειρά από κυματοειδή μεταλλικά πλέγματα που παραπέμπουν σε σιλό, αποτελούνται από διάτρητο ανοξείδωτο χάλυβα και τοποθετήθηκαν έτσι ώστε πέρα από την εικόνα μιας μεγάλης “διαδραστικής” οθόνης να επιτρέπουν και τον αερισμό του κτιρίου. Το κύριο τμήμα της κατασκευής συγκροτείται με μικρά κάθετα μεταλλικά στοιχεία μήκους 9 εκατοστών ενώ το ανώτερο τμήμα φέρει μια λωρίδα από γυαλισμένες επιφάνειες αλουμινίου που εκτός της κίνησης, συλλαμβάνουν και τα χρώματα του ουρανού και του ηλίου.

Στο έργο του *Vertical Canal* στην Ουτρέχτη το 2008, σε συνεργασία με το αρχιτεκτονικό γραφείο Cerezed, σχεδιάστηκε μια δυναμική πρόσοψη στο κτίριο γραφείων του Ολλανδικού οργανισμού ύδρευσης. Με σκοπό τη δημιουργία ενός διάφανου κατακόρυφου εξωτερικού κελύφους, η επέμβαση συγκροτείται από εκατοντάδες μικρά πλαστικά πάνελ αναρτημένα από ένα ελαφρύ και λεπτό πλαίσιο ατσάλινων καλωδίων ρυθμισμένα έτσι ώστε να κυματίζουν ανάλογα με τη ροή του ανέμου.



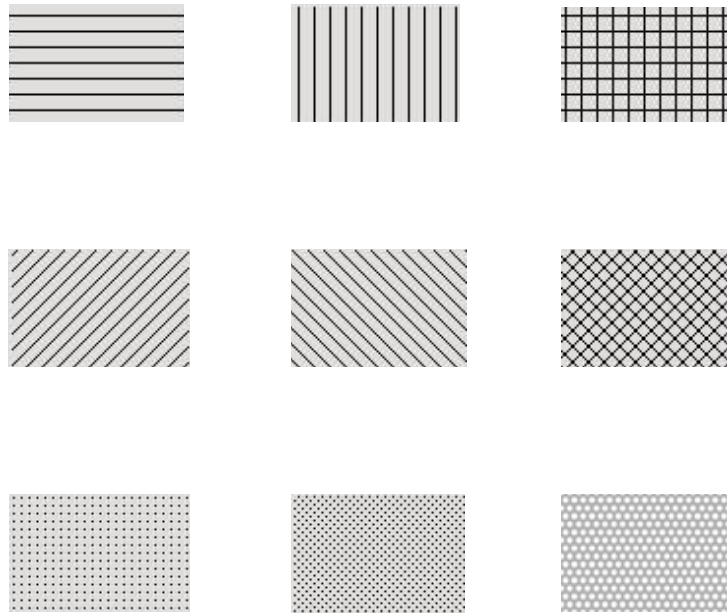


Τα πάνελ είναι σχεδόν αόρατα ενώ γίνονται περισσότερο εμφανή όταν αποκτούν κίνηση και αντανακλούν φως και χρώμα από τον ουρανό. Το έργο είχε ως σκοπό να ολοκληρώσει την όψη του κτιρίου η οποία είναι κατασκευασμένη από ημιδιαφανή στοιχεία πλαστικού ETFE πεπιεσμένα με αέρα⁷.

Ερωτηθείς αν το έργο του είναι πιο πολύ επιστήμη ή τέχνη, απαντά, «... δεν είναι σίγουρα επιστημονικά πειράματα, επειδή είναι συχνά πολύ πιο πολύπλοκη και ανεξέλεγκτη η κατάληξή τους ... Από την άλλη πλευρά, δεν είναι πραγματικά έργα τέχνης με την παραδοσιακή έννοια ... Στα πράγματα που κάνω, ακόμα κι αν έχω δημιουργήσει την φυσική δομή, δεν είναι πραγματικά ο εαυτός μου που τα μορφοποιεί “).

Συνοψίζοντας, είναι σαφές ότι το έργο του καλύπτει τα πλαίσια της τέχνης όσο και της επιστήμης, έχοντας σαφή αισθητική αξία, αλλά και επιστημονικό υπόβαθρο που μπορεί να αποβεί ευεργετικό για τα κτίρια αυτά καθ' αυτά. Τα έργα του περιλαμβάνουν προσομοίωση στροβιλισμών και ρευστοδυναμικής, ενώ ο ίδιος διεξάγει εργαστηριακά πειράματα προσομοιώνοντας με ακρίβεια φυσικά δεδομένα σε ελεγχόμενες συνθήκες, με τη χρήση ποικίλων τεχνολογιών.

Δοκιμές



Πέρα από την θεωρητική αναζήτηση πάνω σε ένα τέτοιο θέμα, αναπόφευκτο ενδιαφέρον αποκτά η έρευνα πάνω στη βιωμένη ανθρώπινη εμπειρία στον χώρο. Η μέθοδος, η απλούστερη δυνατή. Προσομοίωση συγκεκριμένων χωρικών συνθηκών και άμεσες ερωτήσεις στους χρήστες – αποδέκτες του εγχειρήματος τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο.

Ο χώρος της δοκιμής ήταν ένα γραφείο 3 x 4 μέτρα με ένα άνοιγμα διαστάσεων 1,3 x 1,6 μέτρων νοτιοδυτικού προσανατολισμού. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη προσαρμόστηκε πάνω στο άνοιγμα εξαγωνικό κυκλικό pattern διατομής 5 χιλιοστών σε συνθήκες νεφροσκεπούς ουρανού και εξετάστηκαν τα επίπεδα οπτικής άνεσης που προσέφερε το άνοιγμα στους χρήστες σε ένα δείγμα 15 ατόμων με διαφορετικό βαθμό οπτικής αντιληπτικής ικανότητας (πχ. μυωπία). Στην δεύτερη φάση τοποθετήθηκαν οριζόντια σκίαστρα πλάτους 2,2 εκατοστών με ανάλογη απόσταση μεταξύ τους σε συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας και εξετάστηκε η αντιληπτική ικανότητα του χρήστη ανάλογα με την κλίση τους με βάση το ευρωπαϊκό πρότυπο μέτρησης.



Βασικό εργαλείο σε αυτή την δοκιμή αποτελεί η χρήση φωτογραφικής μηχανής μέσω της λειτουργίας HDR (High Dynamic Range). Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την φωτομέτρηση ενός χώρου. Εδώ και πολλά χρόνια, έχουν εμφανιστεί αρκετές μέθοδοι για την σημειακή μέτρηση και την κατανομή των επιπέδων φωτισμού μιας ορισμένης περιοχής. Όμως, οι περισσότερες λύσεις είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες, απαιτώντας και ανάλογα απαιτητικό, και συνήθως ακριβό, εξοπλισμό.

Η πρωτοποριακή τεχνική HDR γεννήθηκε ως φωτογραφική τεχνική, κατάλληλη για τη λήψη φωτογραφιών με τέλεια έκθεση, στην περίπτωση όπου οι συνθήκες φωτισμού της σκηνής παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση του φωτεινού φάσματος. Σε αυτήν την περίπτωση ενώ συνήθως το ανθρώπινο μάτι μπορεί να διακρίνει πλήρως την εικόνα, ο φακός της φωτογραφικής μηχανής δεν παρουσιάζει το ίδιο εύρος πεδίου και για αυτό το λόγο η εικόνα παρουσιάζεται σε ορισμένα σημεία είτε υπερεκτεθειμένη, είτε εμφανίζει υπερβολικά χαμηλή έκθεση.

Η χρήση της φωτογραφίας για φωτομετρικούς σκοπούς δεν είναι καινούργια τεχνική. Διάφοροι ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει στο παρελθόν φωτογραφίες βασισμένες στο φιλμ σε συνδυασμό με τα παραγόμενα CCD δεδομένα για την φωτομέτρηση ενός χώρου. Η κοινή προσέγγιση σε αυτές τις μελέτες ήταν η προσαρμογή στις λειτουργίες “καλιμπραρίσματος” για μια συγκεκριμένη φωτογραφική και φωτεινή πηγή, ενέργειες που εμπειρεύσαν μακροχρόνιες και πολύπλοκες μετρήσεις σε συνθήκες εργαστηρίου, συνοδευόμενες από εκτεταμένη ανάλυση δεδομένων όπου οι τιμές RGB μετατρέπονταν σε τιμές CIE. Βέβαια, αυτές οι πρώιμες μελέτες βασίζονταν σε μία μόνο φωτογραφία, γεγονός που παρείχε μια περιορισμένη δυναμική του εύρους της φωτεινότητας^κ.

Στην HDR φωτογραφία, μέσα από την πολλαπλή έκθεση λαμβάνονται διαφορετικές φωτογραφίες μέσω του λεγόμενου exposure bracketing, έτσι ώστε να συλλάβουν την ευρεία διακύμανση της φωτεινότητας μιας σκηνής. Τα δεδομένα της φωτογραφικής μηχανής εξάγονται υπολογιστικά μέσα από πολλαπλές φωτογραφίες με διαφορετική έκθεση και συνδυάζονται σε μια, η οποία συμπύσσει όλη την πληροφορία. Έτσι, η φωτογράφιση HDR, σαν τεχνική, είναι εφαρμόσιμη σε όλες οι κάμερες που έχουν δυνατότητες πολλαπλής έκθεσης.

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τώρα, μπορεί να συναχθεί ότι σε παρόμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες, οι μετρήσεις φωτεινότητας που λαμβάνονται με τη βοήθεια της νέας μεθοδολογίας είναι γενικά σε καλή συμφωνία με εκείνες που συλλέγονται από τους παραδοσιακούς τρόπους μέτρησης. Η συγκεκριμένη τιμή κάθε



ρίχει σε μια εικόνα HDR αντιστοιχεί στην φυσική ποσότητα φωτεινότητας που υπάρχει στο συγκεκριμένο σημείο του χώρου, με σημαντική ακρίβεια και επαναληψιμότητα!

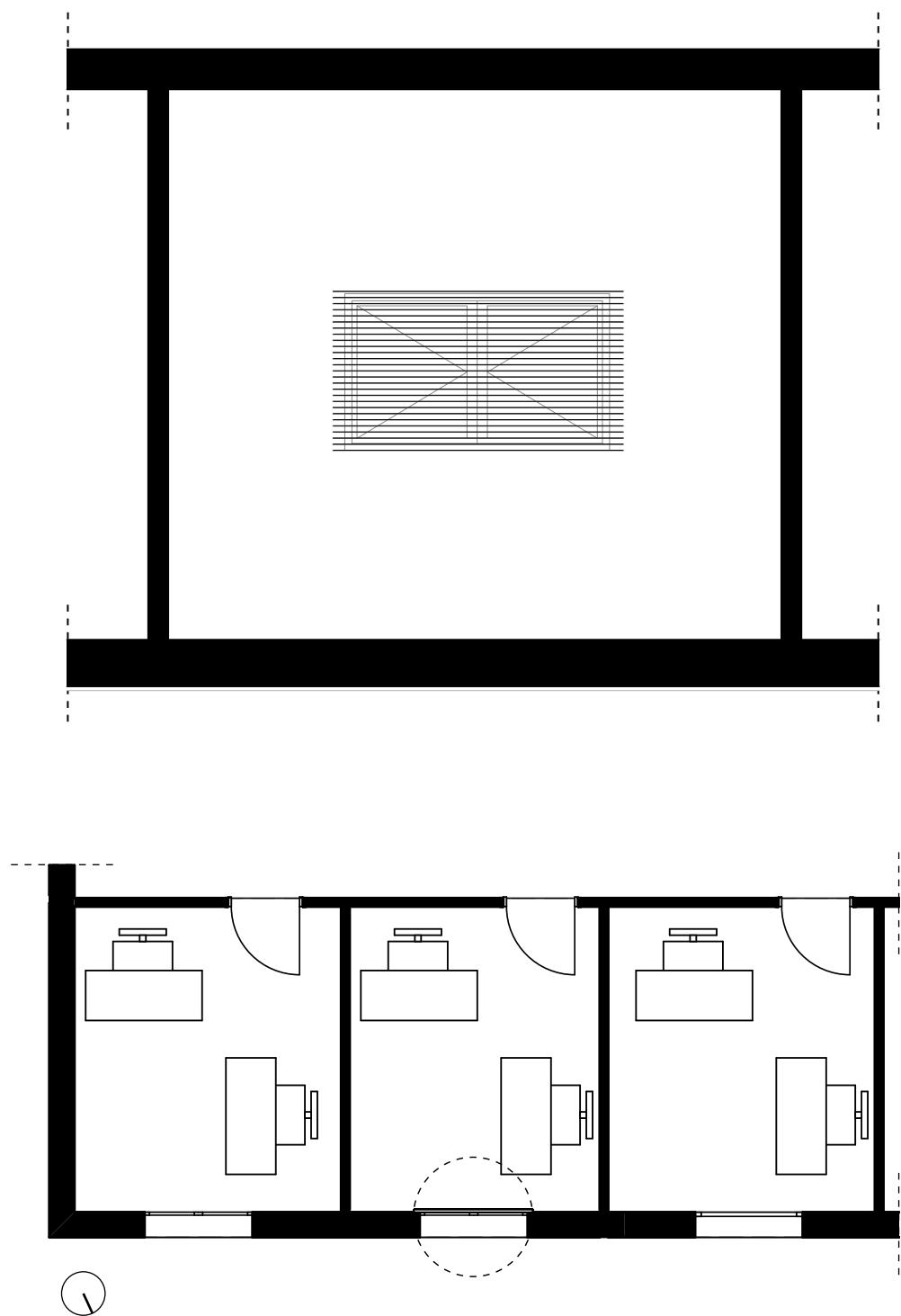
Σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της φωτομετρικής ανάλυσης παίζει το λογισμικό Photosphere. Ο αλγόριθμος του λογισμικού αυτού παρέχει γρήγορη και εύκολη αξιοποίηση των δεδομένων της φωτογραφικής μηχανής σε σύγκριση με τις χρονοβόρες μετρήσεις που απαιτούνται με άλλες μεθόδους. Προσμετρώντας και μεταφέροντας στο πρόγραμμα την τιμή φωτεινότητας μιας επιφάνειας γκρι απόχρωσης, έχουμε την δυνατότητα να πάρουμε τις αντίστοιχες τιμές για κάθε άλλο σημείο της εικόνας. Παρόμοια λειτουργία προσφέρει και το πρόγραμμα HDR Score.

Η τεχνική HDR απαιτεί σταθερές συνθήκες κατά την περίοδο της διαδικασίας καταγραφής. Οι δυναμικές συνθήκες φωτισμού που έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές στο περιβάλλον μελέτης μπορεί να διακυβεύσουν την ακρίβεια του τελικού αποτελέσματος.

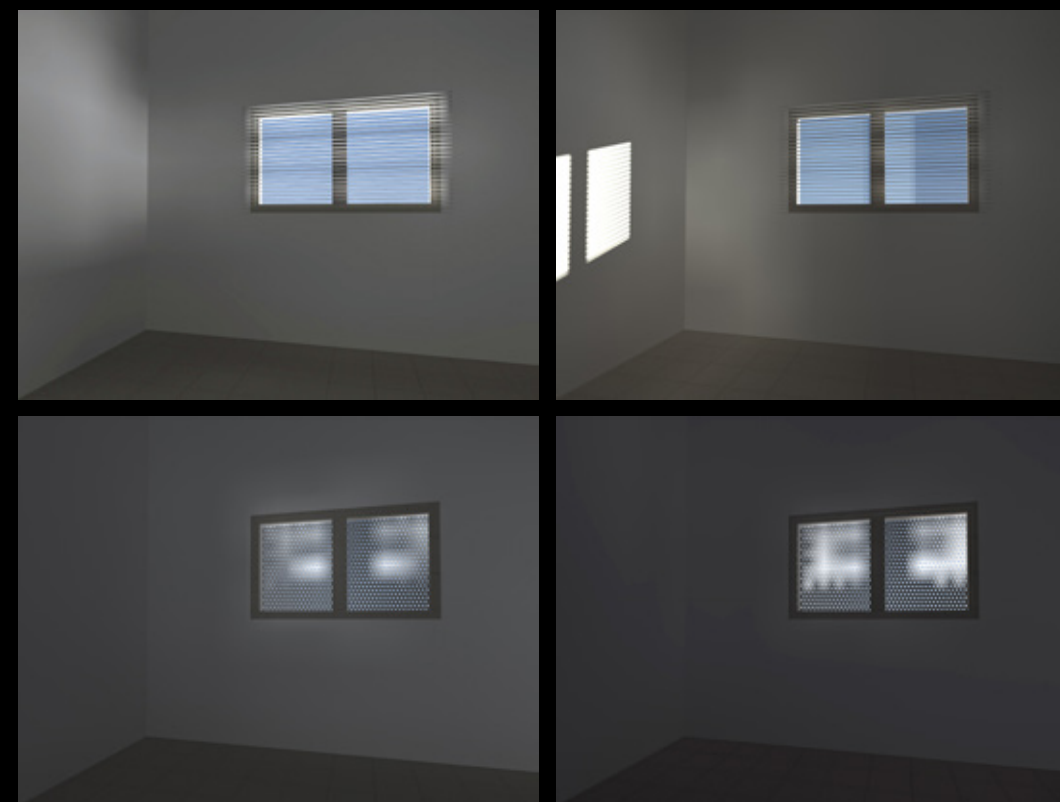
Ο εξοπλισμός για την πραγματοποίηση του πειράματος περιλάμβανε, μεταξύ άλλων, την χρήση φωτόμετρου για την μέτρηση των φυσικών δεδομένων, κάμερας λαμπρότητας, μοιρογνωμόνιου για τις προβλεπόμενες κλίσεις των σκιάστρων ενώ οι πολλαπλές λήψεις διαφορετικής έκθεσης έγιναν με την ψηφιακή φωτογραφική μηχανή DSLR Canon EOS 500D σε συνδυασμό με την χρήση φακού Fisheye Sigma τοποθετημένων σε τρίποδο. Ο φακός παρείχε την δυνατότητα αποτύπωσης της σκηνής με γωνία θέασης 180 μοιρών.

Προσομείωση Συνθηκών

Πριν την πραγματοποίηση του πειράματος, επιχειρήθηκε η προσομείωση των συνθηκών του για την μετέπειτα εξακρίβωση των δεδομένων. Έτσι, διερευνήθηκε η επίδραση του ανοίγματος στον χώρο τόσο με τη χρήση οριζόντιων σκιάστρων όσο και με αυτήν του κυκλικού raftern ορίζοντας ημερολογιακά, τις ημερομηνίες του καλοκαιρινού και χειμερινού ηλιοστασίου (21 Ιουλίου - 21 Δεκεμβρίου αντίστοιχα). Η αναπαράσταση της σκηνής αναπτύχθηκε μέσω του φωτορεαλιστικού radiocity λογισμικού Artlantis. Επιλέχθηκε η πλησιέστερη γεωγραφικά περιοχή (Αθήνα) με αυτήν του πειράματος (Βόλος) και προσαρμόστηκαν οι τροχιές του ήλιου στον νοτιοδυτικό προσανατολισμό των γραφείων.



Τομή/Κάτοψη γραφείου πειράματος, διάσταση ανοίγματος 1,3x1,6 m



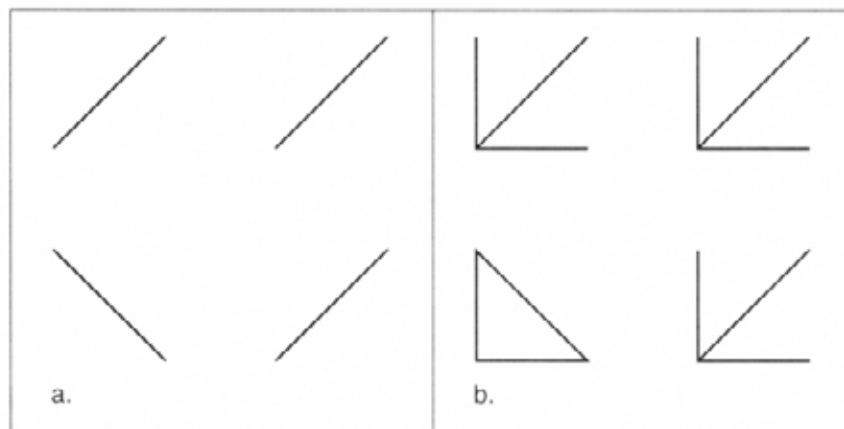
Πάνω: Θερινό - Χειμερινό Ηλιοστάσιο δωματίου με χρήση οριζόντιων σκιάστρων
Κάτω: Θερινό - Χειμερινό Ηλιοστάσιο δωματίου με χρήση κυκλικού pattern

Οπτική Αντίληψη του Pattern

Όπως προαναφέραμε όσον αφορά την χωρική αντίληψη, έχει παρατηρηθεί ότι δεν διακρίνουμε το περιβάλλον γύρω μας με βάση χρώματα, φωτεινότητα και καμπύλες ή ακμές αλλά με βάση τα αντικείμενα. Γι' αυτό τον λόγο, εύκολα διακρίνουμε σε ένα δωμάτιο τα βιβλία, τις καρέκλες, τους ανθρώπους και δυσκολότερα ή σε δεύτερο επίπεδο ανάγνωσης χρώματα και μορφές. Πώς όμως οι πληροφορίες που παίρνουμε από το περιβάλλον μας οδηγούν στην αντίληψη των αντικειμένων αυτών; Αυτό είναι το βασικό ερώτημα που κινητοποιεί πολλούς ερευνητές στο ζήτημα της οπτικής αντίληψης. Ενώ λοιπόν, σε μεγάλο βαθμό εμπειρικά, αντιλαμβανόμαστε αντικείμενα άμεσα και εύκολα, οι διαδικασίες που διέπουν την αντιληπτική εμπειρία είναι πολλές και πολύπλοκες.

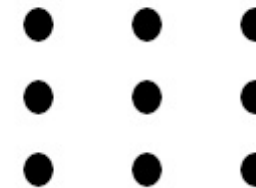
Στο παρακάτω διάγραμμα, ένα από τα σχήματα σε κάθε περίπτωση είναι αποκλίνων. Η απόκλιση εντοπίζεται ευκολότερα στην αριστερή πλευρά λόγω της απλούστερης γεωμετρίας. Η αντιληπτική μας ικανότητα στον κόσμο γύρω μας είναι αρκετά οργανωμένη.

Γι' αυτό, παρά το γεγονός ότι η οπτική εμπειρία μας βασίζεται στις δομικές οργανώσεις των δεκτικών πεδίων διαφορετικής πολυπλοκότητας, εμείς δεν βιώνουμε δεκτικά πεδία. Αντ' αυτού αντιλαμβανόμαστε αντικείμενα όπως οι άνθρωποι, γραφεία, κλπ. Τι συμβαίνει με την οπτική πληροφορία μεταξύ δεκτικών πεδίων και αντικειμένων;



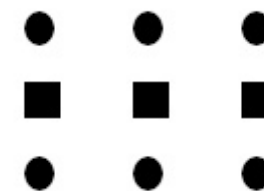
Η απάντηση σε αυτή την φαινομενικά απλή ερώτηση είναι αρκετά πολύπλοκη καθώς στην περίπτωση ενός pattern όπως αυτά που εξετάζουμε, εμπλέκεται και ο παράγοντας φως. Ένα κομμάτι από την απάντηση μπορεί να βρίσκεται στις αρχές οργάνωσης της Gestalt. Παρακάτω παραθέτονται σχήματα που απεικονίζουν μια σειρά από αυτές τις αρχές.

Εγγύτητα



Τείνουμε να οργανώνουμε κοντινά αντικείμενα σε ομάδες. Επομένως, στην εικόνα ταξινομούμε τα αντικείμενα σε στήλες αντί για σειρές γιατί οι κύκλοι σε αυτήν την διάταξη βρίσκονται πιο κοντά από αυτούς στην ίδια σειρά. Κύκλοι με όμοιες αποστάσεις θα αντιμετωπίζονταν σαν συστοιχία και θα ήταν η ευκολότερη περίπτωση οπτικής αντίληψης.

Ομοιότητα



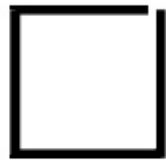
Χαρακτηριστικό στοιχείο στην οπτική δυσφορία ενός pattern. Τείνουμε να οργανώνουμε αντικείμενα που είναι παρόμοια σε σχήμα. Οπότε, αντιμετωπίζουμε τα αντικείμενα της εικόνας σε σειρές αντί για στήλες. Όσο περισσότερα τα αντικείμενα, τόσο δυσκολότερη η ομαδοποίησή τους.

Εύρυθμη Συνέχεια



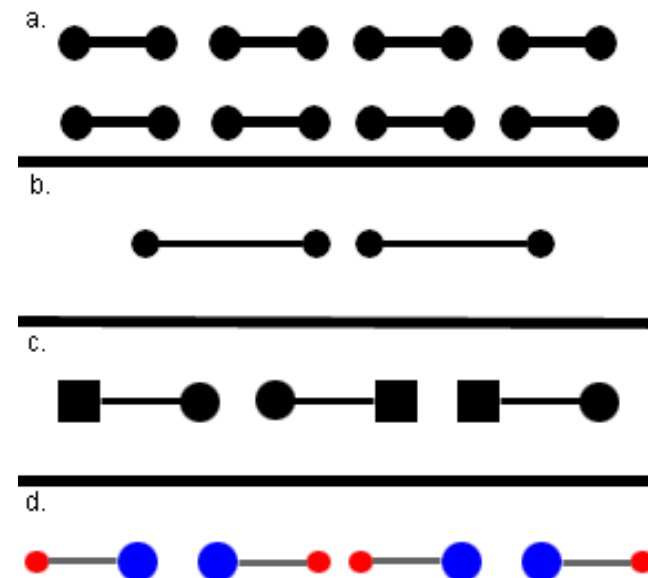
Οργανώνουμε τα σχήματα σε ενιαίες γραμμές για να ελαχιστοποιήσουμε τυχόν ασυνέχειες. Γι' αυτό, αντιμετωπίζουμε τις καμπύλες στο σχήμα σαν μια μεγάλη καμπύλη που τέμνεται από μια ενιαία διαγώνια γραμμή.

Ολοκλήρωση



Ενώνουμε τις γραμμές για να συγκροτήσουμε ενιαίες φιγούρες όποτε είναι δυνατόν. Συνεπώς, συγκροτούμε το παραπάνω σχήμα σαν ένα τετράγωνο και όχι σαν τέσσερις γραμμές, παρά το κενό που υπάρχει σε δύο από αυτές. Η οπτική μας αντίληψη τείνει να ολοκληρώνει την συνοχή τους.

Ομοιόμορφη Συνεκτικότητα



Σύμφωνα με την ομοιόμορφη συνεκτικότητα, διοργανώνουμε ως μία ενιαία μονάδα τα τμήματα του πίνακα που φαίνεται να συνδέονται. Στην πρώτη περίπτωση αντιλαμβανόμαστε τους ενωμένους κύκλους σαν οκτώ αυτόνομα τμήματα. Στην δεύτερη, παρά την μεγαλύτερη απόσταση των κύκλων επαναλαμβάνεται το ίδιο φαινόμενο ενώ στην τρίτη περίπτωση, η ανομοιογένεια των σχημάτων (τετράγωνο, κύκλος) δεν επηρεάζει την λειτουργία της αντιληπτικής μας ικανότητας με βάση την ομοιόμορφη συνεκτικότητα. Στην τέταρτη εικόνα, παρατηρούμε ότι ούτε ο παράγοντας χρώμα στέκεται ικανός να αυτονομήσει τα σχήματα.

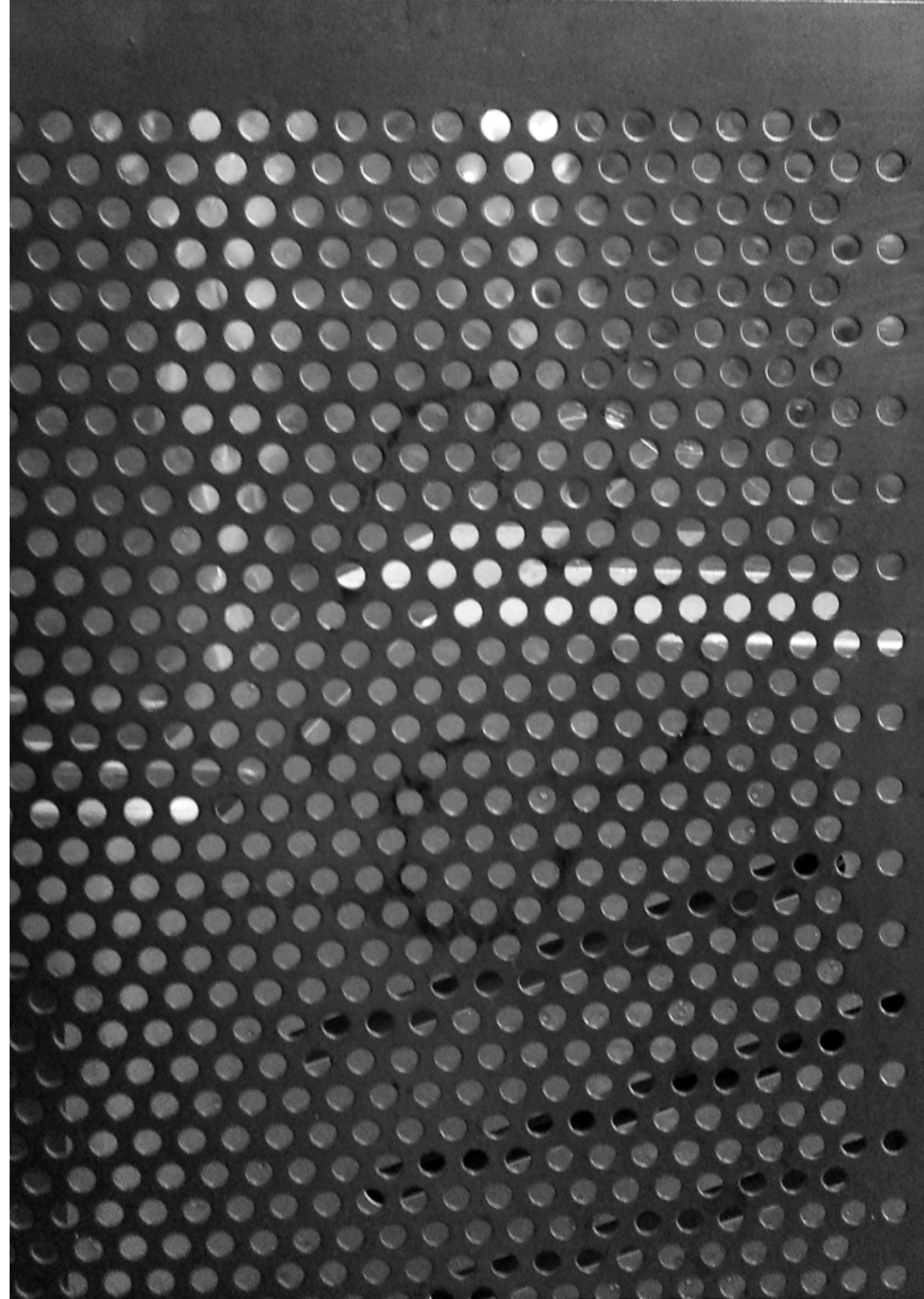
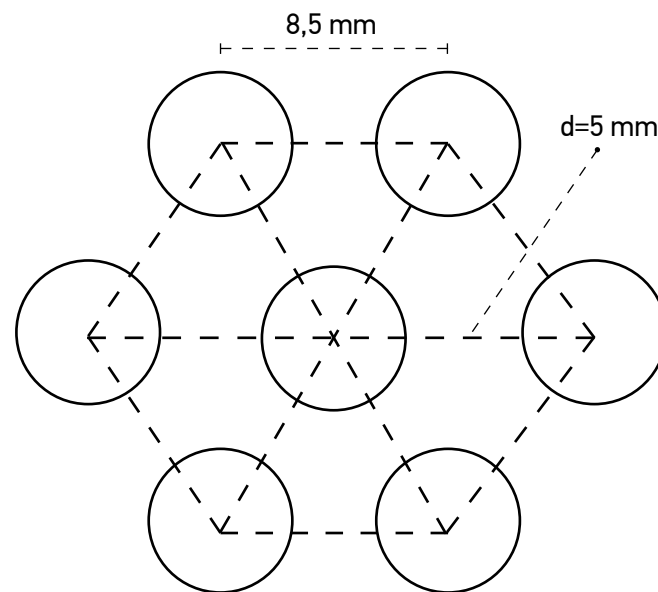
Πέρα από τη λειτουργία της ενιαίας συνεκτικότητας μέσα από τα τέσσερα παραδείγματα εύλογα μπορούμε να σκεφτούμε πως αυτές οι αρχές μπορούν να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά την εικόνα μιας όψης ή ενός ανοίγματος ενός κτιρίου που αφορούν και την περίπτωση μελέτης μας.

Πείραμα

Στην πρώτη φάση του πειράματος επιχειρήθηκε η έρευνα πάνω στα επίπεδα οπτικής άνεσης που προσφέρουν τα σύγχρονα συστήματα σκίασης υπό μορφή pattern. Παρότι θεωρητικά επιλέγονται για την βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών άνεσης, δεν είναι λίγες οι φορές όπου ο αισθητικός παράγοντας υπερτερεί και αποτελεί αποφασιστικό κριτήριο επιλογής.

Για αυτόν τον σκοπό λοιπόν, επιλέξαμε ένα από τα πιο δημοφιλή κυκλικά pattern που επιλέγονται στην αγορά άρα και αυτό που χρησιμοποιείται πιο ενεργά από τους περισσότερους χρήστες. Το pattern της δοκιμής ήταν εξαγωνικό με διατομή 5 χιλιοστών και ποσοστό διάτρησης 54%. Για να υπολογιστεί το ποσοστό διάτρησης (Openness Factor) υπολογίζουμε πρώτο το εμβαδόν του ενός κύκλου και στην συνέχεια του εξαγώνου. Το ποσοστό προκύπτει από το γινόμενο του εμβαδού τριών κύκλων διά του εμβαδού του εξαγώνου.

$$\text{Openness Factor: } \frac{3 \times E_{\text{Κύκλου}}}{E_{\text{Εξαγώνου}}} = \frac{0,01275}{0,02355} = 0,5414 = 54 \% \text{ διάτρηση}$$





αριστερά: άνοιγμα πειράματος, νοτιοδυτικός προσανατολισμός
δεξιά: άνοιγμα μετά την προσαρμογή του μεταλλικού pattern

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρειάστηκαν:



- Το μεταλλικό pattern. Δύο φύλλα 0.70x1.16 προσαρμόστηκαν στο άνοιγμα.



- Είναι εμφανής η διαφορά της οπτικής με και χωρίς το pattern.



- DSLR φωτογραφική μηχανή Canon EOS 500D προσαρμοσμένη σε τρίποδο και φακό Fisheye Sigma.



- Το φωτόμετρο για τον υπολογισμό των επιπέδων φυσικού φωτός και τυχόν αποκλίσεις κατά την διάρκεια του πειράματος.



- Γκρι επιφάνεια για την μέτρηση των επιπέδων λαμπρότητας και την μετέπειτα εξακρίβωση στο λογισμικό Photosphere.



- Κάμερα λαμπρότητας, η οποία εστιάζε στο κέντρο της γκρι επιφάνειας στην διάρκεια που ο χρήστης είχε την οπτική του στο άνοιγμα.



- Μέτρο για την σημείωση της μέγιστης και ελάχιστης απόστασης από το άνοιγμα, με βάση την προσωπική αίσθηση του χρήστη.



- Το δείγμα δεκαπέντε τυχαίων χρηστών για την μέτρηση των επιπέδων οπτικής άνεσης του pattern.

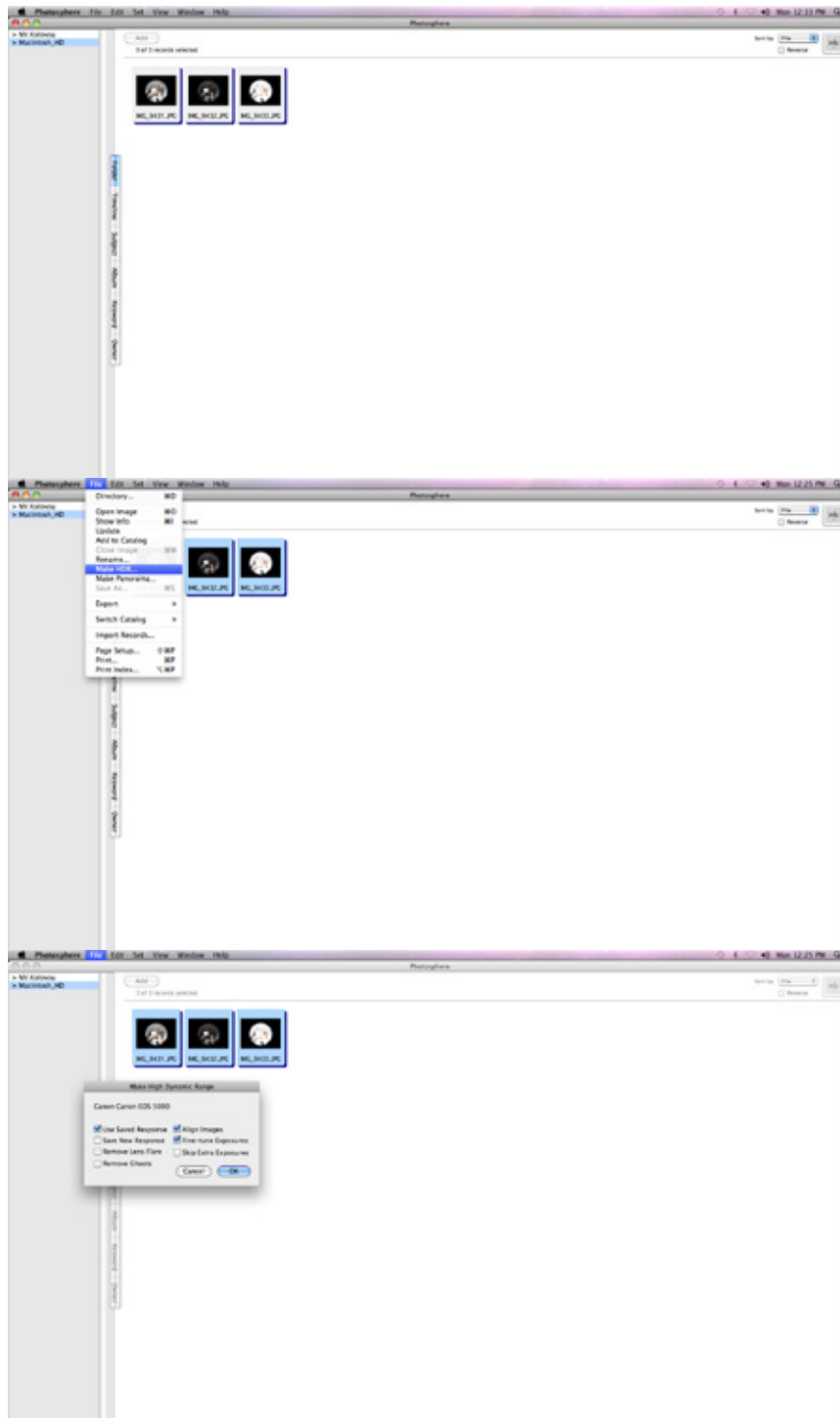
Η διαδικασία ξεκινούσε με τον χρήστη να στέκεται στο πλησιέστερο σημείο του ανοίγματος. Η εικόνα σε αυτό το σημείο προκαλούσε υψηλά επίπεδα δυσφορίας στον παρατηρητή σε σημείο να μην μπορεί να εστιάσει προς το pattern για μεγάλη χρονική περίοδο. Στην συνέχεια, ο χρήστης ξεκινούσε να κινείται σταδιακά με βήματα προς τα πίσω μέχρι να φτάσει στο σημείο όπου η οπτική προς το άνοιγμα βρισκόταν σε ανεκτά, για αυτόν, επίπεδα. Τέλος, συνέχιζε να απομακρύνεται από το άνοιγμα μέχρι να νιώσει ότι βρίσκεται στο βέλτιστο επίπεδο οπτικής άνεσης.

Οι απαντήσεις των χρηστών είχαν ως εξής:

Χρήστης	Ελάχιστη απόσταση οπτικής άνεσης	Μέγιστη απόσταση οπτικής άνεσης	Μυωπία
1.	1.30	2.80	όχι
2.	1.00	2.20	όχι
3.	0.70	2.50	όχι
4.	1.00	2.75	όχι
5.	1.00	2.90	όχι
6.	1.00	2.60	όχι
7.	1.15	2.50	όχι
8.	1.10	2.70	1
9.	1.10	2.35	3
10.	1.20	2.70	όχι
11.	0.65	2.55	όχι
12.	1.30	3.50	6
13.	1.10	3.25	όχι
14.	0.65	3.10	3.5
15.	0.70	2.20	3



πάνω: προσέγγιση του χρήστη στο άνοιγμα με σημειακή φωτομέτρηση του χώρου
 κάτω: αποτύπωση της σκηνής μέσω του φακού Fisheye



λογισμικό Photosphere, δημιουργία HDR εικόνας μέσω λήψεων διαφορετικής έκθεσης (-2,0,+2)

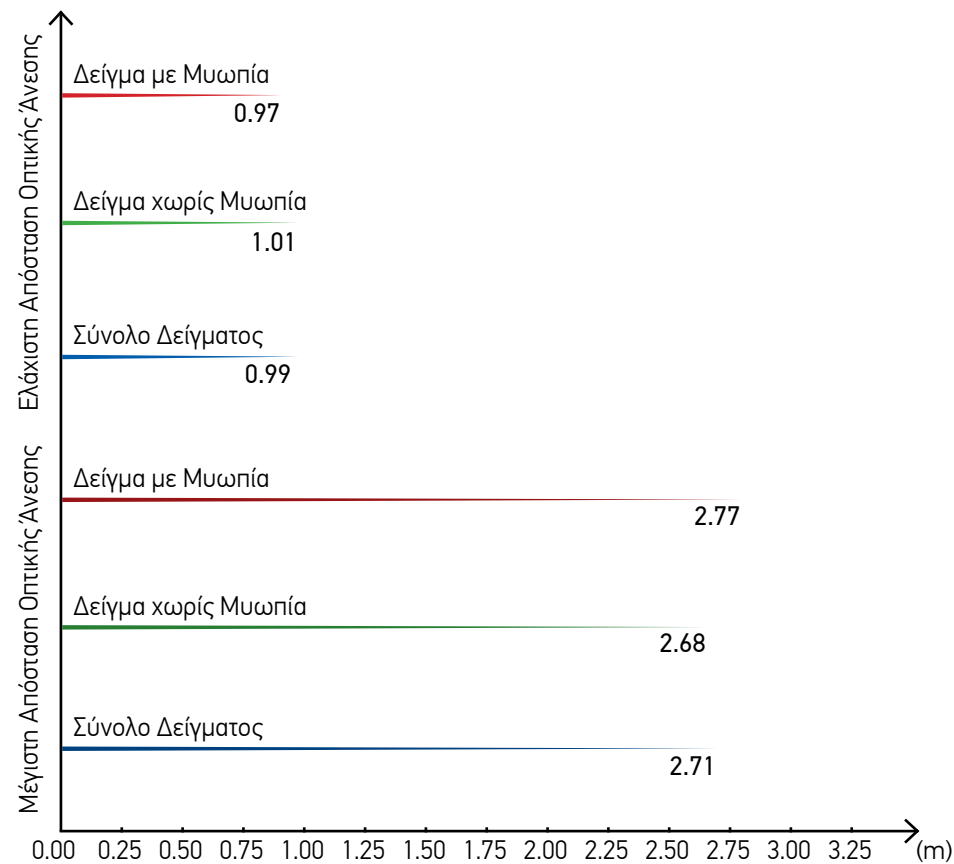
Οι συνθήκες φωτισμού ήταν σταθερές στα 293 lux με απόκλιση που έφτανε έως τα 25 lux κατά περιόδους. Η μέτρηση της γκρι επιφάνειας την στιγμή της μέτρησης σε συνθήκες φωτισμού 293 lux έδωσε τιμή 20,6 cd/m². Μέσω της λειτουργίας Bracketing πήραμε τρεις λήψεις σε διαφορετική έκθεση -2,0,+2 και στην συνέχεια τις προσαρμόσαμε στο λογισμικό Photosphere παίρνοντας μια καινούργια HDR εικόνα που αφομοίωσε την πληροφορία των προηγούμενων λήψεων. Διορθώνοντας την τιμή που υπολογίσαμε στην γκρι επιφάνεια (20,6 αντί 20,9 cd/m²) το πρόγραμμα μας έδωσε τα επίπεδα λαμπρότητας σε κάθε άλλο σημείο της εικόνας.



λογισμικό Photosphere, διόρθωση τιμής λαμπρότητας της παραγόμενης HDR εικόνας

Οι απαντήσεις του δείγματος και η ανάλυση των αποτελεσμάτων πάνω στο εξαγωγικό pattern έδωσαν ενδιαφέροντα στοιχεία όσον αφορά, όχι μόνο την αίσθηση που εισπράττει ο χρήστης από αυτά, αλλά και την γενικότερη αποτελεσματικότητά τους.

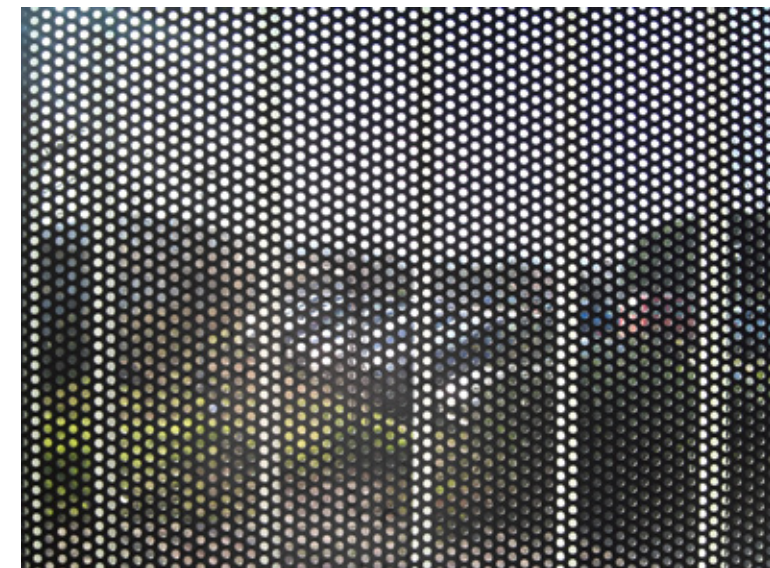
Η ελάχιστη μέση απόσταση που μπορεί να κάτσει ένας χρήστης στο άνοιγμα χωρίς να τον ενοχλεί άγγιζε τα 99 εκατοστά ενώ η ιδεατή απόσταση έφθανε στα 2.71 μέτρα. Βάζοντας και τον παράγοντα μυωπία στην εξίσωση, η ελάχιστη τιμή για το δείγμα ατόμων χωρίς μυωπία ξεπερνούσε το ένα μέτρο όντας στο 1.01, ενώ η ελάχιστη αντίστοιχη τιμή για τα άτομα με μυωπία βρισκόταν χαμηλότερα, στα 0.97 μέτρα. Η ιδανική απόσταση για τα άτομα χωρίς μυωπία βρισκόταν πλησιέστερα από τον γενικό μέσο όρο στα 2.68 μέτρα ενώ για άτομα με μυωπία τον ξεπερνούσε φθάνοντας στα 2.77 μέτρα. Παρατηρούμε δηλαδή ότι ενώ τα άτομα με μυωπία δεν έχουν το ίδιο έντονη ενόχληση με το pattern σε πιο κοντινές αποστάσεις, όταν η απόσταση αυξάνεται χρειάζονται περισσότερο χώρο για να φθάσουν στα ιδανικά επίπεδα οπτικής άνεσης.



Παρακάτω παραθέτονται εικόνες του pattern σε χαρακτηριστικές αποστάσεις από αυτό:



- Στα 0.5 μέτρα η εικόνα είναι ιδιαίτερα δυσδιάκριτη. Ο χρήστης αδυνατεί να εστιάσει προς το pattern.



- Στα 0.7 μέτρα η αίσθηση δεν έχει αλλάξει σημαντικά.



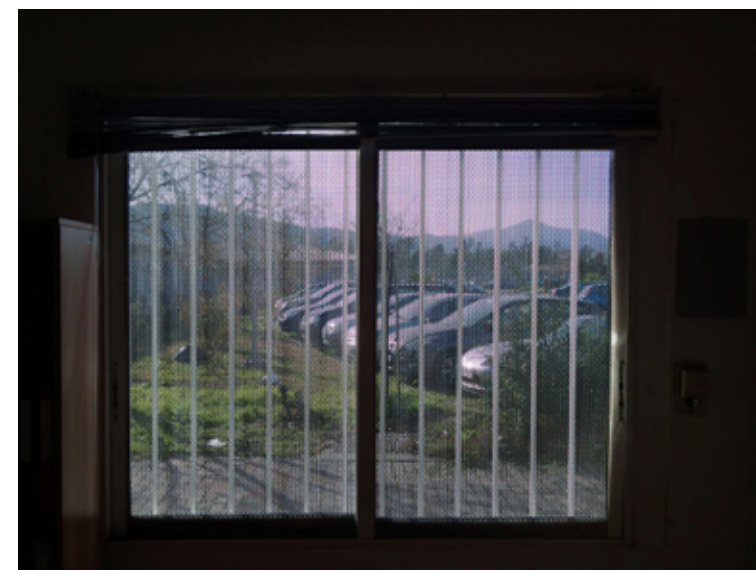
- Στο ένα μέτρο απόστασης, η εικόνα είναι αρκετά βελτιωμένη.



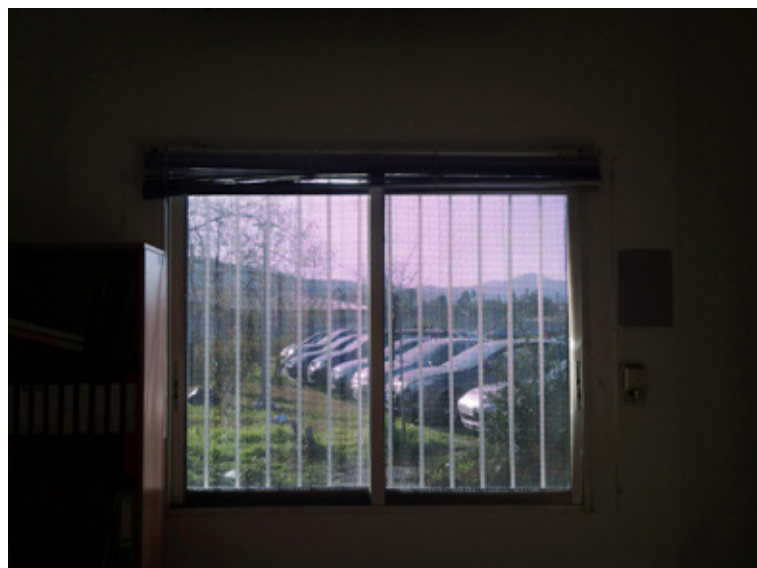
- Στα 1.5 μέτρα, ο χρήστης μπορεί να εστιάσει με μειωμένα επίπεδα ενόχλησης.



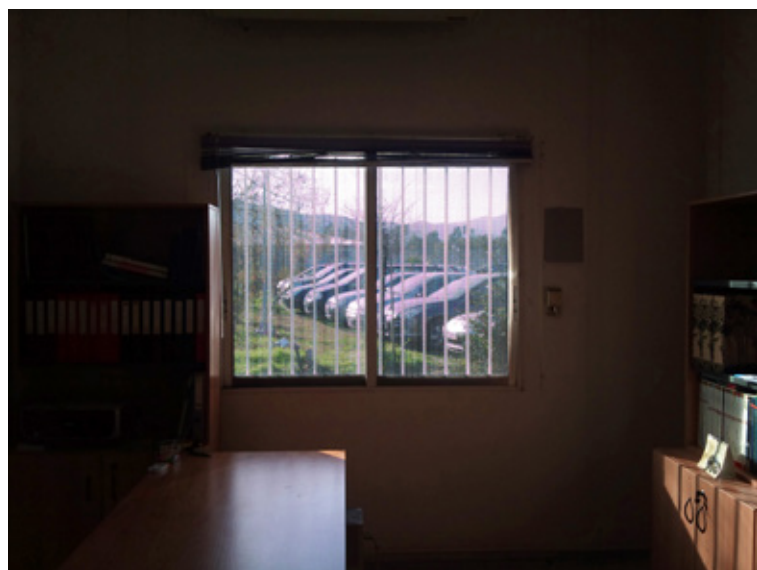
- Στα δύο μέτρα η εικόνα αρχίζει να υπερισχύει σε σχέση με το pattern.



- Στα 2.7 μέτρα η ενόχληση του χρήστη έχει εξαλειφθεί πλήρως.



- Στα τρία μέτρα η αίσθηση βελτιώνεται ακόμα περισσότερο.



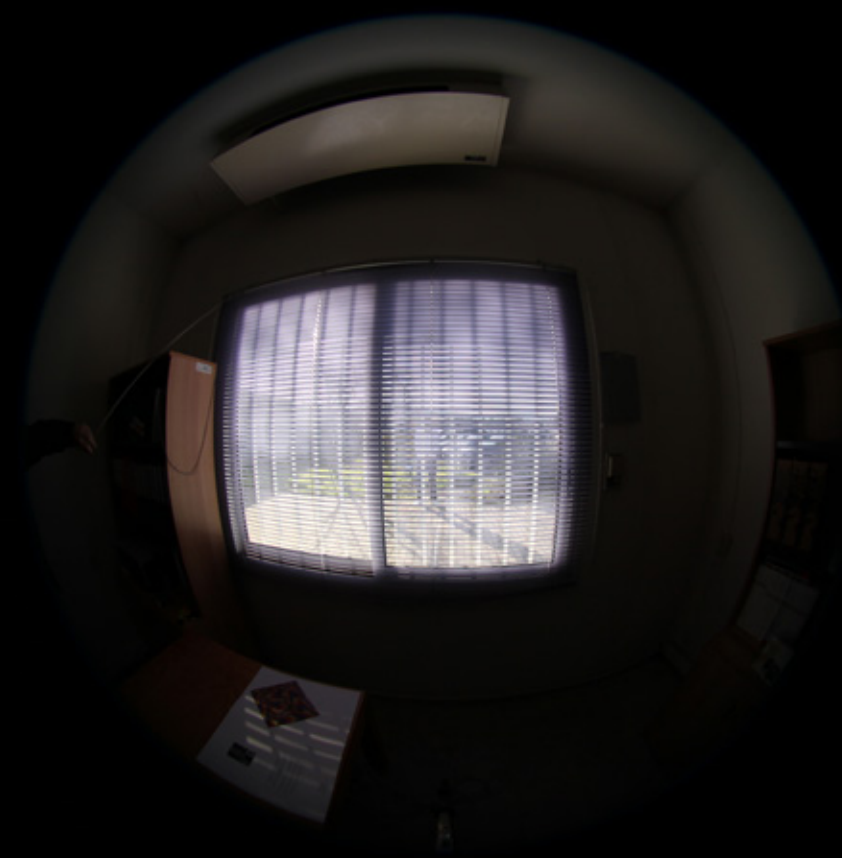
- Στα τέσσερα μέτρα το εξωτερικό περιβάλλον διακρίνεται πλέον με ευκολία.



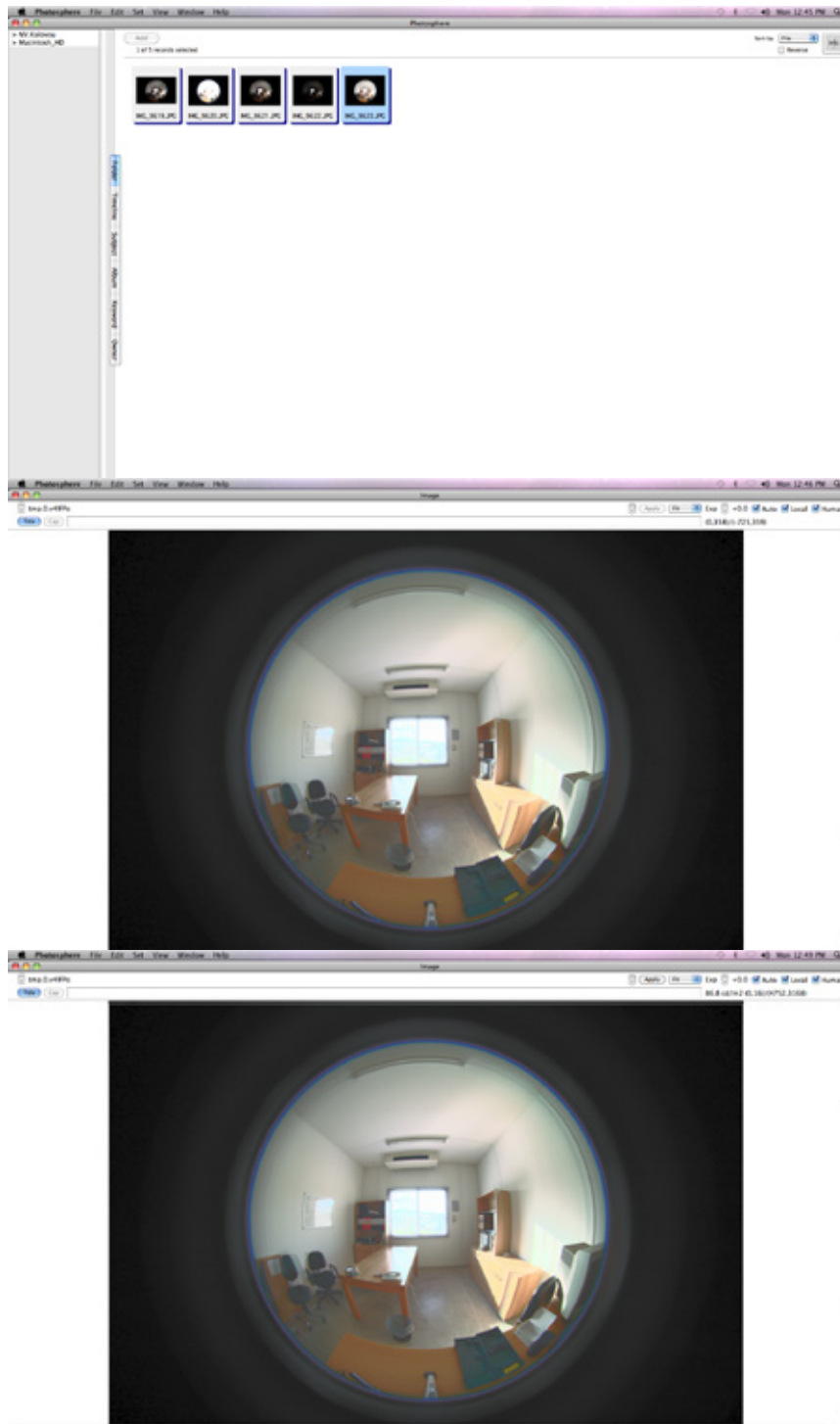
Στην δεύτερη φάση εφαρμόστηκε το ευρωπαϊκό πρότυπο μέτρησης για την χρήση οριζόντιων σκιάστρων Blinds and Shutters - Thermal & Visual Comfort Test and Calculation Method Elot EN 14500. Σε σκιάστρα πλάτους 2,2 εκατοστών και ανάλογης απόστασης προσαρμοσμένα σε άνοιγμα 1,3x1,6 έγινε βαθμιαία μεταβολή της κλίσης τους με παράλληλη μέτρηση των επιπέδων φωτός με τη χρήση φωτόμετρου. Η διαδικασία είχε ως εξής: ο ένας παρατηρητής βρισκόταν μέσα στο δωμάτιο ένα μέτρο μακριά από το άνοιγμα ενώ ο δεύτερος βρισκόταν στον εξωτερικό χώρο πέντε μέτρα μακριά από το παράθυρο. Σε κάθε φάση του πειράματος, τα σκιάστρα περιστρέφονταν μέχρι το σημείο όπου ο εσωτερικός παρατηρητής δεν μπορούσε να διακρίνει τον εξωτερικό. Στο σημείο αυτό, σημειώθηκε η οριακή κλίση. Για την πραγματοποίηση του πειράματος όπως και στην προηγούμενη φάση χρησιμοποιήθηκε παρόμοιος εξοπλισμός με την επιπλέον προσθήκη μοιρογνομόνιου για την σταδιακή μέτρηση της κλίσης των οριζόντιων σκιάστρων. Σε όλη την διάρκεια του επικρατούσαν συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας. Ακολουθούν οι λήψεις προσαρμοσμένες στην απόσταση του εσωτερικού παρατηρητή, ένα μέτρο από το άνοιγμα.



- Σε μηδενική κλίση ο εξωτερικός παρατηρητής διακρίνεται με ευκολία. Τα επίπεδα φωτισμού αγγίζουν τα 390 lux.

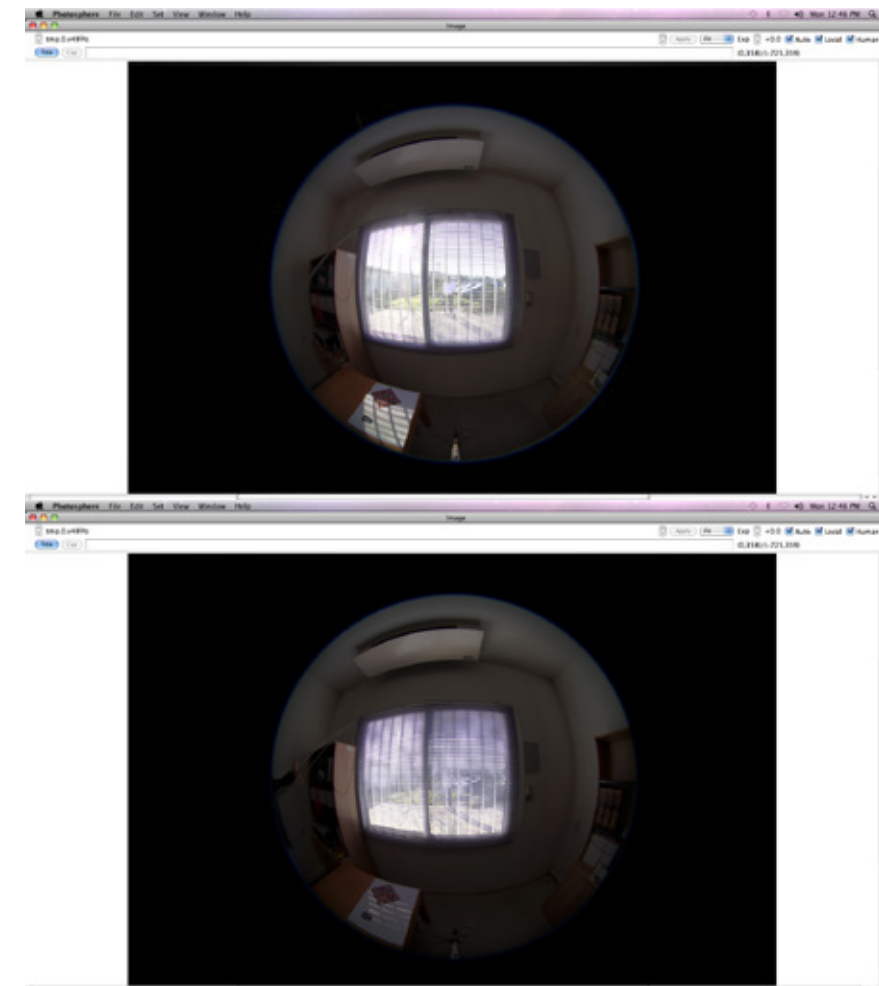


- Στην τελική κλίση η οποία μετρήθηκε στις 34 μοίρες, ο παρατηρητής είναι οριακά ευδιάκριτος, ενώ και τα επίπεδα φωτισμού είναι σημαντικά χαμηλότερα στα 187 lux, διαφορά που είναι ορατή και “δια γυμνού οφθαλμού”.



λογισμικό Photosphere, δημιουργία HDR εικόνας μέσω λήψεων διαφορετικής έκθεσης (-4,-2,0,+2,+4) και μέτρηση φωτεινότητας

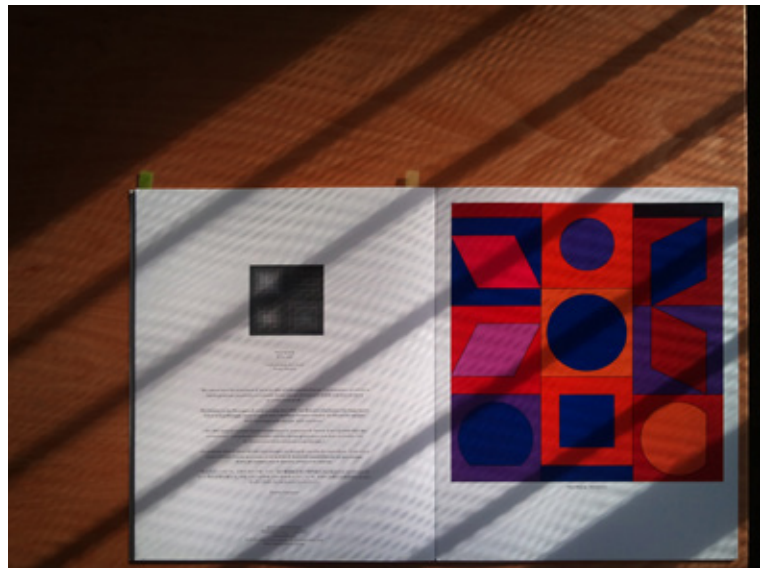
Όπως και στην προηγούμενη φάση, ακολούθησε η δημιουργία των HDR εικόνων μέσω του Photosphere σε μεγάλο εύρος έκθεσης (-4,-2,0,+2,+4). Αποτυπώθηκε η επίδραση των σκιάστρων τόσο στην απόσταση του εσωτερικού παρατηρητή σε μηδενική και οριακή κλίση, όσο και σε όλο το εύρος του δωματίου με διόρθωση της τιμής λαμπρότητας της γκρι επιφάνειας από 59.4 cd/m² σε 59,6 cd/m² για οριζόντια κλίση και από 19.2 cd/m² σε 19.3 cd/m² για οριακή κλίση. Στο τελευταίο στάδιο του πειράματος ακολούθησε η μελέτη της επίδρασης των σκιάστρων και του pattern στο επίπεδο της επιφάνειας εργασίας (80 εκατοστά από το έδαφος) σε συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας. Διερευνήθηκε η ευκολία ανάγνωσης ενός βιβλίου με εικόνες και σχήματα σε στιγμές όπου η σκιά που άφηναν το pattern και τα σκιάστρα στον χώρο, ήταν εμφανής.



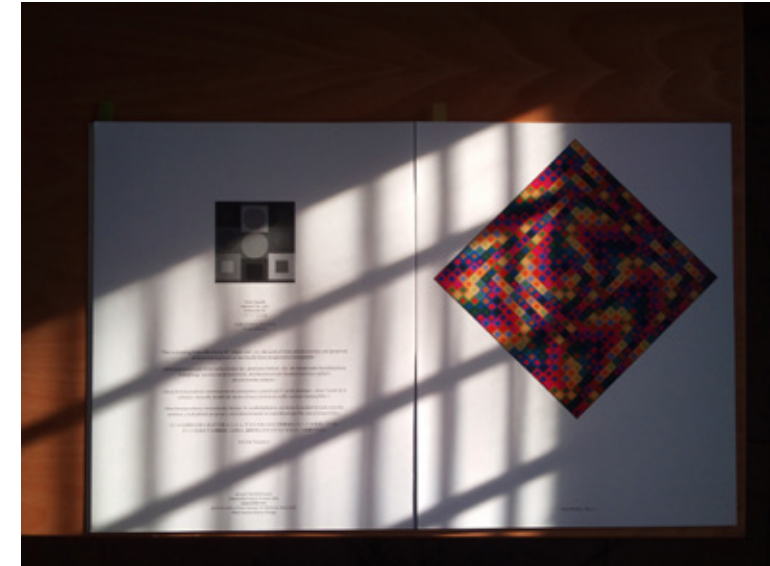
λογισμικό Photosphere, δημιουργία HDR εικόνας σε μηδενική και οριακή κλίση των οριζόντιων σκιάστρων



- Στον χώρο, το αποτύπωμα των σκιάστρων συνήθως δεν ενοχλεί, αλλά τι συμβαίνει με την επιφάνεια εργασίας;



- Το εξαγωγικό pattern αφήνει ένα ίχνος χαμηλού contrast στην επιφάνεια εργασίας που δεν ενοχλεί στην ανάγνωση.

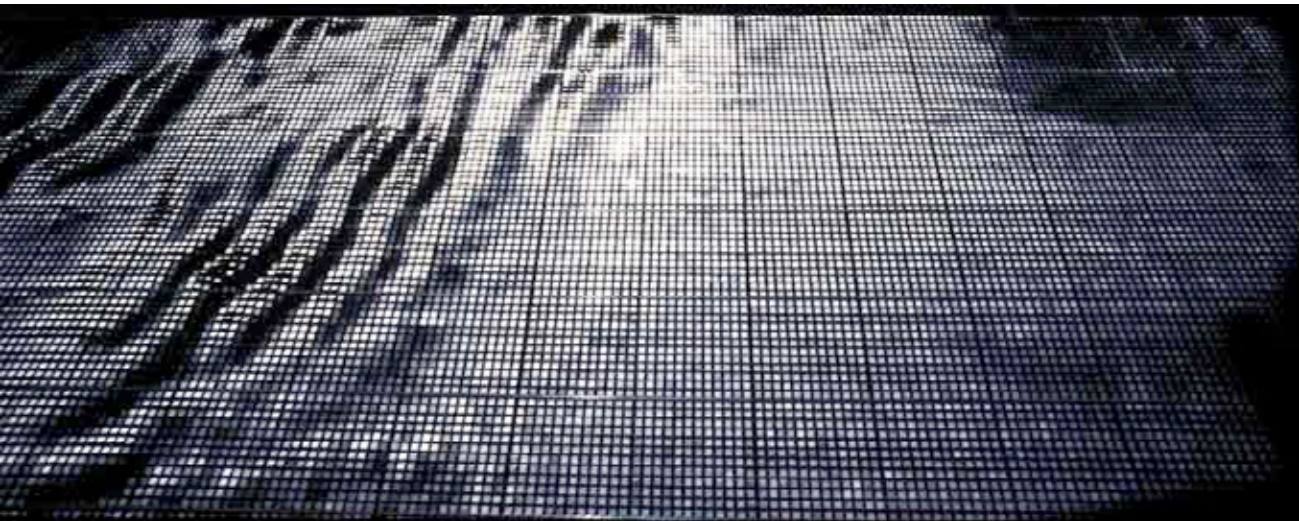


- Τα σκιάστρα σε μηδενική κλίση δεν ενοχλούν σημαντικά στην κατανόηση του κειμένου και των σχημάτων.



- Η οριακή κλίση δυσχεραίνει την ανάγνωση του κειμένου, εμφανίζοντας μικρότερη επίδραση στην κατανόηση των εικόνων.

Συμπεράσματα



Η έρευνα πάνω στις προτιμήσεις του χρήστη αναζήτησε σταθερές μέσα από την εξέλιξη του κελύφους, διερεύνησε τη σχέση των υλικών και του χρώματος στις επιλογές του, προχώρησε στην επιστημονική καταγραφή των απαιτήσεων που εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης σε έναν χώρο, εστιάζοντας στην συνέχεια στις ψυχολογικές προεκτάσεις που αυτός δημιουργεί. Παράλληλα, η καταγραφή των αρχιτεκτονικών και τεχνολογικών εξελίξεων που βρίσκονται “προ των Πυλών”, έθεσε το ερώτημα της ικανότητας διείσδυσης τους στην αρχιτεκτονική διαδικασία και αφομοίωσής τους από τους ανθρώπους σε ευρεία κλίμακα. Τέλος, πειραματισμοί πάνω σε συμβατικά κελύφη, δοκίμασαν επί του πρακτέου την αίσθηση του χρήστη και τη συνάφεια της με το θεωρητικό υπόβαθρο.

Η εξέλιξη του κελύφους στα κτίρια αποδεικνύει την άρρηκτη σχέση της Αρχιτεκτονικής με τις τεχνολογικές προόδους και τις κοινωνικοπολιτισμικές αλλαγές που πραγματοποιούνται στην πάροδο των ετών.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης ή pattern ενώ από την πλευρά του πελάτη επιλέγεται συνήθως με αισθητικά κριτήρια, εξαρτάται από πλειάδα παραγόντων που αφορούν τον τύπο του κτιρίου, την κλιματική ζώνη, τον προσανατολισμό κ.α. τα οποία σε μεγάλο βαθμό πρέπει να καθορίζουν και την τελική επιλογή.

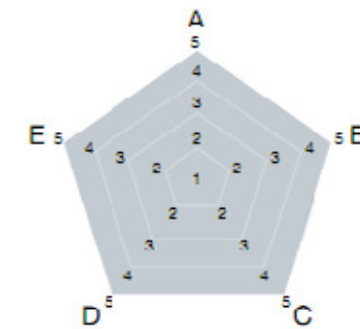
Οι αρχές που διέπουν τις συνθήκες άνεσης συνιστούν ένα πολύ χρήσιμο και επιστημονικά τεκμηριωμένο εργαλείο, ώστε η επιλογή του συστήματος σκίασης να οδηγεί και στην εξασφάλιση των απαιτούμενων συνθηκών διαβίωσης.

Ο ψυχολογικός παράγοντας ενώ έχει αναλυθεί σε σημαντικό βαθμό από τους Μορφοψυχολόγους της Gestalt, είναι γεγονός ότι παραμένει σε σημαντικό βαθμό και μια καθαρά βιωματική εμπειρία. Στην περίπτωση που εξετάζουμε, το ενδιαφέρον είναι έντονο, καθότι δεν αφορά μόνο μια απλή μορφή, άλλα ένα μοτίβο όπου μέσω αυτού, λόγω της διείσδυσης του φωτός, επιτυγχάνεται η σύνδεση μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα, το ίχνος που αφήνει αυτό το μοτίβο στον χώρο μπορεί να επηρεάσει τον άνθρωπο με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Έτσι, παρά την θεωρητική ανάλυση της οπτικής αντίληψης του pattern, η επίδραση του στον χρήστη του κτιρίου, παρέμενε ένα θέμα, ανεξερεύνητο σε σημαντικό βαθμό.

Ποιά είναι λοιπόν τα συμπεράσματα που προκύπτουν από το πείραμα; Οι απαντήσεις των χρηστών σε συνδυασμό με τις μετρήσεις και την ανάλυση από τα δεδομένα απέδειξαν ουσιαστικά την έλλειψη έρευνας που υπάρχει στο ζήτημα της εσωτερικής αίσθησης του χρήστη πάνω στα διάφορα συστήματα σκίασης. Η μέση τιμή του σημείου ελάχιστης οπτικής άνεσης που προέκυψε από τις προτιμήσεις του δείγματος έφθασε οριακά κάτω από το ένα μέτρο και συγκεκριμένα στα 99 εκατοστά. Δηλαδή σε ένα άνοιγμα με προσαρμοσμένο ένα εξαγωνικό κυκλικό pattern (διατομής 5 χιλιοστών στην περίπτωση που εξετάστηκε), ένας χρήστης δεν μπορεί να στέκεται πιο κοντά από το ένα μέτρο για να μην νιώθει έντονες ενοχλήσεις ενώ χρειάζεται άλλα 1.7 μέτρα (2.71) για να μην νιώθει ενοχλήσεις καθόλου. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι σε ένα δωμάτιο 3x4 μέτρα όπως στο γραφείο της δοκιμής, τα 3 από τα 12 τετραγωνικά του χώρου καθίστανται μη λειτουργικά, ένα ποσοστό της τάξεως του 25 %, ενώ για τα επόμενα

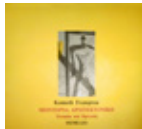
1.7 μέτρα (5.1 τετραγωνικά) όπου η οπτική είναι σε ανεκτά επίπεδα, το εμβαδόν ισοδυναμεί με το 42.5 % του χώρου! Έτσι, απομένει ένα ποσοστό 32.5 % για βέλτιστες συνθήκες οπτικής άνεσης. Τα επίπεδα μυωπίας ή όχι των χρηστών δεν έδειξαν σημαντική διακύμανση στις τελικές μετρήσεις. Τα άτομα με μυωπία χρειάζονταν ελαφρώς μικρότερη απόσταση για το ελάχιστο επίπεδο οπτικής άνεσης και λίγο μεγαλύτερη για το σημείο όπου δεν ένιωθαν ενοχλήσεις. Σε χρήση οριζόντιων σκιάστρων, το σύστημα παραμένει λειτουργικό μέχρι την γωνία των 36 μοιρών, ένα ποσοστό της τάξεως του 40% σε σχέση με την δυνατότητα συνολικής κλίσης του.

Συνοψίζοντας, η ιστορία της Αρχιτεκτονικής έχει δείξει ότι ενώ η τεχνολογία μπορεί να εξελίσσεται και ριζοσπαστικές λύσεις να βγαίνουν στο προσκήνιο, η νοοτροπία και η μακροχρόνια εδραιωμένη αντίληψή του ανθρώπου απέναντι στα δρώμενα αποτελούν ισχυρότερους καταλύτες για την τελική του γνώμη, και επακόλουθη αποδοχή ή απόρριψή τους. Ακόμα και όταν νέες τεχνολογίες εμφανίσουν ξεκάθαρα λειτουργικά οφέλη, με άμεσο αντίκτυπο στην βελτίωση των συνθηκών άνεσής και ποιότητας ζωής του, η αφομοίωσή τους από τον άνθρωπο θα γίνει ευκολότερα όταν δεν παρεκκλίνουν από οικίες σε αυτόν φόρμες και λογικές (evidence based design). Αστάθμητος παράγοντας, οι κοινωνικές και πολιτικές εξελίξεις που καθορίζουν τις τάσεις της κάθε εποχής, με την Αρχιτεκτονική φυσικά, να μην μένει αμέτοχη. Σε κάθε περίπτωση όμως, η ανθρώπινη παράμετρος παραμένει απρόβλεπτη ανεξάρτητα από τις καινοτομίες και τη “λάμπση” από την οποία μπορεί να περιβάλλονται, νέες ιδέες ή σχεδιαστικά εγχειρήματα, ενώ η εξισορρόπηση όλων των εμπλεκόμενων μεταβλητών παραμένει, η πιο σίγουρη μέθοδος επιτυχίας.



Βιβλιογραφία

Έντυπη



1. Μοντέρνα Αρχιτεκτονική - Ιστορία και Κριτική, Kenneth Frampton



2. Architectural Design in Steel, Peter Trebilcock and Mark Lawson



3. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός - Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, Ελένη Ανδρεαδάκη



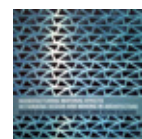
4. Αρχιτεκτονικό Χρώμα - Θεωρία και Σχεδιασμός, Θεανώ Φανή Τόσκα



5. Περιβαλλοντική Κοινωνική Ψυχολογία - Η Αντίληψη του Χώρου, Πάνος Κοσμούπουλος



6. Ψυχολογία και Αρχιτεκτονική, David Canter



7. Manufacturing Material Effects - Rethinking Design and Making in Architecture, Branko Kolarevic and Kevin Klingner

Ηλεκτρονική

a. Historical Development Of The Building Enclosure, John Straube

b. Occupant's Comfort Expectations in Offices - A Thermal Lifestyle?, A. Roetzel, A. Tsangrassoulis, U.Dietrich, S.Busching

c. Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference, R. De Dear, G. Brager, D. Cooper

d. Αειφόρος Ανάπτυξη Ελεύθερων Χώρων σε Αστικό Περιβάλλον, Κ. Τσικαλουδάκη, Ν. Χρυσομαλλίδου

e. Γενικές Αρχές Του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, Κ. Ν. Αξαρλή

f. Θερμική Άνεση στα Κτίρια, Α. Π. Παπαδόπουλος

g. Παράμετροι Οπτικής Άνεσης και Σχεδιασμός Ανοιγμάτων, Κ. Μερέση

h. Daylight Design of Buildings, Baker & Steemers

i. www.adaptivebuildings.com

j. nedkahn.com

k. Evaluation Of High Dynamic Range Photography As A Luminance Data Acquisition, Mehlika Inanici

l. Illuminance Measurements Through HDR Imaging Photometry In Scholastic Environment, Laura Bellia, Marilena Musto, Gennaro Spada

m. www.archdaily.com

n. www.designboom.com

o. www.greekarchitects.com

p. www.architravel.com



Σπυρόπουλος Δημήτρης

Ερευνητική Εργασία, Φεβρουάριος 2013

Τσαγκρασούλης Άρης, Επιβλέπων Καθηγητής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών