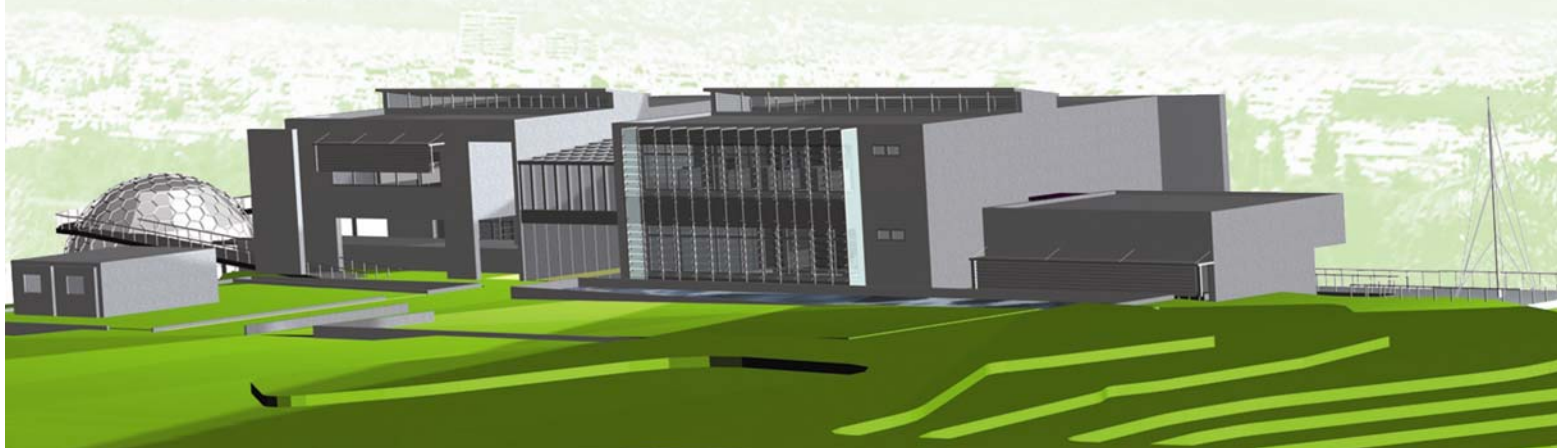


διπλωματική εργασία
κέντρο ορθολογικής χρήσης ενέργειας

επιβλέποντες καθηγητές: παπαδόπουλος σπύρος
τσαγκρασούλης αριστείδης

φοιτήτρια: βακιρτζή μαρία - ολυμπία



διπλωματική εργασία

Κέντρο ορθολογικής χρήσης ενέργειας

Επιβλέποντες καθηγητές: Παπαδόπουλος Σπύρος

Τσαγκρασούλης Αριστείδης

Φοιτήτρια: Βακιρτζή Μαρία-Ολυμπία

Περίληψη

Πρόκειται για ένα κέντρο, στο οποίο ενσωματώνεται ένας αριθμός συστημάτων που χρησιμοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες για λόγους επίδειξης, παρακολούθησης και αξιολόγησης της απόδοσης τους, στα πλαίσια Ευρωπαϊκών προγραμμάτων. Οργανώνονται τεχνικά και επιστημονικά σεμινάρια, εκδηλώσεις, διεθνείς συναντήσεις, με σκοπό την διάδοση της τεχνολογίας. Το κτίριο τοποθετείται στην περιοχή Ζωγράφου του Νομού Αττικής, εντός της Πανεπιστημιούπολης, σε ένα οικόπεδο στο οποίο γίνονται ήδη ενεργειακά πειράματα σε λυόμενες κατασκευές. Λόγω των δυσμενών συνθηκών εργασίας προτείνεται η δημιουργία ενός κτιρίου, το οποίο περιλαμβάνει τις υπάρχουσες χρήσεις και άλλες επιπλέον, που προκύπτουν από τις ανάγκες των εργαζομένων. Συνολικά περιλαμβάνει αμφιθέατρο, αίθουσα συνεδριάσεων, βιβλιοθήκη, γραφειακούς χώρους, εργαστήρια, χώρους πειράματος, εκθεσιακό χώρο, καφέ, καθώς και χώρο διαμονής για τους ερευνητές.

Το κτίριο αναπτύσσεται γραμμικά κατά μήκος του άξονα Ανατολής – Δύσης, ενός βασικού άξονα κυκλοφορίας, εκατέρωθεν του οποίου συγκεντρώνονται οι παραπάνω χρήσεις. Ο σχεδιασμός του παραπέμπει σε ένα αυτόματο μηχανικό σύστημα. Πρόκειται για το σύστημα (building management system) που ελέγχει την άνεση των χώρων, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, σύμφωνα με τις πληροφορίες που λαμβάνει σχετικά με τις επικρατούσες εξωτερικές καιρικές συνθήκες. Για την λειτουργία του συστήματος, απαιτείται μια μονάδα λήψης δεδομένων (μετεωρολογικός σταθμός), ένας επεξεργαστής (διοικητικό μέρος του κτιρίου) και ένα σύστημα καταγραφής των αποτελεσμάτων (αίθριο), που βοηθάει στην εφαρμογή (πειραματικοί χώροι). Η μεταφορά των δεδομένων από το ένα στάδιο στο άλλο, γίνεται μέσω μιας πορείας (άξονας) που είναι πάντα η ίδια.

Όσον αφορά τον ενεργειακό σχεδιασμό, έχει τοποθετηθεί στο κτίριο διπλή γυάλινη πρόσοψη στην νότια πλευρά του, που λειτουργεί αποδοτικά τόσο κατά την διάρκεια του καλοκαιριού όσο και του χειμώνα, εξωτερικές περσίδες σκίασης, καθώς επίσης, έχουν μελετηθεί τα ανοίγματα στους εξωτερικούς τοίχους και την οροφή. Στόχος είναι να επιτευχθεί φυσικός αερισμός και φωτισμός του κτιρίου, έτσι ώστε να καταναλώνει χαμηλά ποσά ενέργειας και ταυτόχρονα να προσφέρεται άνετο εργασιακό περιβάλλον στους χρήστες.

final project

Centre of rational use of energy

Supervisors: Papadopoulos Spyros

Tsagrassoulis Aristidis

Student: Vakirtzi Maria-Olympia

Summary

It is about a centre, in which is incorporated a number of systems that use the renewable sources of energy, as well as various energy technologies for reasons of demonstration, observation and evaluation of their performance, within the framework of European programs. Technical and scientific seminars, events, international meetings, are organised, with intent to the distribution of technology. The building is placed in the region of Zwgrafou in Athens, in the Campus, in a site in which energy experiments are realized already, in prefabricated constructions. Because of the uncomfortable conditions of work, is proposed the creation of a building, which includes the existing uses and others, that resulting from the needs of workers. Amphitheatre, meeting room, library, offices, laboratories, experiment room, exhibition, coffee and small houses for the researchers, are included overall in the building.

The building is developed at the length of the axis East – West, a basic axis of circulation, from both sides of which are assembled the uses above. His planning refers to an automatic mechanical system. It is the system that checks the comfort of the internal environment, the electromechanical installations and the energy consumption of the building, according to the information that receives with regard to the weather conditions. In order to operate the system, a unit of data reception (meteorological station), a processor (administrative part of the building) and a system to record the results (atrium), that help the application (experimental rooms) are required. The diffusion of data from a stage to the other, becomes via a course (axis), which is always the same.

With regard to the energy planning, double skin glass facade has been placed in the building in the southern facade, that functions efficiently so much during the summertime so winter, exterior venetian blinds of shading, and also the openings in the exterior walls and roof have been studied. The object is to achieve natural ventilation and daylight, with intent to the low energy consumption and simultaneously the comfortable indoor conditions to be offered in the users.

Κέντρο ορθολογικής χρήσης ενέργειας

Εκτός από τους επιβλέποντες καθηγητές θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια Βροντίση Μαρία, καθώς επίσης και τους εργαζόμενους στο Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τους ερευνητές στα ήδη υπάρχοντα κτίσματα για τις πληροφορίες.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	σελ.4
Στόχος	σελ.5
Θέση και κλίμα	σελ.6
Κτιριολογικό πρόγραμμα	σελ.9
Λειτουργία	σελ.10
Αρχές σχεδιασμού	σελ.11
Ιδέα	σελ.13
Περιγραφή των χώρων πειράματος	σελ.15
Περιγραφή των ενεργειακών συστημάτων	σελ.19
Υλικά – κατασκευαστικές λεπτομέρειες	σελ.31
Προσομοιώσεις	σελ.33
Παραπομπές	σελ.35
Σχέδια	σελ.36

Εισαγωγή

Η σχέση που αναπτύσσουν οι άνθρωποι με τον χώρο εργασίας τους και το περιβάλλον τους αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας, ακόμη και στις πρωτόγονες κοινωνίες, που στόχο είχε την αρχιτεκτονική αξιοποίηση αυτής της δυναμικής αλληλεπίδρασης. Ιδιαίτερα, μετά την βιομηχανική επανάσταση η σχέση αυτή αποδυναμώθηκε, καθώς ο άνθρωπος πίστεψε στην παντοδυναμία του και εξάντλησε χωρίς μέτρο τους πόρους του πλανήτη. Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού, η σπατάλη των πρώτων υλών και των αποθεμάτων των φυσικών πόρων ενέργειας, η μόλυνση του αέρα, του νερού και του εδάφους, η αύξηση των απορριμμάτων, είναι μερικά από τα φαινόμενα που δημιουργούν μη αναστρέψιμες βλάβες για τον πλανήτη και τους ανθρώπους που τον κατοικούν. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση της χρήσης των πρώτων υλών και των πηγών των ορυκτών καυσίμων θέτει σε κίνδυνο την ανάπτυξη των μελλοντικών γενεών, διότι οι υφιστάμενες πηγές αναμένεται να εξαντληθούν σε μερικά έτη.

Και δυστυχώς, τα περισσότερα κτίρια του εικοστού αιώνα αντιμετωπίζονται (όσον αφορά τον ενεργειακό σχεδιασμό), συνήθως μετά του καθορισμό της μορφής τους, με αποτέλεσμα η άνεση στο εσωτερικό να είναι στην κυριολεξία ένα προϊόν της βιομηχανίας κλιματισμού¹, αποσυνδέοντας έτσι στο επίπεδο του σχεδιασμού την πιθανή συνεισφορά του κτιριακού κελύφους στους εσωτερικούς χώρους και την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Έτσι περιορίζεται η ευκαιρία να σχεδιαστούν κτίρια που να μπορούν να ανταποκριθούν στο περιβάλλον λόγω της μορφής τους, της ευφυούς χρήσης υλικών, καθώς και της τυχόν δυναμικής του ίδιου κελύφους.

¹ ... thermal comfort is the product which is produced and sold to the customer...
PO. Fanger, Thermal Comfort, 1970 pp. 14-15

Στόχος

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου, στο οποίο γίνεται χρήση ήπιων μορφών ενέργειας και τεχνικών εξοικονόμησης, σε συνδυασμό με την επίτευξη αρμονικής σχέσης ανάμεσα στο κτίριο και τον χρήστη, αποτελούν το στόχο της εργασίας. Στο κτίριο ενσωματώνεται ένας αριθμός συστημάτων που χρησιμοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και διάφορες ενεργειακές τεχνολογίες για λόγους επίδειξης, παρακολούθησης και αξιολόγησης της απόδοσης τους. Τα συστήματα αφορούν στο κτιριακό κέλυφος και τις μεθόδους κατασκευής για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Τέλος, οι εργαζόμενοι παίζοντας τον ρόλο του «χρήστη» λειτουργούν τα παραπάνω, ώστε να προκύψουν συμπεράσματα «περί της συμπεριφοράς των χρηστών» μια πολύ σημαντική παράμετρος για την τελική απόδοση των ενεργειακών τεχνολογιών. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αναπτυχθούν στρατηγικές για την βελτίωση των συνθηκών άνεσης μέσω της εφαρμογής ενός βελτιστοποιημένου σχεδιασμού.

Συνεπώς, το κτίριο χαρακτηρίζεται ως ενεργειακό εργαστήριο. Ο σχεδιασμός αυτός έχει ως σκοπό όχι μόνο την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, αλλά και την μείωση των αντίστοιχων ρύπων και του φορτίου αιχμής για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα θερμική και οπτική άνεση μέσα στους χώρους.

Θέση - κλίμα

Το κτίριο είναι τοποθετημένο στην περιοχή Ζωγράφου του Νόμου Αττικής. Συγκεκριμένα, βρίσκεται ανάμεσα στο Εθνικό Μέτσοβο Πολυτεχνείο και το Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Η θέση του είναι αρκετά ευνοϊκή, χωρίς υπερβολικό θόρυβο, σε ύψωμα με θέα όλη την Αθήνα και τα γύρω βουνά. Το κτίριο ταυτόχρονα επικοινωνεί οπτικά και με τις σχολές του Πανεπιστημίου. Το οικοπέδο έχει κλίση προς το βορρά και η φύτευση που το περιβάλλει δεν επιδρά αρνητικά, επιτρέποντας τον άμεσο ηλιασμό της νότιας όψης.

Σήμερα, στο χώρο όπου τοποθετείται το κτίριο δεσπόζουν λυόμενες κατασκευές, στις οποίες υπάρχουν εργαζόμενοι ερευνητές. Μερικές λειτουργούν ως βοηθητικοί χώροι (κουζίνα χώροι υγιεινής) και ως χώροι αποθήκευσης διάφορων μηχανημάτων, ενώ οι υπόλοιπες είναι πειραματικά εργαστήρια. Ως γνωστό, οι συνθήκες εργασίας σε λυόμενες κατασκευές δεν είναι ιδανικές και ορισμένες φορές επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγικότητα. Συχνά προβλήματα με το δίκτυο, την θέρμανση, την υγρασία αλλά και την συντήρηση των κατασκευών είναι αναπόφευκτα και φέρουν τους εργαζομένους σε έντονη δυσaráσκεια και αγανάκτηση.





Κρίνεται αναγκαία λοιπόν η δημιουργία ενός κτιρίου που να συγκεντρώνει όλες τις χρήσεις που ήδη υπάρχουν, αλλά και άλλες που θα το καταστήσουν ένα ολοκληρωμένο κέντρο ενεργειακής διαχείρισης και ταυτόχρονα θα παρέχει το καλύτερο δυνατό εργασιακό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής η μέση θερμοκρασία αέρα περιβάλλοντος τον Δεκέμβριο είναι 2 °C και ανέρχεται σε 37.2 °C τον μήνα Αύγουστο². Κατά του σχεδιασμό μελετήθηκαν εκτός της τοποθεσία και άλλοι παράμετροι, όπως το σχήμα, ο προσανατολισμός και η χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων για την καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.



² Πηγή: www.spitia.gr



τοπογραφικό

Κτιριολογικό πρόγραμμα

Διοικητικοί χώροι:

- Γραφείο γραμματείας 25 τ.μ.
- Αίθουσα συνεδριάσεων 75 τ.μ.
- Γραφειακοί χώροι 100 τ.μ.

Χώροι αναψυχής και ενημέρωσης:

- Αμφιθέατρο 150 τ.μ.
- Βιβλιοθήκη 130 τ.μ.
- Εκθεσιακό χώρο 120 τ.μ.
- Κεντρικό αίθριο 120 τ.μ.
- Καφέ 120 τ.μ.

Βοηθητικοί χώροι:

- Χώροι υγιεινής 30 τ.μ. σε κάθε όροφο
- Αποθηκευτικό χώρο 45 τ.μ.
- Λεβητοστάσιο 55 τ.μ.

Εργαστήρια ενεργειακών τεχνολογιών:

- Αίθουσα ανεμοσθήραγγας 90 τ.μ.
- Αίθουσα τεχνητού ουρανού 55 τ.μ.
- Εργαστήρια 105 τ.μ. με αποθηκευτικό χώρο 25 τ.μ.
- χώροι πειράματος 55 τ.μ. στο περιβάλλοντα χώρο
- 5 χώροι διαμονής 105 τ.μ. με χώρο έρευνας στον δεύτερο όροφο 35 τ.μ. συνολικά

Το παραπάνω κτιριολογικό πρόγραμμα επιλέχθηκε μετά από συζήτηση με τους ήδη εργαζόμενους ερευνητές στο χώρο και με βάση τις ανάγκες που απαιτούνται για κέντρα αυτού του τύπου.

Το κτίριο καλείται να παίξει τον ρόλο ενός κέντρου για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ), την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (ΟΧΕ) και την Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΕΕ). Ο κύριος σκοπός του είναι η προώθηση των εφαρμογών ΑΠΕ/ΟΧΕ/ΕΕ σε τοπικό και διεθνές επίπεδο, καθώς και η κάθε είδους υποστήριξη δραστηριοτήτων στους παραπάνω τομείς, συνυπολογίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι οικονομικοί πόροι, προέρχονται κυρίως από Εθνικά και Ευρωπαϊκά προγράμματα (διάρκειας περίπου 2 – 3 ετών), όπως και από έργα που εκτελεί για την βιομηχανία, τα ενεργειακά έργα, τις ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις, τα κτίρια κ.τ.λ. Στη δράση του ως Ερευνητικό και Τεχνολογικό κέντρο για ΑΠΕ/ΟΧΕ/ΕΕ, αφενός αναπτύσσει την εφαρμοσμένη έρευνα για τις νέες ενεργειακές τεχνολογίες που είναι βιώσιμες και περιβαλλοντικά φιλικές, αφετέρου υποστηρίζει τεχνικά την αγορά για την διείσδυση και την εφαρμογή των νέων ενεργειακών τεχνολογιών. Επιπλέον, μελετά θέματα ενεργειακού σχεδιασμού και πολιτικής για τις ΑΠΕ και την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και αναπτύσσει την απαραίτητη υποδομή για την υποστήριξη της υλοποίησης επενδυτικών προγραμμάτων ΑΠΕ και ΕΕ.

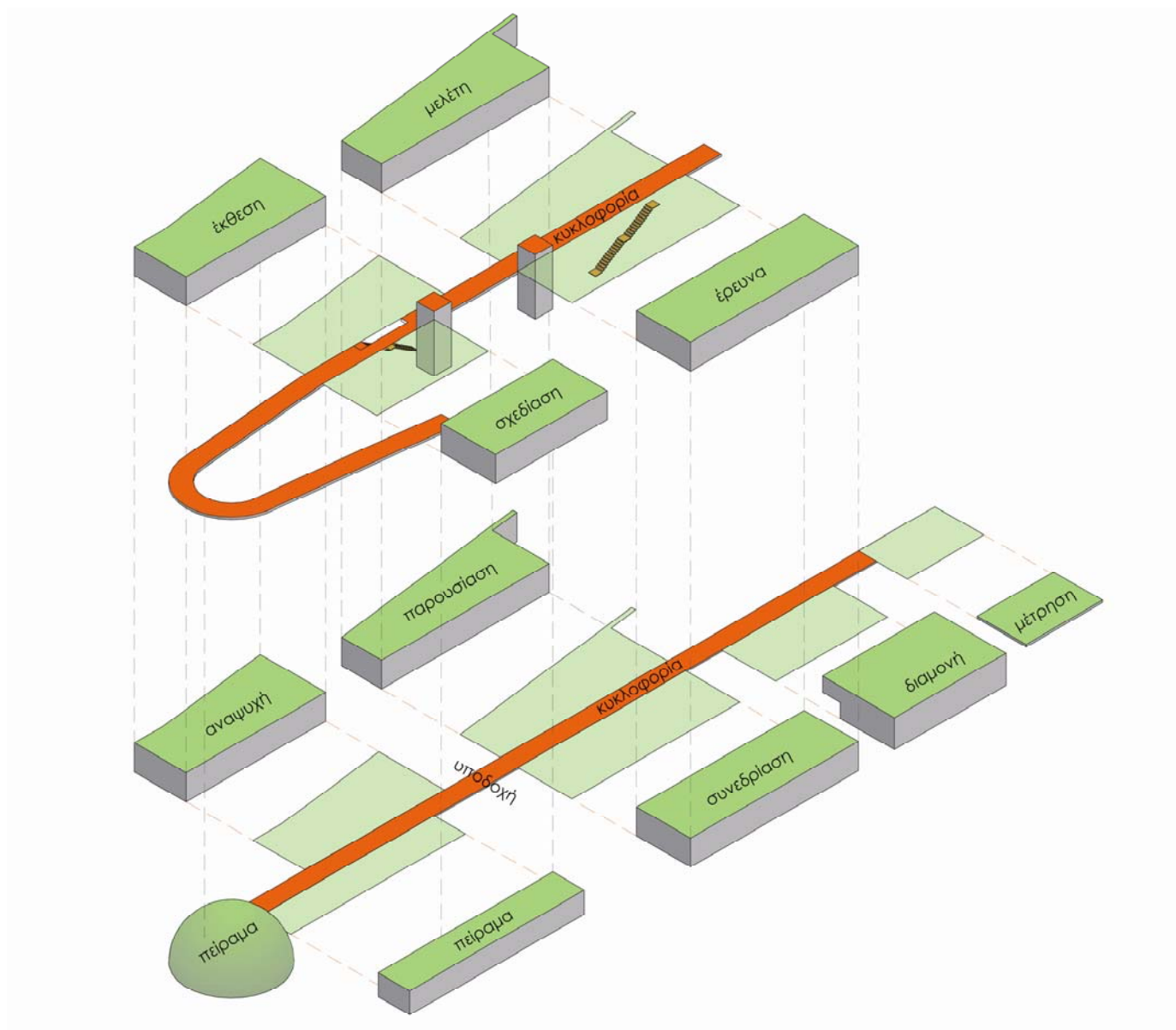
Στο κέντρο οργανώνονται συχνά τεχνικά και επιστημονικά σεμινάρια εκπαιδευτικά προγράμματα, εξειδικευμένες εκπαιδευτικές εκδηλώσεις, διεθνείς συναντήσεις, με σκοπό την διάδοση της τεχνολογίας σε όλους τους τομείς της δραστηριότητάς του, σε τρίτους (ιδιώτες – επενδυτές), σε μελετητές, σε κατασκευαστές και προμηθευτές δομικών στοιχείων και συστημάτων, αλλά και σε Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης που εμπλέκονται με την κατασκευή κτιριακών έργων. Έτσι, όχι μόνο παρέχει αντικειμενική πληροφόρηση και υποστήριξη προς κάθε ενδιαφερόμενο φορέα και επενδυτή, αλλά και προκαλεί την ευαισθητοποίηση του κοινού για το περιβάλλον γενικότερα.

Αρχές σχεδιασμού

Το κτίριο αναπτύσσεται γραμμικά κατά μήκους του άξονα Ανατολής – Δύσης. Πρόκειται για έναν άξονα βασικής κυκλοφορίας, ο οποίος εκατέρωθεν συγκεντρώνει όλες τις χρήσεις, δηλαδή έρευνα, μελέτη, συνεδρίαση, παρουσίαση, ενημέρωση, ψυχαγωγία, πείραμα και διαμονή. Συγκεκριμένα, αίθουσα συνεδριάσεων, αμφιθέατρο 120 ατόμων, καφέ, εξειδικευμένα εργαστήρια ενεργειακών τεχνολογιών στο ισόγειο, και βιβλιοθήκη, γραφεία ερευνητών, εκθεσιακό χώρο, στον δεύτερο όροφο, είναι οι βασικοί χώροι που απαρτίζουν το κτίριο. Επιπλέον, διαθέτει κεντρικό αίθριο, πειραματικούς χώρους, καθώς και χώρο διαμονής για τους ερευνητές. Το ύψος του κτιρίου έχει περιοριστεί σε δύο επίπεδα, ώστε να ενθαρρύνει την οπτική επικοινωνία και την σύνδεση ανάμεσα στους συνεργάτες. Στον κεντρικό αυτό άξονα, συγκεντρώνονται και τα κλιμακοστάσια που εξυπηρετούν την κατακόρυφη κίνηση στο κτίριο.

Ανατολικά, καταλήγει σε μια πλατφόρμα, όπου είναι εγκατεστημένος ο μετεωρολογικός σταθμός, ενώ δυτικά καταλήγει στην αίθουσα τεχνητού ουρανού (σφαίρα) που στρέφεται γύρω από αυτή, λειτουργώντας ως εναλλακτική έξοδος. Στο σημείο αυτό δημιουργείται μια γραμμική «πλατεία» με ανοιχτή θέα στην πόλη, που συγχρόνως δίνει την δυνατότητα στον καθένα να παρατηρεί από ψηλά τις διάφορες εγκαταστάσεις (πχ. ραντάρ) που είναι τοποθετημένες στην πλάκα της ανεμοσήμερας.

Η είσοδος στο κτίριο γίνεται με την βοήθεια του κεντρικού αίθριου, το οποίο λειτουργεί τόσο σαν χώρος υποδοχής, όσο και σαν εναλλακτικός χώρος συνάντησης και διαλείμματος. Τον χώρο αυτό διαπερνά ο άξονας που στον δεύτερο όροφο παίρνει την μορφή εναέριου διαδρόμου που συνδέει τους χώρους ψυχαγωγίας και τα εργαστήρια με το διοικητικό μέρος του κτιρίου.

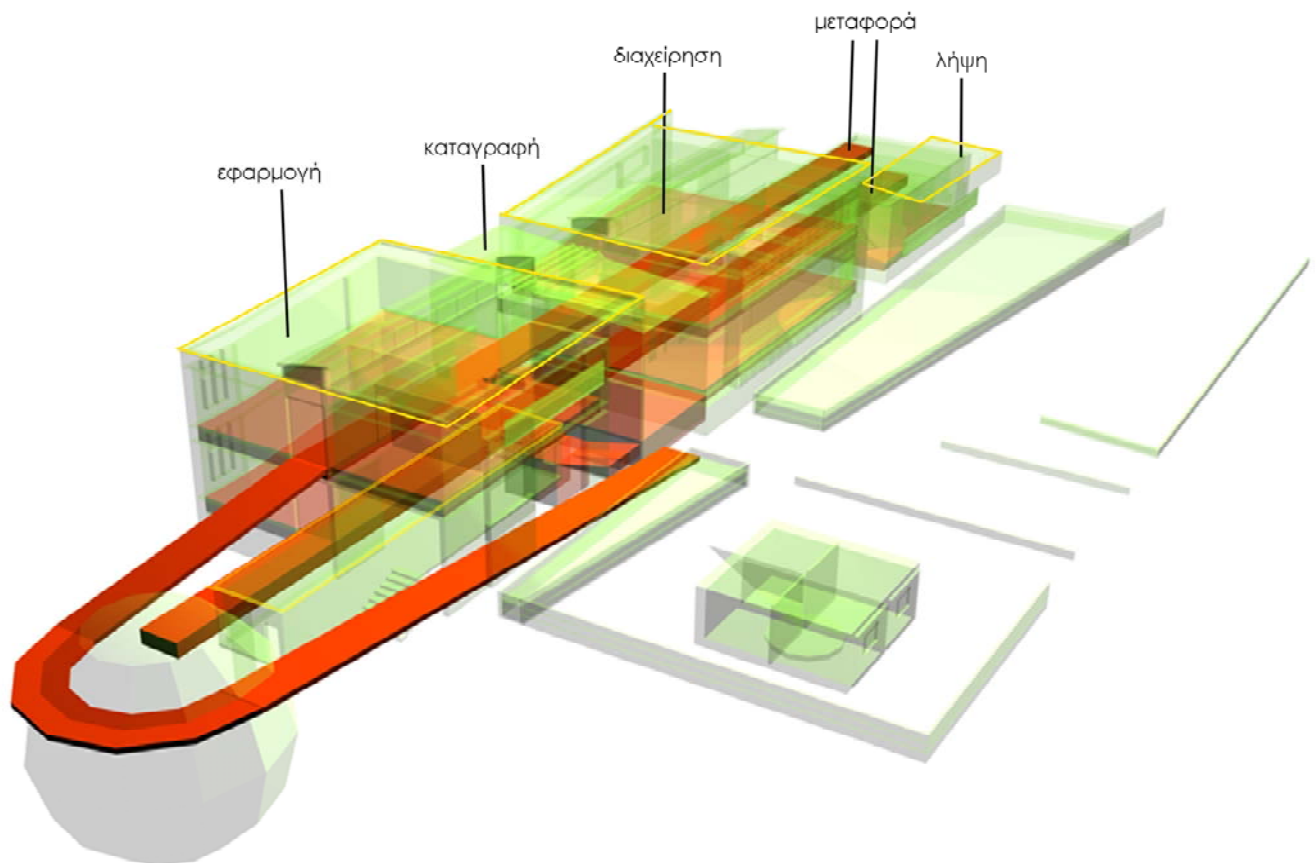


Το κτίριο αντιμετωπίζεται ως ένα αυτόματο μηχανικό σύστημα. Η λειτουργία του ξεκινά από μια μονάδα λήψης δεδομένων από την οποία μεταφέρονται οι πληροφορίες σε έναν επεξεργαστή που έχει την δυνατότητα να τις παρακολουθεί, να τις ελέγχει, να τις ρυθμίζει και να τις διαχειρίζεται κατάλληλα ανάλογα με τις απαιτήσεις. Πρόκειται για ένα σύστημα που θεωρείται ο εγκέφαλος του κτιρίου που χρησιμοποιεί την πληροφορία σχετικά με τις επικρατούσες εξωτερικές καιρικές συνθήκες και ελέγχει την άνεση των χώρων, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Γίνεται συνεπώς ένας συσχετισμός της μορφής του κτιρίου με τον τρόπο λειτουργίας αυτού του συστήματος.

Τον ρόλο της μονάδας λήψης δεδομένων καλείται να παίξει η αρχή του άξονα, όπου είναι εγκατεστημένος ο μετεωρολογικός σταθμός. Ο άξονας παραπέμπει στην μεταφορά των στοιχείων στον επεξεργαστή, δηλαδή στο τμήμα του κτιρίου όπου ελέγχεται η πληροφορία. Για τον λόγο αυτό στο τμήμα αυτό είναι τοποθετημένοι οι χώροι λήψης αποφάσεων, ανταλλαγής ιδεών, ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων (αίθουσα συνεδριάσεων, αμφιθέατρο, βιβλιοθήκη, γραφειακοί χώροι). Στην συνέχεια, τα αποτελέσματα από την έρευνα καταγράφονται και ο επεξεργαστής δίνει εντολή για προβολή και πρακτική εφαρμογή. Ο χρόνος που απαιτείται για την μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο, διαχωρίζει την διαχείριση από την εκτέλεση, χωρίς όμως να αποσυνδέει την μια λειτουργία από την άλλη. Το γεγονός αυτό στο κτίριο περιγράφεται με την δημιουργία του κεντρικού αιθρίου που είναι ο μόνος τρόπος επικοινωνίας των δύο τμημάτων.

Τέλος, μετά την εφαρμογή η πληροφορία εξάγεται και είναι διαθέσιμη προς κάθε ενδιαφερόμενο. Έτσι, εγκαταλείπει το σύστημα και αυτό είναι έτοιμο να λαβεί νέα δεδομένα για επεξεργασία. Καθώς, λοιπόν, εισάγεται από την μία άκρη του άξονα, εξάγεται από την άλλη περνώντας από όλα τα στάδια που προαναφέρθηκαν. Η αναστροφή του άξονα δηλώνει την ανανέωση δεδομένων στο συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

Η τοποθέτηση της κατακόρυφης κίνησης στο κτίριο είτε με κλιμακοστάσια είτε με ανελκυστήρες επιλέχθηκε σκόπιμα πλευρικά του άξονα έτσι ώστε ο χρήστης να έχει οπτικές φυγές προς όλες τις κατευθύνσεις και να παρατηρεί από οποιοδήποτε σημείο την κίνησης εντός του κτιρίου. Αυτό σχετίζεται με την διάχυση των δεδομένων στα επιμέρους διασυνδεδεμένα συστήματα.

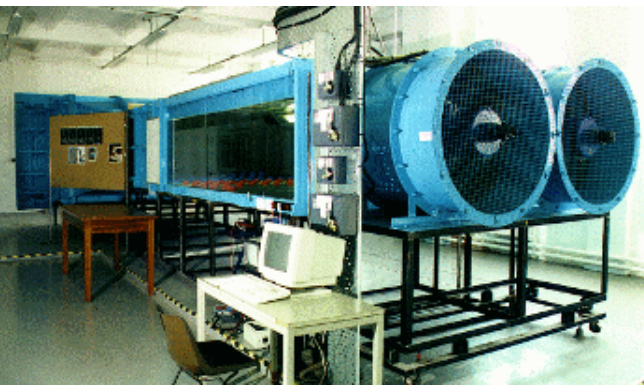


Περιγραφή των χώρων πειράματος

Τα εργαστήρια που διαθέτει το συγκεκριμένο κτίριο είναι η ανεμοσθήραγα, ο τεχνητός ουρανός, καθώς επίσης και ένας χώρος στον οποίο οι ερευνητές έχουν την δυνατότητα να παράγουν μοντέλα – μακέτες των εξεταζόμενων κτιρίων.

- ο Ανεμοσθήραγα

Στην ανεμοσθήραγα μελετάται η ροή του αέρα γύρω από τα κτίρια. Πρόκειται για ένα τούνελ στο οποίο εισέρχεται το μοντέλο του υπό μελέτη κτιρίου υπό κλίμακα, και με βάση την ταχύτατη και την ροή του πραγματικού ανέμου στην περιοχή, εξάγονται συμπεράσματα για τον φυσικό αερισμό του κτιρίου και την ποιότητα και κίνηση του αέρα στο εσωτερικό. Γίνεται μια ποιοτική και ποσοτική μελέτη της ροής του αέρα σε κτίρια και σε οικοδομικά συγκροτήματα που βοηθά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Το συνολικό μήκος της είναι 12 m, το ύψος της φτάνει το 1m, και το πλάτος της περίπου 2 m.



εικόνες από εργαστήρια

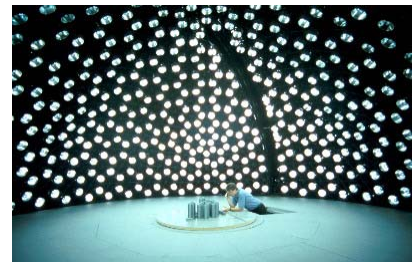


ανεμοσθήραγας

- ο Τεχνητός ουρανός

Πρόκειται για ένα εργαστήριο, το οποίο δίνει την δυνατότητα να εξετασθούν οι συνθήκες φωτισμού που επικρατούν στο εσωτερικό και το εξωτερικό του

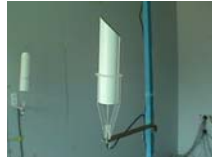
κτιρίου. Η μελέτη αυτή γίνεται πάλι με την χρήση μοντέλων υπό κλίμακα. Πρόκειται για ένα ημισφαίριο ακτίνας 6 m. Στον χώρο αυτό τοποθετούνται λαμπτήρες φθορισμού χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, οι οποίοι δίνουν τον πραγματικό ουρανό, είτε αυτός είναι νεφοσκεπής, είτε καθαρός.



ο Test cell

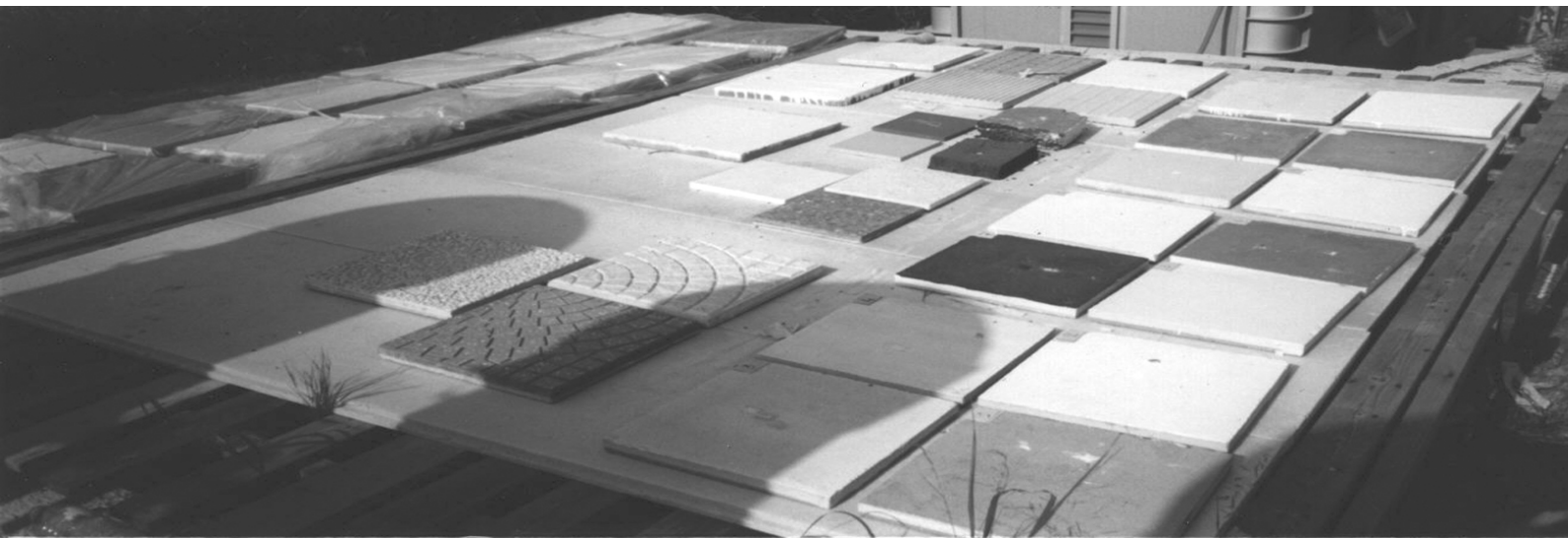
Ο χώρος αυτός είναι ένας θάλαμος δοκιμών του οποίου η πρόσοψη μπορεί να αφαιρεθεί και στη θέση της να τοποθετούνται εναλλακτικές σχεδιαστικές προτάσεις (π.χ διάφορα είδη σκιάστρων ή άλλες κατασκευές στην πρόσοψη) με σκοπό να γίνονται μετρήσεις κάτω από πραγματικές συνθήκες. Η πρόσοψη είναι αποσπώμενη με κατάλληλες μονώσεις και όλος ο χώρος αντιπροσωπεύει ένα τυπικό δωμάτιο ενός πραγματικού κτιρίου. Ο λόγος που τοποθετήθηκαν δύο περιστρεφόμενοι θάλαμοι δοκιμών, είναι για να υπάρχει η δυνατότητα να μελετώνται συγχρόνως δύο τύποι προσόψεων και να γίνονται οι συγκρίσεις των αποτελεσμάτων από τις αντίστοιχες μετρήσεις. Για τις μετρήσεις και την εξαγωγή αποτελεσμάτων, χρησιμοποιούνται υπολογιστικά

προγράμματα και διάφοροι αισθητήρες (φωτισμού, θερμοκρασίας, θερμοκρασίας εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας του τζαμιού), μέσω των οποίων ελέγχεται η θερμική και οπτική άνεση στον εσωτερικό χώρο. Έτσι μπορούν να επιλεγθούν όχι μόνο οι κατάλληλοι υαλοπίνακες (απλοί, διπλοί,



ανακλαστικοί), αλλά και η βέλτιστη διάσταση και ο σωστός προσανατολισμός για επίτευξη άνεσης μέσα στο χώρο.

Στους θαλάμους δοκιμών, μπορεί επίσης να εγκατασταθεί ένα δομικό στοιχείο πλήρους κλίμακας και να μελετηθεί η επίδραση του στην κατανάλωση ενέργειας, υπό πραγματικές κλιματολογικές συνθήκες. Το δομικό στοιχείο μπορεί να τοποθετηθεί είτε κατακόρυφα (τοιχοποιία), είτε οριζόντια (οροφή). Έτσι, μελετάται η επίδραση διάφορων υλικών ή δομικών στοιχείων και συστημάτων στις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Επιπλέον, γίνονται πειράματα για την θερμική συμπεριφορά πλακών με διάφορα επιχρίσματα.



- ο Μετεωρολογικός σταθμός

Η μέτρηση του αιολικού δυναμικού γίνεται με αυτόνομο σταθμό μέτρησης, ο οποίος καταγράφει την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου για περίοδο ενός έτους. Η μελέτη αυτή πραγματοποιείται με την χρήση ιστού ύψους 10 m στον οποίο έχουν τοποθετηθεί ανεμόμετρο και ανεμοδείκτης. Εκτός από αυτά, μετρά την θερμοκρασία, την υγρασία, την ακτινοβολία, αλλά και, την βροχή.



- ο Κινητοί σταθμοί

Τέλος, το κέντρο διαθέτει κινητό πειραματικό σταθμό ενέργειας και περιβάλλοντος (ενεργειακό λεωφορείο) μέτρησης σχετικών ενεργειακών μεγεθών. Συγκεκριμένα, πραγματοποιεί ενεργειακές επιθεωρήσεις και επιτόπιες καταγραφές εσωτερικών χώρων, αλλά και μετρήσεις θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης σε κλειστούς και υπαίθριους χώρους. Ακόμη, διαθέτει και σταθμό μέτρησης μετεωρολογικών συνθηκών (θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας) και ανάλυσης καυσαερίων.

Περιγραφή των ενεργειακών συστημάτων

ο Διπλή γυάλινη πρόσοψη

Η διαφάνεια στην αρχιτεκτονική ήταν και είναι πάντα επιθυμητή, αλλά συνήθως δημιουργεί μεγάλα προβλήματα που σχετίζονται με τις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (π.χ. κίνδυνος υπερθέρμανσης), με αποτελέσματα για την λύση αυτών να δαπανώνται υψηλά ποσά ενέργειας. Στο συγκεκριμένο κτίριο προτείνεται η δημιουργία διπλής γυάλινης πρόσοψης στην νότια πλευρά, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί η ιδέα της διαφάνειας με τον πλέον αποδοτικό τρόπο. Πρόκειται για ένα σύστημα που αποτελείται από δύο γυάλινες επιφάνειες, οι οποίες είναι τοποθετημένες σε απόσταση μεταξύ τους για να επιτρέπεται η διέλευση του αέρα. Το εξωτερικό περίβλημα αποτελείται από περιστρεφόμενες γυάλινες περσίδες μήκους 1.2 m, πλάτους 0.40 m και πάχους 0.01m. Η κίνηση τους ρυθμίζεται μηχανικά, ενώ μόνο η πρώτη και η τελευταία που αντιστοιχούν σε κάθε όροφο έχουν τη δυνατότητα να κινούνται χειροκίνητα, για λόγους αερισμού το χειμώνα.

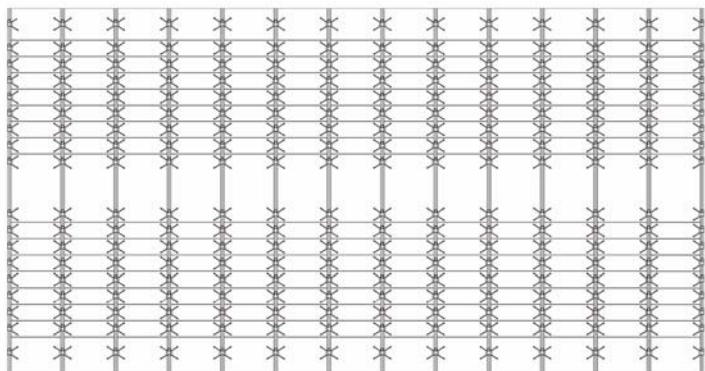
Επιπλέον, είναι διαφανείς, έτσι ώστε, ακόμη και όταν είναι πλήρως κλειστές, ο χρήστης δεν χάνει την οπτική επαφή του με το εξωτερικό περιβάλλον. Ανάλογα με την κλίση τους και την θέση του ήλιου υπάρχει η δυνατότητα να αντανakλούν τις ηλιακές ακτίνες, αυξάνοντας τα επίπεδα φωτισμού στην οροφή των χώρων και κατά συνέπεια βελτιώνουν την κατανομή του φυσικού φωτισμού στο χώρο εργασίας. Για να αποφευχθεί το φαινόμενο της θαμβώσης, έχει τοποθετηθεί μια σειρά από μεταλλικές περσίδες στο χώρο μεταξύ των δύο υαλοπετασμάτων, κυρίως για προστατευτικούς λόγους, ρυθμίζοντας τα επίπεδα της λαμπρότητας των ανοιγμάτων και ταυτόχρονα ελέγχοντας τα ηλιακά κέρδη. Επιπρόσθετα, εσωτερικά υπάρχει και υφασμάτινο ρολό για να επιτυγχάνεται και ατομικός έλεγχος του φωτός, μίας και οι προτιμήσεις των χρηστών δεν συμφωνούν πάντοτε.

Οι περσίδες αυτές από τον εσωτερικό τοίχο του κτιρίου, απέχουν 1.2 m. Η απόσταση αυτή είναι επαρκής για το άνοιγμα των εσωτερικών παραθύρων και την τοποθέτηση των εσωτερικών ενδιαμέσων περσίδων. Το κενό είναι φυσικά αεριζόμενο και λειτουργεί ως κλιματικός χώρος ανάσχεσης, αφού κατά το

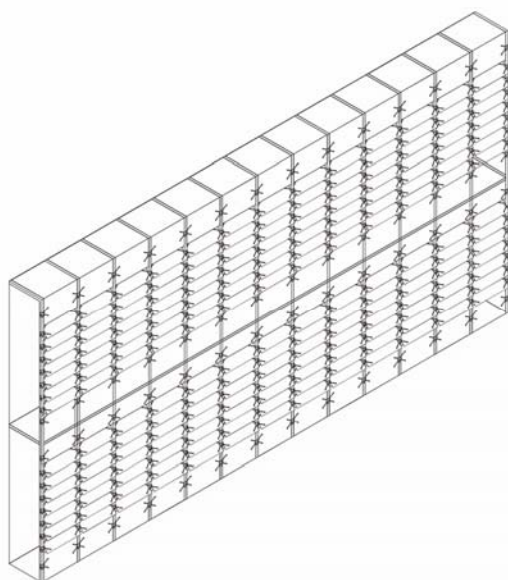
χειμώνα ο αέρας θερμαίνεται, ενώ κατά το καλοκαίρι επιτρέπεται ο φυσικός αερισμός και ο δροσισμός του κτιρίου.



κάτοψη



όψη



Τα εξωτερικά ανοίγματα είναι διπλά γυάλινα, συνολικού πάχους 0.24 m με διάκενο 0.01 m και δύο υαλοπίνακες 0.008 m και 0.006 m, με σκοπό να επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτισμού και ταυτόχρονα ανοιγόμενα προς τα έξω, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται φυσικός αερισμός (χαρακτηριστικά γυαλιού: $T_{vis}^3 = 50\%$, συντελεστής ηλιακών κερδών = 0.35, $U_{value} = 1.83 \text{ W/m}^2\text{K}$). Το άνοιγμα τους ρυθμίζεται μέσω συστήματος BMS (Building Management System). Βέβαια, οι χρήστες έχουν και την δυνατότητα να ελέγχουν χειροκίνητα τα ανοίγματα, ανάλογα με τις ατομικές τους προτιμήσεις. Όσον αφορά στη δομή των υαλοπινάκων, ο εξωτερικός είναι securit, ενώ ο εσωτερικός laminated (securit: πρόκειται για υαλοπίνακες οι οποίοι όταν σπάσουν θρυμματίζονται σε μικροσκοπικά τεμάχια που προφυλάσσουν από τραυματισμό, laminated: κατασκευάζονται από δύο υαλοπίνακες με ένα διαφανές φιλμ. Σε περίπτωση θραύσης το φιλμ δεν επιτρέπει την αποκόλληση των σπασμένων κομματιών).

Η διπλή πρόσοψη έχει πολλές λειτουργίες οι οποίες αλληλοσυμπληρώνονται.

- Προσφέρει διαφάνεια, αλλά ταυτόχρονα λειτουργεί και ως σύστημα σκίασης, με αποτέλεσμα να ρυθμίζει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας και να ελέγχει τα θερμικά κέρδη.
- Συμβάλλει και στην βελτιστοποίηση της ακουστικής άνεσης των χρηστών λόγω του κενού που δημιουργείται ανάμεσα στους υαλοπίνακες, βοηθώντας στην καλύτερη ηχομόνωση από το εξωτερικό περιβάλλον.
- Χάρη του αεριζόμενου γυάλινου περιβλήματος παρέχει καλή θερμική μόνωση και επιτρέπει σημαντικές οικονομίες στις εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης του αέρα. Κατά την διάρκεια του χειμώνα, οι περσίδες είναι κλειστές (μόνο αν οι εξωτερικές συνθήκες το επιτρέπουν οι περσίδες ανοίγουν για λόγους φυσικού αερισμού), και συνεπώς οι απώλειες θερμότητας από το κτίριο είναι μειωμένες, ενώ κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, λόγω της δυνατότητας που υπάρχει να ανοίγουν οι περσίδες επιτυγχάνεται φυσικός αερισμός με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζεται πρόβλημα υπερθέρμανσης,

³ T_{vis} : Διαπερατότητα στο ορατό

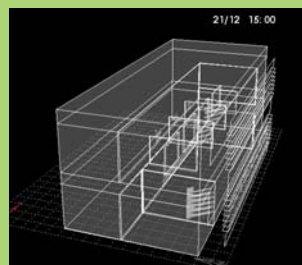
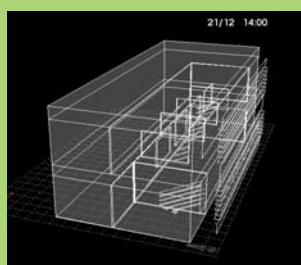
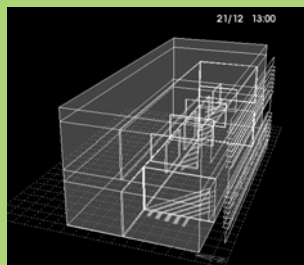
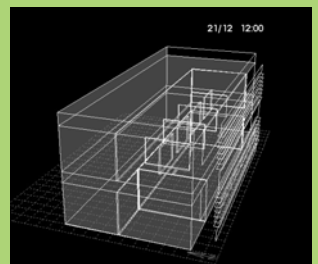
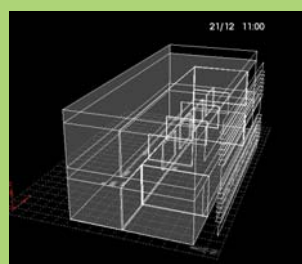
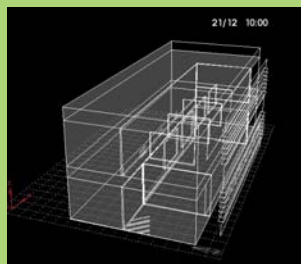
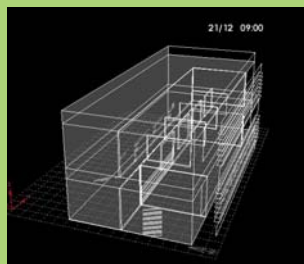
και να ελαχιστοποιείται η ανάγκη για ψύξη του κτιρίου. Όταν οι περσίδες είναι ανοιχτές ο αέρας εισέρχεται στο εσωτερικό και διαφεύγει από τα ανοιγόμενα του εσωτερικού αιθρίου.

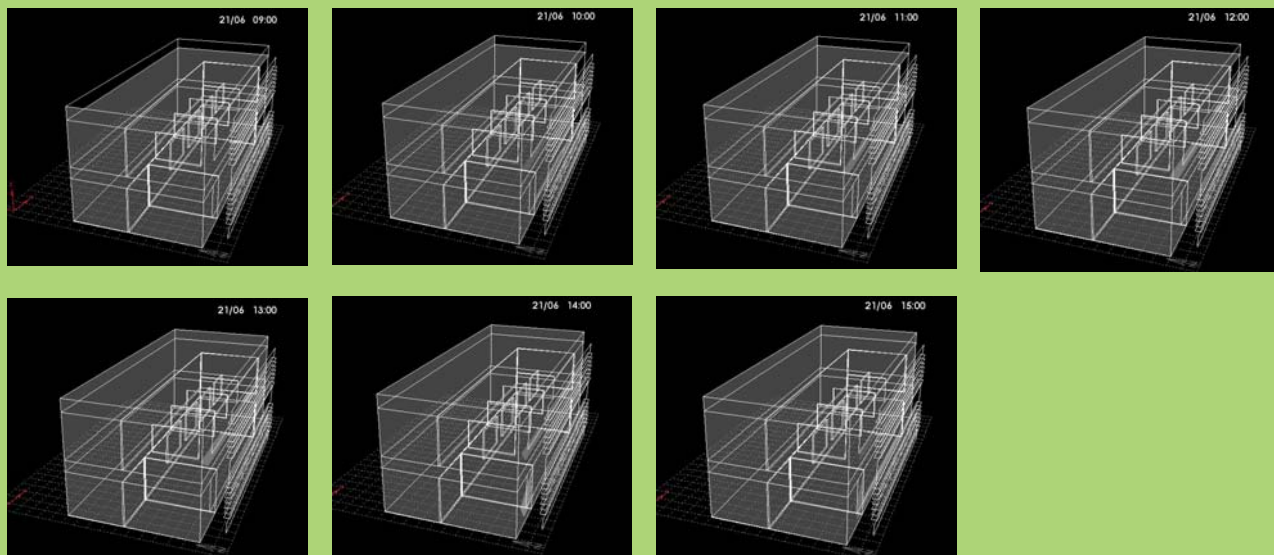
- Μια από τις βασικές ιδιότητες της διπλής πρόσοψης είναι και η δυνατότητα του νυχτερινού αερισμού κατά τους θερινούς μήνες, που η θερμοκρασία τις ώρες αυτές είναι χαμηλότερη, με αποτέλεσμα να ψύχεται η μάζα του κτιρίου και η εσωτερική θερμοκρασία να μειώνεται. Με τον τρόπο αυτό το κτίριο ξεκινά την επόμενη ημέρα του κύκλου του με χαμηλότερη θερμοκρασία. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την επίτευξη μικρότερης μέγιστης θερμοκρασίας και συνεπώς μείωση του φορτίου αιχμής.

- Τέλος, είναι και ένας τρόπος προστασίας του κτιρίου τόσο από θέμα ασφάλειας, όσο και από τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

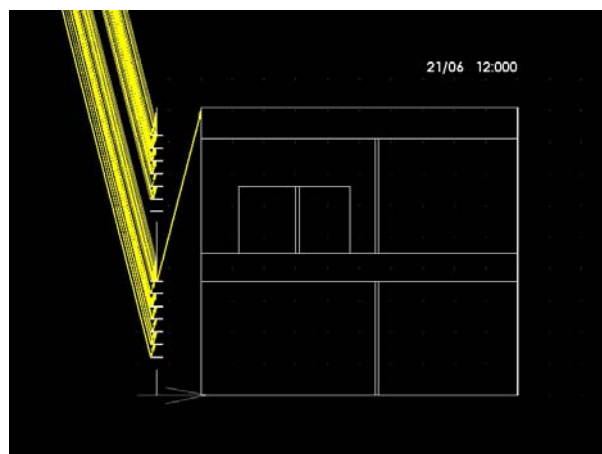
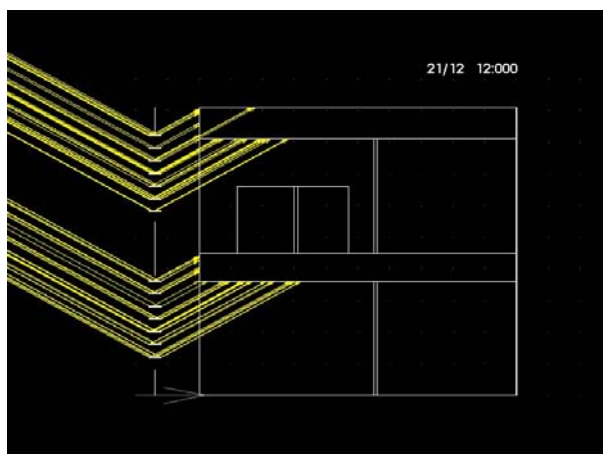
Τα μειονεκτήματα, βέβαια που προκύπτουν από την εγκατάσταση διπλής πρόσοψης, είναι κυρίως το κόστος κατασκευής συγκριτικά με τις συμβατικές προσόψεις, λόγω του κόστους των υλικών και της αύξησης του βάρους της κατασκευής. Επιπλέον, το κόστος είναι υψηλότερο και από πλευράς συντήρησης και λειτουργίας του συστήματος.

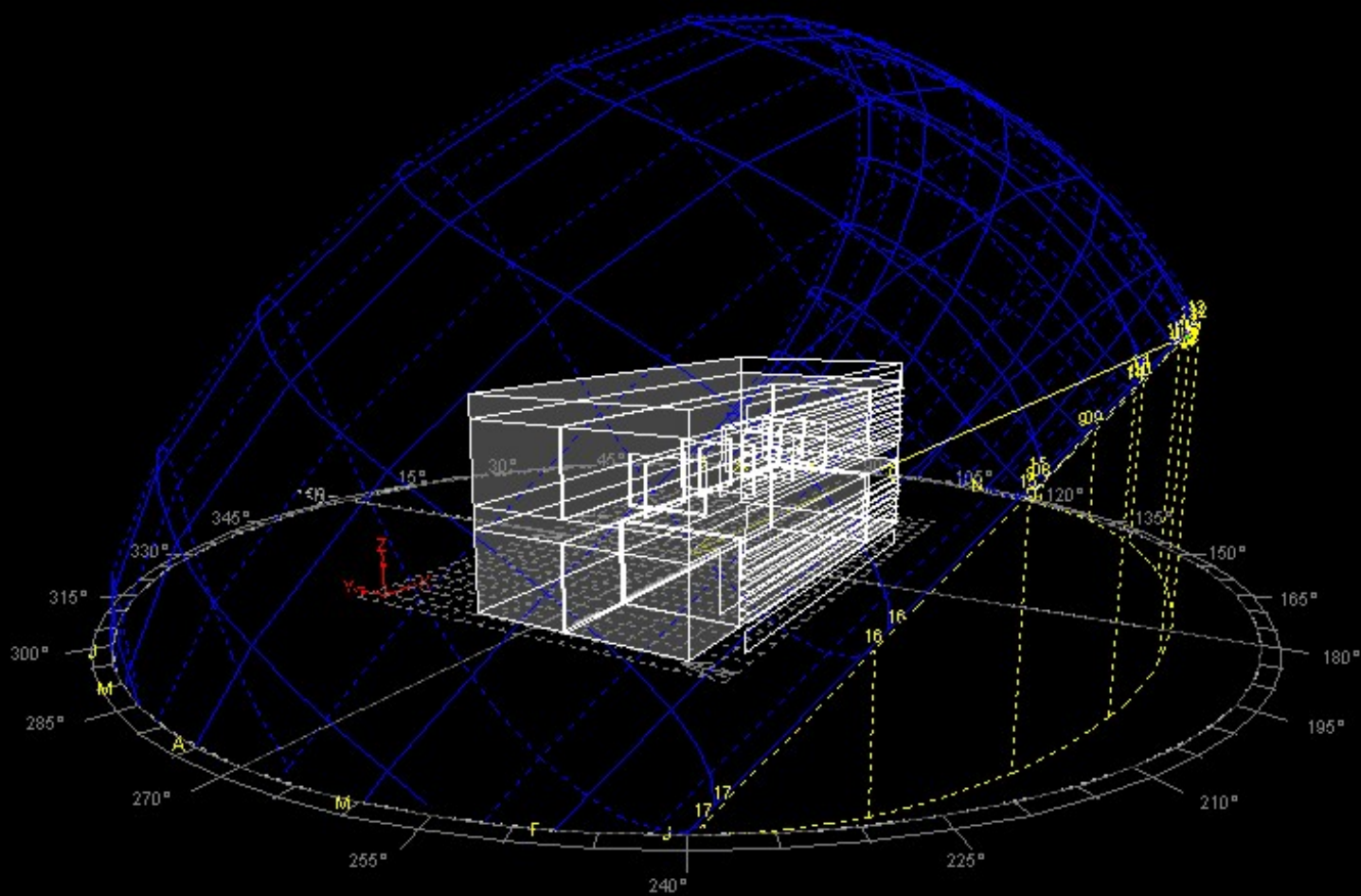
Παρακάτω παρουσιάζονται τα ηλιακά ίχνη ανά ώρα στην νότια πλευρά του κτιρίου, που είναι τοποθετημένη η πρόσοψη, για τις 21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου που παρατηρούνται οι ακραίες θερμοκρασίες.





Λειτουργία των περσίδων ως ανακλαστήρες στις 21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου αντίστοιχα στις 12 η ώρα το μεσημέρι.

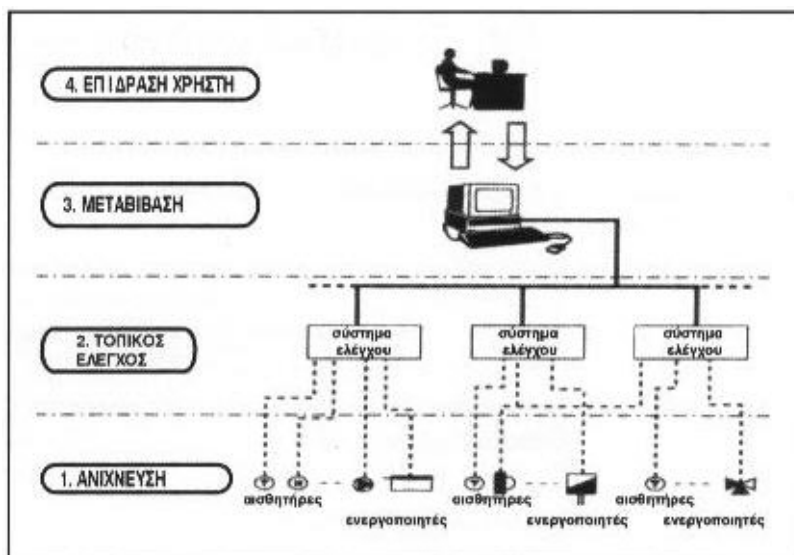




ετήσια κίνηση του ήλιου γύρω από το κτίριο

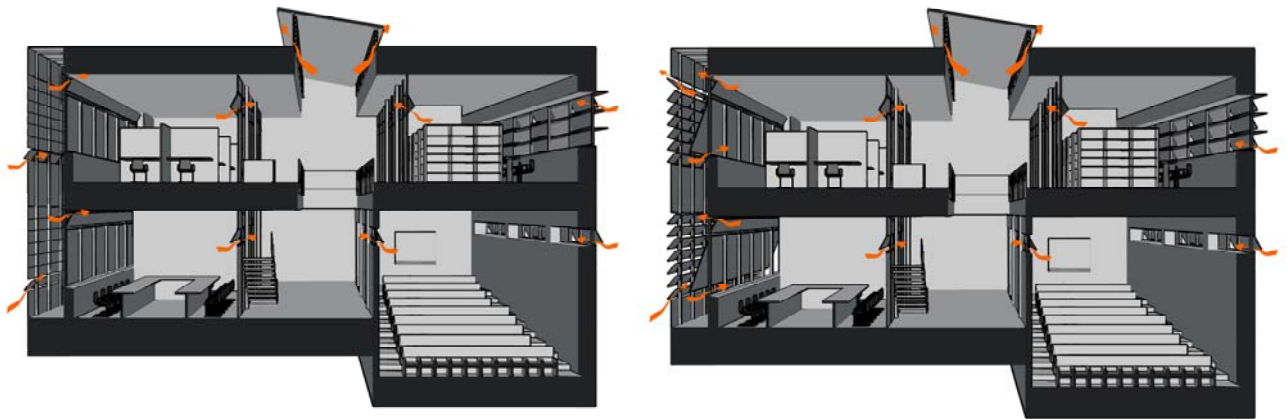
- ο Building management system

Η εγκατάσταση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης BMS (Building Management System), έχει σκοπό τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου (θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό και αερισμό), ώστε να είναι δυνατή η άμεση πρόσβαση, απρόσκοπτη λειτουργία, η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου. Παράλληλα, είναι δυνατή και η παρακολούθηση και καταγραφή της συμπεριφοράς των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που εγκαταστάθηκαν στο κτίριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία. Πρόκειται για τον εγκέφαλο του κτιρίου που χρησιμοποιεί την πληροφορία σχετικά με τις επικρατούσες εξωτερικές καιρικές συνθήκες και ελέγχει την θερμική άνεση των χώρων, την εγκατάσταση κλιματισμού – θέρμανσης, τα φωτοβολταϊκά πάνελ, το αίθριο, την εγκατάσταση φωτισμού, τα συστήματα φωτισμού και δροσισμού, την ποιότητα αέρα, καθώς επίσης, παρακολουθεί και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου. Το σύστημα αποτελείται από ένα κεντρικό σταθμό ελέγχου και παρακολούθησης και από αισθητήρια όργανα, τα οποία δίνουν την πληροφορία. Ο έλεγχος και η παρακολούθηση γίνεται από ένα κεντρικό σημείο μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή .

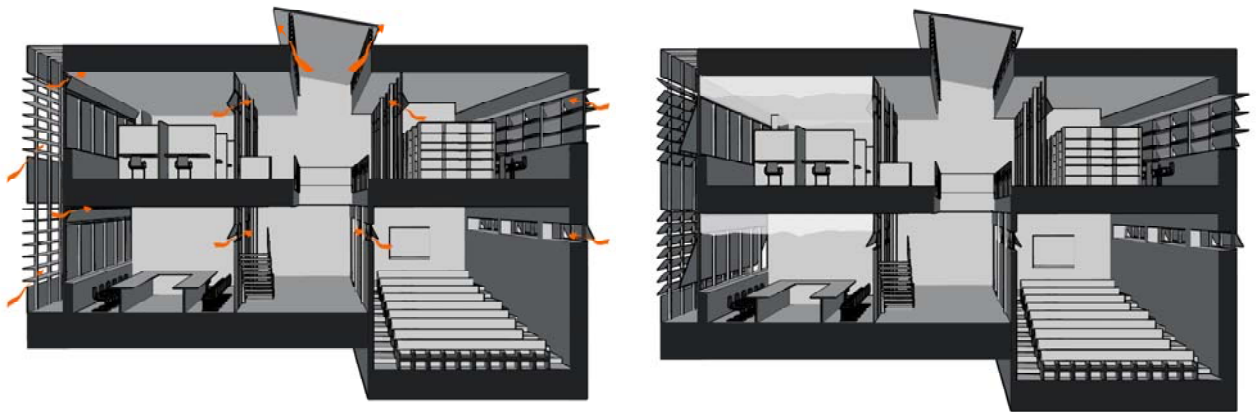


ο Παθητικός δροσισμός

- Η αποφυγή της υπερθέρμανσης και η ελαχιστοποίηση των αναγκών σε κλιματισμό των χώρων, είναι οι στόχοι των επεμβάσεων των συστημάτων παθητικού δροσισμού. Συγκεκριμένα, η δημιουργία γυάλινης πρόσοψης και τα συστήματα σκίασης των ανοιγμάτων (μεταλλικές περσίδες) στη νότια όψη, τα συστήματα φυσικού εξαερισμού, με άνοιγμα των παραθύρων, ανεμιστήρων ή φεγγιτών, καθώς και τα συστήματα φυσικού εξαερισμού μέσω των ηλεκτροκίνητων ανοιγμάτων της οροφής είναι αυτά που βοηθούν στον φυσικό αερισμό. Ο σχεδιασμός αερισμού του κτιρίου έχει γίνει έτσι ώστε, ο αέρας που εισέρχεται στο εσωτερικό συνεχώς να ανανεώνεται. Το γεγονός αυτό επιτυγχάνεται, τόσο με τον σχεδιασμό του εσωτερικού χώρου και τις ανοιγόμενες επιφάνειες που έχουν τοποθετηθεί εσωτερικά, όσο και με την δημιουργία του εσωτερικού κεντρικού αιθρίου και τα ανοίγματα της οροφής. Οι χώροι δεξιά και αριστερά του αιθρίου δεν έχουν πολύ βάθος, όχι μόνο για να διευκολύνεται ο αερισμός, αλλά και για να μεγιστοποιείται η είσοδος του φυσικού φωτισμού μέσα στο κτίριο. Συνεπώς, οι απαιτήσεις για τεχνητό φωτισμό μειώνονται και το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για φωτισμό είναι ελάχιστο σε σύγκριση με ένα συμβατικό κτίριο.



αρχές σχεδιασμού του αερισμού του κτιρίου το χειμώνα και το καλοκαίρι αντίστοιχα



- Στον χώρο του αμφιθεάτρου, ο οποίος λόγω της χρήσης του απαιτεί μεγαλύτερο ύψος χωρίς μεγάλα ανοίγματα, έχει προβλεφθεί ο αερισμός του να γίνεται και με την βοήθεια υπόγειων σωλήνων μήκους 30 και 40 m. Οι σωλήνες αυτοί με ειδικούς ανεμιστήρες που είναι τοποθετημένοι μέσα, καταλήγουν κάτω από τα καθίσματα και αερίζουν τον χώρο.



- Στον περιβάλλοντα χώρο στη νότια πλευρά του κτιρίου, έχει προβλεφθεί υδάτινη επιφάνεια με σκοπό να δράσει καταλυτικά στο μικροκλίμα του κτιρίου.

Λόγω της εξάτμισης του νερού, απορροφάται θερμότητα από τον αέρα, με αποτέλεσμα να λειτουργεί ως πηγή δροσισμού, που μειώνει την θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα και συνεπώς τον αέρα που εισέρχεται στο κτίριο περίπου 2 °C.

- ο Παθητικά συστήματα θέρμανσης
 - Ανοιγμάτα έχουν τοποθετηθεί στη νότια πρόσοψη, με σκοπό την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στους χώρους για παθητική θέρμανση το χειμώνα. Επιπλέον, ο χώρος ανάμεσα στις προσόψεις λειτουργεί σαν κλιματικός χώρος ανάσχεσης, όπως αναφέρθηκε, και θερμαίνει τον αέρα κατά την διάρκεια του χειμώνα.

- Αίθριο εμβαδού 120 τ.μ. όπου συλλέγεται η ηλιακή ακτινοβολία η οποία και εγκλωβίζεται ως θερμότητα και κυκλοφορεί μέσω ανοιγμάτων στο κτίριο. Οι κατακόρυφες γυάλινες επιφάνειες του αιθρίου αποτελούνται από υαλοστάσια που φέρουν εσωτερικές περσίδες, για να εμποδίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας και να αποφεύγεται το φαινόμενο της υπερθέρμανσης στο χώρο. Φωτοβολταικά έχουν τοποθετηθεί στην οροφή του αιθρίου με κλίση προς το νότο, τα οποία είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο του κτιρίου, μέσω μετατροπέα ισχύος. Η κλίση τους είναι 5° για αρχιτεκτονικούς και αισθητικούς λόγους. Στόχος είναι να παράγουν ενέργεια, ώστε να απαιτούνται χαμηλότερα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά, παράλληλα, συμβάλλουν και στη σκίαση του χώρου του αιθρίου, ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Πρόκειται για ορθογώνιες γυάλινες επιφάνειες laminated, με Low-e⁴, πάχους 12 mm, στις οποίες είναι ενσωματωμένα τα φωτοβολταικά στοιχεία. Από αυτά τα περισσότερα δεν είναι ανοιγόμενα. Επιλέχθηκε μόνο στη κεντρική ζώνη της οροφής του αιθρίου να τοποθετηθούν ανοιγόμενα προς τα πάνω, τα οποία εξασφαλίζουν φυσικό αερισμό, λόγω της θερμοκρασίας που αναπτύσσουν. Ο τρόπος ανοίγματος τους είναι ανάλογος

⁴ Low-e: Επίστρωση μικρού συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας

με αυτόν των περσίδων. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ότι για κάθε εποχή του έτους τα φωτοβολταϊκά καλύπτουν:

το χειμώνα 18 kwh/day

την άνοιξη 37 kwh/day

το καλοκαίρι 40 kwh/day και

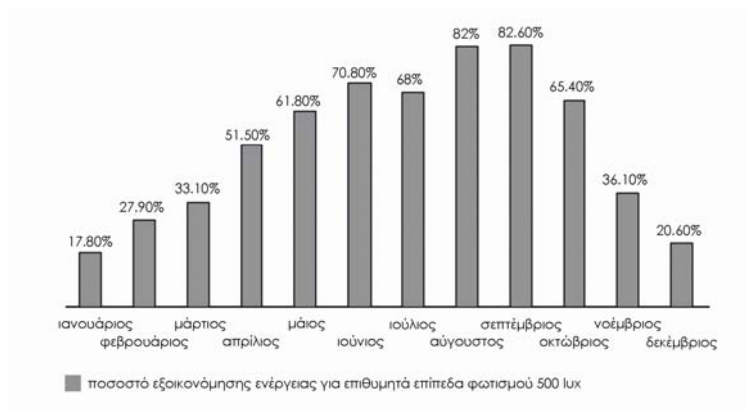
το φθινόπωρο 27 kwh/day.

- Ηλιακό αίθριο καθ' όλο το μήκος του βασικού άξονα για την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και περαιτέρω απόδοση της θερμικής ενέργειας στο κεντρικό εσωτερικό τμήμα του κτιρίου.

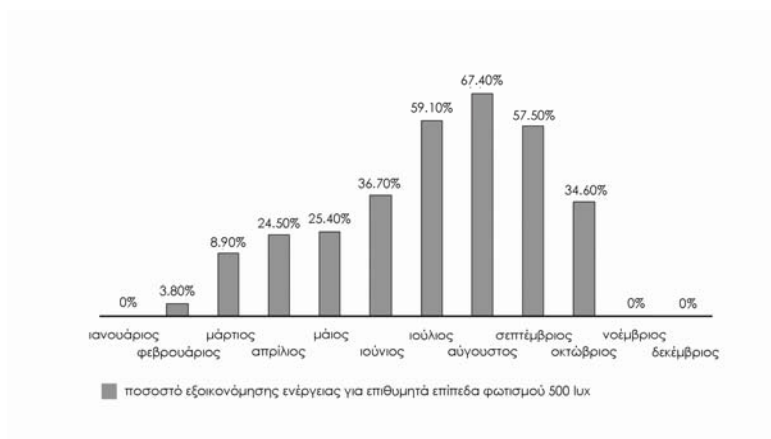
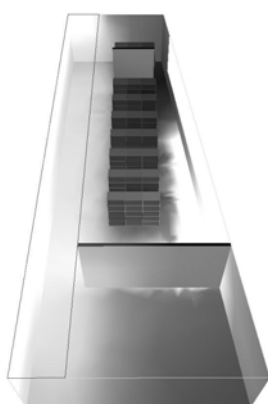
ο Συστήματα φυσικού και τεχνητού φωτισμού

Όσον αφορά στα συστήματα φυσικού φωτισμού, προβλέπονται γυάλινες επιφάνειες στο αίθριο που δημιουργείται στον κεντρικό άξονα, στο οποίο «βλέπουν» εσωτερικά ανοίγματα αιθουσών, ώστε να εξασφαλίζεται φυσικός φωτισμός και στις βαθύτερες ζώνες των χώρων. Για να επιτυγχάνεται οπτική άνεση στις θέσεις εργασίας, ο φωτισμός διεισδύει από δύο κατευθύνσεις, δηλαδή από τα υαλοστάσια του εσωτερικού αιθρίου και από τις εξωτερικές επιφάνειες. Στόχος της ένταξης είναι η κάλυψη των λειτουργικών αναγκών των χώρων με φυσικό φωτισμό, κατά το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό της διάρκειας της ημέρας και συνεπώς η μείωση του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου για φωτισμό. Παράλληλα, η σχεδίαση γυάλινων χωρισμάτων δίνει την δυνατότητα επαφής μεταξύ των συνεργατών.

Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η κατανομή του φυσικού φωτισμού στους γραφειακούς χώρους (νότιος προσανατολισμός) και την βιβλιοθήκη αντίστοιχα (βόρειος προσανατολισμός), αλλά και το ποσοστό ενέργειας που εξοικονομείται σε κάθε περίπτωση. Στην περίπτωση των γραφείων που ο προσανατολισμός είναι νότιος, το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας για επίπεδα φωτισμού 500 Lux, είναι μεγαλύτερο.



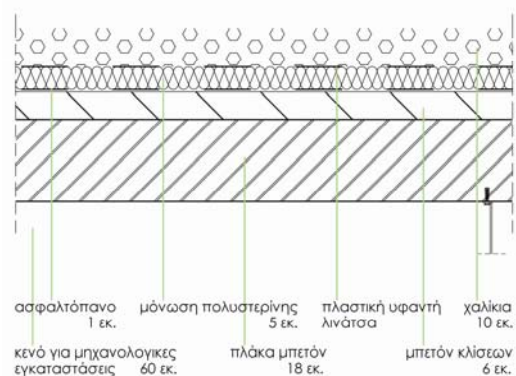
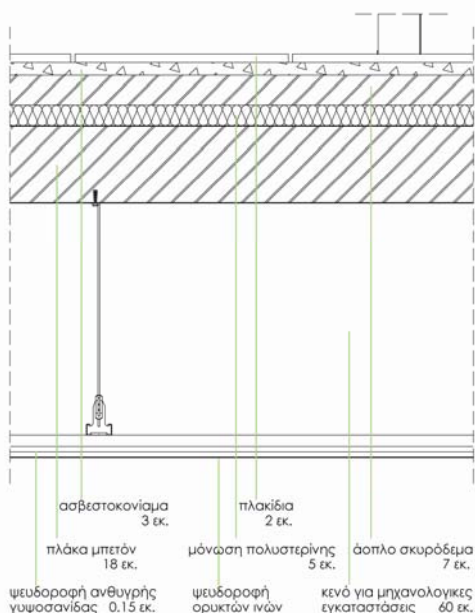
γραφειακοί χώροι βιβλιοθήκη



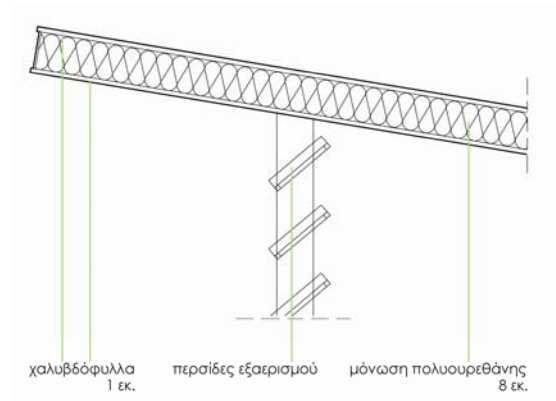
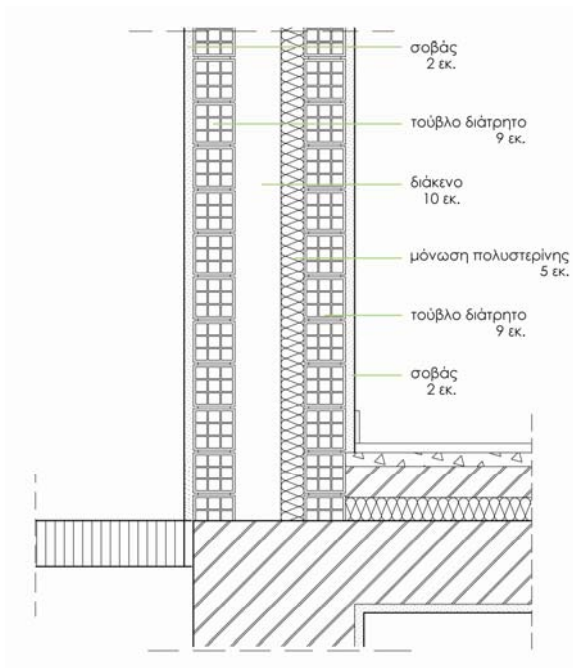
Η εγκατάσταση του τεχνητού φωτισμού αποτελείται από το γενικό φωτισμό των χώρων, που ελέγχεται από το BMS. χρησιμοποιούνται φωτιστικά χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τα οποία λειτουργούν με ανιχνευτές παρουσίας και συνεπώς επιτυγχάνεται μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Υλικά – κατασκευαστικές λεπτομέρειες

Τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για την πλήρωση του κελύφους του κτιρίου είναι κατάλληλα για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποθήκη θερμότητας. Το γεγονός αυτό δρα ευεργετικά τόσο στη διάρκεια του καλοκαιριού, όσο και στην διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Η διαθέσιμη ενέργεια από τα αυξημένα ηλιακά κέρδη στην διάρκεια της ημέρας αποθηκεύεται και αργότερα απελευθερώνεται σταδιακά στο εσωτερικό του κτιρίου. Συγκεκριμένα, το χειμώνα η αποθηκευμένη θερμότητα απελευθερώνεται στο εσωτερικό του κτιρίου αργά το απόγευμα, με αποτέλεσμα να καλύπτεται ένα μέρος των θερμικών αναγκών του κτιρίου. Με την ίδια διαδικασία το καλοκαίρι, η θερμική μάζα καθυστερεί την απόδοση της θερμότητας στο εσωτερικό κατά την διάρκεια της μέρας. Η αποθηκευμένη θερμότητα απελευθερώνεται αργότερα και σταδιακά στο εσωτερικό του κτιρίου και στο εξωτερικό περιβάλλον όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες.



λεπτομέρεια δώματος
λεπτομέρεια πατώματος



λεπτομέρεια μεταλλικής οροφής
λεπτομέρεια εξωτερικού τοίχου

Η θερμική μάζα σε συνδυασμό με τον αερισμό του κτιρίου κατά την διάρκεια της νύχτας παίζει σημαντικό ρόλο στον φυσικό δροσισμό του κτιρίου, την μείωση του ψυκτικού φορτίου και την διατήρηση συνθηκών άνεσης κατά την διάρκεια του θέρους.

Οι υαλοπίνακες που έχουν χρησιμοποιηθεί έχουν αναφερθεί παραπάνω στην περιγραφή των ενεργειακών συστημάτων.

- Με την βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος *relux* έγιναν μετρήσεις, με σκοπό να υπολογιστεί ο παράγοντας φυσικού φωτισμού. Ο λόγος, του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο – συνήθως στο επίπεδο εργασίας– προς τον αντίστοιχο φωτισμό στο υπαίθριο από τον ανεμπόδιστο ουράνιο θόλο σε συνθήκες πλήρους νεφοκάλυψης είναι σταθερός. Αυτός ο σταθερός λόγος εκφράζεται επί % και λέγεται παράγοντας φυσικού φωτός (daylight factor). Έχει αποδειχθεί ότι για να είναι σωστά φωτισμένος ένας χώρος ο συντελεστής φυσικού φωτός πρέπει να είναι περίπου 2 – 5 %

Από τις μετρήσεις υπολογίστηκε:
για τον χώρο των γραφείων $df = 2\%$ και
για την βιβλιοθήκη $df=1\%$.

- Επίσης με την βοήθεια του προγράμματος *ecotect* υπολογίστηκε η θέση του ήλιου καθόλη τη διάρκεια του έτους και η σκιά του κτιρίου στο έδαφος, τα ηλιακά ίχνη ανά ώρα για τις 21 Δεκεμβρίου και τις 21 Μαρτίου που παρουσιάζονται οι ακραίες θερμοκρασίες για τον χειμώνα και το καλοκαίρι αντίστοιχα, καθώς και η λειτουργία των περσίδων της διπλής πρόσοψης ως ανακλαστήρες.

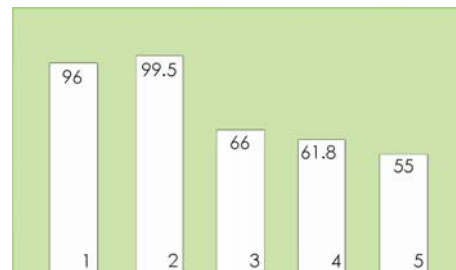
- Τέλος με την χρήση του προγράμματος *building* υπολογίστηκαν οι ανάγκες για ψύξη και θέρμανση σε διάφορα σενάρια για τον χειμώνα και το καλοκαίρι. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι λόγω της δυναμικότητας του κελύφους και τις δυνατότητες σκίασης, η ενεργειακή κατανάλωση μπορεί να μειωθεί με το άνοιγμα των περσίδων κατά την διάρκεια του χειμώνα.

Θερινά
σενάρια:

	σενάριο 1	σενάριο 2	σενάριο 3	σενάριο 4	σενάριο 5
shading	-	50%	50%	50%	50%
dimming	-	√	√	√	√
ach/day	2	4	2	2	4
ach/night	0	0	2	4	8

Αποτελέσματα:

Ανάγκες για ψύξη σε kWh /m²:

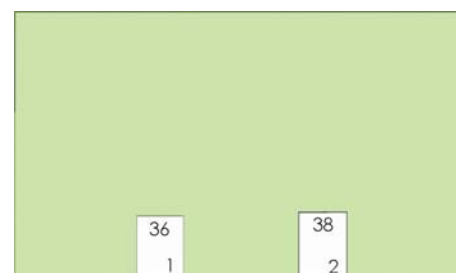


Χειμερινά
σενάρια:

	σενάριο 1	σενάριο 2
shading	-	√
dimming	-	√
ach/day	2	2
ach/night	0	0

Αποτελέσματα:

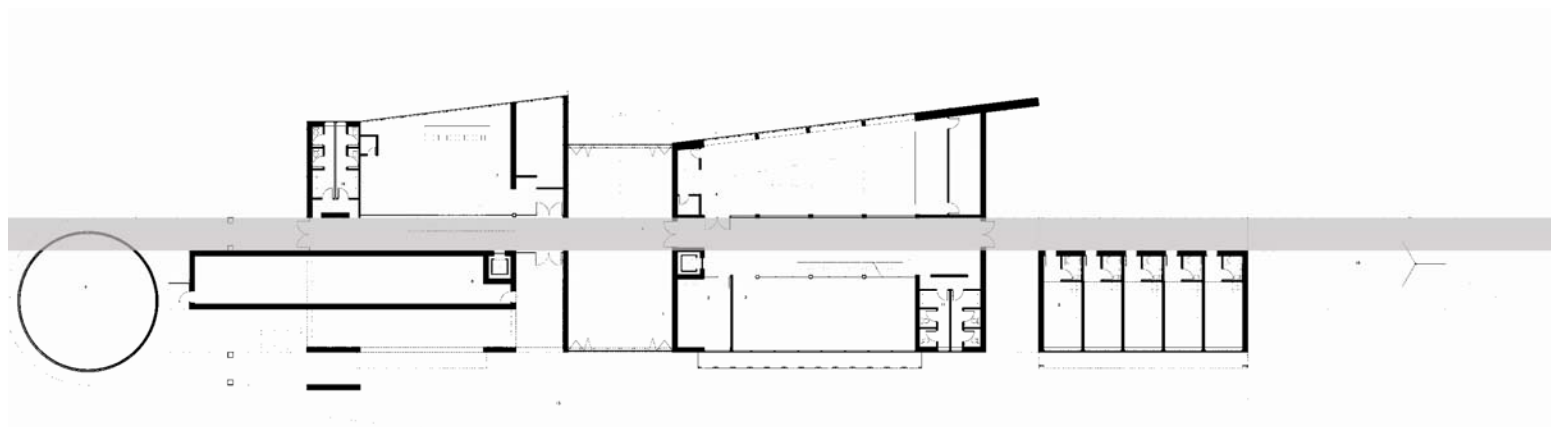
Ανάγκες για θέρμανση kWh /m²:



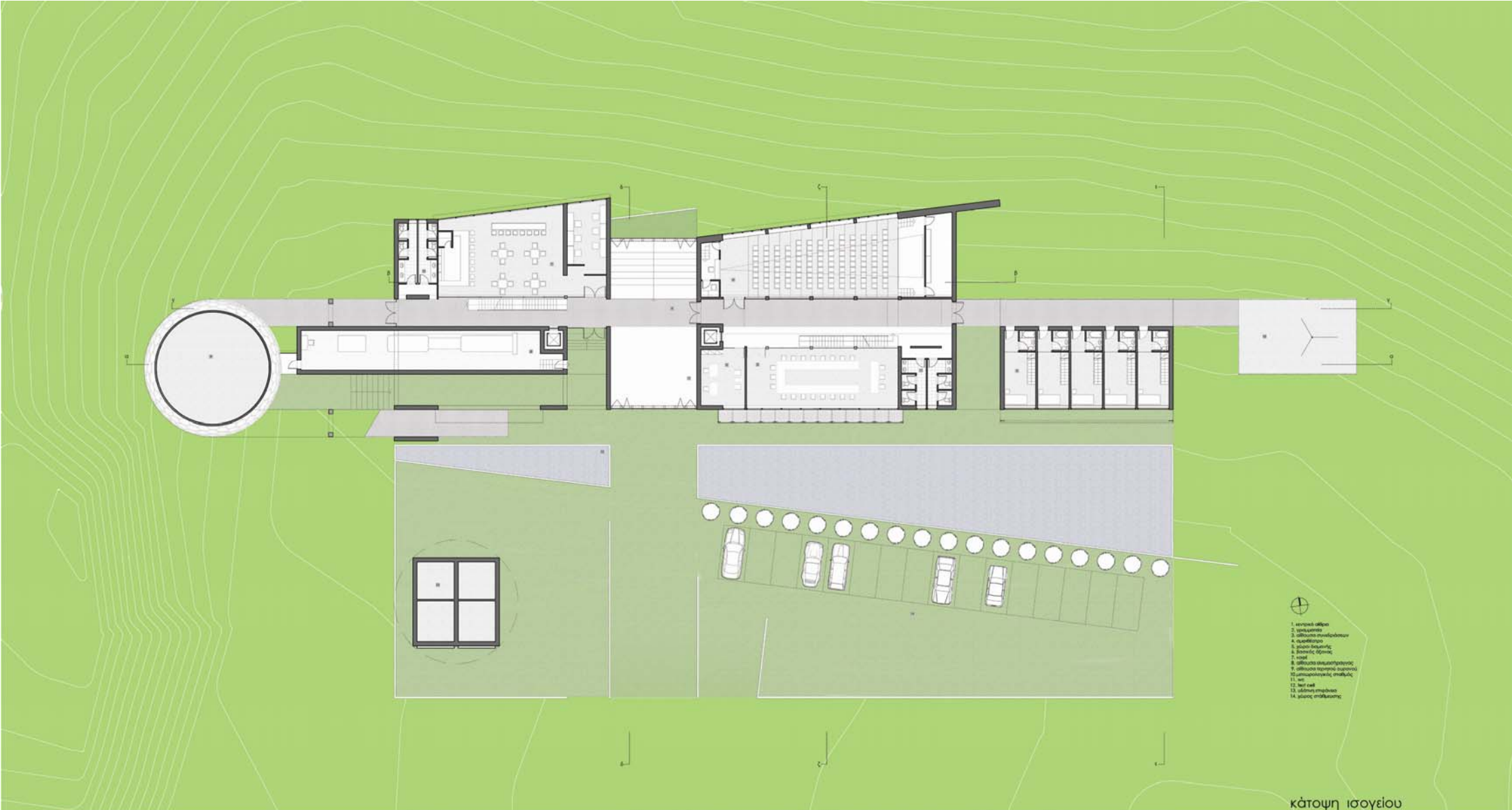
shading: σκίαση, dimming: συνεχής ρύθμιση των επιπέδων φωτισμού, ach/day: αλλαγές αέρα την ημέρα, ach/night: αλλαγές αέρα την νύχτα

Παραπομπές

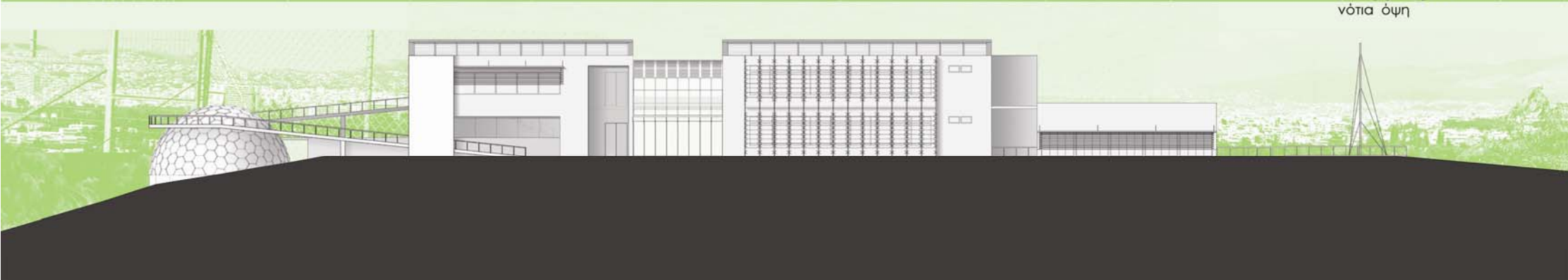
1. P.O. Fanger, *Thermal comfort*, 1970
2. Steven A. Moore, *Energy Efficient Design*, in *The Encyclopedia of Twentieth Century Architecture*, R. Stephen Sennott, ed. (Chicago: Fitzrou Dearborn Publishers, Forthcoming in 2001)
3. Harris Poirazis, *Double Skin Facades for Office Buildings*, Literature Review, Division of Energy and Building Design, Department of Construction and Architecture, Lund Institute of Technology
4. Περιοδικό *Green Architecture*, Willey – Academy, Architectural Design
5. www.cardiff.ac.uk/archi, The Welsh School of Architecture
6. www.cres.gr, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
7. www.solarbau.de
8. www.coltgroup.com
9. *Architecture and the environment* – Bioclimatic building design, David Lloyd Jones, Foreword by Tadao Ando
10. *Οικολογική Αρχιτεκτονική*, 29 παραδείγματα από την Ευρώπη, Dominique Gauzin - Muller
11. *Οικολογική δόμηση*, εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), ΥΠΕΧΩΔΕ Διεύθυνση Οικιστικής Πολιτικής & Κατοικίας

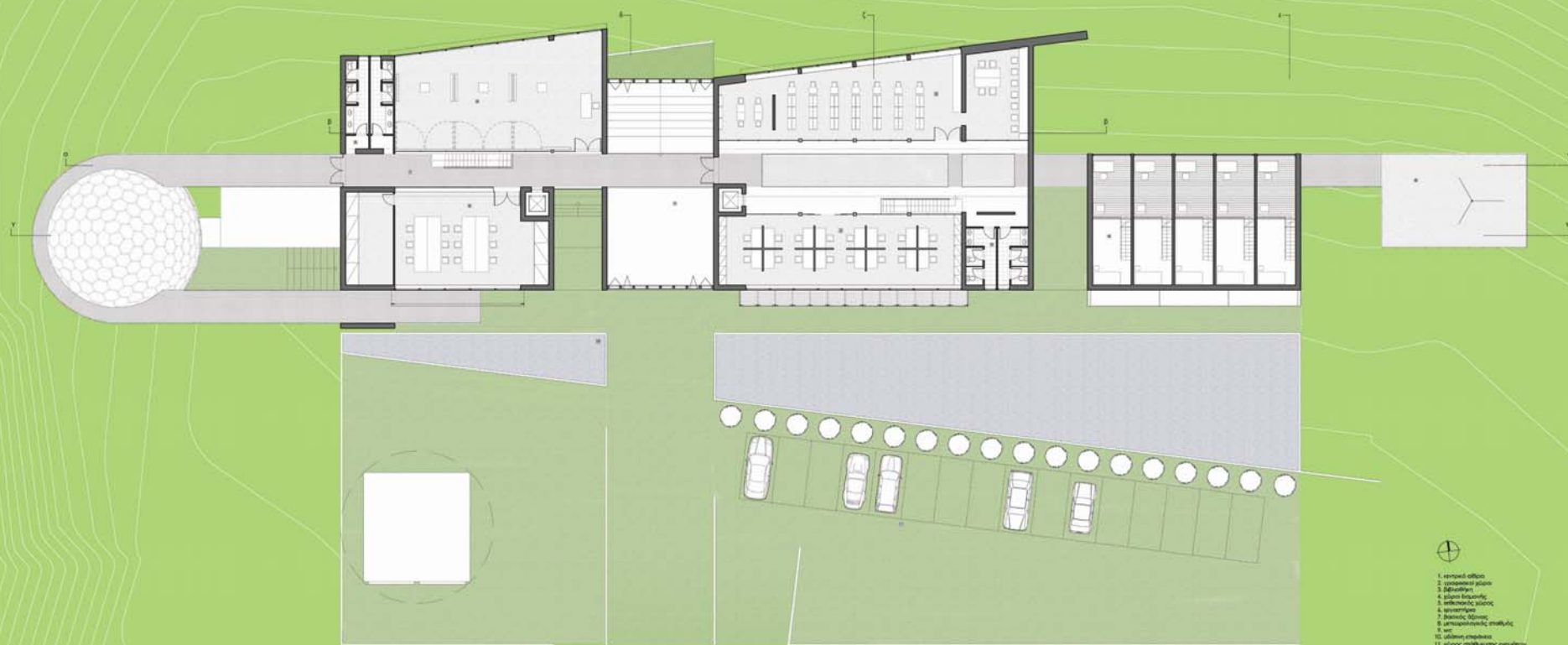




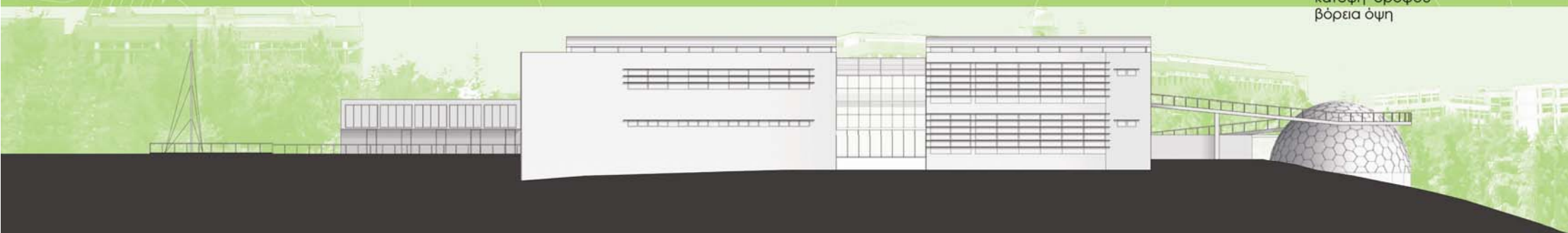


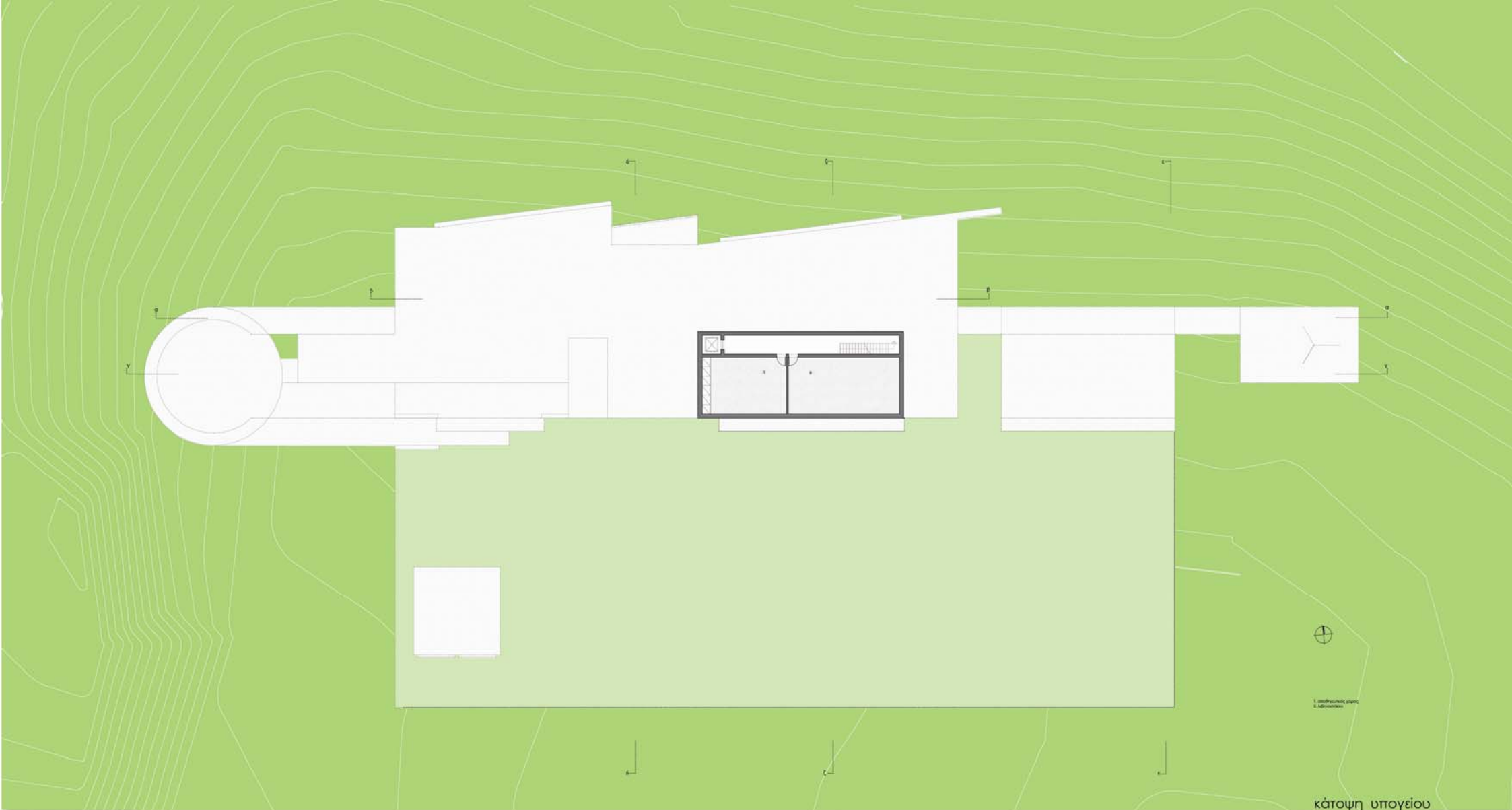
κάτοψη ισογείου
 νότια όψη



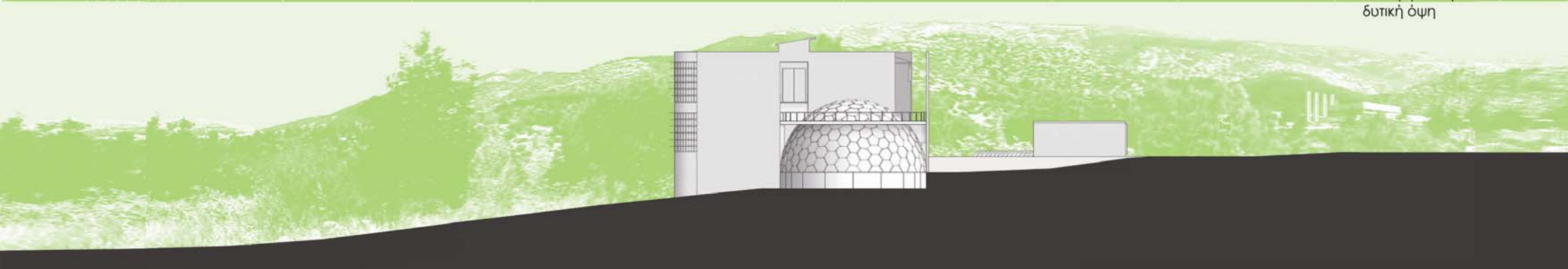


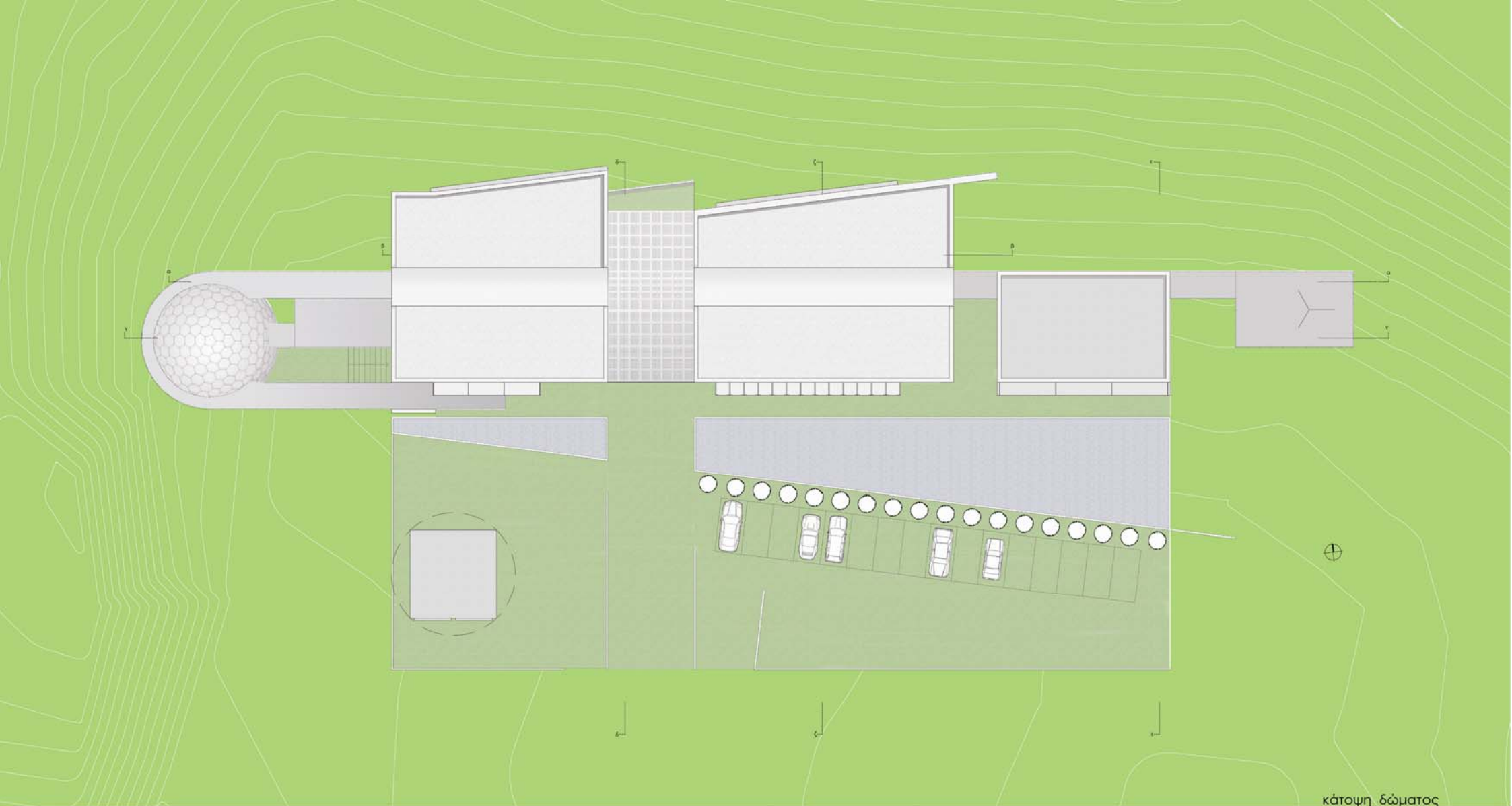
κάτοψη ορόφου
 βόρεια όψη





κάτοψη υπογείου
δυτική όψη





κάτοψη δώματος
ανατολική όψη

