

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ |
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ |
ΤΜΗΜΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ
ΠΡΟΣΟΨΗΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΣΙ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ : ΜΑΡΙΑ - ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΓΟΥΛΗ ia19675027
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΓΙΑΝΝΟΥΔΗΣ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ |
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ |
ΤΜΗΜΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ
ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΣΙ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ : ΜΑΡΙΑ - ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΓΟΥΛΗ ia19675027
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΓΙΑΝΝΟΥΔΗΣ

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών για τη λήψη του πτυχίου του Τμήματος Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ |
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ |
ΤΜΗΜΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ
ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΟ ΜΑΡΟΥΣΙ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή
Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική
Επιτροπή:

1. ΣΩΚΡΑΤΗΣ ΓΙΑΝΝΟΥΔΗΣ

2. ΜΑΡΩ ΣΙΝΟΥ

3. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΟΥΡΝΙΑΤΗΣ



Δήλωση συγγραφέα πτυχιακής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Γουλή Μαρία - Χριστίνα του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 675/19675027, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών & Πολιτισμού του Τμήματος Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

“Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια που προσφέρθηκε στην εκπόνησή της αναγνωρίζεται και αναφέρεται στο κείμενο. Επιπλέον, αναφέρονται όλες οι βιβλιογραφικές πηγές που αξιοποιήθηκαν, πρωτογενείς και δευτερογενείς, είτε η συμβολή τους παρατίθεται επακριβώς ως απόσπασμα είτε ως παράφραση. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.”

Η δηλούσα

Μαρία - Χριστίνα Γουλή

APPLICATION OF BIOCLIMATIC KINETIC FACADE IN AN BUILDING IN MAROUSSI

FINAL YEAR PROJECT REPORT

MARIA - CHRISTINA GOULI ia19675027
SUPERVISOR : SOCRATES YIANNOUDES

A report submitted as partial fulfillment of the requirements of
the degree of Bachelor

ATHENS, MARCH 2024

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την εφαρμογή μιας ελαφριάς κινητικής κατασκευής στις όψεις ενός υπάρχοντος κτιρίου γραφείων στην περιοχή του Αμαρουσίου. Αποτελεί συνέχεια και εφαρμογή της διάλεξης που εκπονήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος του προπτυχιακού προγράμματος του τμήματος, με τίτλο “Κινητική αρχιτεκτονική: Μεταβαλλόμενες κατασκευές σε βιοκλιματικές προσόψεις κτιρίων”. Μέσα από τη μελέτη περιπτώσεων αλλά και από την εκτενή ανάλυση της περιοχής μελέτης ως προς τα κλιματικά δεδομένα, την ανάλυση του ηλιασμού και των καιρικών συνθηκών, προτείνεται η κατασκευή μιας προσαρμοστικής κινητικής κατασκευής, στις τρεις όψεις του κτιρίου, που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλλεται με βάση την κίνηση του ηλίου. Σκοπός της εργασίας, είναι η οπτική και η θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου και ειδικότερα στο χώρο εργασίας. Συγκεκριμένα, μέσα από την ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης κρίθηκε σημαντική η μελέτη για τη δημιουργία ενός συστήματος σκίασης που να έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται στις εξωτερικές μεταβολές του περιβάλλοντος προκειμένου να διατηρείται μια θερμική ισορροπία στο εσωτερικό του. Τέλος, ο σχεδιασμός ακολουθεί τη βασική γεωμετρία του κτιρίου, που είναι ο κάνναβος, χωρίς να αλλοιώνει σε μεγάλο βαθμό την όψη του, καθώς η παρέμβαση ενσωματώνεται στις υπάρχουσες ζώνες παραθύρων. Επομένως, πρόκειται για μια προσθήκη που στην τελική της φάση καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η προσαρμοστικότητα και η ευελιξία που μπορεί να διαθέτει ένα κινητικό σύστημα σκίασης, έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ένα άνετο και βιώσιμο εσωτερικό περιβάλλον σε ένα κτίριο που δέχεται μεγάλη ποσότητα φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Κινητική πρόσοψη, βιοκλιματικός σχεδιασμός, κινητική αρχιτεκτονική, ανταποκρινόμενη πρόσοψη, βιώσιμος σχεδιασμός, βιωσιμότητα, μεταβαλλόμενη κατασκευή σκίασης, κινητικότητα, προσαρμοστικότητα, οπτική άνεση, θερμική άνεση, εσωτερική θερμική άνεση, κλιματικός έλεγχος, ηλιακό φως, βελτίωση ηλιακού φωτός.

This thesis aims at the application of a lightweight kinetic construction on the facades of an existing office building in the area of Maroussi. It is a continuation and application of the lecture prepared in the context of the undergraduate course of the department, entitled “Kinetic architecture: Changing structures in bioclimatic building facades”. Through the case study and the extensive analysis of the study area in terms of climatic data, sunlight and weather conditions, the construction of an adaptive kinetic structure, on the three facades of the building, which has the ability to change based on the movement of the sun, is proposed. The aim of the work, is the visual and thermal comfort inside the building and especially in the work area. Specifically, through the analysis of the existing situation, it was considered important to study the creation of a shading system that has the ability to adapt to external environmental variations in order to maintain a thermal balance inside the building. Finally, the design follows the basic geometry of the building, which is the canabus, without greatly altering its appearance, as the intervention is integrated into the existing window zones. It is therefore an addition that, in its final phase, concludes that the adaptability and flexibility that a mobile shading system can possess has the potential to create a comfortable and sustainable indoor environment in a building that receives a large amount of light during the day.

Kinetic facade, bioclimatic design, kinetic architecture, responsive facade, sustainable design, sustainability, sustainability, variable shading construction, mobility, adaptability, visual comfort, thermal comfort, indoor thermal comfort, climate control, sunlight, sunlight enhancement.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

01 ΜΕΡΟΣ

1. Βασικές έννοιες	11	2. Μελέτη Περιπτώσεων	29
1.1 Εισαγωγή	12	2.1 Εισαγωγή	30
1.2 Κινητικές προσόψεις στο βιοκλιματικό σχεδιασμό	16	2.2 Al Bahar Towers, Abu Dhabi	31
1.2.1 Χρονοδιάγραμμα	17	2.2.1 Γεωμετρικός μετασχηματισμός στο χώρο	31
1.2.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός	18	2.2.2 Τυπολογία κινητικής κατασκευής	32
1.2.3 Στρατηγικές σχεδιασμού κινητικών προσόψεων	19	2.2.3 Συστήματα ελέγχου	32
1.2.4 Παράμετροι σχεδιασμού κινητικών προσόψεων	20	2.2.4 Υλικά	33
1.2.5 Γεωμετρικοί μετασχηματισμοί κινητικών προσόψεων	21	2.2.5 Συμπεράσματα	33
1.2.6 Τυπολογίες κινητικών προσόψεων	22	2.3 Kiefer Technic Showroom Building, Austria	34
1.3 Σύγκριση δυναμικής με στατική σκίαση	25	2.3.1 Γεωμετρικός μετασχηματισμός στο χώρο	34
1.4 Υλικά & Τεχνικές σκίασης	26	2.3.2 Τυπολογία κινητικής κατασκευής	35
1.4.1 Έξυπνα υλικά	27	2.3.3 Συστήματα ελέγχου	35
1.4.1.1 Πλεονεκτήματα έξυπνων υλικών σε σχέση με τα παραδοσιακά υλικά	27	2.3.4 Υλικά	36
1.4.2 Είδη / κατηγορίες πάνελ	28	2.3.5 Συμπεράσματα	36
		2.4 Kolding University, Denmark	37
		2.4.1 Γεωμετρικός μετασχηματισμός στο χώρο	37
		2.4.2 Τυπολογία κινητικής κατασκευής	38
		2.4.3 Συστήματα ελέγχου	38
		2.4.4 Υλικά	39
		2.4.5 Συμπεράσματα	39

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

02 ΜΕΡΟΣ

1. Ανάλυση Περιοχής Μελέτης	41	1. Πρόταση Σχεδιασμού	73
1.1 Τοποθεσία	42	1.1 Παράμετροι σχεδιασμού	74
1.2 Μελέτη κλίματος	42	1.2 Διάγραμμα τοποθεσίας του ηλίου	76
1.2.1 Ήλιος	43	1.3 Διάγραμμα σκίασης	80
1.2.2 Θερμοκρασία	45	1.4 Σκίτσα	84
1.2.3 Βροχοπτώσεις	46	1.5 Σχέδια πρότασης	86
1.2.4 Νέφωση	47	1.6 Κολάζ	115
1.2.5 Άνεμος	48	1.7 Φωτορεαλιστικά εσωτερικά	118
1.2.6 Συμπεράσματα	49	1.8 Φωτορεαλιστικά εξωτερικά	126
2. Κτίριο μελέτης	50	1.9 Υλικά κατασκευής	134
2.1 Τοποθεσία	51	1.10 Σύστημα ελέγχου	135
2.2 Ανάλυση ηλιακού χώρου	52	1.11 Αποτελέσματα	136
2.2.1 Ηλιακό κέρδος	54	2. Συμπεράσματα	153
2.3 Επιτόπια επίσκεψη	56	3. Βιβλιογραφία	154
2.3.1 Συζήτηση με υπάλληλο της ασφαλιστικής εταιρείας	56	4. Πηγές εικόνων	157
2.3.2 Φωτογραφική αποτύπωση - εξωτερικά	58	5. Πηγές διαγραμμάτων	161
2.3.3 Φωτογραφική αποτύπωση - εσωτερικά	60		
2.4 Σχέδια υφιστάμενης κατάστασης	64		



01

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παγκόσμια κοινότητα αντιμετωπίζει σοβαρά περιβαλλοντικά ζητήματα κατά τις αρχές του 21ου αιώνα, με κυρίαρχο πρόβλημα να αποτελεί ο δυνητικός και επικείμενος κίνδυνος του φαινομένου του θερμοκηπίου και οι συνακόλουθες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Υπάρχουν επίσης ανησυχίες για τη ζημιά που προκαλείται στα εύθραυστα οικοσυστήματα από την αύξηση της ανάπτυξης και της εξόρυξης πόρων, καθώς και για την εκτεταμένη καταστροφή της στιβάδας του όζοντος, η οποία επιτρέπει στην επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία να διεισδύσει στην κατώτερη ατμόσφαιρα (Bacha & Bourbia, 2016).

Παράλληλα, ο πλανήτης αντιμετωπίζει δύο σημαντικές προκλήσεις: την ταχεία αύξηση της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης και την επείγουσα ανάγκη μείωσης των εκπομπών άνθρακα που σχετίζονται με τη χρήση ενέργειας. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, η αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση των εκπομπών CO₂ κατά 10% έως το 2040. Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως τα τελευταία χρόνια, οι εκπομπές επικίνδυνου CO₂ στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί σημαντικά, επηρεάζοντας ακόμη και τον χώρο της σύγχρονης αρχιτεκτονικής (Alwaysheh κ.ά., 2023).

Τα τελευταία χρόνια, η ανάγκη να μετριαστούν τα επίπεδα επικίνδυνου CO₂ στην ατμόσφαιρα έχουν αποκτήσει σημαντική ώθηση, επηρεάζοντας επίσης τη σύγχρονη αρχιτεκτονική. Στην πραγματικότητα, ο κλάδος των κατασκευών μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο κλάδος με τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Τα κτίρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διεξαγωγή μέτρων που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με αποτελεσματικό τρόπο και σε συντομότερο χρονικό διάστημα μέσω των ενεργειακά αποδοτικών σχεδίων τους. Επιπλέον, η βιώσιμη αρχιτεκτονική αναδεικνύεται ως λύση, προωθώντας τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών μεθόδων και την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Είναι ζωτικής σημασίας να αναφερθεί, ότι οι τροποποιήσεις στα κατασκευαστικά σχέδια για τη βιωσιμότητα μετατρέπουν τον σχεδιασμό σε έξυπνο και ανταποκρινόμενο μέσο για την επίτευξη της (Khraisat κ.ά., 2022).

Τα κτίρια επηρεάζονται από φυσικούς και κλιματικούς παράγοντες, ακόμη και από τις ανθρώπινες καθημερινές ανάγκες, και αυτοί οι παράγοντες δεν είναι στατικοί αλλά δυναμικοί, αλλάζουν με το χρόνο. Καθώς τα κτίρια αποτελούν σημαντικό μέρος της ζωής, χρειάζεται να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες, διατηρώντας την ενεργειακή απόδοση και εξετάζοντας δυνατότητες περαιτέρω βελτιώσεων. Ένας από τους τρόπους για να γίνουν τα κτίρια προσαρμοστικά στις τρέχουσες αλλαγές των κλιματικών συνθηκών και των ανθρώπινων αναγκών είναι να γίνουν και οι όψεις των κτιρίων δυναμικές, έτσι ώστε να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες (Ahmad & Alibaba, 2019).

Η οπτική και η θερμική άνεση για τους χρήστες εξαρτώνται σημαντικά από τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, οι οποίες αλλάζουν συνεχώς. Ειδικότερα, η βελτιστοποίηση της οπτικής και της θερμικής άνεσης ταυτόχρονα είναι ένα δύσκολο θέμα λόγω των αμοιβαίων συγκρούσεων μεταξύ τους. Η πρόσοψη, ως μια πολύπλοκη διεπαφή μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού κτιρίου, έχει την ικανότητα να λειτουργεί ως προστατευτικό ή ρυθμιστικό στοιχείο έναντι έντονων διακυμάνσεων του εξωτερικού κλίματος (Hosseini κ.ά., 2019).

Ο τομέας των κατασκευών αναδεικνύεται ως ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας, παρέχοντας ταυτόχρονα τις μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών άνθρακα. Με το περίβλημα ενός κτιρίου να λειτουργεί ως προστατευτική επιδερμίδα, η αποτελεσματικότητα των συστημάτων HVAC για τη διατήρηση ενός επιθυμητού μικρο-

κλίματος εξαρτάται σημαντικά από την ικανότητα του κελύφους του κτιρίου να αντιμετωπίζει την επίδραση του εξωτερικού περιβάλλοντος (Alwaysheh κ.ά., 2023).

Το περίβλημα διαχωρίζει το εξωτερικό από το εσωτερικό περιβάλλον, είτε παθητικά είτε ενεργητικά, προσφέροντας προστασία από ανεπιθύμητες ενεργειακές και βιοκλιματικές επιπτώσεις και δεχόμενο τις επιθυμητές. Η έρευνα, η μελέτη και ο σωστός σχεδιασμός ενός κελύφους κτιρίου μπορεί να συμβάλει αφενός στη δημιουργία κτιρίων που αλληλεπιδρούν θετικά με το περιβάλλον του και αφετέρου στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της άνεσης των κατοίκων στους εσωτερικούς χώρους, αποτελώντας περίπου το 80% μιας περιβαλλοντικής λύσης. (Bacha & Bourbia, 2016).

Η δημιουργία ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων αποτελεί μια πρόκληση για τους αρχιτέκτονες στη σύγχρονη εποχή. Ωστόσο, οι πρόσφατες εξελίξεις στον χώρο του σχεδιασμού, με τη χρήση υπολογιστικών προγραμμάτων και την ψηφιακή κατασκευή, επιτρέπουν στους αρχιτέκτονες να εξερευνήσουν νέες μορφές κτιρίων και νέες διαδικασίες σχεδίασης, προσπαθώντας να αντιμετωπίσουν προκλήσεις στον τομέα της αρχιτεκτονικής. Τα κλιματικά προσαρμοστικά κελύφη κτιρίων (Climate adaptive building shell - CABS) προσφέρουν προοπτικές για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, συνδυάζοντας τα θετικά χαρακτηριστικά και των ενεργών και των παθητικών τεχνολογιών μέσα στο κτίριο (Bacha & Bourbia, 2016).

Με βάση τους παραπάνω προβληματισμούς και λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία και την αναγκαιότητα της διατήρησης ενός άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος, προάγοντας ταυτόχρονα την προστασία του περιβάλλοντος, **αντικείμενο** της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός μιας κινητικής πρόσοψης που ανταποκρίνεται στην κίνηση του ηλίου. Συγκεκριμένα, έχει επιλεγεί ένα κτίριο γραφείων στο Μαρούσι, που σήμερα φιλοξενεί μια ασφαλιστική εταιρεία και όπως προέκυψε από την έρευνα που έγινε, παρουσιάζει βιοκλιματικά προβλήματα που οφείλονται σε σημαντικό βαθμό στις όψεις του. **Σκοπός** της εργασίας είναι η δημιουργία μιας εξωτερικής βιοκλιματικής επιδερμίδας στις όψεις του, που αποτελείται από αυτό-φερόμενα πάνελ, τα οποία κινούνται με βάση την κίνηση που εκτελεί ο ήλιος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στο κτίριο που έχει επιλεγεί, οι όψεις ενδιαφέροντος είναι η ανατολική, η νότια και η δυτική λόγω περιορισμένης φωτεινότητας στη βόρεια πλευρά. Επιπλέον, τα παράθυρα είναι κατανεμημένα σε ζώνες, επομένως η προσθήκη θα επηρεάζει μόνο τα σημεία που υπάρχουν υαλοστάσια στους τέσσερις ορόφους.

Στόχος είναι ο σχεδιασμός μιας πρόσοψης που εστιάζει στη δημιουργία άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος για τους χρήστες, με έμφαση στη βελτίωση της βιοκλιματικής του συμπεριφοράς και απόδοσης. Η δυνατότητα ελέγχου του εσωτερικού χώρου με βάση τις εξωτερικές συνθήκες είναι ζωτικής σημασίας στη σύγχρονη εποχή.

Η **ανάγκη εκπόνησης** της εργασίας πηγάζει από τη σταθερή αύξηση του κόστους της ενέργειας, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Τα τελευταία χρόνια, λόγω των κλιματικών μεταβολών αλλά και άλλων κοινωνικοπολιτικών ζητημάτων η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας γίνε-

ται ολοένα και πιο σημαντική. Ένας σημαντικός στόχος του σχεδιασμού είναι η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Η δυνατότητα κίνησης των πάνελ μπορεί να ρυθμίζει την εισερχόμενη ποσότητα φωτός, έτσι ώστε να μπορεί αφενός να διατηρεί το κτίριο ζεστό το χειμώνα και δροσερό το καλοκαίρι και αφετέρου να μειωθεί η ανάγκη για τεχνητό φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Επιπλέον, η δημιουργία μιας μεταβαλλόμενης επιδερμίδας στις όψεις δεν συμβάλλει μόνο στη βιοκλιματική λειτουργία και ενεργειακή απόδοση, αλλά επίσης βελτιώνει αισθητικά την εξωτερική προς το αστικό περιβάλλον εικόνα του κτιρίου. Συγκεκριμένα, υπάρχει μια συνεχής συνδιαλλαγή του εξωτερικού περιβάλλοντος αφενός με τους χρήστες που βρίσκονται εξωτερικά του κτιρίου αλλά αφετέρου και με εκείνους που βρίσκονται στο εσωτερικό του. Η πρόσοψη του κτιρίου, ακριβώς επειδή βρίσκεται σε κίνηση, προσφέρει μια συνεχή αλληλεπίδραση και προσφέρει δυναμισμό στην αρχιτεκτονική μορφή.

Μεθοδολογία

Για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας ακολουθείται η έρευνα, η συλλογή και η ανάλυση των δεδομένων προκειμένου να δοθεί λύση στο πρόβλημα που έχει τεθεί. Συγκεκριμένα, γίνεται μελέτη περίπτωσης, όπου αρχικά συλλέγονται πληροφορίες για το ευρύτερο πεδίο έρευνας, ενώ έπειτα γίνεται πιο εστιασμένη ανάλυση των υφιστάμενων πληροφοριών του κτιρίου. Τέλος, μετά τη συλλογή όλων των δεδομένων που χρειάζονται καταλήγει στη τελική πρόταση σχεδιασμού που βασίζεται στις παραμέτρους που αντλήθηκαν από τη συνολική έρευνα.

Δομή

Στο εισαγωγικό μέρος, γίνεται μια γενικότερη αναφορά για τις κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν καθώς και πως επηρεάζουν άμεσα την καθημερινότητα των ανθρώπων. Επιπλέον, αναλύονται αφενός ζητήματα που αφορούν την ενέργεια και αφετέρου ζητήματα που τονίζουν τη σημασία της προσαρμοστικότητας των κτιρίων για το εσωτερικό περιβάλλον τους. Τα βασικά μέρη της εργασίας είναι τρία.

Το **πρώτο μέρος**, αφορά μια εκτενή θεωρητική έρευνα πάνω στις κινητικές προσόψεις και το βιοκλιματικό σχεδιασμό. Ειδικά, γίνεται αναφορά στο ιστορικό πλαίσιο, τις στρατηγικές και τις παραμέτρους σχεδιασμού των μεταβαλλόμενων προσόψεων. Έπειτα, αναλύονται οι γεωμετρικοί μετασχηματισμοί καθώς και οι διαφορετικές τυπολογίες κιντικών κατασκευών, ενώ στη συνέχεια γίνεται σύγκριση της δυναμικής με τη στατική σκίαση. Επιπλέον, υπογραμμίζονται τα υλικά, τα είδη και οι κατηγορίες των πάνελ που υπάρχουν. Τέλος, παρατίθενται τρία σχετικά παραδείγματα κιντικών κατασκευών στις όψεις κτιρίων δίνοντας βάση τόσο στο κατασκευαστικό όσο και στο λειτουργικό τους μέρος.

Το **δεύτερο μέρος**, εστιάζει στην μελέτη αφενός της ευρύτερης περιοχής και αφετέρου στο κτίριο μελέτης. Ειδικότερα, στην αρχή γίνεται μια εκτενής έρευνα πάνω στην τοποθεσία και την ανάλυση του κλίματος ως προς τον ηλιασμό καθώς και ως προς τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, τις νεφώσεις και τον άνεμο. Στη συνέχεια, εστιάζει περισσότερο στο κτίριο δίνοντας έμφαση στην ηλιακή ανάλυση και συγκεκριμένα στο ηλιακό κέρδος, ενώ έπειτα γίνεται αναφορά στην επιτόπια επίσκεψη που πραγματοποιήθηκε, μέσα από συζητήσεις και φωτογραφίες. Τέλος, παρατίθενται τα σχέδια της υφιστάμενης κατάστασης που ανακτήθηκαν μετά από αίτηση στην πολεοδομία του Αμαρουσίου.

Το **τρίτο μέρος**, αφορά την πρόταση σχεδιασμού έχοντας ως βάση τις παραμέτρους που προκύπτουν από τα δύο πρώτα μέρη της εργασίας. Συγκεκριμένα, αναλύεται η τοποθεσία του ηλίου τις τέσσερις βασικές μέρες του χρόνου, που είναι η εαρινή ισημερία στις 21/03, η φθινοπωρινή ισημερία στις 21/09, το θερινό ηλιοστάσιο στις 21/06 και το χειμερινό ηλιοστάσιο στις 21/12, μέσα από διαγράμματα που αφορούν τον ηλιασμό και τη σκίαση. Στη συνέχεια, παρατίθενται σχέδια σε κλίμακες 1/100, 1/25 και 1/10 καθώς και κατασκευαστικά σχέδια και σχέδια λεπτομερειών. Έπειτα, δίνεται η γενικότερη εξωτερική ατμόσφαιρα του χώρου μέσα από κολάζ, ενώ η τεμκηρίωση της εργασίας γίνεται μέσα από φωτορεαλιστικές απεικονίσεις τόσο από τον εσωτερικό όσο και από τον εξωτερικό χώρο. Τέλος, καταλήγει στα συμπεράσματα, στα οποία γίνεται σύγκριση μέσω φωτορεαλιστικών απεικονίσεων, της υφιστάμενης κατάστασης και της πρότασης με την προσθήκη του συστήματος σκίασης, την ίδια ώρα και ημερομηνία κάθε φορά.

Στο **τέλος**, αναλύονται συμπεράσματα που αφορούν συνολικά την εργασία, ενώ ακολουθούν η βιβλιογραφία και οι πηγές εικόνων.

1.2 ΚΙΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΟΨΕΙΣ ΣΤΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Με το πέρασμα των χρόνων, η κινητική αρχιτεκτονική έχει εξελιχθεί προς διάφορες κατευθύνσεις, εκ των οποίων η μία αφορά τις κινητικές προσόψεις στα κτίρια. Με τη βοήθεια της τεχνολογικής ανάπτυξης, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός μπορεί να δημιουργήσει προσόψεις που έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλονται, έχοντας ως αποτέλεσμα τη διατήρηση του περιβάλλοντος, που γίνεται ολοένα και πιο σημαντική στη σύγχρονη εποχή. Μερικές από τις πιο βασικές περιβαλλοντικές μεταβολές που επηρεάζουν τόσο το κτίριο όσο και τους χρήστες είναι το φως, η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, οι βροχοπτώσεις, ο άνεμος κ.ά. Μιας και το θέμα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων είναι πολύ επίκαιρο, η σύγχρονη τεχνολογία επιτρέπει στους σχεδιαστές να αναπτύξουν μια κινητική αρχιτεκτονική που να μπορεί να ανταποκρίνεται στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος και να προσαρμόζεται σε αυτά, μετατρέποντας τελικά τα κτίρια από στατικές κατασκευές σε συνεχώς μεταβαλλόμενες επιφάνειες. Με τον τρόπο αυτό, το κτίριο γίνεται ένα δυναμικό σύστημα που μπορεί να μεταβάλλεται με βάση τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος, σαν ένας ζωντανός οργανισμός, με σκοπό να επιτυγχάνεται ενεργειακό ισοζύγιο για την ομαλή του λειτουργία. Επομένως, ο σχεδιασμός καθιστά δυνατή την επίτευξη της βιωσιμότητας, της ενεργειακής απόδοσης καθώς και της άνεσης του χρήστη εντός του κτιρίου (Ćurđić κ.ά., 2020).

Η πρόσοψη, αφενός αποτελεί το πιο ορατό μέρος

ενός κτιρίου και αφετέρου είναι ένα από τα πιο σημαντικά του στοιχεία. Τα τελευταία χρόνια, τα κτίρια τείνουν σταδιακά να μειώνουν τη χρήση των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης, λόγω της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας, με αποτέλεσμα το εξωτερικό του κελύφος, με τη χρήση της τεχνολογίας, να αναλαμβάνει το ρόλο των συστημάτων αυτών και να αποκτά τελικά μια υπέρ - λειτουργικότητα. Για το λόγο αυτό, τη θέση του παραδοσιακού σχεδιασμού της πρόσοψης που έπρεπε να είναι στατική, παίρνει η κινητική πρόσοψη που επιτρέπει την κίνηση στην επιφάνεια του κτιρίου με σκοπό την προσαρμογή και την ανταπόκριση στις διάφορες μεταβολές στις οποίες εκτίθεται (Ćurđić κ.ά., 2020). Η κίνηση, αυτή, προέρχεται από τη χρήση γεωμετρικών μετασχηματισμών και επηρεάζει τη φυσική δομή ή τις ιδιότητες των υλικών της πρόσοψης, χωρίς να διαταράσσει τη δομή του κτιρίου (Govindu κ.ά., 2021).

Οι ανταποκρινόμενες προσόψεις αντιστοιχούν σε μια σημαντική καινοτομία που μπορεί να ενισχύσει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, προσαρμόζοντας τη συμπεριφορά τους σε αλλαγές του περιβάλλοντος (Khraisat κ.ά.). Χρησιμοποιώντας υλικά που ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα και έξυπνα συστήματα ελέγχου, αυτές οι προσόψεις προσφέρουν αυξημένη θερμική και οπτική άνεση στους εσωτερικούς χώρους. Επιπλέον, λειτουργούν ως μέσο επικοινωνίας με το εξωτερικό περιβάλλον,

επηρεάζοντας την εικόνα του κτιρίου και των χρηστών του (Hassooni & Kamoona, 2023).

Με τη χρήση διαδραστικών συστημάτων σχεδιασμού και ψηφιακής κατασκευής, οι αρχιτέκτονες έχουν τη δυνατότητα να εξερευνήσουν νέους τρόπους σχεδίασης που επιτυγχάνουν ενεργειακή απόδοση και άνεση στους εσωτερικούς χώρους. Η δημιουργική, ενεργειακά αποδοτική αρχιτεκτονική αναδεικνύει τη δυνατότητα μείωσης της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων, αποτελώντας πρόκληση και προτεραιότητα για τη σύγχρονη αρχιτεκτονική (Ahmad & Alibaba, 2019).

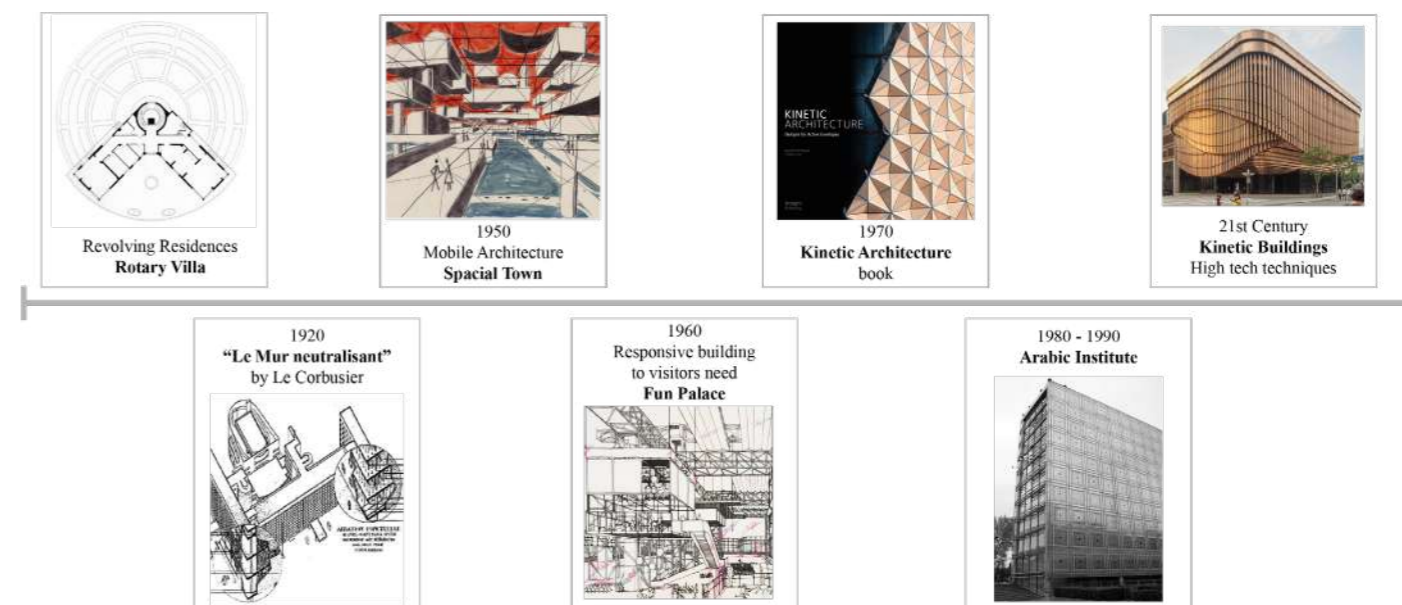


Εικόνα 1. Τμήμα των Πύργων Al Bahar

1.2.1 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Η ραγδαία αύξηση της τεχνολογίας και των τεχνολογικών μέσων έχει προσφέρει και συνεχίζει να προσφέρει στην αρχιτεκτονική εργαλεία και τεχνικές που μπορούν να πραγματοποιήσουν καινοτόμες κτιριακές μορφές και κατασκευές. Η ιστορία της κινητικής αρχιτεκτονικής, όμως, δεν ξεκινά τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της τεχνολογικής, αυτής αύξησης, αλλά αντιθέτως υπάρχει από την αρχαιότητα καθώς οι ανάγκες των ανθρώπων ήταν τέτοιες που χρειαζόνταν έξυπνες και εφευρετικές λύσεις για να τις καλύψουν. Η έννοια της κίνησης υπήρχε πάντα στην αρχιτεκτονική. Ορισμένα πρωτόγονα κινητικά στοιχεία είναι οι παραδοσιακές πόρτες και τα παράθυρα, που με το πέρασμα των χρόνων αναπτύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Αρχικά από χειροκίνητα σε μηχανικά και έπειτα σε ηλεκτρονικά ευφυή συστήματα (Ramzy & Fayed, 2011).

Παρά την κοινή αντίληψη της αρχιτεκτονικής ως κάτι στατικό και μόνιμο, η επιδίωξη της αναδιαμόρφωσης, της προσαρμογής και της κίνησης απασχολούσε αρχιτέκτονες και μηχανικούς καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας (Kömer κ.ά., 2021). Πρωτόγονες μορφές κινητικής αρχιτεκτονικής μπορούν να εντοπιστούν στον Μεσαίωνα ή και παλαιότερα (YOUSSEF, 2017). Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν κινητά και κινητικά καταφύγια για προστασία και εξασφάλιση τροφής. Ένα παράδειγμα είναι η σκηνή των Βεδουίνων, η οποία προσαρμόζεται στο κλίμα της ερήμου και λειτουργεί ως φορητό καταφύγιο, με αναρτημένη μεμβράνη εφελκυσμού από στύλους συγκράτησης. Επομένως, η εξέλιξη του κινητικού σχεδιασμού έχει μια πλούσια ιστορία, από την αρχική έννοια του κινητικού σχεδιασμού το 1908 μέχρι τη σύγχρονη σύνδεση του με την επιστήμη των υπολογιστών (Ahmad & Alibaba, 2019). (Διάγραμμα 1)

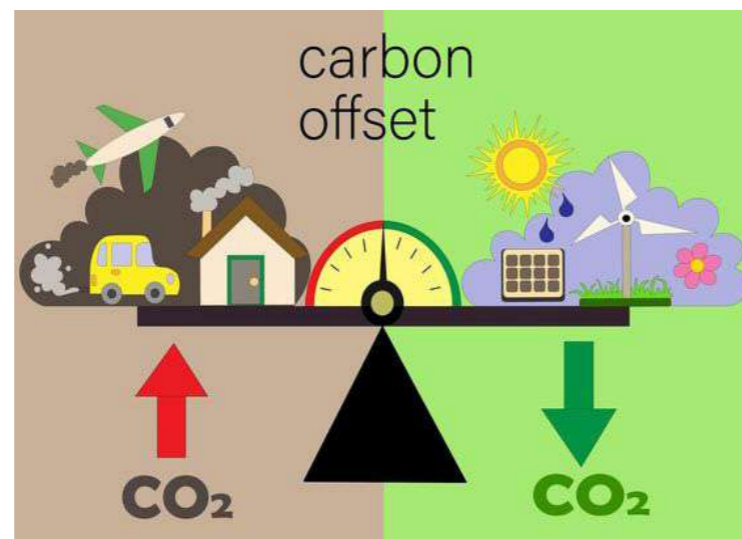


Διάγραμμα 1. Ιστορική αναδρομή

1.2.2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων αποσκοπεί στη δημιουργία ενός σχεδιασμού που λαμβάνει υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, με στόχο την εξασφάλιση εσωτερικών συνθηκών άνεσης (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της βέλτιστης χρήσης των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών, όπως ο ήλιος, ο άνεμος, το νερό και το έδαφος.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και τον φωτισμό των κτιρίων. Στην Ελλάδα, τα βιοκλιματικά κτίρια έχουν καταγραφεί να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 30%, σε σύγκριση με συμβατικά κτίρια. Επιπλέον, σε σχέση με παλαιότερα κτίρια χωρίς μόνωση, η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό περίπου 80%. (Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, 2017.)



Εικόνα 2. Απεικόνιση της αντιστάθμισης άνθρακα

1.2.3 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ

Πρόσφατες έρευνες έχουν επισημάνει διάφορες στρατηγικές για τον σχεδιασμό κινητικών προσόψεων, οι οποίες ταξινομούνται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

- 1. Σχεδιασμός με έμφαση στην ενεργειακή απόδοση :** αποτελεί κύριο ενδιαφέρον για σχεδιαστές και αρχιτέκτονες κατά την δημιουργία κινητικών προσόψεων. Χρησιμοποιούνται, συνήθως, ψηφιακά εργαλεία και αρχές παραγωγής για τη δημιουργία ψηφιακών μοντέλων που μπορούν να προσαρμόζουν τις γεωμετρικές ιδιότητες με βάση τις αναλύσεις της απόδοσης
- 2. Σχεδιασμός με έμφαση στον έλεγχο του φωτός της ημέρας :** είναι κατάλληλος για όλες τις συνθήκες σχεδιασμού και επιτρέπει στην κινητική πρόσοψη να συνδέεται με εργαλεία προσομοίωσης φωτός. Παράλληλα, υιοθετεί αναλύσεις σύμφωνα με πρότυπα όπως το Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Η προσαρμογή περιλαμβάνει παραμέτρους όπως η περιστροφή, το μέγεθος και το άνοιγμα, προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη διαμόρφωση
- 3. Σχεδιασμός με έμφαση στο θερμικό έλεγχο :** αποσκοπεί στη διαχείριση των ροών θερμότητας και την ελαχιστοποίηση των απωλειών μετάδοσης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω προσαρμοστικών δομών και συσκευών που προσαρμόζουν αποτελεσματικά την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία.
- 4. Σχεδιασμός με έμφαση στην αισθητική :** εμπνέεται από γεωμετρικά σχήματα, το origami και τη φύση. Η ενσωμάτωση αισθητικών αξιών πρέπει να συνδυάζεται με τις αποδοτικές προσεγγίσεις του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη το βαθμό συντήρησης και την απόδοση των υλικών.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο σχεδιασμός των κινητικών προσόψεων πρέπει να εξελίσσεται με ολιστική προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη την αισθητική, την απόδοση και τη βιωσιμότητα του κτιρίου (Alwaysheh κ.ά., 2023) .

1.2.4 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση κινητικών προσόψεων αυξάνεται μιας και το πρόβλημα της βιωσιμότητας γίνεται ολοένα και πιο σημαντικό. Η δημιουργία ευνοϊκότερων συνθηκών διαβίωσης και κατοίκησης αποσκοπεί στη βιωσιμότητα και στην άνεση του χρήστη με αποτέλεσμα να πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ορισμένες παράμετροι κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού, όπως :

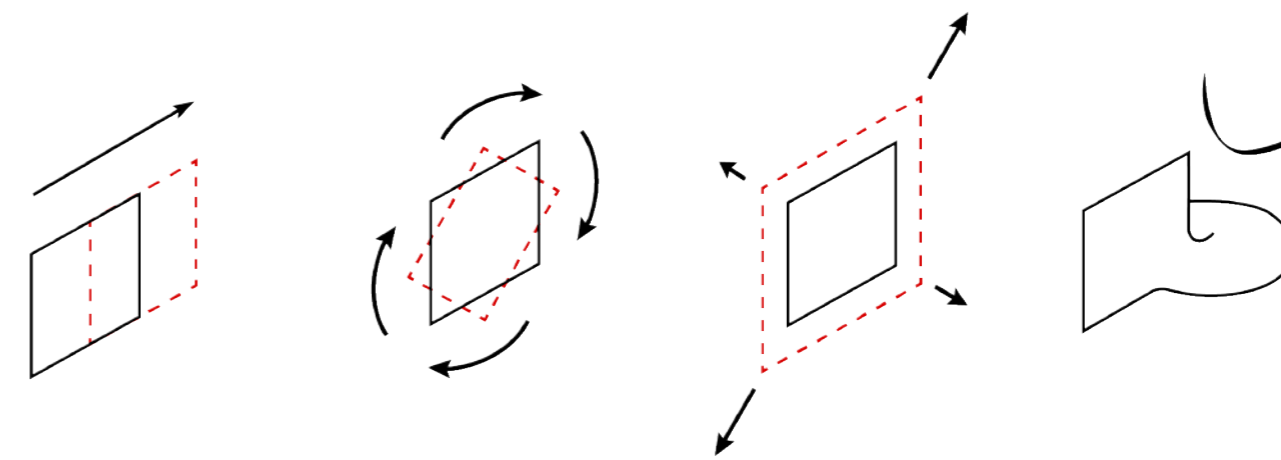
1. **Ο έλεγχος του ηλιακού φωτός και ο φυσικός φωτισμός** : είναι σημαντικοί αφενός για τη θερμική άνεση του χρήστη και αφετέρου για τη μείωση της χρήσης τεχνητού φωτισμού
2. **Αερισμός μέσω του κελύφους του κτιρίου** : είναι σημαντικό γιατί ελέγχει τον αερισμό καθώς και το φυσικό αερισμό του κτιρίου. Με τη χρήση κατάλληλων στοιχείων στην πρόσοψη μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη ροή αέρα
3. **Τα συστήματα θερμομόνωσης** : όταν είναι σωστά ενσωματωμένα στο κέλυφος του κτιρίου μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και επιτυγχάνουν την άνεση του χρήστη μέσα στο χώρο
4. **Τα υλικά** : έχουν καθοριστικό ρόλο αφενός στην αισθητική της πρόσοψης μιας και μπορούν να επηρεάσουν την εξωτερική εμφάνιση του οικοδομήματος και αφετέρου στη καλή λειτουργία του συστήματος του κτιρίου και της άνεσης του χρήστη
5. **Η δομή και η κατασκευή του κτιρίου** : είναι πολύ σημαντικά μιας και είναι η βάση στην οποία θα προσαρμοστεί η κινητική πρόσοψη. Οι προσόψεις αυτές, δεν επηρεάζουν τη συνολική δομή του κτιρίου, όμως αναρτώνται μπροστά στην όψη του κτιρίου και στις περισσότερες περιπτώσεις στερεώνονται πάνω σε αυτή, χωρίς να της μεταφέρουν ιδιαίτερο βάρος

Επομένως, το κέλυφος είναι αυτό που εκτίθεται στις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος αλλά με τη χρήση κινητικών συστημάτων μπορεί να λειτουργήσει ως επιδερμίδα στο κτίριο και να αποτρέψει ή να επιτρέψει, αντίστοιχα, τις καιρικές συνθήκες να επηρεάσουν το εσωτερικό του. Να ελέγξει, δηλαδή, την πρόσληψη του ημερήσιου φωτός, της ηλιακής ενέργειας και του ανέμου στο κτίριο. Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως η ίδια η πρόσοψη μπορεί όχι μόνο να εξοικονομήσει ενέργεια αλλά να λειτουργήσει και η ίδια ως γεννήτρια ενέργειας, με τη χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ και εύκαμπτων λεπτών ηλιακών φιλμ που ενσωματώνονται στην πρόσοψη και επιτρέπουν την ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας και σκίασης του κτιρίου. Αποδεικνύεται, λοιπόν, πως οι κινητικές προσόψεις αποτελούν τη βέλτιστη λύση για τη διαχείριση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος και δημιουργούν μια πραγματική σχέση μεταξύ των ανθρώπων, του ψηφιακού και του αρχιτεκτονικού κόσμου (Γκιμίσης κ.ά., 2012).

1.2.5 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ

Για τον σχεδιασμό κινητικών προσόψεων χρησιμοποιούνται συνεχείς μετασχηματισμοί γεωμετρικών σχημάτων και μοτίβων. Με αφορμή τα παραπάνω, υπάρχουν τέσσερις τύποι γεωμετρικού μετασχηματισμού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κίνηση των προσόψεων:

1. **Μεταφορά** : είναι η κίνηση προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση και σε μια ορισμένη απόσταση
2. **Περιστροφή** :
 - Στο επίπεδο : είναι η περιστροφή γύρω από ένα σημείο πάνω στο επίπεδο
 - Στο χώρο : είναι η περιστροφή γύρω από οποιονδήποτε άξονα στο χώρο
3. **Αλλαγή κλίμακας** : είναι η διαστολή ή η συστολή σε μέγεθος
4. **Παραμόρφωση του υλικού**: εξαρτάται από τον χειρισμό των ιδιοτήτων του υλικού, όπως είναι η μάζα, η ελαστικότητα κ.ά (Moloney, 2011).



Διάγραμμα 2. Γεωμετρικοί μετασχηματισμοί.
(Μεταφορά, Περιστροφή, Αλλαγή κλίμακας, Παραμόρφωση του υλικού)

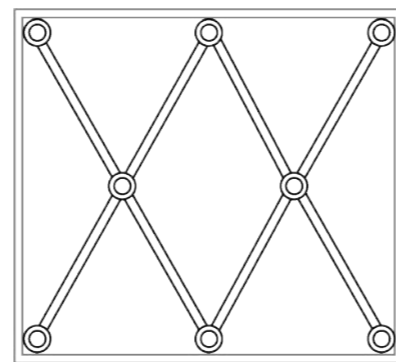
Ο κάθε ένας από αυτούς τους μετασχηματισμούς, μπορεί να παραγάγει κίνηση. Για την παραγωγή, όμως, σύνθετης κίνησης, όπως συστολή ή κύλιση, απαιτείται ο συνδυασμός τουλάχιστον δύο γεωμετρικών μετασχηματισμών που αναφέρθηκαν.

1.2.6 ΤΥΠΟΛΟΓΙΕΣ ΚΙΝΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ

Με βάση το Kinetic Design Group, οι κινητικές δομές μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις γενικές κατηγορίες με κριτήριο τη σχέση που έχουν με το υπόλοιπο κτίριο (Γιαννούδης, 2012) :

1. Ενσωματωμένες Κινητικές Κατασκευές (Embedded Kinetic Structures) :

Οι ενσωματωμένες κινητικές κατασκευές, είναι συστήματα που υπάρχουν μέσα σε ένα μεγαλύτερο αρχιτεκτονικό σύνολο σε μια σταθερή θέση. Χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν συνολικά το κτίριο σε σχέση με τις μεταβαλλόμενες ανάγκες του, όπως είναι οι περιβαλλοντικές αλλαγές ή οι ανθρώπινοι παράγοντες (Μαραγκουδάκη, 2012). Οι αλλαγές αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν αζονική, στρέψη, κάμψη, αστάθεια, δόνηση, ήχο (EI-Zanfaly, 2011), ή ακόμα και αιολικές ή σεισμικές δονήσεις (Bharati, 2014). Τα συστήματα των ενσωματωμένων κινητικών κατασκευών, λόγω του τρόπου που λειτουργούν, παρομοιάζονται με ζωντανό οργανισμό (Γκιμίσης κ.ά., 2012). (Εικόνα 3)



Εικόνα 3. Διάγραμμα ενσωματωμένων κινητικών κατασκευών.



Εικόνα 4. Εσωτερική όψη σταδίου με τη στέγη κλειστή.



Εικόνα 5. Εξωτερική όψη σταδίου με τη στέγη ανοιχτή.

Quihong Stadium, China

Χρονολογία κατασκευής: 2003

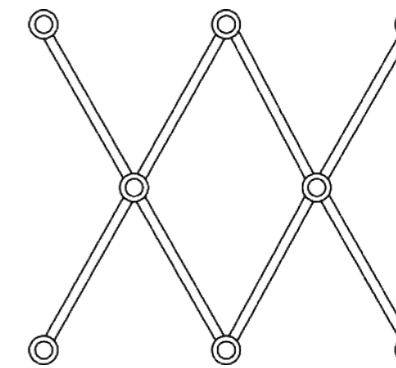
Αρχιτέκτονες: Mitsuru Senda και Environment Design Institute

Τοποθεσία: Minhang District, Shanghai, China

Περιγραφή: Αποτελεί διεθνές κέντρο αθλητικών εκδηλώσεων. Ο αρχιτέκτονας εμπνεύστηκε το σχεδιασμό από το εθνικό λουλούδι της Σαγκάης, τη **μανόλια**. Καθώς τα άνθη της μανόλιας έχουν την ικανότητα να ανοίγουν και να κλείνουν τα πέταλά τους ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες καθώς και την εποχή, το στάδιο σχεδιάστηκε για να **ανταποκρίνεται στις καιρικές συνθήκες** λειτουργώντας σαν λουλούδι, που του επιτρέπει να ανοίγει και να κλείνει τη στέγη του.

2. Πτυσσόμενες Κινητικές Κατασκευές (Deployable Kinetic Structures) :

Οι πτυσσόμενες κινητικές κατασκευές συνήθως βρίσκονται σε μια προσωρινή θέση και μπορούν εύκολα να μεταφερθούν (Fotiadou, 2007). Τα συστήματα αυτά, έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται και να αναδιπλώνονται αλλάζοντας σε μεγάλο βαθμό τον όγκο τους (Γκιμίσης κ.ά., 2012) παράγοντας κινητικότητα και όχι κίνηση όταν βρίσκονται σε μια σταθερή δομή (Bharati, 2014). Τέτοιου είδους κατασκευές θεωρούνται τα περίπτερα των εκθέσεων (Bharati, 2014), τα καταφύγια (Μαραγκουδάκη, 2012), τα τροχόσπιτα (Ramzy & Fayed, 2011) και γενικότερα οι κατασκευές που έχουν την ανάγκη να συναρμολογούνται και να αποσυναρμολογούνται εύκολα και σε μικρό χρονικό διάστημα (Bharati, 2014). (Εικόνα 6)



Εικόνα 6. Διάγραμμα πτυσσόμενων κινητικών κατασκευών

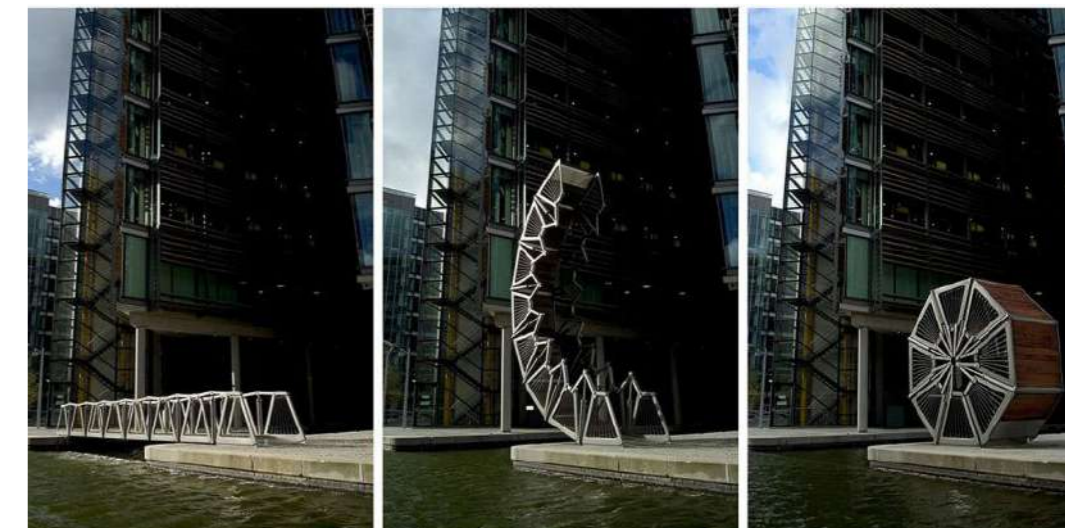
Rolling Bridge, London

Χρονολογία κατασκευής: 2005

Αρχιτέκτονας: Thomas Heatherwick Studio

Τοποθεσία: Paddington Basin, London

Περιγραφή: Η αρχική ιδέα σχεδιασμού είναι εμπνευσμένη από την ουρά των δεινοσαύρων του Jurassic Park που έχει τη δυνατότητα να τυλίγεται. Το στούντιο εξέλιξε το σχέδιο για να δημιουργήσει μια γέφυρα που κυλά μέχρι τα δύο άκρα της να ενωθούν και να δημιουργήσουν έναν κύκλο. Η απλή, αυτοτελής κατασκευή, στερεωμένη μόνο σε μια όχθη, τυλίγεται για να γίνει ένα ανεξάρτητο γλυπτό αντικείμενο, χωρίς να αφήνει τίποτα πίσω από την άλλη πλευρά.

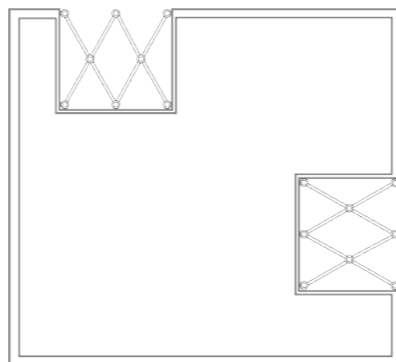


Εικόνα 7. Τρεις φάσεις μεταμόρφωσης της γέφυρας.

1.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΜΕ ΣΤΑΤΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ

3. Δυναμικές Κινητικές Κατασκευές (Dynamic Kinetic Structures) :

Οι δυναμικές κινητικές κατασκευές αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου αρχιτεκτονικού συνόλου αλλά λειτουργούν ανεξάρτητα από αυτό (Ramzy & Fayed, 2011). Οι εφαρμογές αυτών των κατασκευών περιλαμβάνουν μικρά αλλά και μεγάλα αρχιτεκτονικά στοιχεία τα οποία μπορεί να είναι πόρτες, διαχωριστικά, περσίδες (Μαραγκουδάκη, 2012), οροφές (Λυραντζάκη, 2021), χωρίσματα και έπιπλα (Bharati, 2014), που είναι μεν μέρος ενός συνόλου αλλά κινούνται αυτόνομα. (Εικόνα 8)



Εικόνα 8. Διάγραμμα δυναμικών κινητικών κατασκευών.



Εικόνα 9. Εξωτερική όψη κτιρίου.



Εικόνα 10. Λεπτομέρεια πρόσοψης.

Flare facade, Germany

Χρονολογία κατασκευής: 2008

Αρχιτέκτονες: Costas Voyatzis

Τοποθεσία: Germany

Περιγραφή: Αποτελεί ένα αρθρωτό σύστημα για τη δημιουργία ενός δυναμικού περιβλήματος για προσόψεις ή οποιαδήποτε επιφάνεια κτιρίου ή τοίχου. Λειτουργεί σαν ένας ζωντανός οργανισμός και επιτρέπει στο κτίριο να επικοινωνεί και να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του.

Πολλές έρευνες έχουν εξετάσει την επίδραση της δυναμικής σκίασης σε σύγκριση με τη στατική σκίαση, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η κινητική σκίαση έχει σημαντικότερο αντίκτυπο στο φως της ημέρας και προσφέρει καλύτερη ποιότητα θέασης με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Ενώ η στατική σκίαση μπορεί να οδηγήσει σε ελαφρά αύξηση των θερμικών φορτίων σε ψυχρά κλίματα, η κινητική σκίαση μπορεί να προσαρμοστεί για να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου (Alawaysheh κ.ά., 2023).

Οι μελέτες έχουν επίσης δείξει ότι η κινητική σκίαση αυξάνει την ενέργεια που χρησιμοποιείται για τον φωτισμό από 5% έως 11%. Επιπλέον, μια στρατηγική μείωσης της φωτεινότητας με κινητικές περσίδες οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας από 5% έως 14%. Ο φωτισμός της ημέρας μπορεί να αυξηθεί σημαντικά, καθώς οι κινητικές περσίδες επιτρέπουν αύξηση του φωτός από 2% έως 70–150% σε σύγκριση με τις στατικές περσίδες (Alawaysheh κ.ά., 2023).

Συνολικά, η κινητική σκίαση έχει αποδειχθεί θετική για την εξοικονόμηση ενέργειας σε γραφεία και εμπορικά κτίρια, ενώ βελτιώνει την Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος (IEQ) (Khraisat κ.ά., 2022). Επιπλέον, έρευνες έχουν υποδείξει ότι η κινητική σκίαση, με τη ρύθμιση δυναμικών ιδιοτήτων, μπορεί να επιφέρει βελτίωση στα επίπεδα απόδοσης των κτιρίων κατά 16% έως 18% (Alawaysheh κ.ά., 2023).



1.4 ΥΛΙΚΑ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ

Η επιλογή υλικών για τις κινητικές προσόψεις αποτελεί κρίσιμο στάδιο στην ανάπτυξη κινητικών συστημάτων, καθώς επηρεάζει τη συμπεριφορά και την κατασκευή πολύ-λειτουργικών προσαρμοστικών μονάδων. Η αναγνώριση κατάλληλων κινητικών υλικών αποτελεί προϋπόθεση για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό των κινητικών συστημάτων. Τα ευέλικτα υλικά, η διατήρηση της σταθερότητας, η ελαχιστοποίηση της χρήσης βαρέων υλικών και η διατήρηση της κινητικής δομής συμβάλλουν στη δημιουργία αποτελεσματικών κινητικών συστημάτων. Τα κινητικά υλικά κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, σε ενεργά και σε έξυπνα υλικά. Τα ενεργά υλικά παρουσιάζουν επαναλαμβανόμενες κινήσεις και ιδιότητες που προσαρμόζονται, όπως το τέντωμα, η κάμψη ή η αναδίπλωση, ενώ τα έξυπνα υλικά έχουν τη δυνατότητα προσαρμογής σχημάτων, χρωμάτων, διαφάνειας και ακαμψίας. Παρόλο που και οι δύο κατηγορίες είναι συνήθως επαναλαμβανόμενες και αναστρέψιμες, είναι ικανές να ανταλλάσσουν ενέργεια χωρίς εξωτερική παροχή ισχύος.

Οι ερευνητές έχουν αναγνωρίσει τα πιο διαδεδομένα κινητικά υλικά, σχετιζόμενα με τις τυπολογίες των συστημάτων σκίασης. Αυτά περιλαμβάνουν πάνελ πλήρωσης αερίου, υλικά υψηλής μόνωσης, μη συμβατικούς υαλοπίνακες και επιστρώσεις με μεμβράνη, εμφανίζοντας υψηλές δυνατότητες εφαρμογής. Παραδείγματα υλικών που χρησιμοποιούνται σε πραγματικές κινητικές προσόψεις περιλαμβάνουν μεταλλικό πλέγμα, γυαλί και αλουμίνιο, καθώς και πολυμερή ενισχυμένα με υαλοβάμβακα για υλικά υψηλού εφελκυσμού. Συνεπώς, η σύνδεση της φυσικότητας του υλικού με την κινητική συμπεριφορά αποτελεί σημαντικό στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία σχεδιασμού της κινητικής πρόσοψης, προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα λειτουργίας και συντήρησης κατά την ανάπτυξη των κινητικών συστημάτων (Alwayshel κ.ά., 2023).

Είναι σημαντικό, όμως, να αναφερθεί πως τα κινητικά συστήματα που έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν τη δομή τους μέσω των υλικών που έχουν κατασκευαστεί, αποτελούν μια διαφορετική κατηγορία από αυτή που αναφέρθηκε παραπάνω. Συγκεκριμένα, οι μεταβολές και συνεπώς η κίνηση συμβαίνει εξαιτίας της αλλαγής της μοριακής δομής του εκάστοτε υλικού και όχι λόγω του φυσικού και γεωμετρικού μετασχηματισμού τους. Συνεπώς, αποτελούν δύο ξεχωριστές κατηγορίες.

1.4.1 ΕΞΥΠΝΑ ΥΛΙΚΑ

Τα έξυπνα υλικά έχουν την ικανότητα να εκδηλώνουν μεταβαλλόμενες χαρακτηριστικές συμπεριφορές. Αυτά τα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές που απαιτούν μεταβαλλόμενη λειτουργία και έχουν το πλεονέκτημα της απλοποίησης της κατασκευής τους. Πολλά από αυτά αντλούν έμπνευση από φυσικά παραδείγματα, όπως το κέλυφος των εντόμων ή οι επιστρώσεις των φυτών, ενώ χρησιμοποιούν ενισχυμένα χαρακτηριστικά για να επιτύχουν βέλτιστη ενεργειακή ισορροπία, αυξημένη προστασία, μόνωση και σταθερότητα, βελτιώνοντας έτσι τις πιθανότητες επιβίωσης (Ashfaq, 2020). Επιπλέον, διαθέτουν ενσωματωμένους αισθητήρες και ενεργοποιητές, οι οποίοι τους επιτρέπουν να προσαρμόζουν τις ιδιότητές τους ανάλογα με τα εξωτερικά ερεθίσματα που λαμβάνουν. Για παράδειγμα, ένα ερέθισμα (όπως η θερμότητα ή το νερό) προκαλεί απόκριση στο υλικό, με αποτέλεσμα την αλλαγή του σχήματός του (Vazquez & Duarte, 2019). Η μεταβολή μπορεί να είναι είτε προγραμματισμένη εκ των προτέρων είτε να προκαλείται από ένα σύστημα ελέγχου. Η ικανότητα αυτών των υλικών να μεταβάλλονται όταν οι τιμές κάποιων παραμέτρων όπως το φως, η θερμοκρασία ή η υγρασία αλλοιωθούν, δίνει την εντύπωση ευφυίας και ανταπόκρισης στον άνθρωπο. Τα υλικά υψηλών επιδόσεων αντιμετωπίζονται ως προοπτική για την κατασκευή ελαφρύτερων και πιο ευέλικτων δομικών συστημάτων, καθώς και ως υλικά με υψηλές ικανότητες απορρόφησης ενέργειας ή άλλων παραγόντων, όπως η υγρασία, προκειμένου να λειτουργούν ως αυτορρυθμιζόμενοι ρυθμιστές φυσιολογικών συνθηκών (Ουγγρίνης, 2012).

1.4.1.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΞΥΠΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ

Τα έξυπνα υλικά, και ειδικότερα τα υλικά που αλλάζουν σχήμα, παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα παραδοσιακά υλικά, ιδίως στον τομέα της καινοτόμου αρχιτεκτονικής. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης έξυπνων υλικών στα αρχιτεκτονικά συστήματα είναι η δυνατότητά τους να λειτουργούν ταυτόχρονα ως ενεργοποιητές και ως αισθητήρες. Αυτό τα καθιστά, σύμφωνα με τον Addington (2010) (Vazquez & Duarte, 2019), μια μεσαία λύση μεταξύ χαμηλής και υψηλής τεχνολογίας. Παρόλο που τα έξυπνα υλικά είναι προηγμένα, δεν απαιτούν πολύπλοκα μηχανικά συστήματα. Ως εκ τούτου, μπορούν να αντικαταστήσουν πολύπλοκα συστήματα με μια πιο απλή και αποτελεσματική λύση (Vazquez & Duarte, 2019).

Ένα άλλο πλεονέκτημα της χρήσης έξυπνων υλικών είναι η ικανότητά τους να παρουσιάζουν πολλαπλές καταστάσεις, καθώς έχουν μια ενσωματωμένη δυναμική φύση. Αυτό τους επιτρέπει να προσαρμόζονται και να ανταποκρίνονται σε διάφορες απαιτήσεις και συνθήκες. Στον τομέα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, όπου συχνά αντιμετωπίζουμε προβλήματα με αντικρουόμενες απαιτήσεις, η χρήση έξυπνων υλικών μπορεί να παρέχει καινοτόμες λύσεις (Vazquez & Duarte, 2019).

1.4.2 ΕΙΔΗ / ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΑΝΕΛ

Η πρόσοψη ενός κτιρίου αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής που επηρεάζει τόσο την εμφάνισή του όσο και τη λειτουργικότητά του. Σε αυτό το πλαίσιο, οι προσόψεις χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες με βάση τα χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων τους. Συγκεκριμένα:

- **Πρόσοψη με σταθερά πάνελ:** σε αυτή την κατηγορία, τα εξαρτήματα της πρόσοψης είναι σταθερά και δεν αλλοιώνονται ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Μπορούν να είναι κάθετα, οριζόντια ή συνδυασμός και των δύο τρόπων λειτουργίας για να παρέχουν κατάλληλο φυσικό φως στο χώρο, σε διαφορετικές κατευθύνσεις.
- **Πρόσοψη με ρυθμιζόμενα πάνελ:** σε αυτή την κατηγορία, τα εξαρτήματα μπορούν να ρυθμιστούν με περιστροφή ή συστροφή, είτε μηχανικά είτε ηλεκτρικά, ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτούμενες ανάγκες.
- **Κινητά πάνελ:** σε αυτή την κατηγορία, τα συστήματα αποτελούνται συνήθως από δύο μέρη: έναν απομονωτή στερεών δομών και μια κινητή υφασμάτινη υποδομή. Τα κινητά πάνελ είναι οι κουρτίνες που εκπέμπουν φως, δημιουργώντας χωρικούς διαχωρισμούς και ατομικά μικροκλίματα. Επιπλέον, οι κινητικές περσίδες κινούνται σε τρεις διαστάσεις για να φιλτράρουν το ηλιακό φως από οποιαδήποτε γωνία.
- **Έξυπνα πάνελ:** σε αυτή την κατηγορία, τα συστήματα χρησιμοποιούν τις προβλέψεις του καιρού, την προβλεπόμενη συμπεριφορά των χρηστών (με βάση εμπειρίες του παρελθόντος και μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης της τεχνητής νοημοσύνης) και τις τρέχουσες απαιτήσεις και οριακές συνθήκες για να υιοθετήσουν φυσικές ιδιότητες που οδηγούν σε ενεργειακά βελτιστοποιημένη απόδοση καθώς και άνεση για τους χρήστες.
- **Υβριδικά πάνελ:** σε αυτή την κατηγορία, τα συστήματα είναι υβριδικά και αποτελούνται αφενός από έξυπνα εξαρτήματα και αφετέρου από μια κινητική δομή — ένα σύστημα που μπορεί να κινηθεί και ταυτόχρονα, με τη χρήση ενός έξυπνου υλικού και να ελέγξει τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Ένα υβριδικό σύστημα έχει το πλεονέκτημα ότι περιλαμβάνει μια μεγαλύτερη κατηγορία συστημάτων στη δομή του, επιτρέποντας μεγαλύτερη ευελιξία στη μοντελοποίηση ενός εξωτερικού περιβλήματος (Fakourian & Asefi, 2019).

01

2. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σχεδιασμός κτιρίων γραφείων με γνώμονα τη βιοκλιματικότητα αποτελεί πρόκληση για τους σχεδιαστές στη σύγχρονη εποχή, που η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας. Η σημασία αυτών των κτιρίων υπερβαίνει την απλή λειτουργικότητα, καθώς αντιπροσωπεύουν μια εξέλιξη προς την προσαρμοστική και βιώσιμη αρχιτεκτονική. Τα κτίρια με κινητικές προσόψεις αντιπροσωπεύουν μια επαναστατική προσέγγιση στον τρόπο που αντιμετωπίζουν τις κλιματικές συνθήκες και προσφέρουν ένα περιβάλλον που προσαρμόζεται δυναμικά στις ανάγκες των χρηστών τους.

Η κινητική αρχιτεκτονική συμβάλλει σημαντικά στη βιοκλιματικότητα των κτιρίων, επιτρέποντας την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων όπως ο ήλιος και ο αέρας για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, του φωτισμού και της αερισμός. Αυτό δεν μόνο βελτιώνει την άνεση των χρηστών αλλά μειώνει επίσης την ενεργειακή κατανάλωση και το κόστος λειτουργίας του κτιρίου. Εκτός, όμως, από τη βιοκλιματικότητα, η κινητική αρχιτεκτονική επιτρέπει στα κτίρια να προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών τους και στις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Αυτό δίνει στους χρήστες μια αίσθηση ελέγχου και σύνδεσης με το περιβάλλον τους, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει τη σχέση τους με τον εξωτερικό χώρο.

Παρακάτω, παρατίθενται τρία παραδείγματα βιοκλιματικής σχεδίασης που αποτελούνται από κινητικές προσόψεις και αντιπροσωπεύουν την εξέλιξη προς μια πιο ευέλικτη, προσαρμοστική και βιώσιμη αρχιτεκτονική. Επιτυγχάνουν τη σύζευξη της τεχνολογίας με τη σχεδίαση και επιδιώκουν την εξασφάλιση μιας βιώσιμης και άνετης ζωής για τους χρήστες τους, ενώ ταυτόχρονα σέβονται και προστατεύουν το περιβάλλον.



Εικόνα 11. Al Bahar Towers



Εικόνα 12. Kiefer Technic Showroom



Εικόνα 13. Kolding University

2.2 AL BAHAR, ABU DHABI

Χρονολογία κατασκευής: 2012

Αρχιτέκτονες: Αρχιτεκτονικό γραφείο Aedas

Τοποθεσία: Abu Dhabi

Οι 29-όροφοι πύργοι συνδυάζουν παραδοσιακά και σύγχρονα στοιχεία, ενσωματώνοντας τις αρχές της παραδοσιακής mashrabiya με τη δυναμική της φύσης. Οι οθόνες mashrabiya, που αποτελούν ένα είδος ξύλινου πλέγματος σκίασης, ανακλούν την ισλαμική αρχιτεκτονική παράδοση της Μέσης Ανατολής. Η δυναμική κίνηση των μονάδων σκίασης μοιάζει με την ανταπόκριση των φυτών στην κίνηση του ηλίου (Michael Fox, 2016). Η κεντρική ιδέα ήταν το κτίριο να προσαρμόζεται πολιτισμικά και περιβαλλοντικά στην περιοχή, αντανακλώντας τις φιλοδοξίες του αναπτυξιακού σχεδίου “Άμπου Ντάμπι 2030” (Γκιμίσης κ.ά., 2012).



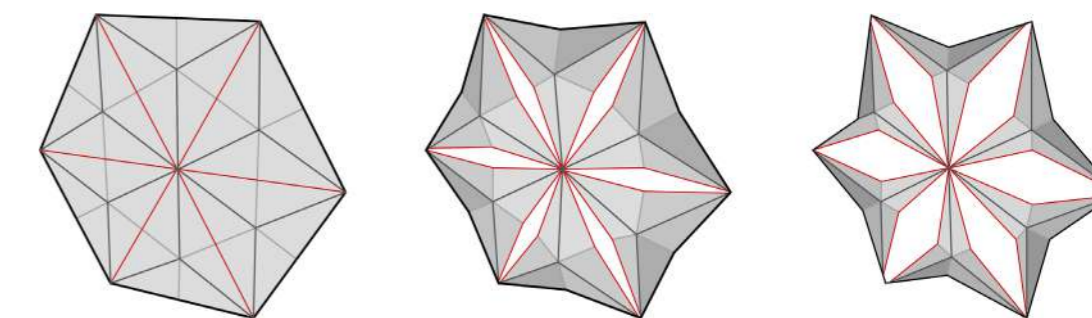
Εικόνα 14. Πύργοι Al Bahar, πρωινή λήψη



Εικόνα 15. Πύργοι Al Bahar, βραδινή λήψη

2.2.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

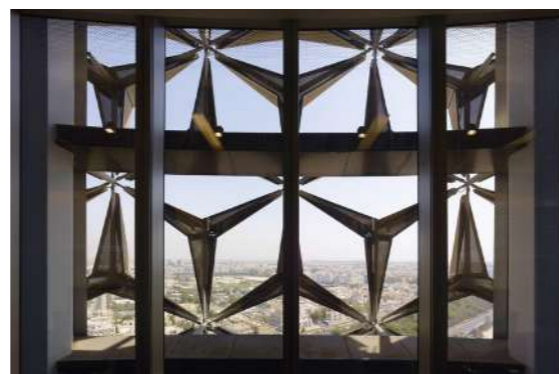
- Η κίνηση των σκιάστρων προκαλείται μέσω περιστροφής
- Κάθε σκιάστρο περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα που το στηρίζει
- Η γωνία περιστροφής δεν υπερβαίνει τις 90 μοίρες



Διάγραμμα 3. Διάγραμμα γεωμετρικού μετασχηματισμού κινητικού συστήματος

2.2.2 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- Δυναμική κινητική κατασκευή, η οποία ελέγχεται με διαδραστικό έμμεσο τρόπο.
- Η διαδικασία λειτουργίας εμπλέκει έναν αισθητήρα που στέλνει τα δεδομένα φωτός σε έναν κεντρικό υπολογιστή
- Ο υπολογιστής ενεργοποιεί τους προγραμματιστές, οι οποίοι προκαλούν την κίνηση των εμβόλων που ανοίγουν και κλείνουν τα τριγωνικά σκίαστρα
- Το σύστημα έχει δύο βαθμούς ελευθερίας (Γκιμίσης κ.ά., 2012)



Εικόνα 16. Λειτουργία κινητικής πρόσοψης

2.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο μηχανισμός ελέγχου περιλαμβάνει: (Govindu κ.ά., 2021)

- **Γραμμικό ενεργοποιητή βιδωτού γρύλου & τριγωνικές όψεις ηλεκτρικού κινητήρα:** Αυτός ο μηχανισμός επιτρέπει την αναδίπλωση και την απόπλυση των μονάδων Mashrabiya με βάση ένα προγραμματισμένο πρόγραμμα που προσομοιώνει την κίνηση του ηλίου.
- **Αυτοματισμός (BMS):** Υπολογίζει την κατάσταση κάθε μονάδας χρησιμοποιώντας δεδομένα από αισθητήρες φωτός και ανέμου. Αυτός ο αυτοματισμός επιτρέπει την αυτόματη προσαρμογή των μονάδων ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος.
- **Ανθρώπινη παρέμβαση (HMI):** Το ανθρώπινο περιβάλλον επιτρέπει στον χειριστή να παρέμβει χειροκίνητα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.



Εικόνα 17. Λειτουργία συστήματος ελέγχου

2.2.4 ΥΛΙΚΑ

- Τα στοιχεία κατασκευής είναι 1000 ανακλινόμενα σκίαστρα, τα οποία αποτελούνται από 30 κομμάτια το καθένα
- Τα υλικά κατασκευής είναι αλουμίνιο και διπλά φύλλα ανοξειδωτου ατσάλιου
- Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται είναι υαλονήματα με επικάλυψη PTFE, που είναι παράγωγο του Teflon
- Η διάρκεια ζωής των σκιάστρων αναφέρεται ότι είναι τα 70 χρόνια (Γκιμίσης κ.ά., 2012)
- Οι στέγες των πύργων Al Bahar είναι εξοπλισμένες με φωτοβολταϊκά συστήματα που παράγουν περίπου το 5% της συνολικής απαιτούμενης ενέργειας (Michael Fox, 2016)



Εικόνα 18. Οπτική από το εσωτερικό των πύργων

2.2.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα οφέλη της πρωτοποριακής προσέγγισης 'Mashrabiya' περιλαμβάνουν: (Govindu κ.ά., 2021)

1. Εξοικονόμηση ενέργειας έως και 50% για το κτίριο συνολικά και έως 20% για τους χώρους γραφείων
2. Μείωση έως 20% στις εκπομπές CO2, με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για κλιματισμό και φωτισμό
3. Μείωση 15% στο συνολικό μέγεθος της μονάδας και το κόστος κεφαλαίου
4. Μείωση χρήσης υλικών και βάρους με βελτιστοποιημένο σχεδιασμό
5. Βελτιωμένοι φυσικά φωτισμένοι χώροι με βελτιστοποιημένη διάχυση φωτός
6. Βελτιωμένη ορατότητα εξωτερικών όψεων μέσω καλύτερων συστημάτων σκίασης, μείωση της λάμψης

2.3 KIEFER TECHNIC SHOWROOM BUILDING

Χρονολογία κατασκευής: 2007

Αρχιτέκτονες: Giselbrecht + Partner ZT GmbH

Τοποθεσία: Bad Gleichenberg, Austria

Το Kiefer Technic Showroom δεν είναι απλώς ένα κτίριο, αλλά ένας υβριδικός εκθεσιακός χώρος και κτίριο γραφείων που προσαρμόζεται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, η νότια όψη του αναδεικνύει την εξαιρετική αρχιτεκτονική και την προηγμένη τεχνολογία της εταιρείας, με ένα εξωτερικό πλαίσιο που αποτελείται από 112 πάνελ τα οποία μετατοπίζονται και διπλώνονται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, δημιουργώντας ένα διαδραστικό και ευέλικτο περιβάλλον. (Uys, 2016)



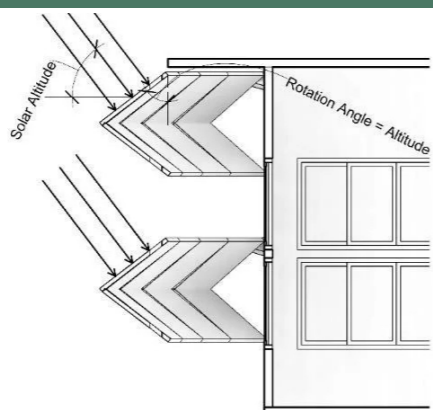
Εικόνα 19. Ανοιχτή θέση των πάνελ



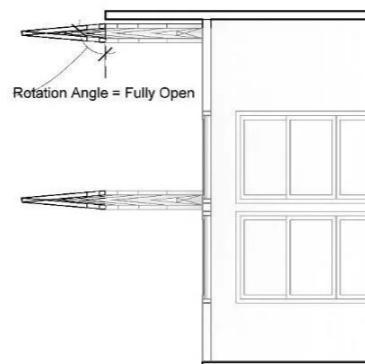
Εικόνα 20. Κλειστή θέση των πάνελ

2.3.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

- Η κίνηση των πάνελ προκαλείται μέσω μεταφοράς
- Κάθε πάνελ αποτελείται από δύο κινούμενα μέρη τα οποία όταν δεχθούν το ερέθισμα αρχίζουν να κινούνται και να αναδιπλώνουν
- Η κίνηση γίνεται πάνω σε κάθετους οδηγούς που υπάρχουν στο σκελετό της μεταβαλλόμενης πρόσοψης
- Τα κινητικά πάνελ έχουν περιορισμένο εύρος κίνησης ολισθαίνοντας πάνω σε συγκεκριμένους οδηγούς.



Εικόνα 21. Ανοιχτή θέση των πάνελ



Εικόνα 22. Κεκλιμένη θέση των πάνελ

2.3.2 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- Δυναμική κινητική κατασκευή, η οποία ελέγχεται είτε αυτόματα είτε με ανθρώπινη εντολή
- Η διαδικασία λειτουργίας εμπλέκει ένα σύστημα αισθητήρων που στέλνουν τα ερεθίσματα σε έναν κεντρικό υπολογιστή
- Ο υπολογιστής ενεργοποιεί τους κινητήρες, οι οποίοι προκαλούν την κίνηση των πάνελ, ανοίγοντας και κλείνοντας τις κινούμενες επιφάνειες
- Τα πάνελ έχουν την ικανότητα να κινούνται είτε στον ίδιο χρόνο είτε σε διαφορετικούς χρόνους το καθένα



Εικόνα 23. Κίνηση των πάνελ

2.3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

- Η μεταβαλλόμενη πρόσοψη λειτουργεί με τη χρήση 56 κινητήρων που ελέγχουν τα πτυσσόμενα πάνελ (Uys, 2016)
- Τα πάνελ, λειτουργούν είτε αυτόματα είτε με ανθρώπινη εντολή, μέσω ενός συστήματος αισθητήρων που ανιχνεύουν τις αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες και αντιδρούν ανάλογα (Christian, 2023)



Εικόνα 24,25,26,27,28,29. Διαφορετικές φάσεις της κινητικής πρόσοψης κατά τη διάρκεια της ημέρας ελέγχου

2.3.4 ΥΛΙΚΑ

- Το σύστημα της κινητικής πρόσοψης ενσωματώνει ορθοστάτες από τετραγωνικούς χαλύβδινους σωλήνες, ενισχυμένους με σκυρόδεμα.
- Το εσωτερικό γυάλινο κέλυφος κατασκευάζεται με εξαρτήματα αλουμινίου θερμικής θραύσης, ενώ το δυναμικό σύστημα διαθέτει πλαίσιο αλουμινίου βαμμένο λευκό (Premier & Amina, 2012)
- Ο σκελετός του Kiefer Technic Showroom αποτελείται από συμπαγείς τούβλινες όψεις, ενισχυμένες οροφές από τσιμέντο και ατσάλινες κολώνες (Uys, 2016)
- Η κινητική πρόσοψη αποτελείται από μικροδιάτρητα πάνελ αλουμινίου, συνολικού μήκους 28 μέτρων, τα οποία λειτουργούν ως ηλιοπροστατευτικά (Premier & Amina, 2012)

2.3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η επιτυχία του εκθεσιακού χώρου Kiefer Technic οφείλεται στο υψηλό επίπεδο καινοτομίας που παρότρυνε τη σχολαστική έρευνα για την επίτευξη υψηλών προδιαγραφών στην εξοικονόμηση ενέργειας, με τη συγκέντρωση του φυσικού φωτός που φιλτράρεται από κινούμενες επιφάνειες
- Το πιο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό αυτού του έργου ίσως είναι η εκφραστικότητα της πρόσοψης λόγω του ιδιαίτερου σχεδιασμού του συστήματος κινητικών πάνελ
- Η κατασκευή προωθεί την έρευνα, την ανάπτυξη και την τεχνολογική καινοτομία (Premier & Amina, 2012)

2.4 KOLDING UNIVERSITY, DENMARK

Χρονολογία κατασκευής: 2014

Αρχιτέκτονες: Henning Larsen

Τοποθεσία: Kolding, Denmark

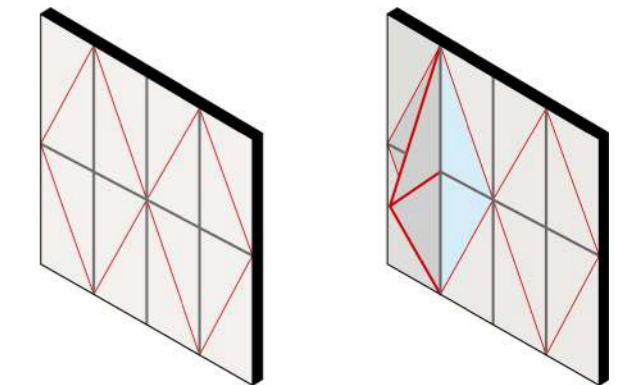
Η πανεπιστημιούπολη αντικατοπτρίζει ένα επαναστατικό παράδειγμα αρχιτεκτονικής που συνδυάζει βιώσιμη σχεδίαση και λειτουργικότητα. Το κτίριο ενσωματώνει την προηγμένη γεωμετρία και την καινοτόμο χρήση του φυσικού φωτός. Με την κύρια πρόσοψη προσανατολισμένη βορειοδυτικά, το κτίριο σχεδιάστηκε με στόχο να αξιοποιεί το φως της ημέρας όσο το δυνατόν περισσότερο. Οι προσόψεις προς τις δύο άλλες κατευθύνσεις, νότια και βορειοανατολικά, είναι εξοπλισμένες με κινητικές συσκευές σκίασης, παρέχοντας αυξημένο έλεγχο στην ποσότητα φωτός και θερμότητας που εισέρχονται στο εσωτερικό. Η τριγωνική γεωμετρία βελτιστοποιεί τη χρήση του χώρου και μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση, ενώ το αίθριο σε κάθε όροφο επιτρέπει στο φως της ημέρας να διεισδύει, μειώνοντας την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό. (Sood & Patil, 2020)



Εικόνα 30. Τριγωνική μορφή πανεπιστημιούπολης Kolding

2.4.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

- Η κίνηση των πάνελ προκαλείται μέσω περιστροφής
- Κάθε πάνελ περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα που λειτουργεί ως άξονας περιστροφής
- Η γωνία περιστροφής δεν υπερβαίνει τις 90 μοίρες



Διάγραμμα 4. Διάγραμμα γεωμετρικού μετασχηματισμού κινητικού συστήματος

2.4.2 ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- Δυναμική κινητική κατασκευή, η οποία ελέγχεται με διαδραστικό έμμεσο τρόπο.
- Ο τρόπος λειτουργίας περιλαμβάνει αισθητήρες που συλλέγουν τα δεδομένα του φωτός και τα στέλνουν σε έναν κεντρικό υπολογιστή
- Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η κίνηση των συστημάτων σκίασης ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον



Εικόνα 31. Λειτουργία κινητικής πρόσοψης

2.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

- Τα κινητικά συστήματα σκίασης λειτουργούν με βάση την ανίχνευση των επιπέδων φωτός και θερμότητας κατά τη διάρκεια όλης της ημέρας μέσα από αισθητήρες
- Αυτοί οι αισθητήρες στέλνουν συνεχώς δεδομένα στο Κεντρικό Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου, το οποίο τα χρησιμοποιεί για να ελέγξει τη λειτουργία μικρών κινητήρων που βρίσκονται είτε στη βάση των κλείστρων είτε μεταξύ των παραθυρόφυλλων
- Οι κινητήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για να ρυθμίσουν τη θέση των κινητικών συστημάτων ανάλογα με τα επίπεδα φωτός, επιτρέποντας έτσι τη βέλτιστη ροή φυσικού και τεχνητού φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου
- Αυτά τα κινητικά συστήματα σκίασης μπορούν επίσης να λειτουργούν χειροκίνητα, ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου (Sood & Patil, 2020)



Εικόνα 32. Λειτουργία συστήματος ελέγχου

2.4.4 ΥΛΙΚΑ

- Οι προσόψεις του κτιρίου καλύπτονται από 1600 διάτρητα πάνελ αλουμινίου
- Τα πάνελ είναι ενσωματωμένα σε πλαίσιο από γαλβανισμένο χάλυβα που προεξέχει 600 mm από το κτίριο
- Όσον αφορά τον σχεδιασμό των συστημάτων σκίασης, κατασκευάζονται από περίπου 4.500 τετραγωνικά μέτρα διάτρητων φύλλων αλουμινίου (Sood & Patil, 2020)



Εικόνα 33. Έγχρωμα στοιχεία του κινητικού συστήματος που αποδίδουν την ώρα της ημέρας

2.4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η Πανεπιστημιούπολη Kolding αναδεικνύεται ως πρότυπο επιτυχημένης υλοποίησης της ενεργειακής απόδοσης.
- Με εμβαδόν 13.700 τετραγωνικών μέτρων, το κτίριο αυτό έχει επιτύχει εντυπωσιακή ενεργειακή απόδοση, καταναλώνοντας μόλις 38 KWh/m² ετησίως.
- Έχοντας καταφέρει να είναι ένα από τα πρώτα πανεπιστήμια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης στον κόσμο, το Campus Kolding διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στον τομέα της βιώσιμης ανάπτυξης.
- Το κτίριο τιμήθηκε με το κύρος του Βραβείου LEAF στην κατηγορία της Καλύτερης Βιώσιμης Ανάπτυξης για το έτος 2015. (Sood & Patil, 2020)

5

02

1. Ανάλυση περιοχής

1.1 Τοποθεσία

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, η τοποθεσία που βρίσκεται το κτίριο μελέτης, είναι το Μαρούσι, το οποίο αποτελεί προάστιο της Αττικής και ανήκει στο βόρειο τμήμα της. Τοποθετείται περίπου 13 χιλιόμετρα βόρεια του κέντρου της Αθήνας και θεωρείται από τις πιο γνωστές και ανεπτυγμένες περιοχές προσελκύοντας κατοίκους και επισκέπτες, λόγω της ποιότητας ζωής και της πολυπολιτισμικής του φύσης. Επιπλέον, προσφέρει έναν αρμονικό συνδυασμό αστικών και πράσινων περιοχών μιας και χαρακτηρίζεται από πράσινες εκτάσεις, πάρκα και δέντρα που προσφέρουν μια αίσθηση φυσικής ομορφιάς και ευεξίας.

Το κτίριο βρίσκεται επί της λεωφόρου Κηφισίας στην κάθοδο, λίγο πριν τον κόμβο Κηφισίας, “Δαχτυλίδι”, με κατεύθυνση προς Πειραιά. Το σημείο που βρίσκεται είναι κεντρικό σημείο και είναι προσβάσιμο με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, όπως λεωφορείο, ηλεκτρικό και προαστιακό σιδηρόδρομο. Στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν καταστήματα λιανικής πώλησης, κέντρα ψυχαγωγίας, ασφαλιστικές εταιρείες διαφόρων επωνυμιών, εστιατόρια, κατοικίες, γυμναστήρια, τράπεζες, σχολεία κ.ά. Επιπλέον, σε κοντινή απόσταση βρίσκεται το κτίριο του ΟΤΕ καθώς και το Ιατρικό Κέντρο Αθηνών.

Η περιοχή είναι πυκνοκατοικημένη αλλά υπάρχουν χώροι πρασίνου ανάμεσα στα κτίρια, καθώς και μικρά πάρκα. Τα οικοδομήματα, με εξαίρεση το κτίριο του ΟΤΕ, δεν εκτείνονται σε μεγάλο ύψος με αποτέλεσμα να υπάρχει ορατότητα από τους ορόφους.

1.2 Μελέτη κλίματος

Το κλίμα της Αττικής και, συνεπώς, του Μαρουσίου, είναι μεσογειακό, δηλαδή χαρακτηρίζεται από ήπιους και υγρούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια, και μακρές περιόδους ηλιοφάνειας σε όλη τη διάρκεια του έτους. Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των παραλλήλων 34ο και 42ο του Βορείου ημισφαιρίου και βρέχεται από την Ανατολική Μεσόγειο. Σημαντικό είναι να σημειωθεί, πως υπάρχει μεγάλη ποικιλία κλιματικών συνθηκών σε διάφορες περιοχές της χώρας, πάντα εντός του γενικού πλαισίου του μεσογειακού κλίματος. (Το κλίμα της Ελλάδας)

1.2.1 Ήλιος

Οι περίοδοι ηλιοφάνειας, κατά τη διάρκεια του έτους, είναι μακρές παρέχοντας έντονη ηλιοφάνεια τόσο τους θερινούς όσο και τους χειμερινούς μήνες. Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα κίνησης του ηλίου κατά τη διάρκεια της ημέρας, τις τέσσερις βασικές ημέρες του χρόνου, που είναι: το θερινό και το χειμερινό ηλιοστάσιο καθώς και η εαρινή και φθινοπωρινή ισημερία. Συγκεκριμένα :

- **Θερινό ηλιοστάσιο**

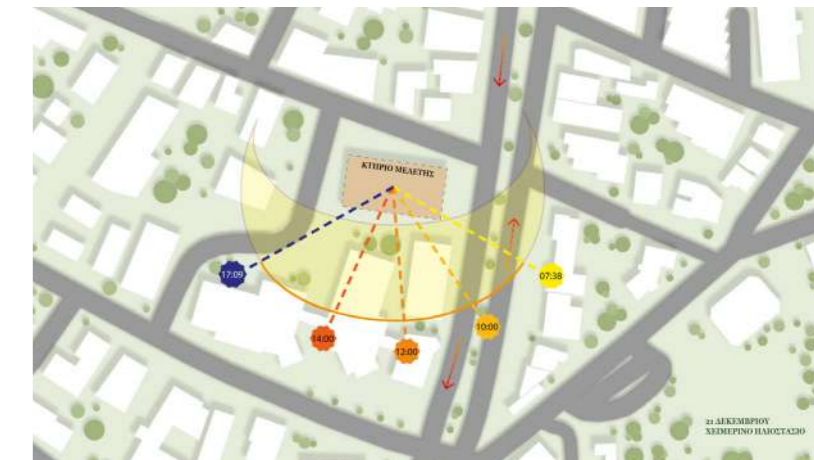
Το θερινό ηλιοστάσιο είναι στις 21 Ιουνίου με τον ήλιο να ανατέλλει στις 6:03 π.μ. και να δύει στις 20:52 μ.μ. Οι ακτίνες του ηλίου σχηματίζουν τη μέγιστη τους γωνία, η οποία είναι περίπου 73 μοίρες. Θεωρείται η αρχή του καλοκαιριού. (Δρουδάκης, 2021)



Διάγραμμα 5. Ανατολή και δύση του ηλίου στο θερινό ηλιοστάσιο - 21 Ιουνίου

- **Χειμερινό ηλιοστάσιο**

Το χειμερινό ηλιοστάσιο είναι στις 21 Δεκεμβρίου με τον ήλιο να ανατέλλει στις 7:38 π.μ. και να δύει στις 17:09 μ.μ. Την ημέρα αυτή, ο ήλιος βρίσκεται στη χαμηλότερη του θέση. Στο βόρειο ημισφαίριο, η ηλιακή γωνία είναι πιο κοντά στο έδαφος με αποτέλεσμα οι ηλιακές ακτίνες να σχηματίζουν γωνία 30 μοιρών. Θεωρείται η αρχή του χειμώνα. (Δρουδάκης, 2021)



Διάγραμμα 6. Ανατολή και δύση του ηλίου στο χειμερινό ηλιοστάσιο - 21 Δεκεμβρίου

• Εαρινή ισημερία

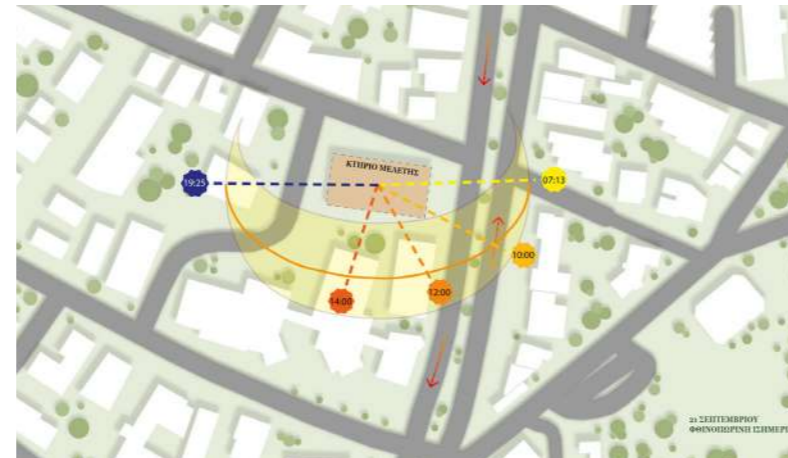
Η εαρινή ισημερία είναι στις 21 Μαρτίου με τον ήλιο να ανατέλλει στις 6:27 π.μ. και να δύει στις 18:38 μ.μ.



Διάγραμμα 7. Ανατολή και δύση του ηλίου στην εαρινή ισημερία - 21 Μαρτίου

• Φθινοπωρινή ισημερία

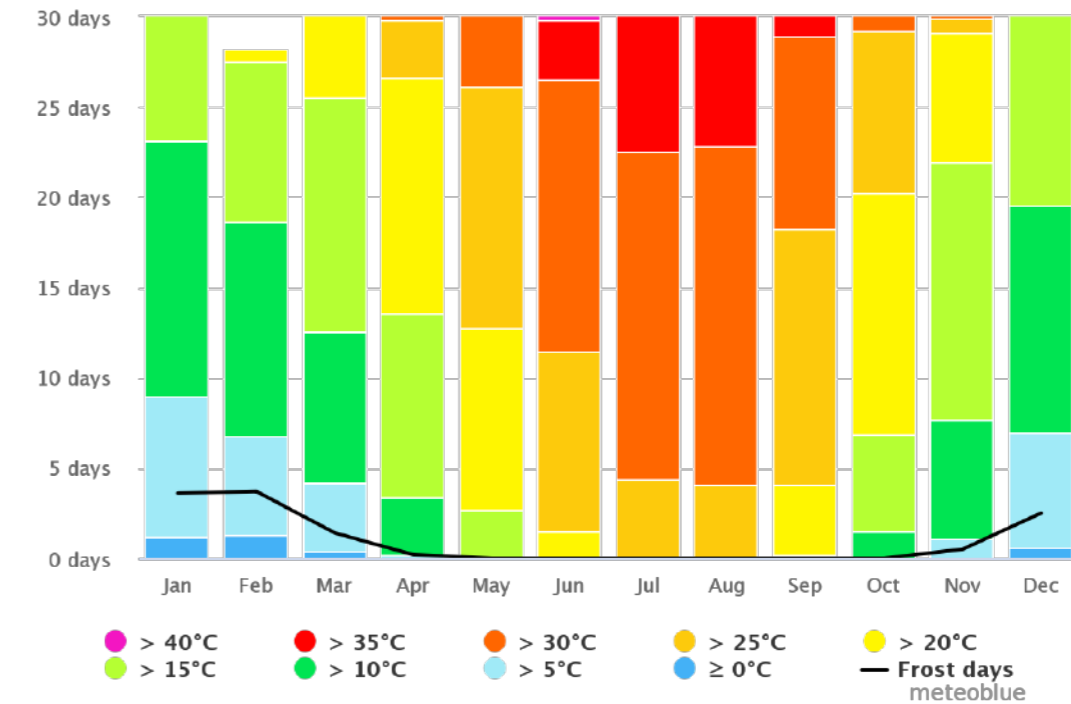
Η φθινοπωρινή ισημερία είναι στις 21 Σεπτεμβρίου με τον ήλιο να ανατέλλει στις 7:13 π.μ. και να δύει στις 19:25 μ.μ.



Διάγραμμα 8. Ανατολή και δύση του ηλίου στη φθινοπωρινή ισημερία - 21 Σεπτεμβρίου

Στην Αττική, και κατ' επέκταση στο Μαρούσι, κατά τη διάρκεια του έτους, η θερμοκρασία κυμαίνεται από 0°C έως 40°C. Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα:

- από το Δεκέμβριο έως και τον Μάρτιο, η θερμοκρασία κυμαίνεται από 0°C έως και λίγο πάνω από 20°C
- τον Απρίλιο και τον Μάιο, η θερμοκρασία κυμαίνεται από 10°C έως και λίγο πάνω από 30°C
- από τον Ιούνιο έως και το Σεπτέμβριο, η θερμοκρασία κυμαίνεται από 20°C έως και πάνω από 35°C
- από τον Οκτώβριο και το Νοέμβριο, η θερμοκρασία κυμαίνεται από 10°C έως και λίγο πάνω από 30°C

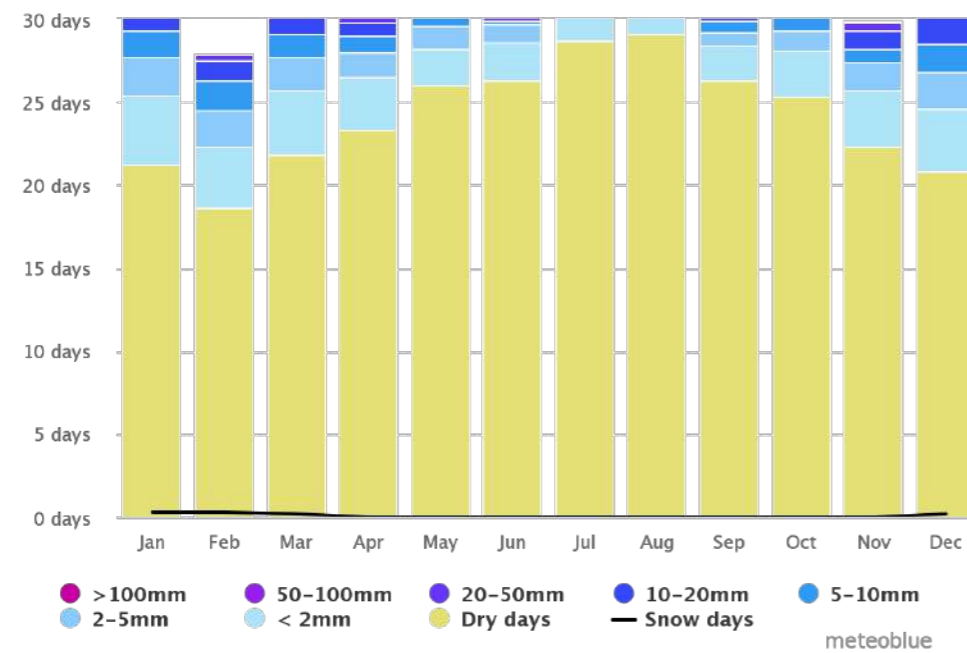


Διάγραμμα 9. Μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες

1.2.3 Βροχοπτώσεις

Στην Αττική, η ποσότητα των βροχοπτώσεων διακυμαίνεται κατά τη διάρκεια του έτους. Συνολικά, οι βροχοπτώσεις στην περιοχή του Αμαρουσίου είναι χαμηλότερες σε σχέση με άλλες περιοχές της Ελλάδας. Οι περισσότερες, συνήθως, σημειώνονται κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ τα καλοκαίρια είναι γενικά ξηρά, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, όπου:

- από τον Νοέμβριο έως και τον Απρίλιο, οι βροχοπτώσεις είναι πιο έντονες και συχνές ενώ διαρκούν περίπου επτά με δώδεκα μέρες το μήνα, με τις υπόλοιπες να είναι ξηρές μέρες
- από το Μάιο έως και τον Οκτώβριο, οι βροχοπτώσεις είναι λιγότερες και μικρότερης έντασης ενώ διαρκούν από περίπου δύο έως πέντε μέρες το μήνα, με τις υπόλοιπες να είναι ξηρές μέρες

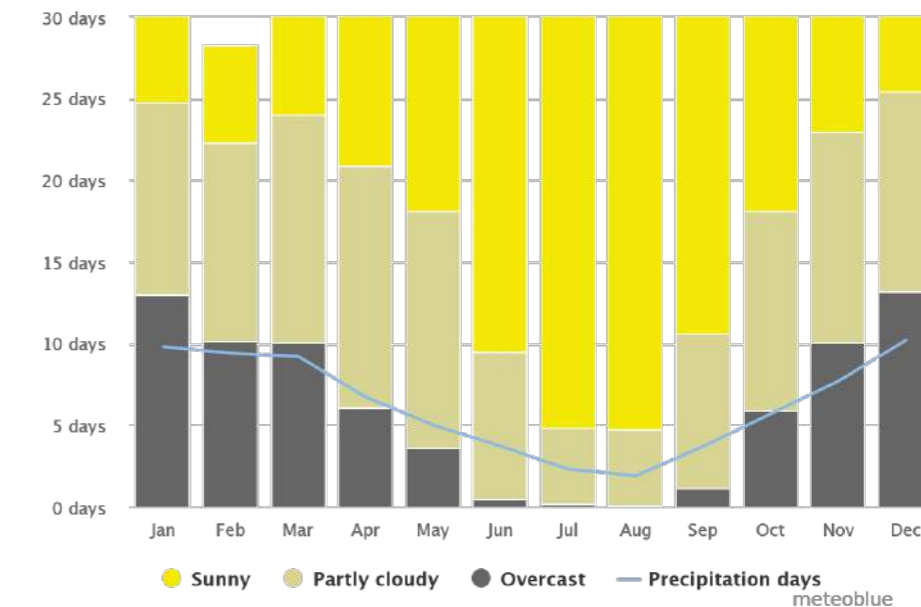


Διάγραμμα 10. Βροχοπτώσεις

1.2.4 Νέφωση

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, ένα από τα κύρια σημεία εστίασης είναι ο φωτισμός της ημέρας επομένως η νέφωση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Στην Αττική, οι νεφώσεις και η συνολική συχνότητα τους διαφοροποιούνται κατά τη διάρκεια του έτους. Κατά γενικό κανόνα, η περιοχή του Αμαρουσίου, έχει σημαντική ηλιοφάνεια. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα:

- από τον Νοέμβριο έως και το Μάρτιο οι μέρες με έντονες νεφώσεις είναι περίπου δέκα με δώδεκα, οι μέρες με αραιές νεφώσεις και μερική ηλιοφάνεια είναι περίπου δώδεκα με δεκαπέντε ενώ οι μέρες με έντονη ηλιοφάνεια είναι περίπου τέσσερις με επτά
- ο Απρίλιος, ο Μάιος και ο Οκτώβριος έχουν περίπου τρεις με έξι μέρες έντονες νεφώσεις, περίπου δεκαπέντε με δεκαοχτώ μέρες αραιές νεφώσεις με μερική ηλιοφάνεια ενώ οι μέρες ηλιοφάνειας κυμαίνονται από εννιά έως δώδεκα
- από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο οι μέρες έντονων νεφώσεων είναι ελάχιστες και κυμαίνονται από καμία έως τρεις, οι μέρες με αραιές νεφώσεις και μερική ηλιοφάνεια είναι περίπου τέσσερις με εννιά ενώ οι μέρες με έντονη ηλιοφάνεια είναι περίπου εικοσιένα με εικοσιπέντε.

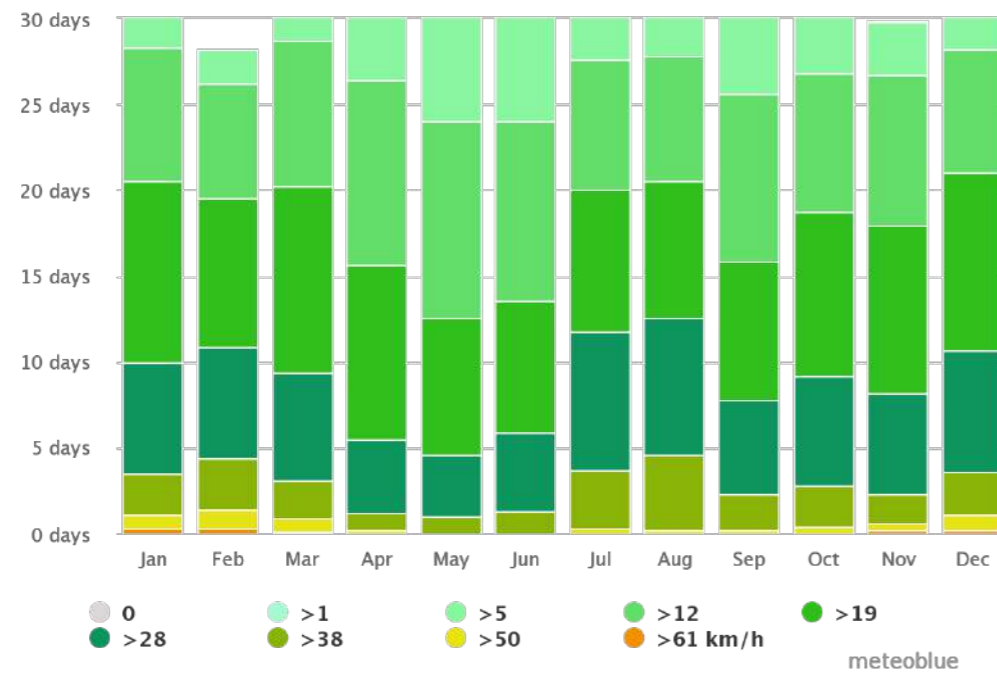


Διάγραμμα 11. Νεφώσεις

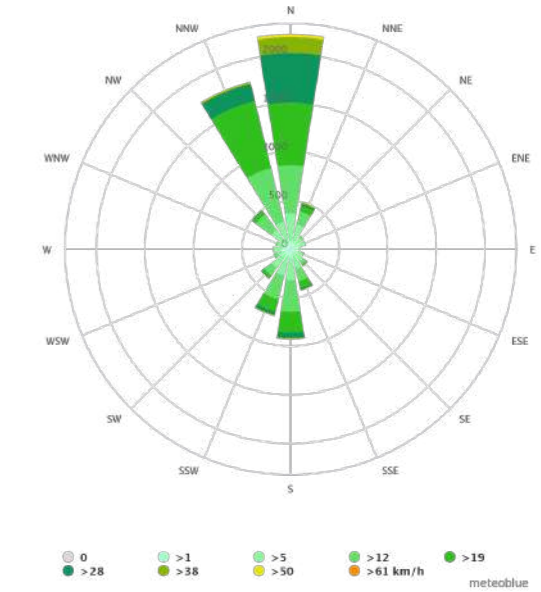
1.2.5 Άνεμος

Στην Αττική, οι άνεμοι παρουσιάζουν μια ποικιλία κατά τη διάρκεια του έτους. Η γεωγραφική της θέση, περιβάλλεται από τη θάλασσα, επηρεάζει τα μοτίβα των ανέμων στις διάφορες εποχές. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα ταχύτητας ανέμου:

- από το Νοέμβριο έως το Φεβρουάριο η ταχύτητα του ανέμου ξεκινά από πέντε χιλιόμετρα την ώρα για περίπου τρεις με πέντε μέρες. Τις υπόλοιπες μέρες κυμαίνεται από δώδεκα έως πενήντα χιλιόμετρα την ώρα, ενώ για μια με δύο μέρες το μήνα μπορεί να φτάσει έως εξήντα ένα χιλιόμετρα την ώρα
- από το Μάρτιο έως τον Οκτώβριο η ταχύτητα του ανέμου ξεκινά από πέντε χιλιόμετρα την ώρα για περίπου δύο με οχτώ μέρες. Τις υπόλοιπες μέρες κυμαίνεται από πέντε έως τριάντα οχτώ χιλιόμετρα την ώρα, ενώ για μια με τρεις μέρες μπορεί να φτάσει έως πενήντα χιλιόμετρα την ώρα.



Διάγραμμα 12. Ταχύτητα ανέμου



Διάγραμμα 13. Ροδόγραμμα

Σύμφωνα με το ροδόγραμμα που υπάρχει παρακάτω:

- Οι επικρατέστεροι ετήσιοι άνεμοι είναι βόρειοι και βορειοδυτικοί. Οι βοριάδες είναι άνεμοι που πνέουν από βόρειες κατευθύνσεις. Στους χειμερινούς μήνες, μπορεί να είναι πιο έντονοι και να συνοδεύονται από χαμηλές θερμοκρασίες.
- Λιγότερο επικρατέστεροι είναι οι νότιοι και οι νοτιοδυτικοί άνεμοι. Οι νοτιάδες είναι θερμοί και υγροί άνεμοι που συχνά φέρνουν βροχή.

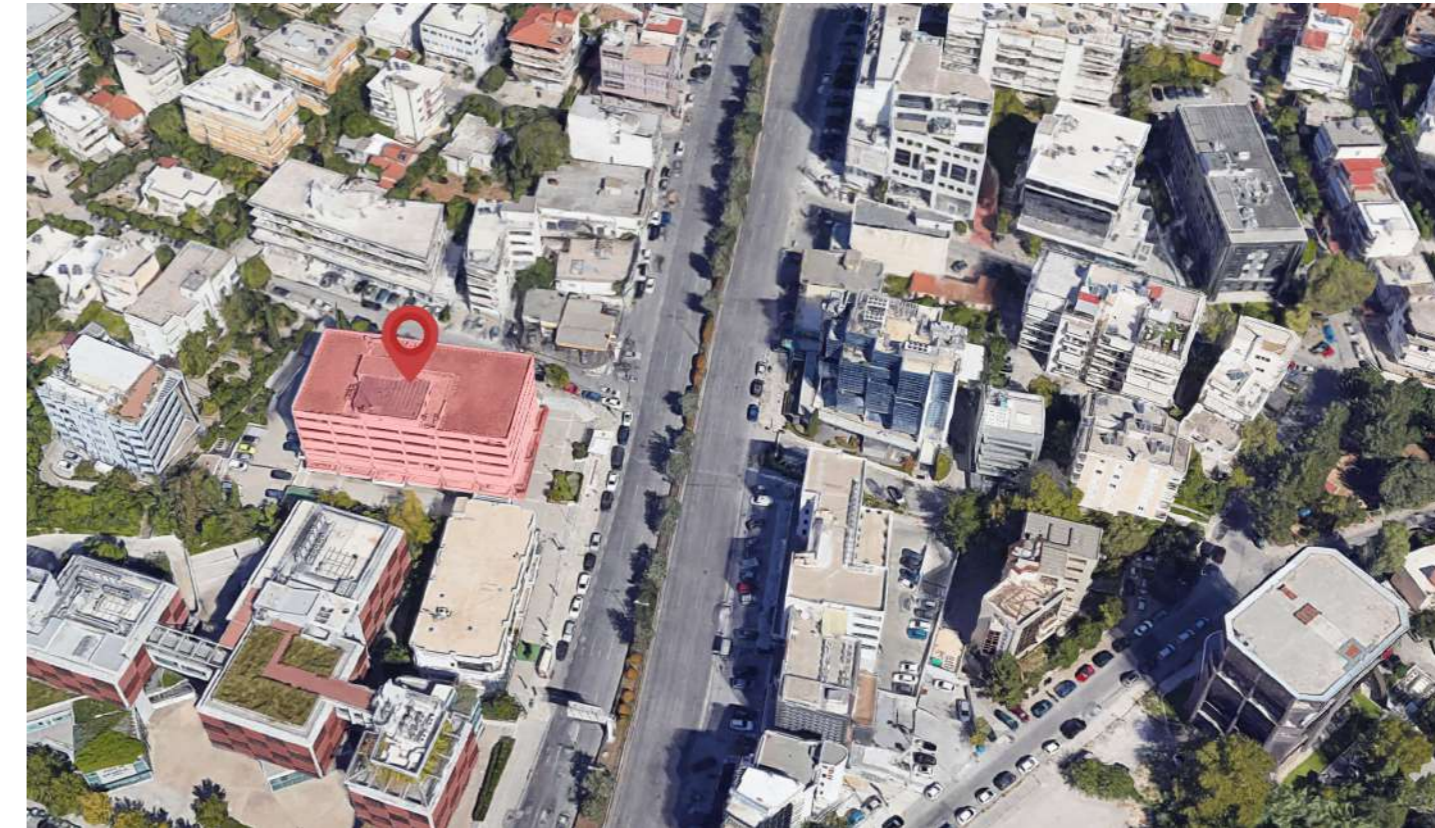
1.2.6 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την κλιματική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε παραπάνω προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

- Η θερμοκρασία είναι σε υψηλά επίπεδα τους θερινούς μήνες, όπου ο ήλιος βρίσκεται πιο ψηλά σε σχέση με το χειμώνα. Επομένως, στο σχεδιασμό θα είναι προτιμότερο να τοποθετηθούν οριζόντια πάνελ στην νότια όψη και κατακόρυφα στην ανατολική και τη δυτική.
- Οι βροχοπτώσεις δεν ιδιαίτερα συχνές κατά τη διάρκεια του έτους μιας και το κλίμα της Ελλάδας χαρακτηρίζεται περισσότερο ως ξηρό, όμως είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό, η επιλογή του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί στα πάνελ. Συγκεκριμένα χρειάζεται ένα υλικό που να αντέχει στις καιρικές συνθήκες και να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, όπως για παράδειγμα το αλουμίνιο.
- Οι νεφώσεις είναι πιο έντονες κυρίως τους χειμερινούς μήνες, ενώ τον υπόλοιπο χρόνο επικρατεί ηλιοφάνεια. Επομένως, τις ημέρες που δεν υπάρχει έντονος ήλιος τα πάνελ θα βρίσκονται σε ανοιχτή θέση.
- Οι επικρατέστεροι άνεμοι είναι κυρίως βόρειοι και βορειοδυτικοί, επομένως μπορεί να τοποθετηθεί ελαφριά κατασκευή στην ανατολική, τη νότια και τη δυτική όψη του κτιρίου

Το κτίριο μελέτης της παρούσας πτυχιακής εργασίας βρίσκεται επί της λεωφόρου Κηφισίας 119 και Γράμμου 70, στο Μαρούσι. Λειτουργεί ως κεντρικός χώρος γραφείων για μια ασφαλιστική εταιρεία με την επωνυμία NN Hellas. Το κτίριο είναι εγκατεστημένο σε μία γωνιακή θέση και διακρίνεται για την αυτοτελή του φύση σε σχέση με τα γύρω κτίρια.

Οι τέσσερις όψεις του είναι ελεύθερες, ενώ η νότια και η ανατολική είναι εκείνες που δέχονται τη μεγαλύτερη ποσότητα φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επιπλέον, τα κτίρια γύρω από αυτό είναι είτε στο ίδιο επίπεδο είτε χαμηλότερα, εξασφαλίζοντας έτσι ανεμπόδιση θέα και ελάχιστες επιπτώσεις σκίασης κατά τη διάρκεια της ημέρας.



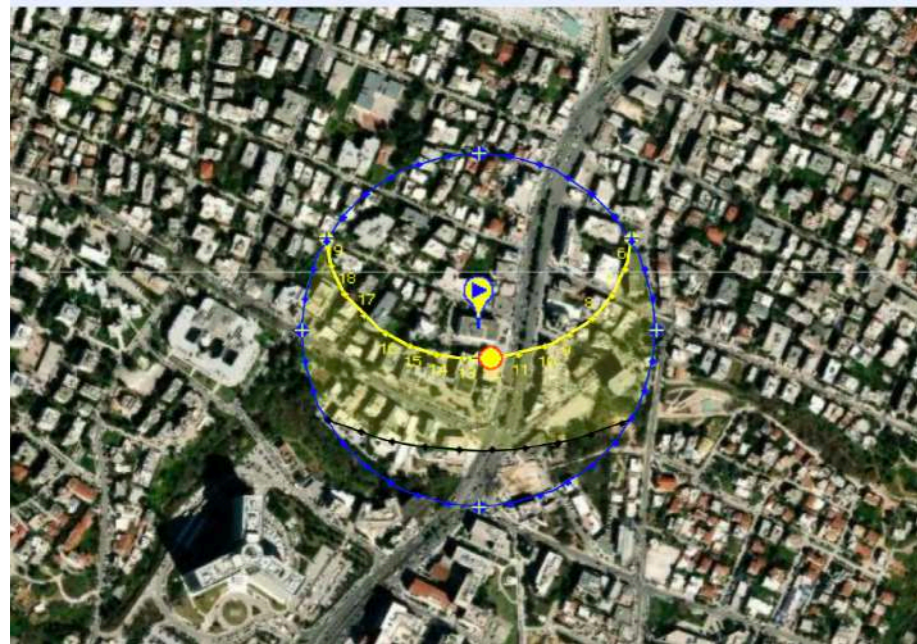
Εικόνα 34. Τοποθεσία κτιρίου μελέτης. Google earth.

02

2. Κτίριο μελέτης

2.2 Ηλιακή ανάλυση χώρου

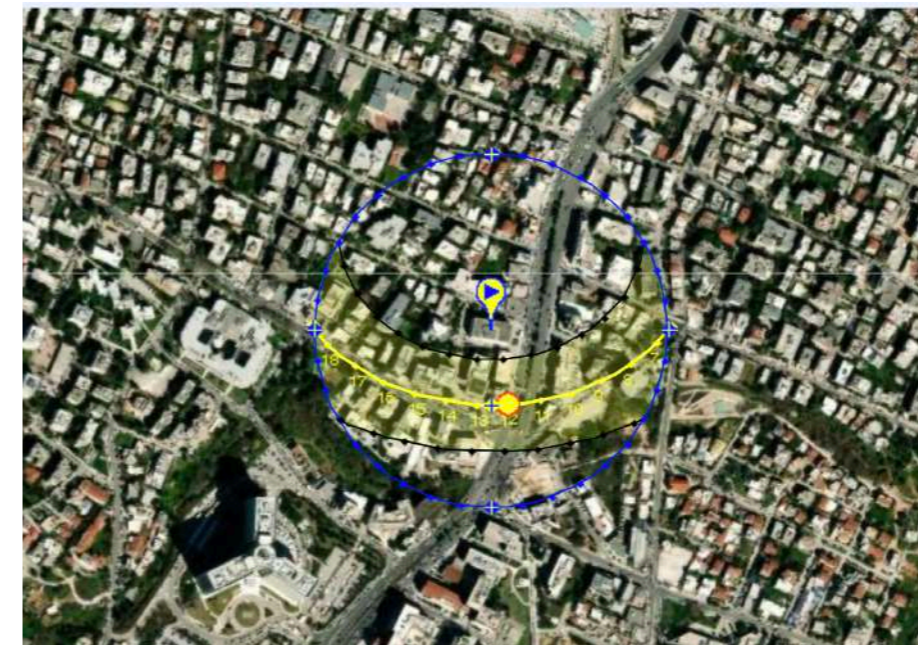
Αντικείμενο μελέτης της εργασίας αυτής είναι η δημιουργία κινητικής πρόσοψης εξωτερικά του κτιρίου με σκοπό την βιοκλιματικότητα, την προσαρμογή δηλαδή των συνθηκών άνεσης του εσωτερικού χώρου με βάση τις εξωτερικές περιβαλλοντικές μεταβολές. Για το λόγο αυτό, το φως της ημέρας, το ηλιακό κέρδος και η ενεργειακή απόδοση είναι βασικοί παράγοντες για το σχεδιασμό της κινητικής, αυτής, πρόσοψης. Οι γωνίες του ηλιακού φωτός και της έκθεσης των προσόψεων σε αυτό, καθορίζουν τις παραμέτρους που θα πρέπει να εισάγει η κινητική πρόσοψη με σκοπό να δημιουργήσει την απαιτούμενη κίνηση που θα μετριάσει το ηλιακό κέρδος και θα βελτιστοποιήσει το φως της ημέρας. Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα κίνησης του ηλίου στο κτίριο μελέτης για τις τέσσερις βασικές μέρες του χρόνου, το θερινό και το χειμερινό ηλιοστάσιο καθώς και την εαρινή και φθινοπωρινή ισημερία :



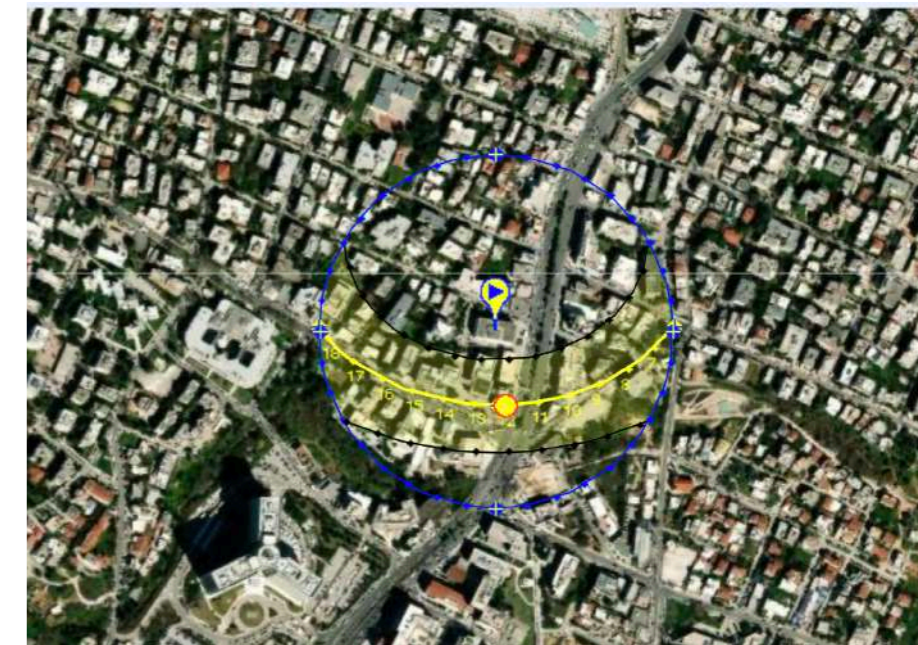
Εικόνα 35. Τοποθεσία του ηλίου στις 12μ.μ.
Θερινό ηλιοστάσιο - 21 Ιουνίου.



Εικόνα 36. Τοποθεσία του ηλίου στις 12μ.μ.
Χειμερινό ηλιοστάσιο - 21 Δεκεμβρίου.



Εικόνα 37. Τοποθεσία του ηλίου στις 12μ.μ.
Εαρινή Ισημερία - 21 Μαρτίου.



Εικόνα 38. Τοποθεσία του ηλίου στις 12μ.μ.
Φθινοπωρινή Ισημερία - 21 Σεπτεμβρίου.

2.2.1 Ηλιακό κέρδος

Δεδομένου ότι το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός ενός αυτοματοποιημένου συστήματος που ενεργεί και κινείται σύμφωνα με την πορεία του ηλίου, ο προσανατολισμός, η θέση και η πορεία του ηλίου αποτελούν βασικούς παράγοντες. Επομένως, είναι σημαντικό να αναφερθεί η θέση του ηλίου τις τέσσερις βασικές μέρες του χρόνου, δηλαδή, στο θερινό και στο χειμερινό ηλιοστάσιο καθώς και στην εαρινή και φθινοπωρινή ισημερία. Συγκεκριμένα:

- **Θερινό ηλιοστάσιο**

Στο θερινό ηλιοστάσιο, όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα, ο ήλιος στις 12:00 μ.μ. βρίσκεται στο μέγιστο ύψος του, τις 74,33 μοίρες. Στις 7 μ.μ., ο ήλιος βρίσκεται στο χαμηλότερο ύψος του, τις 8,06 μοίρες. Το θερινό ηλιοστάσιο είναι μια ουσιαστική μέρα για τη μελέτη της ηλιακής γωνίας, μιας και τότε ο ήλιος είναι στο πιο θερμό του σημείο και εκπέμπει την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.

Date:	21/06/2023 GMT2		
coordinates:	38.0474996, 23.807137		
location:	Γράμμοι, Άγιος Ανδρόνικος, St. Anargyros, Municipality of Marousi, Regional Unit of North Athens, Attica, 15124, Greece		
hour	Elevation	Azimuth	
05:02:12	-0.833°		58.9°
6:00:00	9.31°		67.45°
7:00:00	20.51°		75.73°
8:00:00	32.13°		83.98°
9:00:00	43.92°		93.01°
10:00:00	55.58°		104.4°
11:00:00	66.46°		122.13°
12:00:00	74.33°		158.89°
13:00:00	73.74°		208.46°
14:00:00	65.29°		240.49°
15:00:00	54.26°		257.12°
16:00:00	42.58°		268.11°
17:00:00	30.77°		277°
18:00:00	19.19°		285.21°
19:00:00	8.06°		293.53°
19:50:52	-0.833°		301.1°

Εικόνα 39. Πίνακας τοποθεσίας του ηλίου από την ανατολή έως τη δύση. Θερινό Ηλιοστάσιο, Μαρούσι.

- **Χειμερινό ηλιοστάσιο**

Στο χειμερινό ηλιοστάσιο, όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα, ο ήλιος στις 12:00 μ.μ. βρίσκεται στο μέγιστο ύψος του, τις 28,29 μοίρες. Στις 5 μ.μ., ο ήλιος βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο του, τις 0,59 μοίρες. Το χειμερινό ηλιοστάσιο είναι εξίσου σημαντικό με το θερινό ηλιοστάσιο, μιας και ο ήλιος κινείται στον ουρανό σε χαμηλότερο τροπικό κύκλο, δηλαδή με χαμηλή γωνία ηλιοφάνειας. Αυτό σημαίνει ότι ο ήλιος ανατέλλει χαμηλότερα στον ορίζοντα και διανύει μικρότερη διαδρομή στον ουρανό, παρέχοντας λιγότερη ημερήσια έκθεση στο φως ηλίου. Αυτό επηρεάζει αφενός την κίνηση της κινητικής πρόσωσης και αφετέρου την ποσότητα φωτός που εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

Date:	21/12/2023 GMT2		
coordinates:	38.0474996, 23.807137		
location:	Γράμμοι, Άγιος Ανδρόνικος, St. Anargyros, Municipality of Marousi, Regional Unit of North Athens, Attica, 15124, Greece		
hour	Elevation	Azimuth	
07:37:01	-0.833°		119.58°
8:00:00	3.03°		123.17°
9:00:00	12.3°		133.43°
10:00:00	19.99°		145.3°
11:00:00	25.53°		158.97°
12:00:00	28.29°		174.09°
13:00:00	27.9°		189.68°
14:00:00	24.41°		204.51°
15:00:00	18.3°		217.78°
16:00:00	10.16°		229.2°
17:00:00	0.59°		239.13°
17:08:22	-0.833°		240.42°

Εικόνα 40. Πίνακας τοποθεσίας του ηλίου από την ανατολή έως τη δύση. Χειμερινό Ηλιοστάσιο, Μαρούσι.

- **Εαρινή ισημερία**

Στην εαρινή ισημερία, όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα, ο ήλιος στη 1:00 μ.μ. βρίσκεται στο μέγιστο ύψος του, τις 51,64 μοίρες. Στις 7 π.μ., ο ήλιος βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο του, τις 5,56 μοίρες. Η εαρινή ισημερία σηματοδοτεί την έναρξη της άνοιξης στο βόρειο ημισφαίριο και την έναρξη του φθινοπώρου στο νότιο ημισφαίριο. Κατά τη διάρκεια αυτής της στιγμής, ο ήλιος βρίσκεται ακριβώς πάνω από την ισημερινή γραμμή, προσφέροντας ίση διάρκεια ημέρας και νύχτας.

Date:	21/03/2023 GMT2		
coordinates:	38.0475081, 23.807137		
location:	Γράμμοι, Άγιος Ανδρόνικος, St. Anargyros, Municipality of Marousi, Regional Unit of North Athens, Attica, 15124, Greece		
hour	Elevation	Azimuth	
06:27:30	-0.833°		89.19°
7:00:00	5.56°		94.21°
8:00:00	17.23°		103.85°
9:00:00	28.39°		114.76°
10:00:00	38.48°		128.1°
11:00:00	46.63°		145.29°
12:00:00	51.45°		167.07°
13:00:00	51.64°		191.3°
14:00:00	47.12°		213.39°
15:00:00	39.18°		230.92°
16:00:00	29.2°		244.51°
17:00:00	18.11°		255.58°
18:00:00	6.48°		265.3°
18:37:13	-0.833°		271.06°

Εικόνα 41. Πίνακας τοποθεσίας του ηλίου από την ανατολή έως τη δύση. Εαρινή Ισημερία, Μαρούσι.

- **Φθινοπωρινή ισημερία**

Στη φθινοπωρινή ισημερία, όπως φαίνεται και από τον παρακάτω πίνακα, ο ήλιος στις 12:00 μ.μ. βρίσκεται στο μέγιστο ύψος του, τις 52,45 μοίρες. Στις 6 μ.μ., ο ήλιος βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο του, τις 3,91 μοίρες. Στη διάρκεια της φθινοπωρινής ισημερίας, ο ήλιος βρίσκεται ακριβώς πάνω από την ισημερινή γραμμή, παρέχοντας ίση διάρκεια ημέρας και νύχτας. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η Γη περνά από τη φάση του καλοκαιριού στη φάση του φθινοπώρου, με την ημέρα να μειώνεται σταδιακά και τις νύχτες να γίνονται μακρύτερες. Αυτό σηματοδοτεί την έναρξη του φθινοπώρου.

Date:	21/09/2023 GMT2		
coordinates:	38.0474996, 23.8071477		
location:	Γράμμοι, Άγιος Ανδρόνικος, St. Anargyros, Municipality of Marousi, Regional Unit of North Athens, Attica, 15124, Greece		
hour	Elevation	Azimuth	
06:11:15	-0.833°		88.31°
7:00:00	8.74°		95.87°
8:00:00	20.33°		105.74°
9:00:00	31.31°		117.13°
10:00:00	41.08°		131.29°
11:00:00	48.61°		149.68°
12:00:00	52.45°		172.61°
13:00:00	51.43°		197.01°
14:00:00	45.9°		218.23°
15:00:00	37.29°		234.74°
16:00:00	26.93°		247.59°
17:00:00	15.63°		258.22°
18:00:00	3.91°		267.73°
18:24:04	-0.833°		271.44°

Εικόνα 42. Πίνακας τοποθεσίας του ηλίου από την ανατολή έως τη δύση. Φθινοπωρινή Ισημερία, Μαρούσι.

2.3 Επιτόπια επίσκεψη

2.3.1 Συζήτηση με υπάλληλο της ασφαλιστικής εταιρείας



Φοιτήτρια (Φ) : Καλημέρα! Στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας, μελετώ το κτίριο στο οποίο εργάζεστε σχετικά με τη ποσότητα του άμεσου ηλιακού φωτός που εισέρχεται στο χώρο, με σκοπό την πρόταση σχεδιασμού ενός εξωτερικού κινητικού συστήματος σκίασης. Αρχικά, με ενδιαφέρει να μάθω αν η εισερχόμενη ποσότητα φωτός λειτουργεί θετικά ή αρνητικά στο εσωτερικό περιβάλλον εργασίας.



Εργαζόμενος (Ε) : Καλημέρα! Σχετικά με τον ήλιο, είναι σημαντικό να σας πω πως ο εσωτερικός χώρος δέχεται αρκετό φως με αποτέλεσμα να είναι αρκετά φωτεινός και να δημιουργεί ένα ευχάριστο περιβάλλον τόσο στους εργαζόμενους όσο και σε άτομα που επισκέπτονται για πρώτη φορά το γραφείο μας. Πολλές φορές, όμως, το άμεσο αυτό ηλιακό φως δυσκολεύει τους υπαλλήλους να κάνουν τη δουλειά τους, μιας και παρατηρούνται προβλήματα και δυσκολίες κατά τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Υπάρχουν περιπτώσεις δηλαδή που ο ήλιος αντανακλά πάνω στις οθόνες των υπολογιστών.



Φ : Ναι, κατανοώ το πρόβλημα. Η αλήθεια είναι, πως όταν ανεβήκαμε στον όροφο μου έκανε εντύπωση το πόσο φωτεινός είναι ο χώρος. Βέβαια, όπως φαίνεται και από τα σχέδια, η είσοδος βρίσκεται στη νότια πλευρά επομένως είναι λογικό να υπάρχει τόσο φως. Από ότι βλέπω, υπάρχουν εσωτερικά στα παράθυρα περσίδες σε ρολό και μάλιστα σε σκούρο καφέ χρώμα, τις χρησιμοποιείται; Και αν ναι, είναι αποδοτικές;



Ε : Όπως είδατε, έχουμε περσίδες σχεδόν σε όλα τα παράθυρα. Δεν είναι όλες σε καλή κατάσταση, σε ορισμένα παράθυρα χρειάζονται αντικατάσταση. Πέρα, όμως, από αυτό δεν πιστεύω πως αποτελούν λύση στο πρόβλημα. Αρχικά, είναι σκούρο καφέ με αποτέλεσμα όποτε τις κλείνουμε να μην υπάρχει θέα στον εξωτερικό χώρο. Επιπλέον, περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό την είσοδο του ηλιακού φωτός και αναγκαζόμαστε σε μια ηλιόλουστη μέρα να ανοίγουμε όλα τα φώτα που διαθέτει ο χώρος.



Φ : Χρησιμοποιείτε κάποιο άλλο τρόπο για σκίαση;



Ε : Δεν έχουμε κάποιο άλλο σύστημα σκίασης πέρα από τις περσίδες, απλά όπως θα δείτε είναι πολλά παράθυρα στα οποία τα τζάμια έχουν περαστεί με βαφή προκειμένου να γίνουν αδιάφανα. Αυτό, δεν δίνει λύση στο πρόβλημα αλλά τουλάχιστον μπορεί να περάσει το ηλιακό φως χωρίς να δημιουργεί προβλήματα.



Φ : Αντιμετωπίζετε προβλήματα υπερθέρμανσης τους θερινούς μήνες;



Ε : Τα γραφεία που βρίσκονται στη νότια όψη αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο πρόβλημα τους καλοκαιρινούς μήνες και γενικότερα όταν ο ήλιος είναι έντονος. Υπάρχουν εργαζόμενοι που κάνουν παράπονα σχετικά με το γεγονός ότι ο ήλιος δυσκολεύει την ορατότητα στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Βέβαια, χρησιμοποιούμε τις περσίδες, απλά δεν είναι αρκετές σε όλες τις περιπτώσεις. Επιπλέον, εκτός από τους υπαλλήλους, δημιουργείται πρόβλημα και γενικότερα στο χώρο μιας και η άμεση ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει αρκετά το χώρο και είναι δύσκολη η ψύξη του από τα κλιματιστικά συστήματα που διαθέτει το κτίριο, με αποτέλεσμα να χρειάζεται και μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Από την άλλη μεριά, όμως, τους χειμερινούς μήνες, επειδή στην Ελλάδα υπάρχει αρκετός ήλιος ακόμα και το χειμώνα, η ηλιακή ακτινοβολία συμβάλλει στη θέρμανση του χώρου.



Φ : Πως θα σας φαινόταν η προσθήκη ενός εξωτερικού κινητικού συστήματος που θα αποτελείται από πάνελ τα οποία κινούνται με βάση την πορεία του ηλίου;



Ε : Πιστεύω πως θα μπορούσε να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό το κτίριο όσον αφορά τον περιορισμό της ηλιακής ακτινοβολίας και τη δημιουργία ενός άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος για τους υπαλλήλους αλλά και για τους πελάτες. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να βελτιώσει την ποιότητα του εσωτερικού φωτισμού και να μην υπάρχουν προβλήματα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.



Φ : Ωραία! Αυτές ήταν οι ερωτήσεις που ήθελα να σας κάνω. Σας ευχαριστώ πολύ για τη συνεργασία και για το χρόνο που αφιερώσατε. Καλή συνέχεια!



Ε : Εγώ σας ευχαριστώ! Καλή συνέχεια!

2.3.2 Φωτογραφική αποτύπωση - εξωτερικά Απρίλιος



Εικόνα 43. Ανατολική όψη



Εικόνα 44. Νοτιοανατολική όψη



Εικόνα 45. Νότια όψη



Εικόνα 46. Νοτιοδυτική όψη



Εικόνα 47. Δυτική όψη

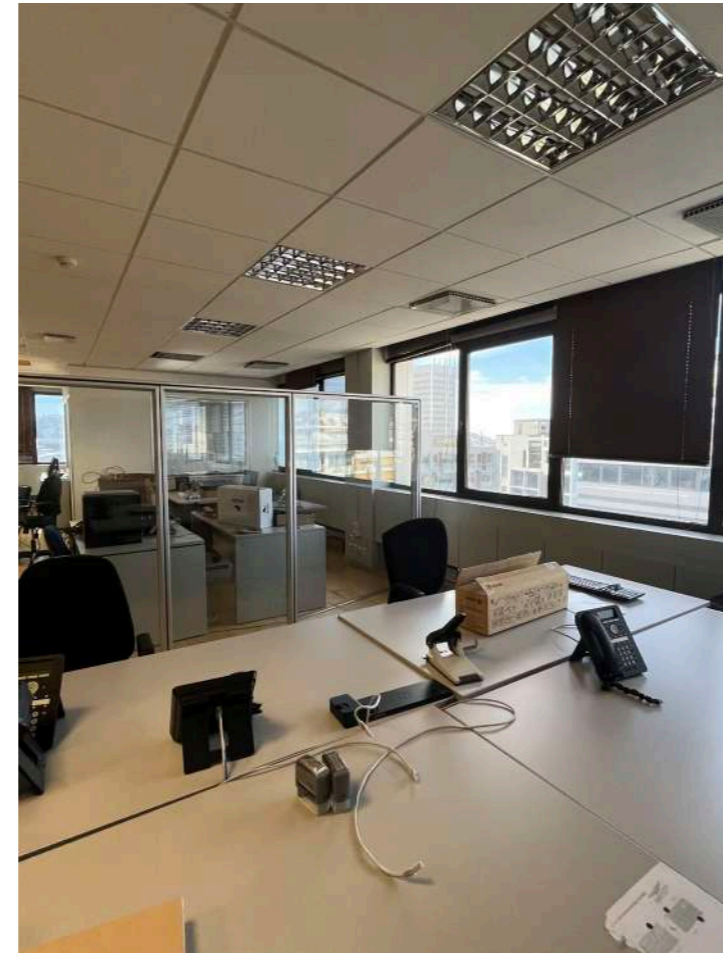


Εικόνα 48. Βόρειοδυτική όψη

2.3.3 Φωτογραφική αποτύπωση - εσωτερικά Φεβρουάριος



Εικόνα 49. Ανατολική όψη



Εικόνα 50. Ανατολική όψη



Εικόνα 51. Νοτιοανατολική όψη



Εικόνα 52. Νότια όψη



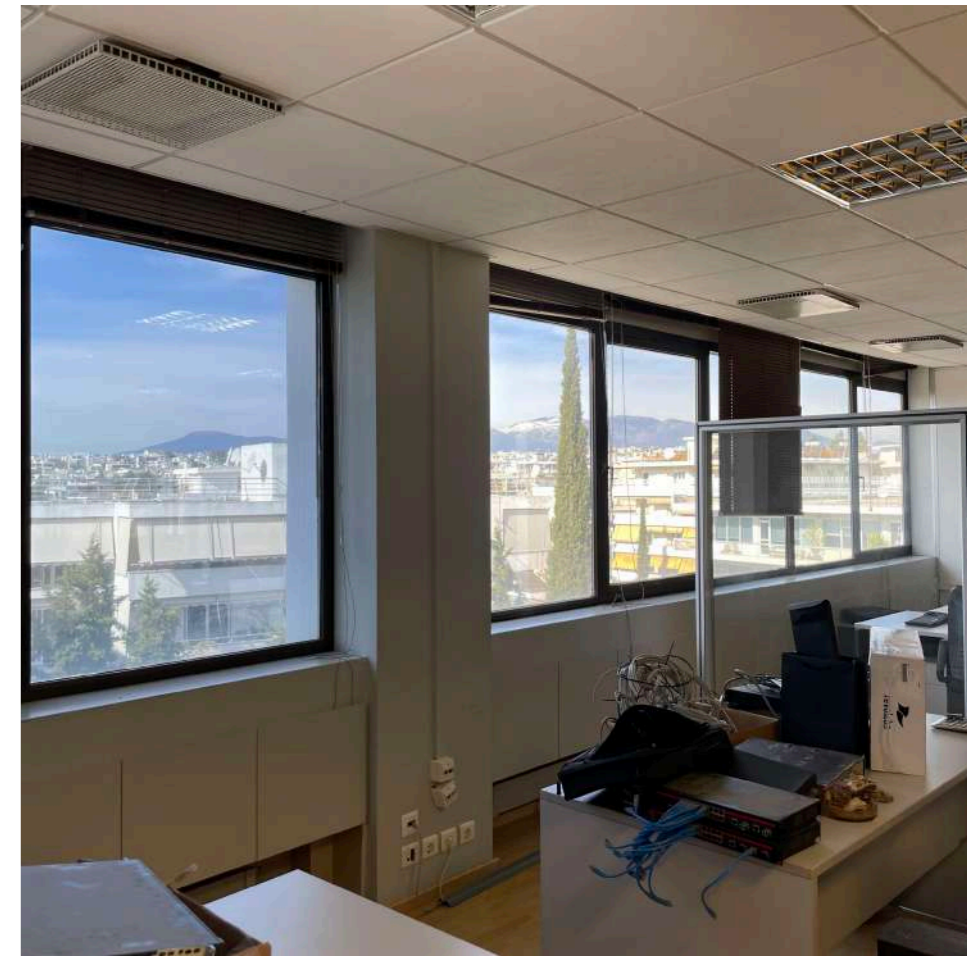
Εικόνα 53. Νότια όψη



Εικόνα 54. Νότια όψη



Εικόνα 55. Δυτική όψη

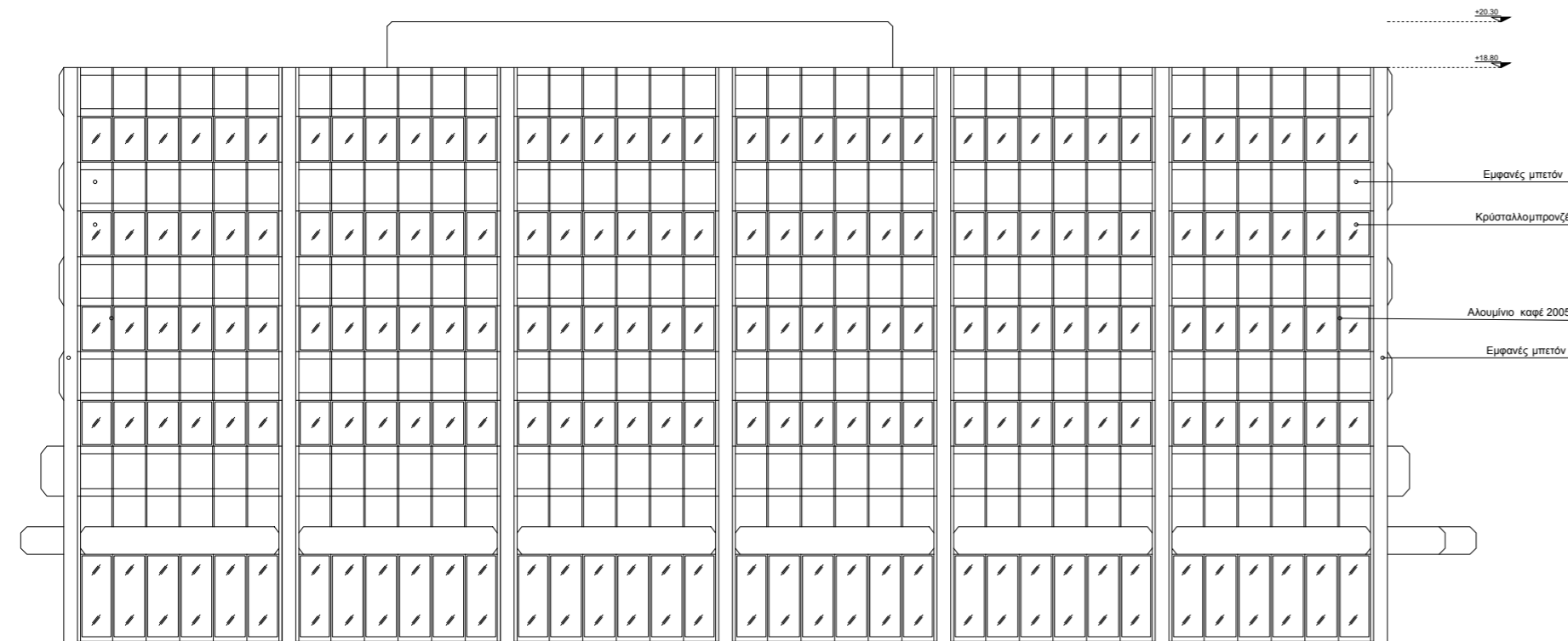


Εικόνα 56. Δυτική όψη

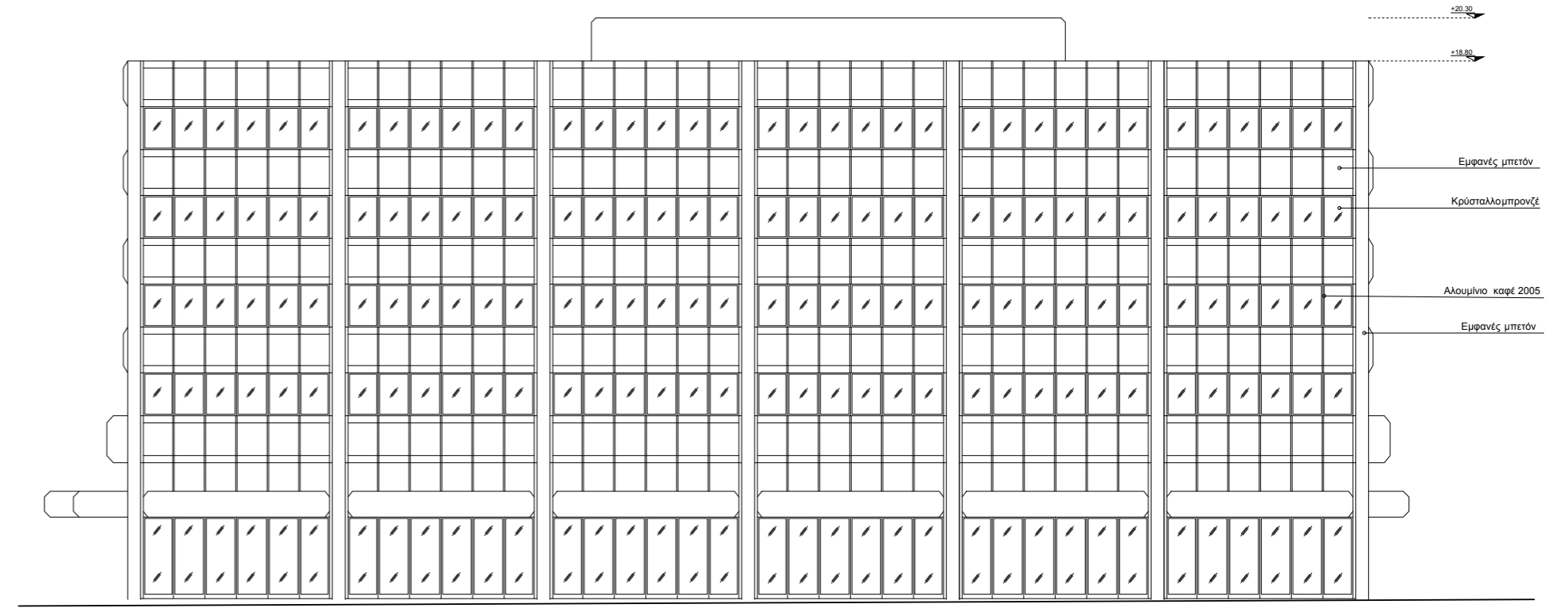
2.4 Σχέδια υφιστάμενης κατάστασης

Βόρεια όψη
Κλίμακα 1.100

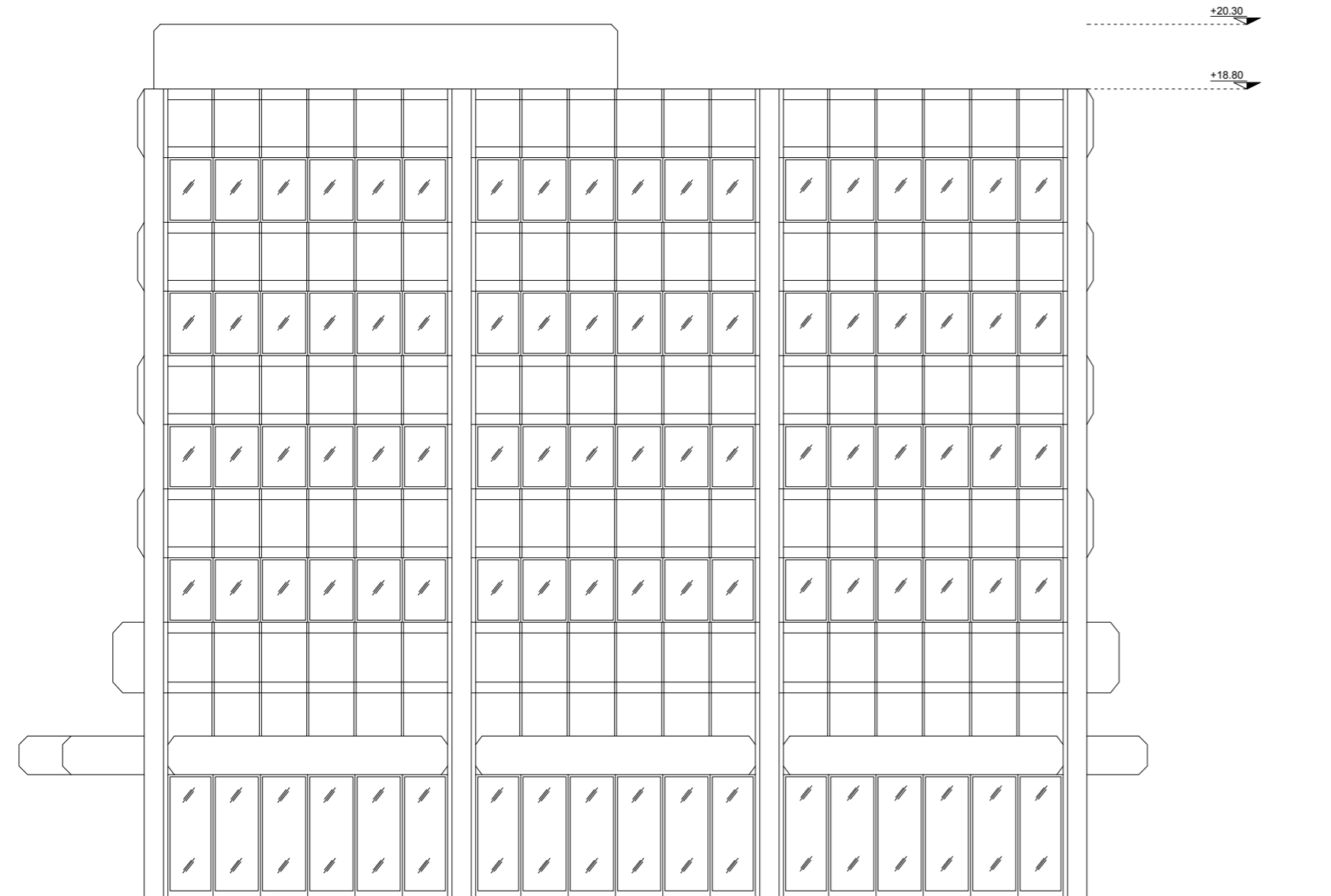
Τα παρακάτω σχέδια ανακτήθηκαν έπειτα από αίτηση στην Πολεοδομία Αμαρουσίου.



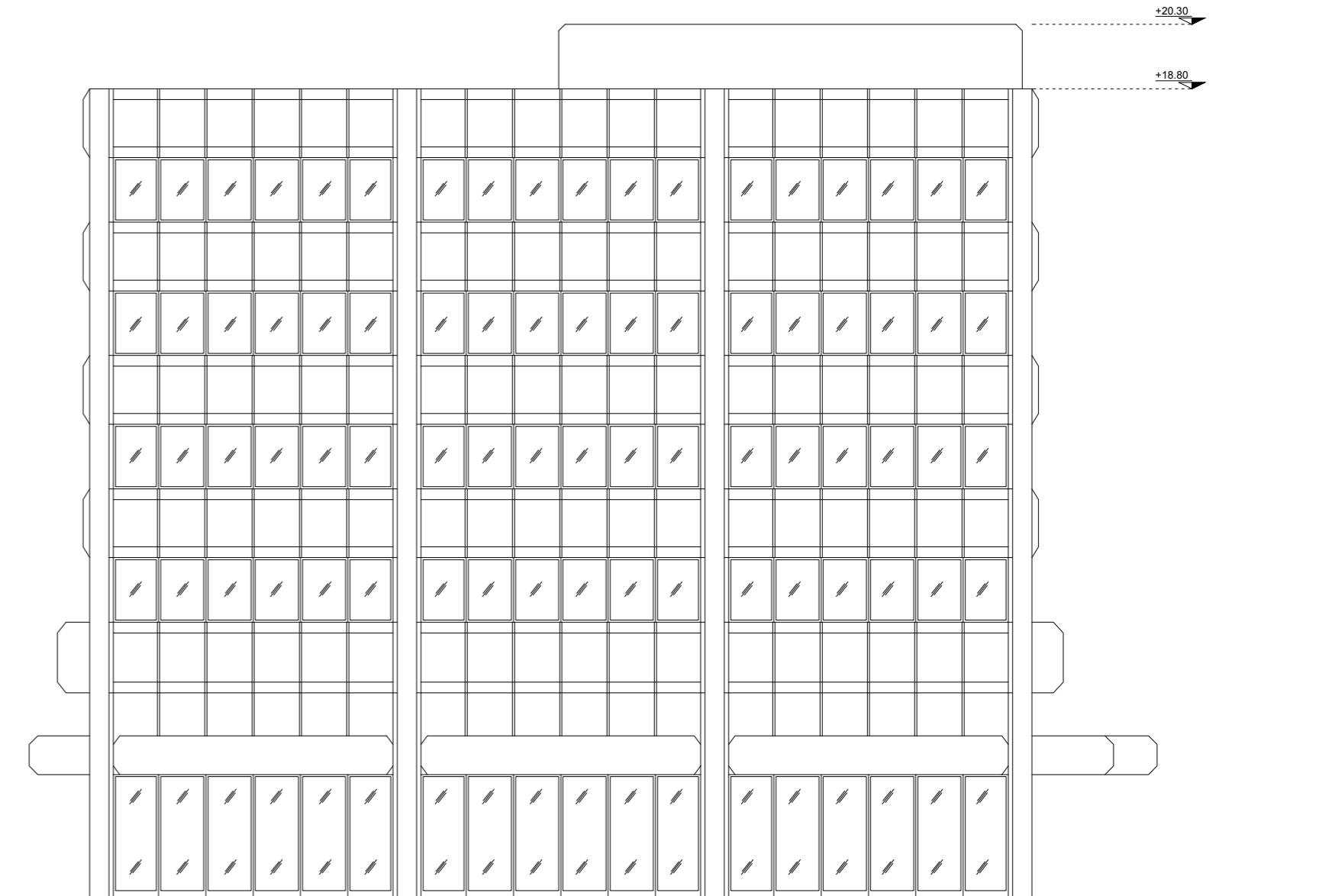
Νότια όψη
Κλίμακα 1.100



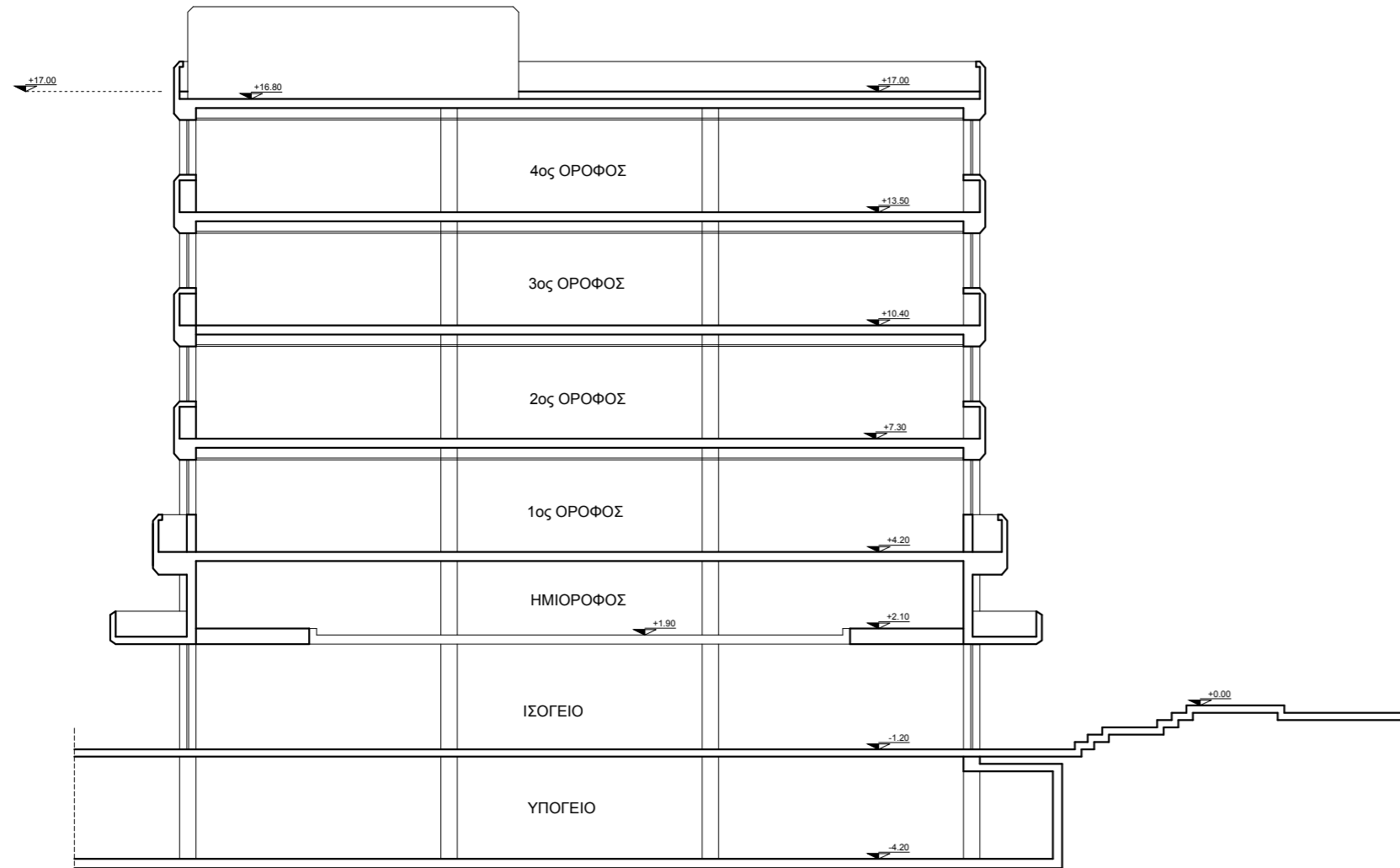
Ανατολική όψη
Κλίμακα 1.100



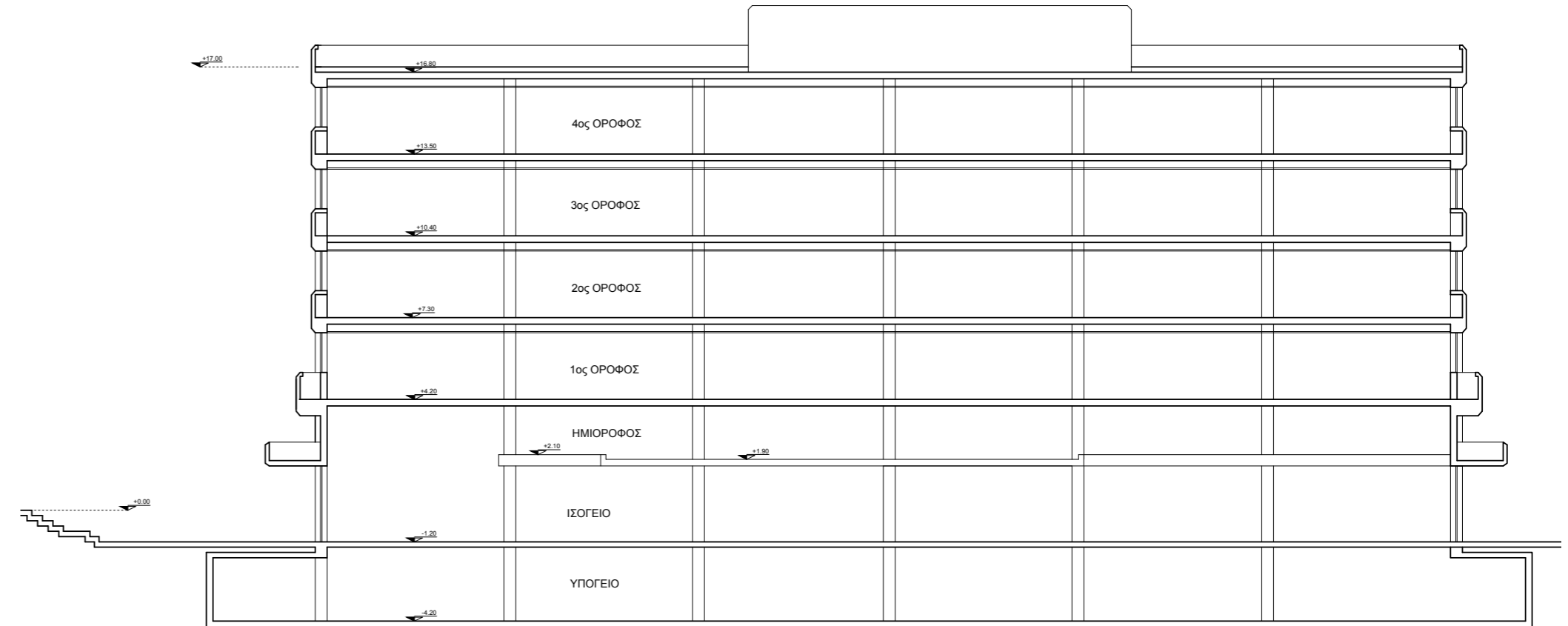
Δυτική όψη
Κλίμακα 1.100



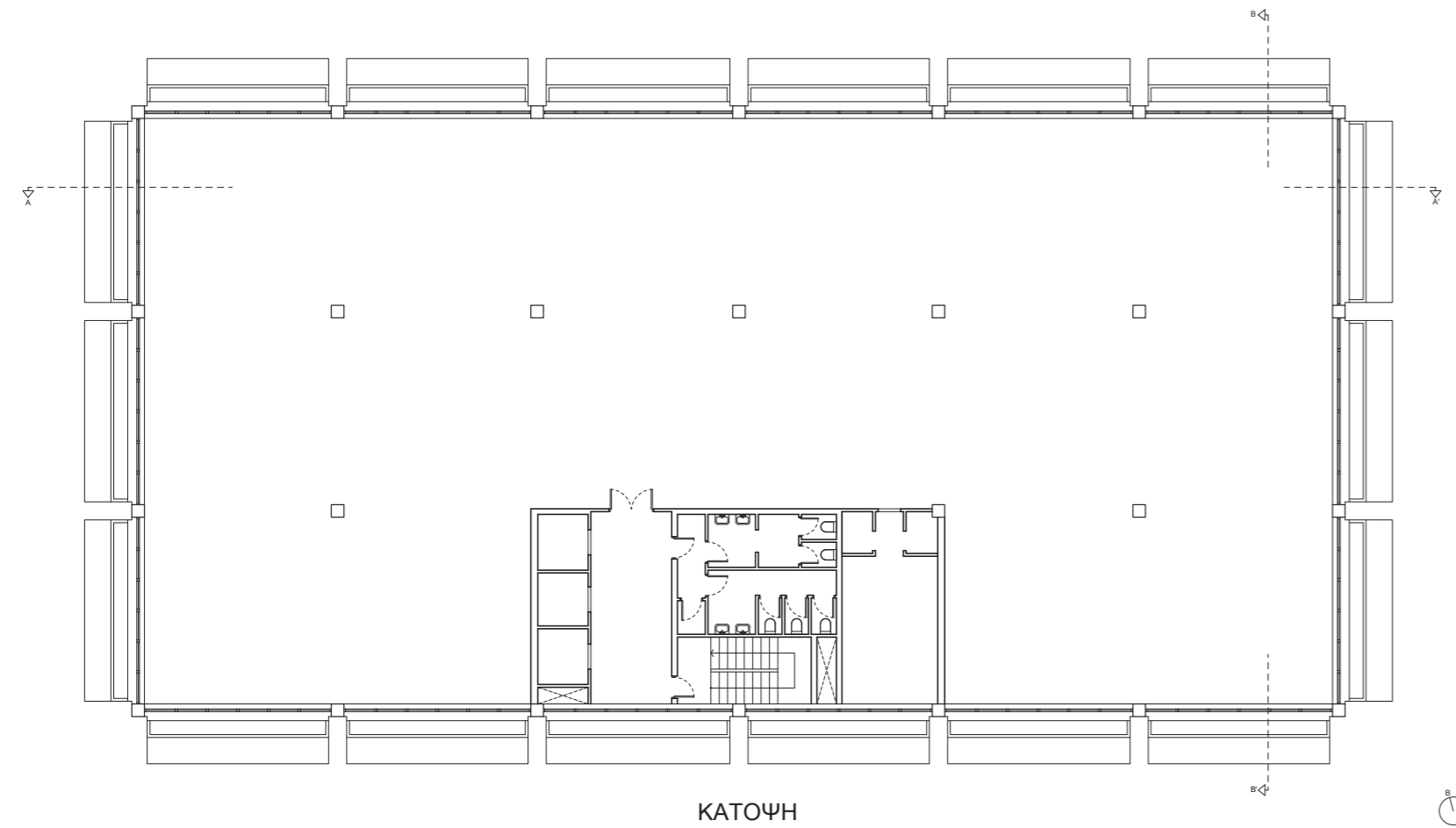
Τομή Α-Α'
Κλίμακα 1.100



Τομή Β-Β'
Κλίμακα 1.100



Κάτοψη
Κλίμακα 1.100



03

1. Πρόταση Σχεδιασμού

1.1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

1. Με βάση τη θεωρητική έρευνα:

- **Βελτίωση εσωτερικού περιβάλλοντος:** Το σύστημα σκίασης πρέπει να επιτρέπει το φυσικό φωτισμό και αερισμό του εσωτερικού χώρου, προσφέροντας ένα άνετο περιβάλλον εργασίας.
- **Αύξηση απόδοσης και ευημερίας των χρηστών:** Ο εσωτερικός χώρος είναι σημαντικό να είναι φιλικός προς τον άνθρωπο και να ενισχύει την αύξηση της παραγωγικότητας και της ικανοποίησης.
- **Περιβαλλοντική βιωσιμότητα:** Η προσθήκη του συστήματος σκίασης καλό θα ήταν να στοχεύει στη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος του κτιρίου.
- **Προσαρμοστικότητα στις κλιματικές αλλαγές:** Το σύστημα θα πρέπει να ενσωματώνει λύσεις που αντιμετωπίζουν τις κλιματικές αλλαγές
- **Καταλληλότητα υλικών :** Τα υλικά κατασκευής θα πρέπει να είναι ελαφριά και με μεγάλη διάρκεια ζωής ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να προσφέρουν στο κινητικό σύστημα ευελιξία και σταθερότητα

2. Με βάση την ανάλυση του κτιρίου:

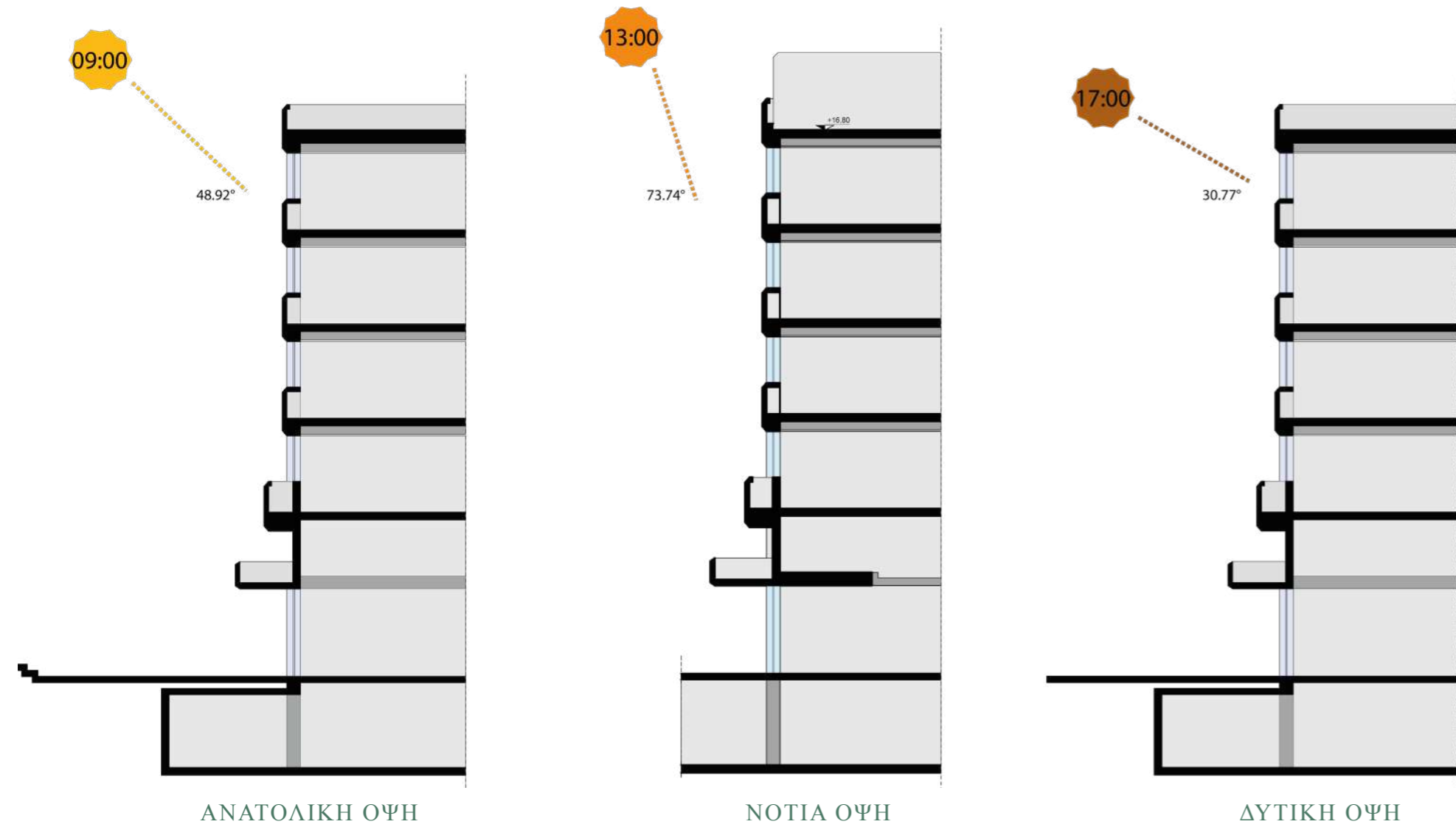
- **Προσανατολισμός του κτιρίου:** Με βάση την τοποθεσία του κτιρίου, οι όψεις που εκτίθενται στον ήλιο κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι η Ανατολική, η Νότια και η Δυτική.
- **Επιλογή των πάνελ:**
 1. **Ανατολική και Δυτική όψη:** ο ήλιος βρίσκεται σε αυτές τις όψεις κυρίως τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες, αντίστοιχα, όπου οι ηλιακές ακτίνες σχηματίζουν μικρότερη γωνία με το έδαφος σε σχέση με τις μεσημεριανές ώρες. Επομένως, τα πάνελ θα είναι προτιμότερο να είναι κατακόρυφα παρά οριζόντια.
 2. **Νότια όψη:** ο ήλιος βρίσκεται σε αυτή την όψη τις περισσότερες ώρες της ημέρας και κυρίως το μεσημέρι, όπου οι ηλιακές ακτίνες σχηματίζουν μεγαλύτερη γωνία με το έδαφος σε σχέση με τις πρωινές και απογευματινές ώρες. Επομένως, τα πάνελ είναι προτιμότερο να είναι οριζόντια παρά κατακόρυφα.

3. Με βάση την επιτόπια επίσκεψη:

- **Εξωτερικό Σύστημα Σκίασης :** Η λύση που προτείνεται είναι η εγκατάσταση ενός εξωτερικού συστήματος σκίασης. Αυτό θα περιλαμβάνει κινούμενα πάνελ για τη ρύθμιση της ποσότητας του ηλιακού φωτός που εισέρχεται στο κτίριο.
- **Αποτελεσματικότητα και ευελιξία :** Το σύστημα σκίασης πρέπει να προσαρμόζεται στις διάφορες συνθήκες φωτισμού προκειμένου να μειώνει τη θάμβωση και το θερμικό φορτίο στον εσωτερικό χώρο. Για να συμβεί αυτό, ανάλογα με τη θέση του ηλίου τις διάφορες ώρες της ημέρας και ανάλογα σε ποια όψη του κτιρίου θα βρίσκεται, τότε θα πρέπει να περιστρέφονται ανάλογα τα πάνελ. Διαγράμματα παρακάτω, ενότητα 1.2 3ου κεφαλαίου.
- **Διατήρηση του φυσικού φωτός :** Παράλληλα με τη μείωση του ηλιακού φωτός, το σύστημα πρέπει να επιτρέπει την είσοδο φυσικού φωτός στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται με την περιστροφή των πάνελ που βρίσκεται ο ήλιος τη δεδομένη στιγμή. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται και από τα διαγράμματα ηλιασμού στην ενότητα 1.2 του 3ου κεφαλαίου, όταν ο ήλιος βρίσκεται στην ανατολική όψη στις 9.00 π.μ τότε τα πάνελ της ανατολικής όψης θα περιστραφούν προκειμένου να εμποδίσουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει, ενώ εκείνη την ώρα τα πάνελ της νότιας και της δυτικής όψης θα είναι ανοιχτά. Αυτό σημαίνει πως περιορίζουν τον άμεσο ήλιο να εισέλθει χωρίς όμως να εμποδίζουν την γενικότερη έμμεση είσοδο του.
- **Διατήρηση της θέασης στο εξωτερικό περιβάλλον :** Περιστροφή των πάνελ μέχρι ένα συγκεκριμένο εύρος προκειμένου να μην περιορίζεται εντελώς η θέαση από μια όψη. Συγκεκριμένα, η γωνία περιστροφής να σταματά περίπου 15-20° από την ευθεία των παραθύρων προκειμένου αφενός να επιτρέπουν μια ποσότητα ηλιακού φωτός να εισέλθει και αφετέρου να μην εμποδίζουν πλήρως τη συνδιαλλαγή με το εξωτερικό περιβάλλον.
- **Υλικά κατασκευής :** Επιλογή υλικών ανθεκτικών στις καιρικές συνθήκες, όπως αλουμίνιο ή ανοξείδωτο χάλυβα.
- **Ενσωματωμένοι Αισθητήρες :** Αισθητήρες φωτεινότητας για αυτόματη προσαρμογή της σκίασης ανάλογα με το επίπεδο φωτισμού.
- **Αισθητική και Αρχιτεκτονική Ενσωμάτωση :** Το σύστημα σκίασης πρέπει να συμβαδίζει με την αισθητική του κτιρίου και να ενσωματώνεται αρμονικά στην αρχιτεκτονική του.

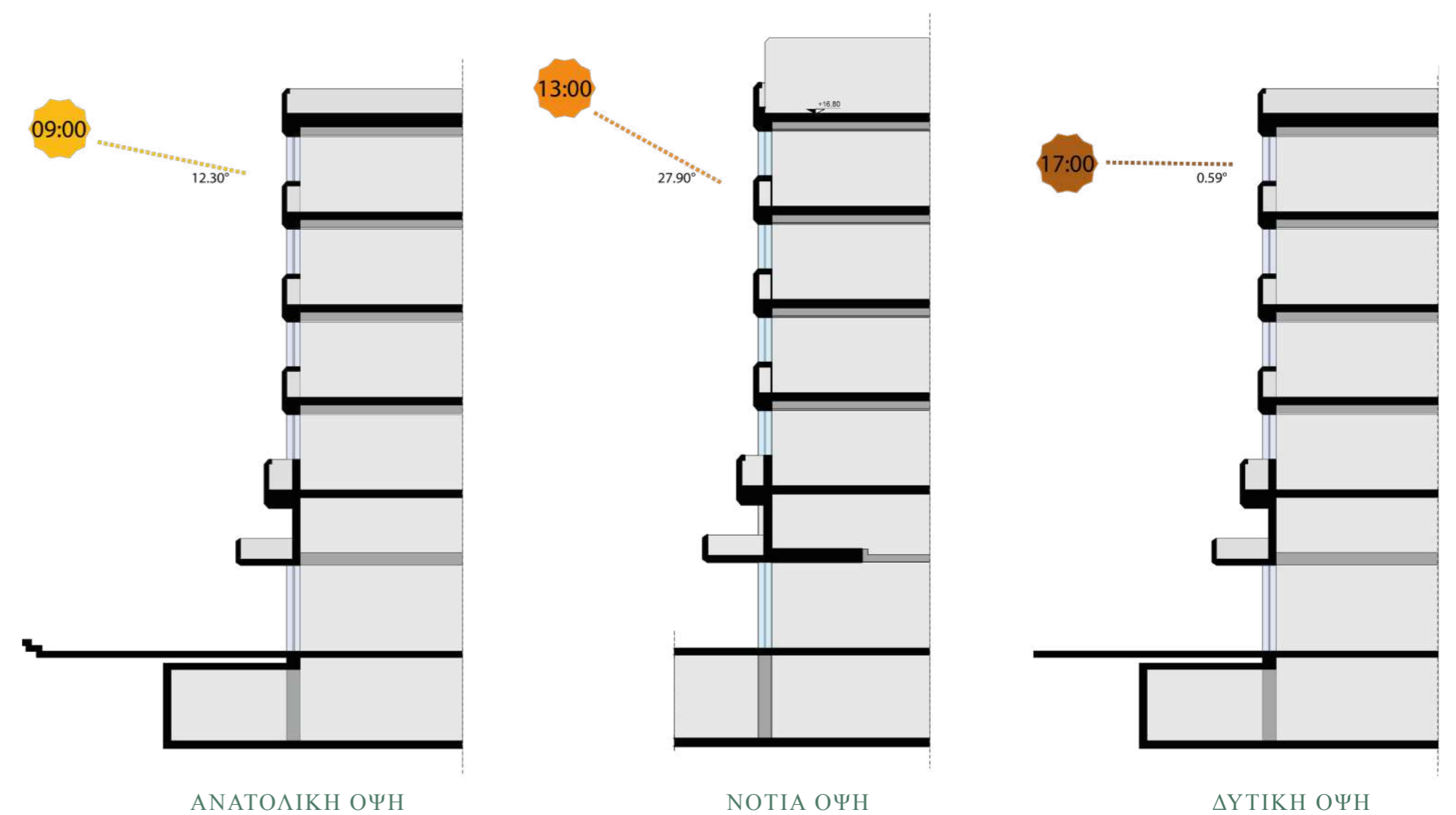
1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

Θερινό Ηλιοστάσιο 21/06

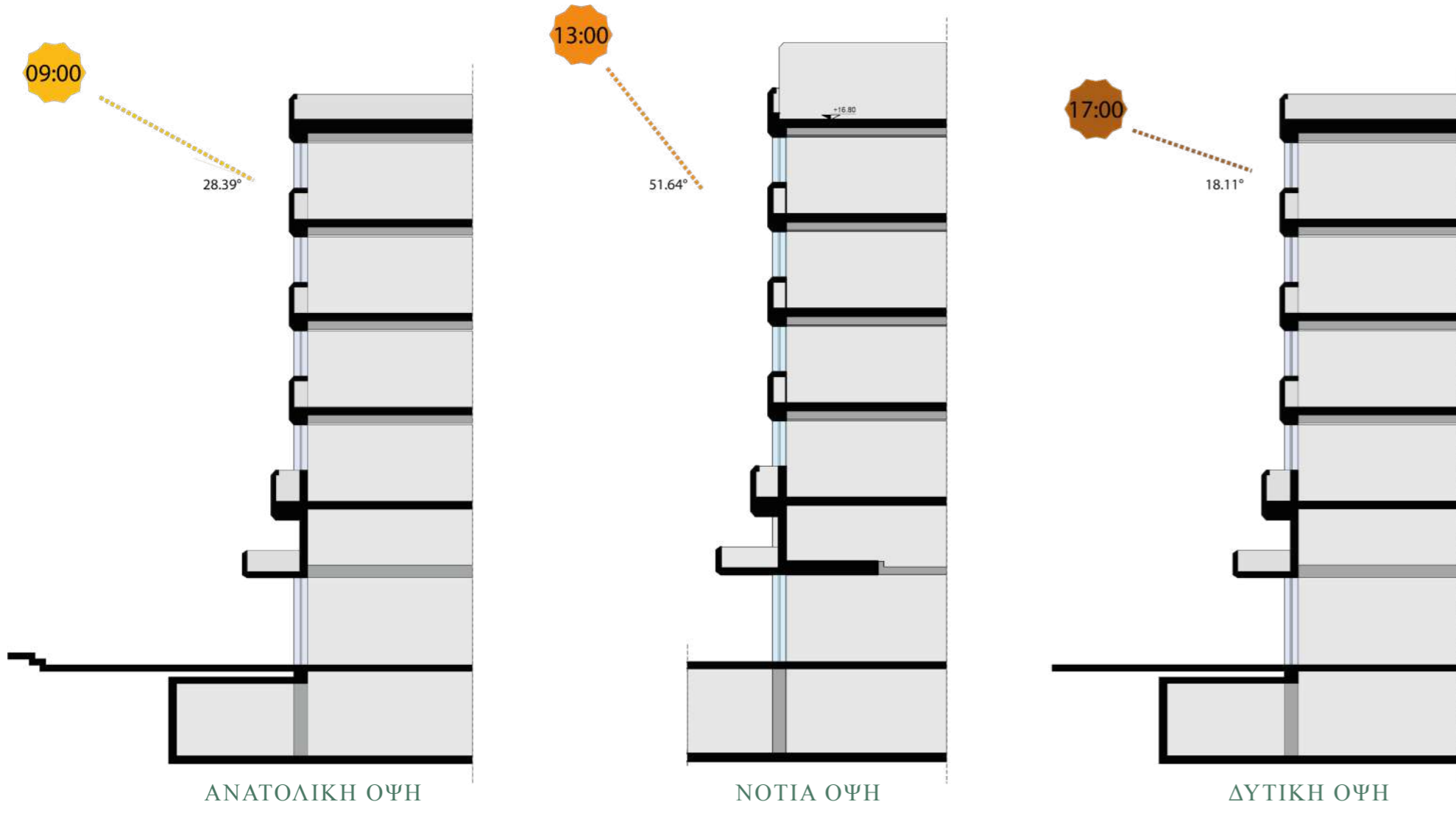


Χειμερινό Ηλιοστάσιο

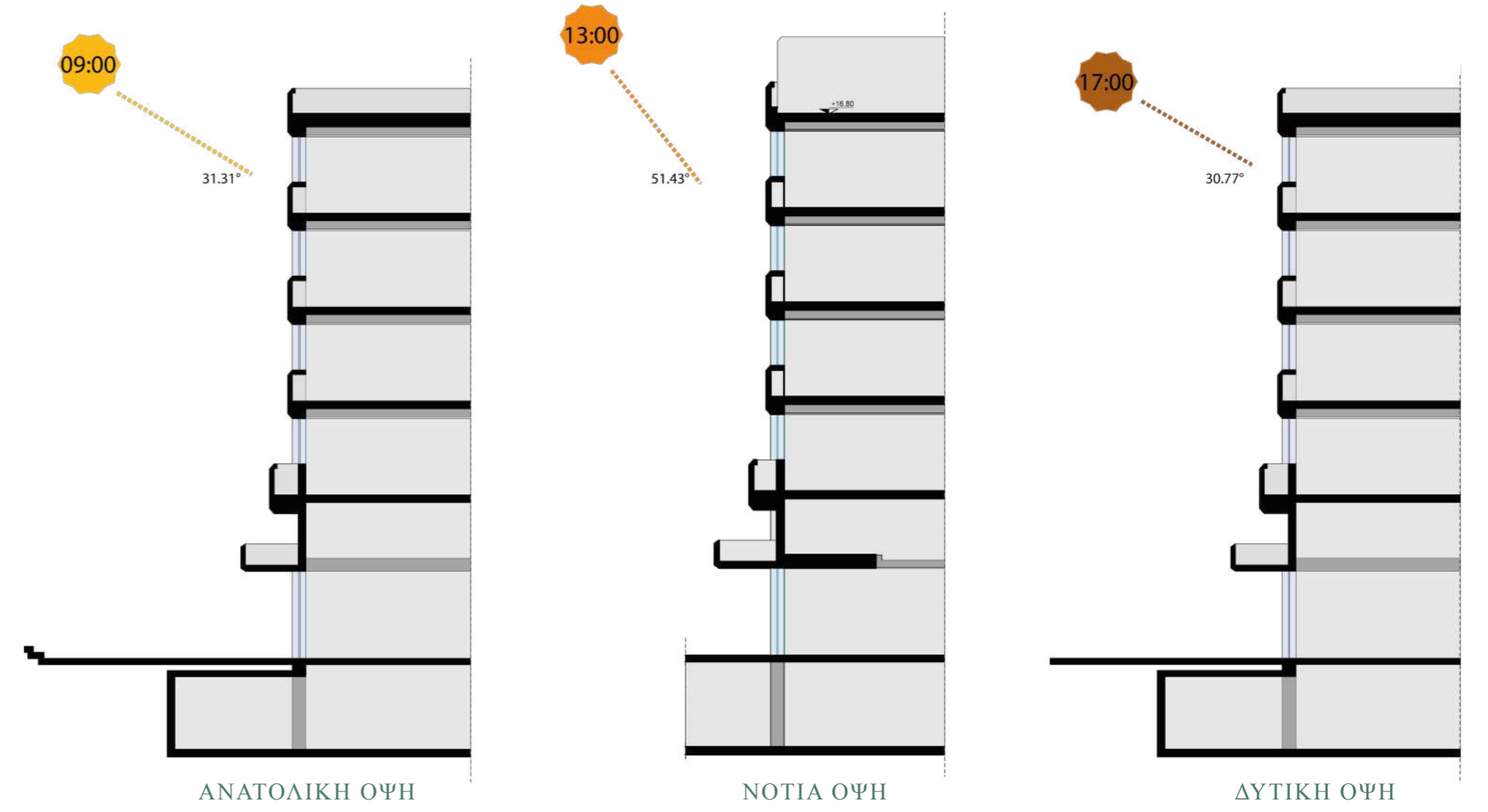
21/12



Εαρινή Ισημερία
21/03

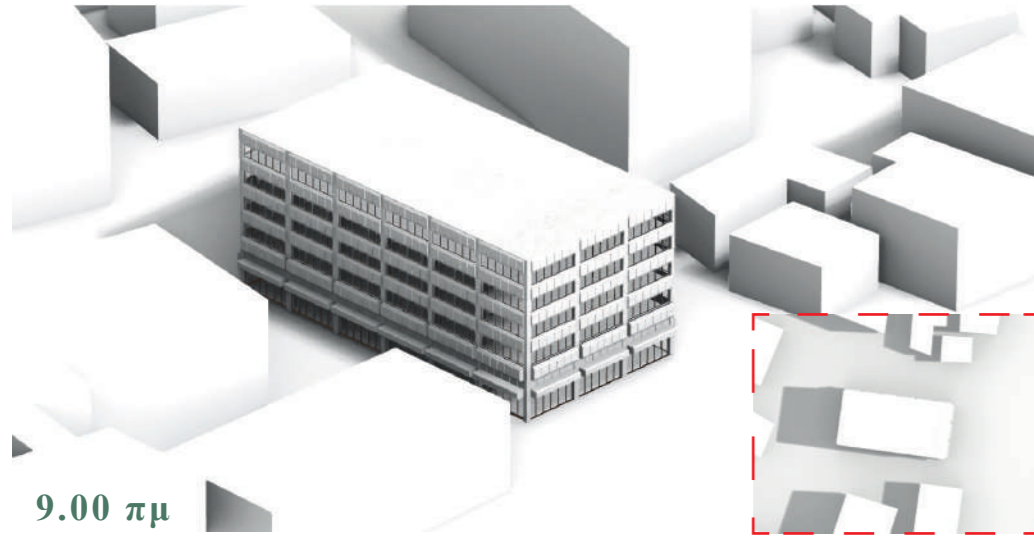


Φθινοπωρινή Ισημερία
21/09

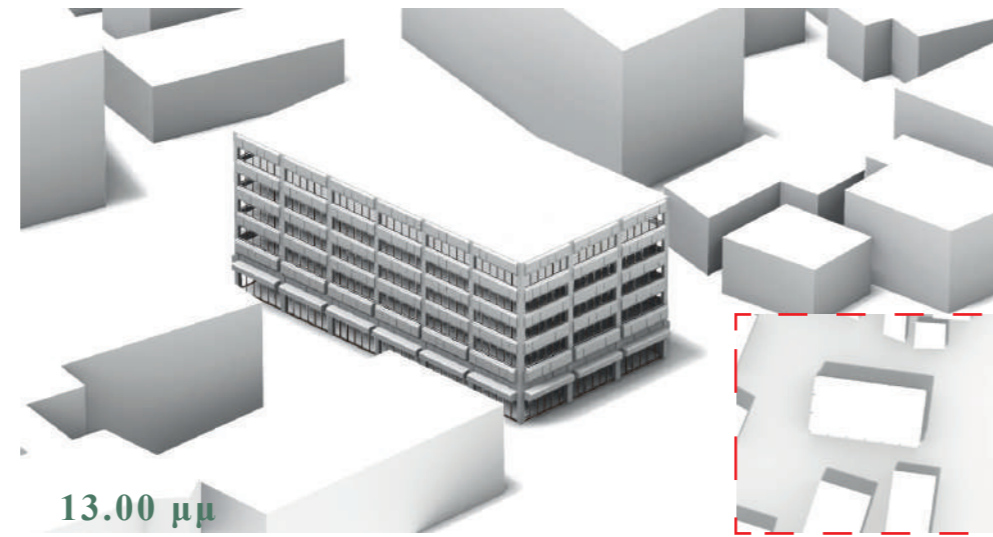


1.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΚΙΑΣΗΣ

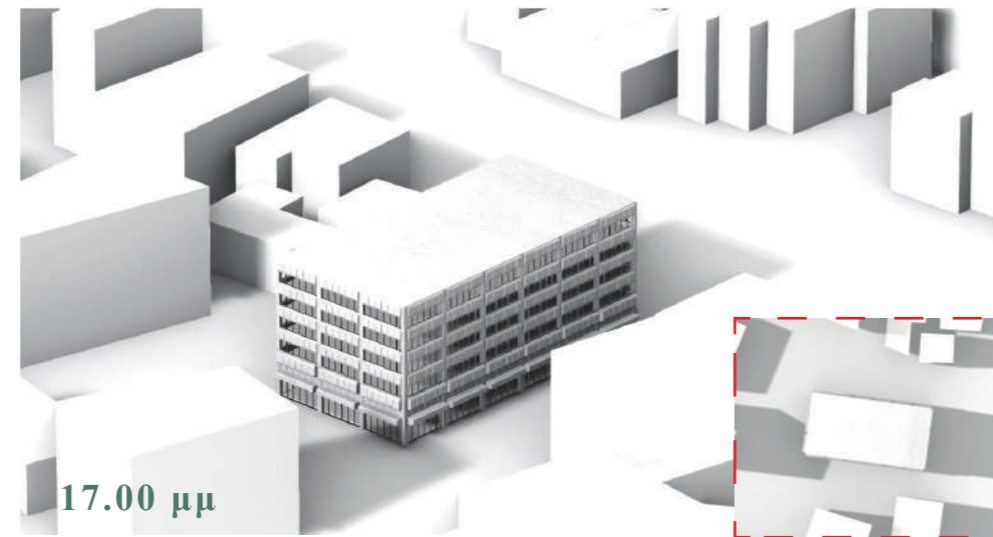
Θερινό Ηλιοστάσιο 21/06



9.00 πμ



13.00 μμ

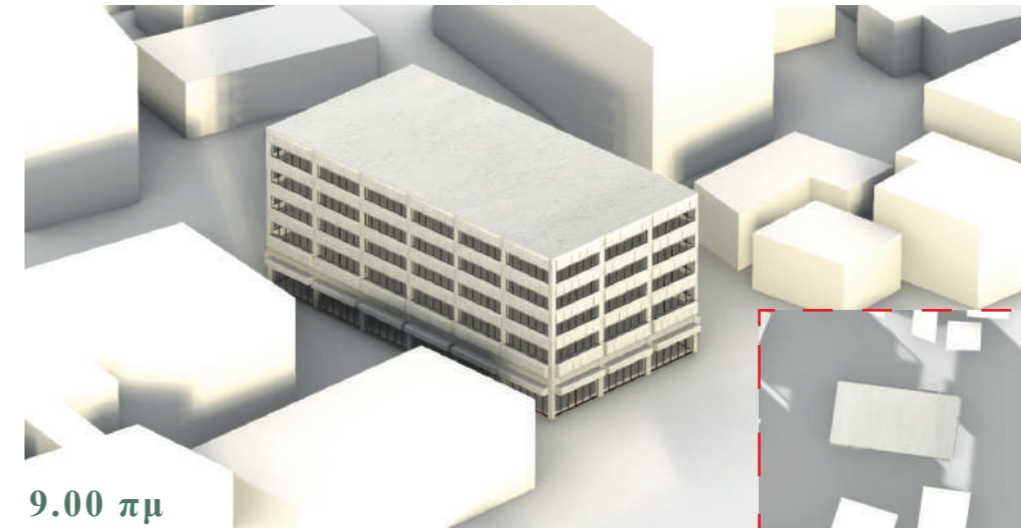


17.00 μμ

- Στις 9.00 πμ ο ήλιος βρίσκεται στην ανατολική όψη του κτιρίου, ενώ η νότια και η δυτική δεν έχουν άμεσο ηλιακό φως
- Στη 13.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται στη νότια όψη και τη δυτική του κτιρίου, ενώ η ανατολική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως
- Στις 17.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται στη δυτική όψη του κτιρίου, ενώ η νότια και η ανατολική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως

Χειμερινό Ηλιοστάσιο

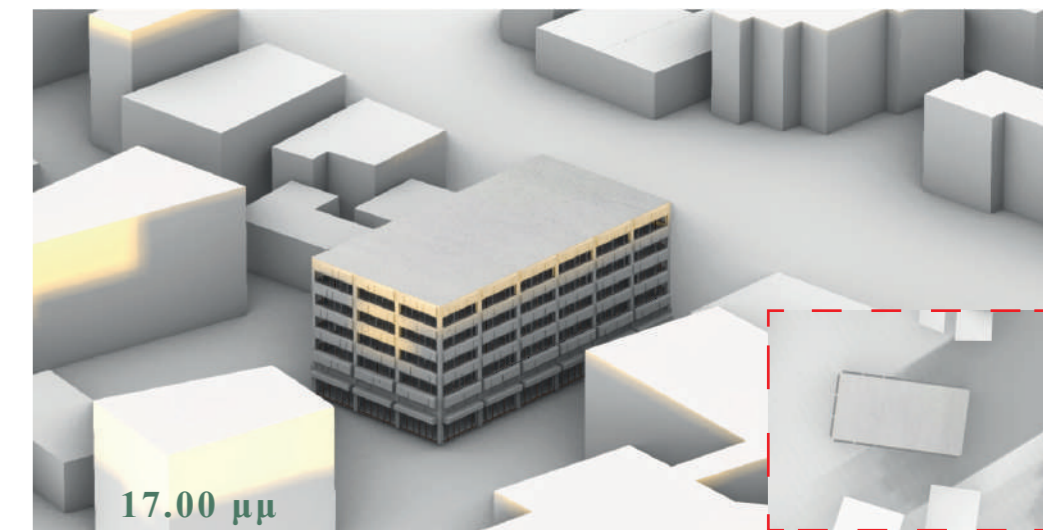
21/12



9.00 πμ

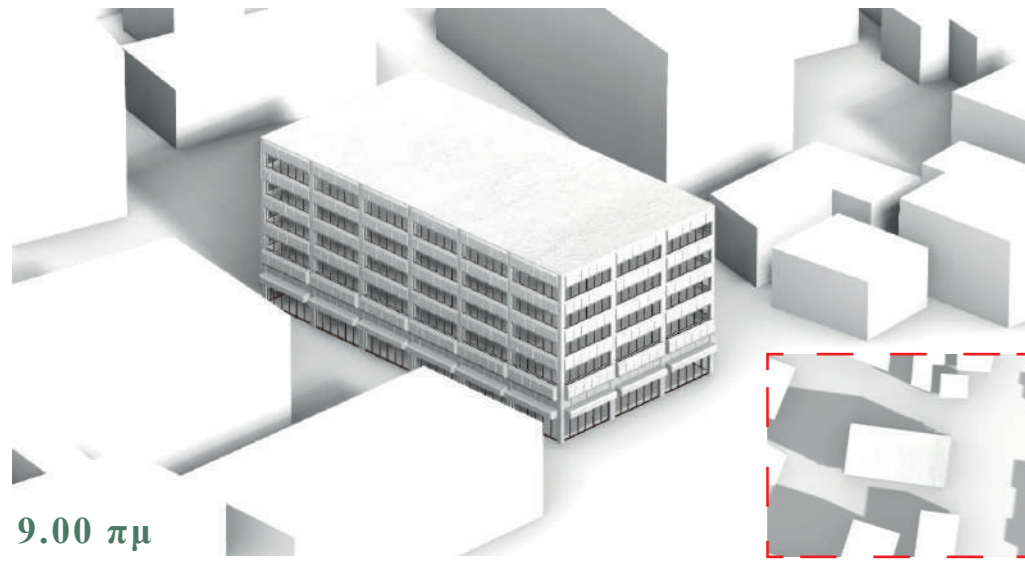


13.00 μμ

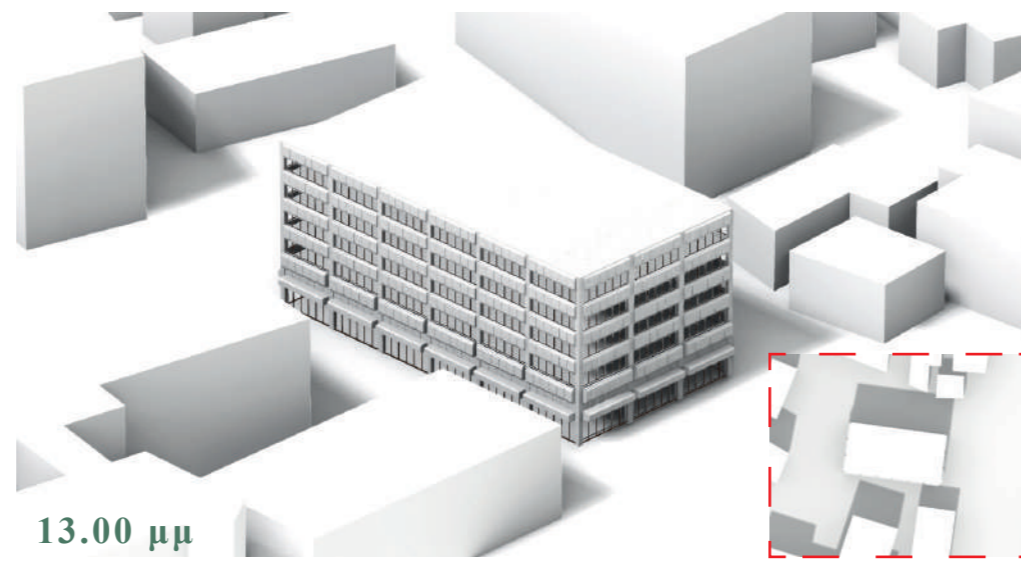


17.00 μμ

- Στις 9.00 πμ ο ήλιος βρίσκεται στην ανατολική και τη νότια όψη του κτιρίου, ενώ η δυτική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως
- Στη 13.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται στη νότια και τη δυτική όψη του κτιρίου, ενώ η ανατολική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως
- Στις 17.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται σε ένα μικρό τμήμα της δυτικής όψης του κτιρίου μιας και πρόκειται να δύσει, ενώ η νότια και η ανατολική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως



9.00 πμ



13.00 μμ

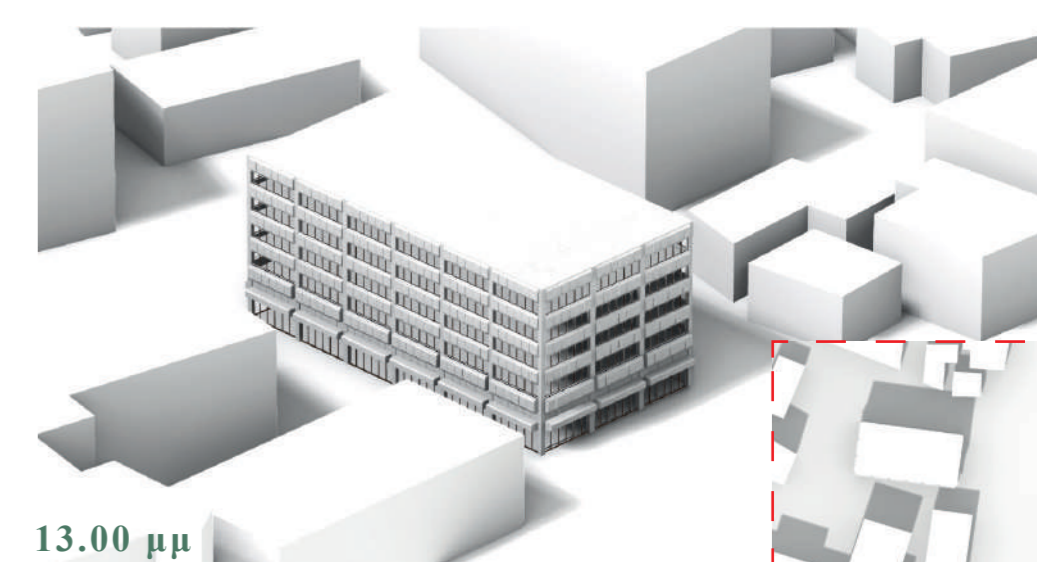


17.00 μμ

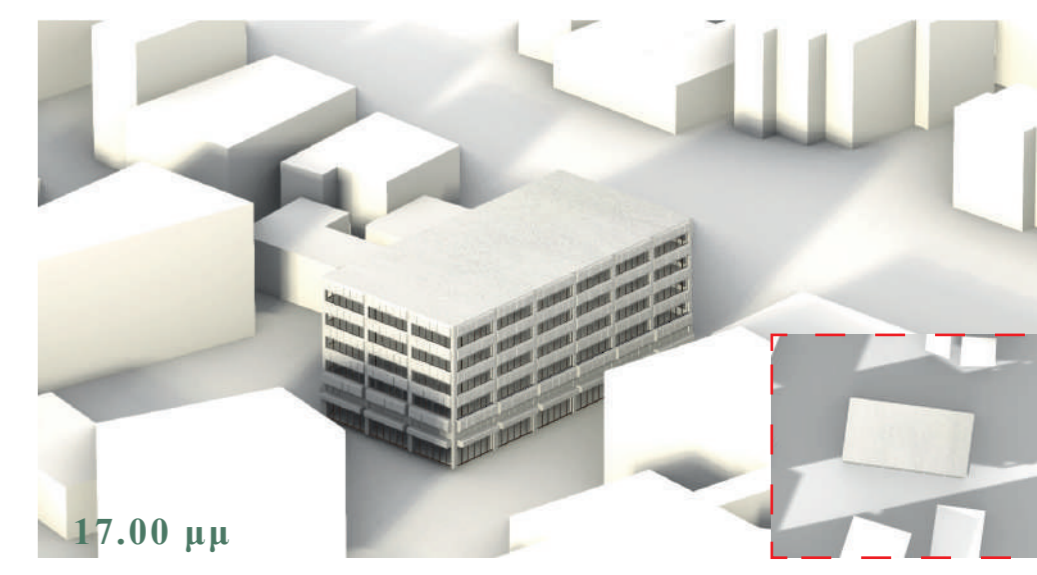
- Στις 9.00 πμ ο ήλιος βρίσκεται στην ανατολική όψη του κτιρίου, ενώ η νότια και η δυτική δεν έχουν άμεσο ηλιακό φως
- Στη 13.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται στη νότια και τη δυτική όψη του κτιρίου, ενώ η ανατολική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως
- Στις 17.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται στη δυτική όψη του κτιρίου, ενώ η νότια και η ανατολική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως



9.00 πμ



13.00 μμ

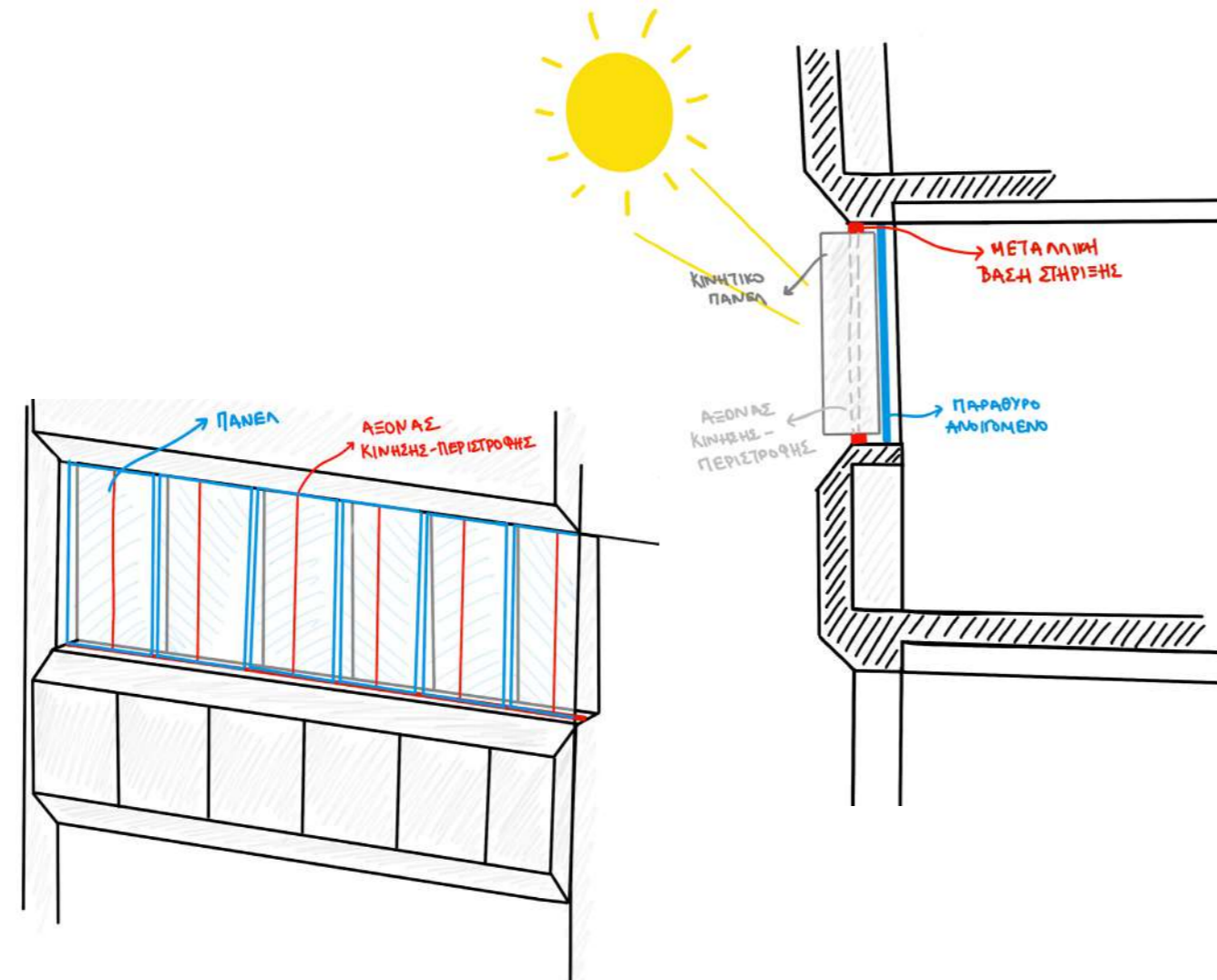
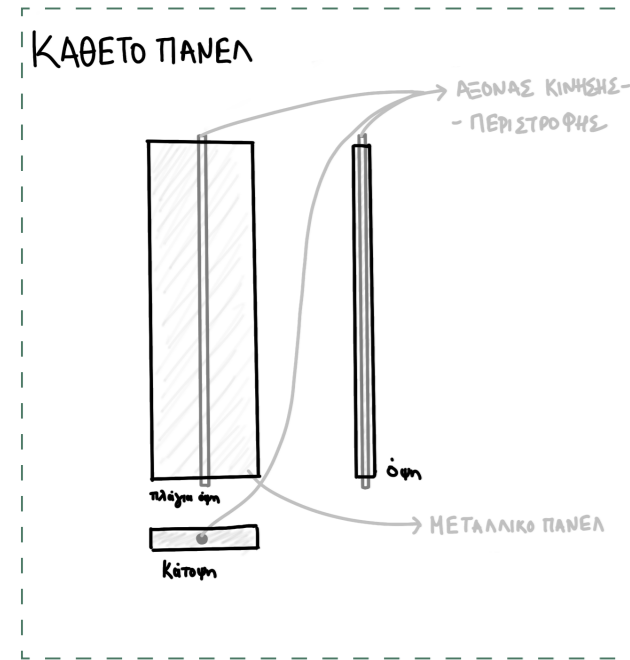


17.00 μμ

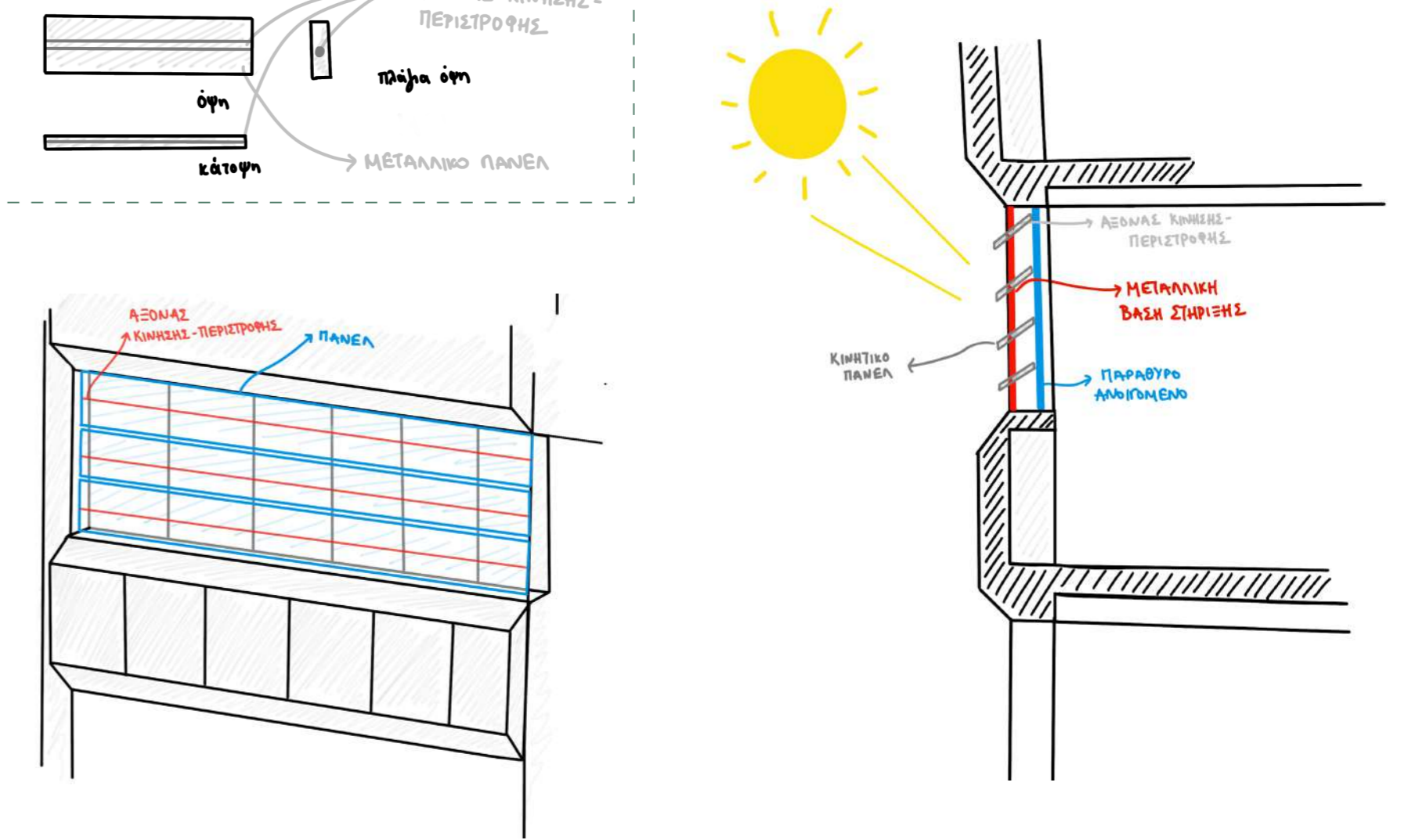
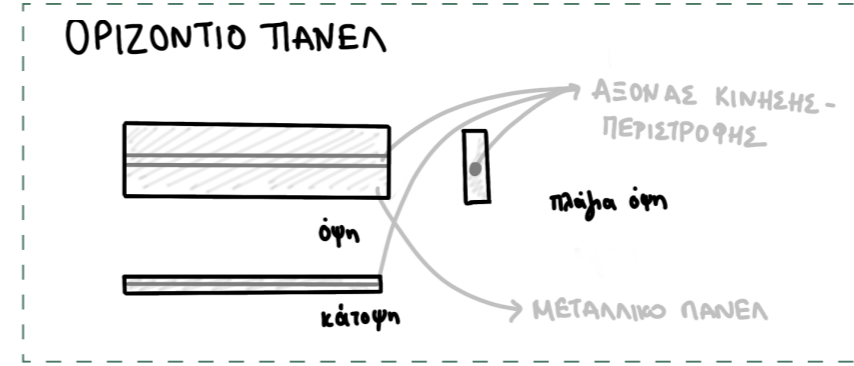
- Στις 9.00 πμ ο ήλιος βρίσκεται στην ανατολική όψη του κτιρίου, ενώ η νότια και η δυτική δεν έχουν άμεσο ηλιακό φως
- Στη 13.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται στη νότια όψη του κτιρίου, ενώ η ανατολική και η δυτική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως
- Στις 17.00 μμ ο ήλιος βρίσκεται στη δυτική όψη του κτιρίου, ενώ η νότια και η ανατολική δεν έχει άμεσο ηλιακό φως

1.4 ΣΚΙΤΣΑ

Ανατολική - Δυτική Όψη



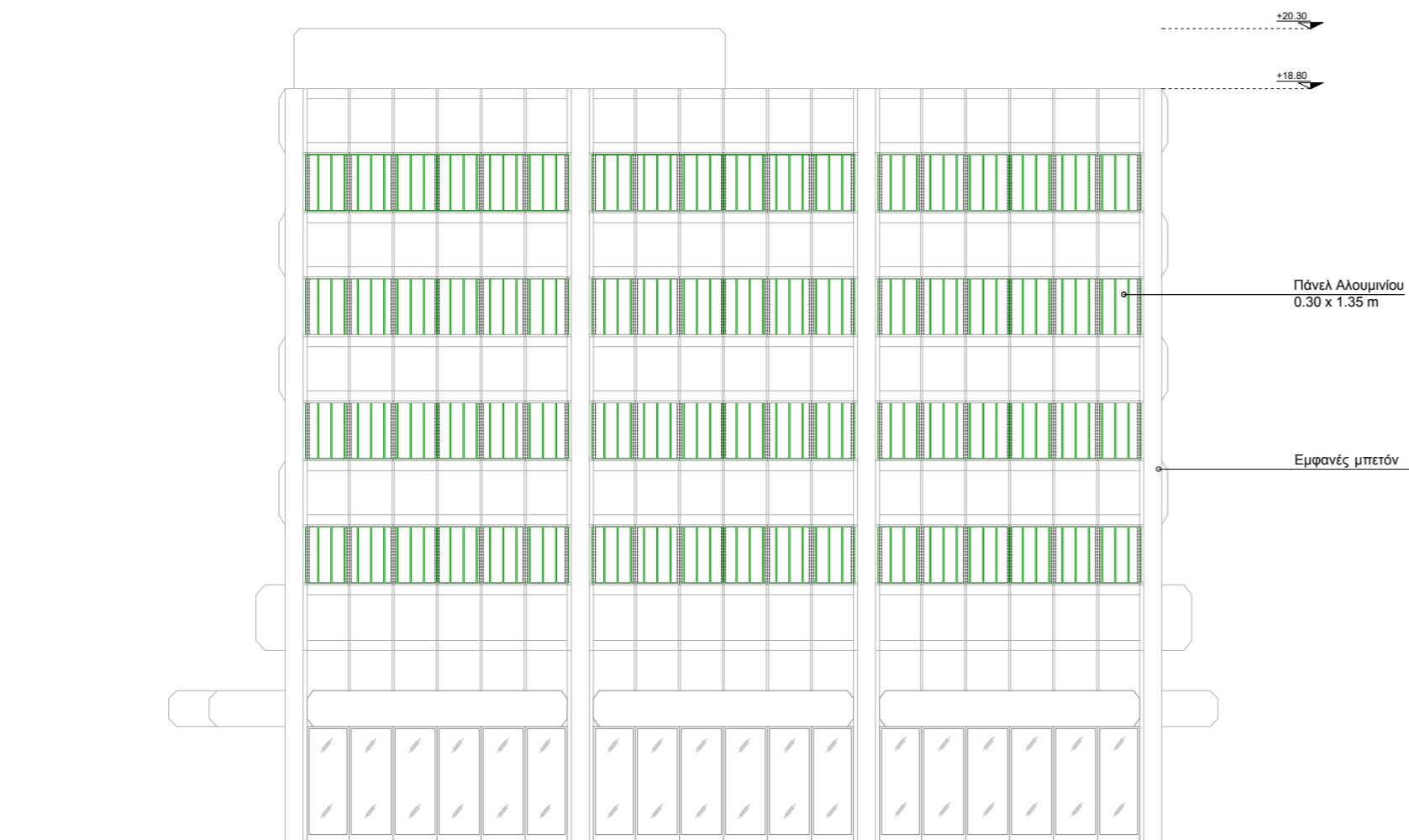
Νότια Όψη



1.5 ΣΧΕΔΙΑ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

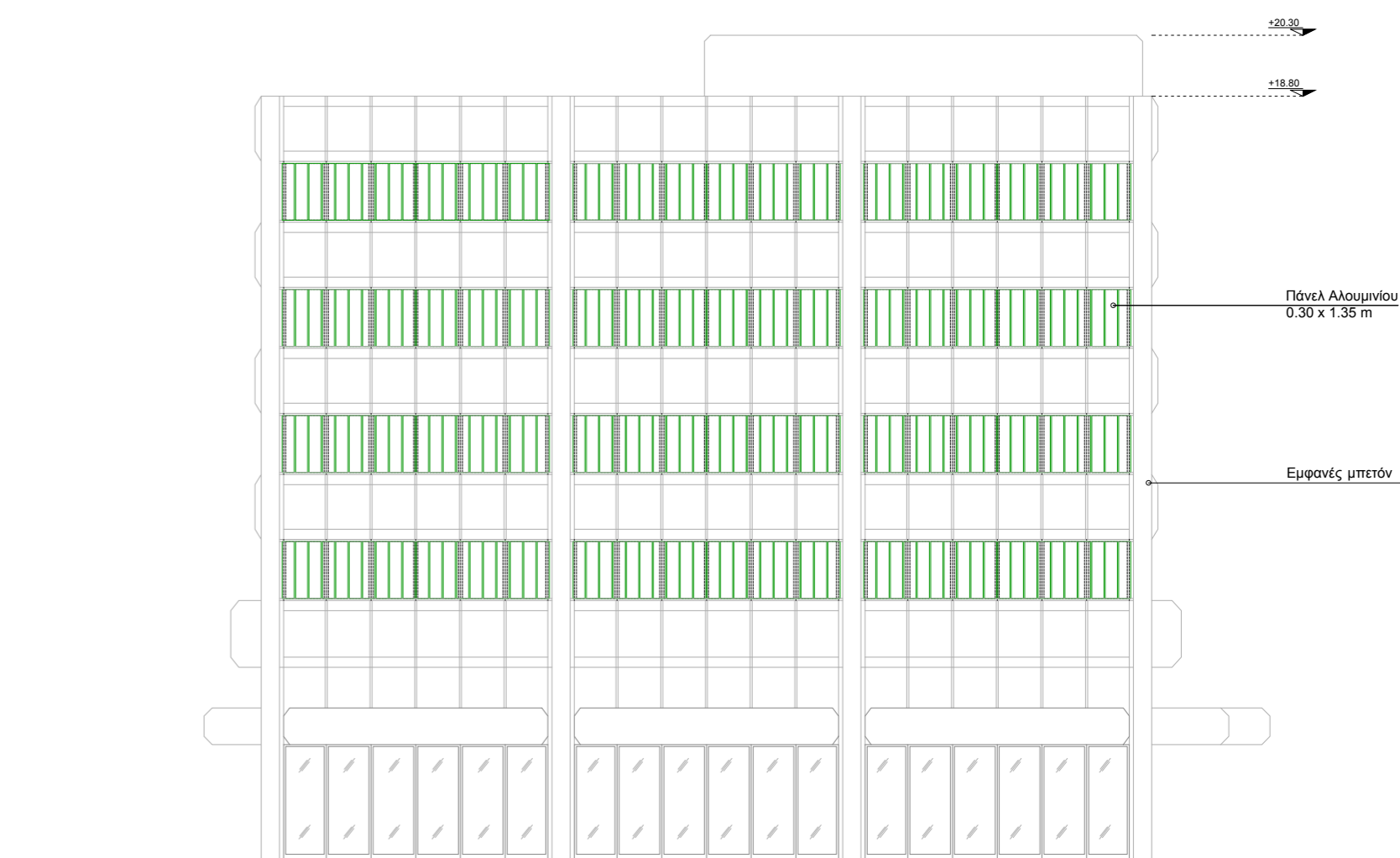
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:100



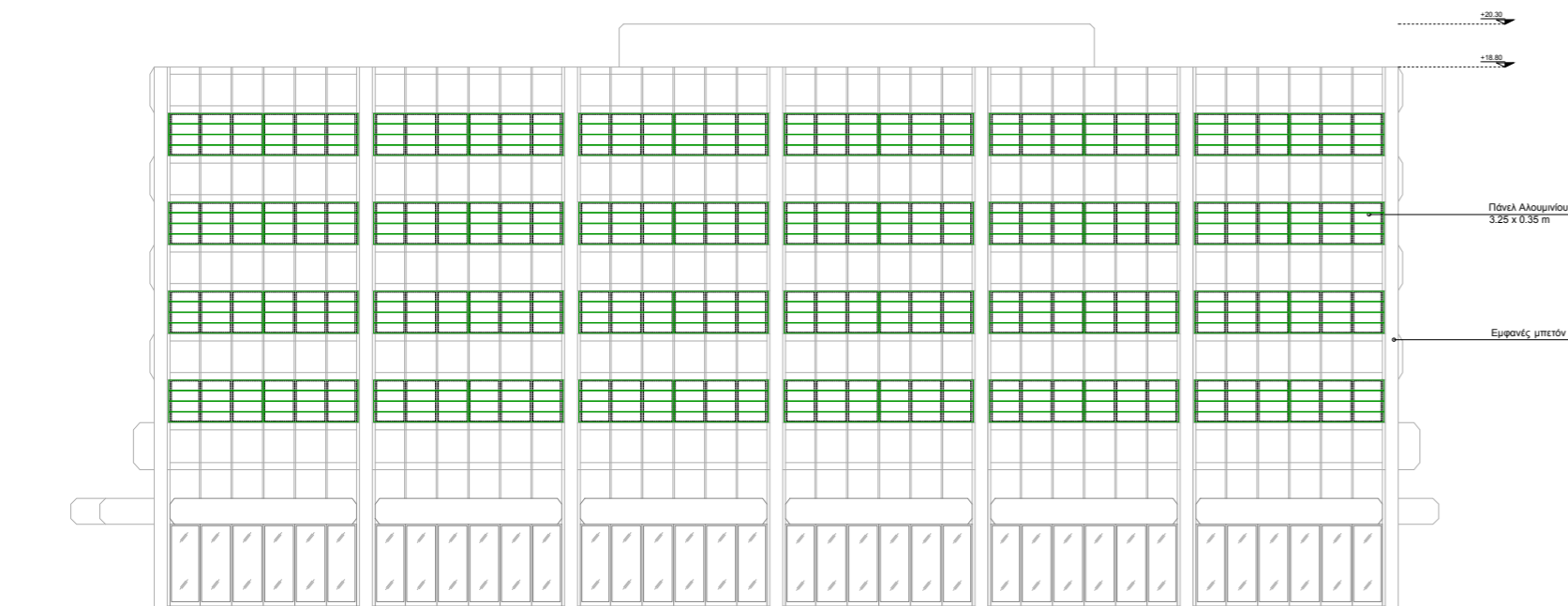
ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:100



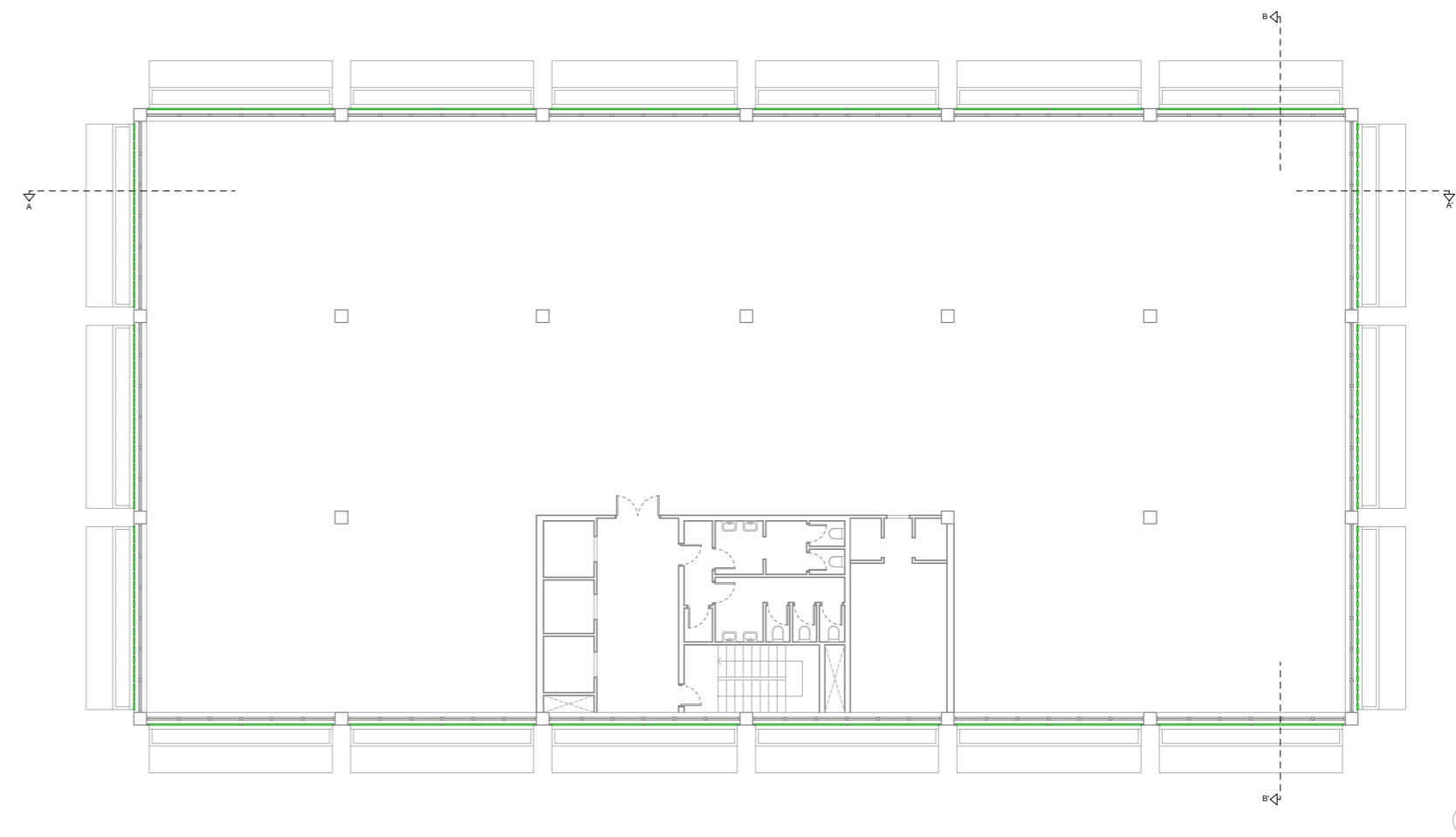
ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:100



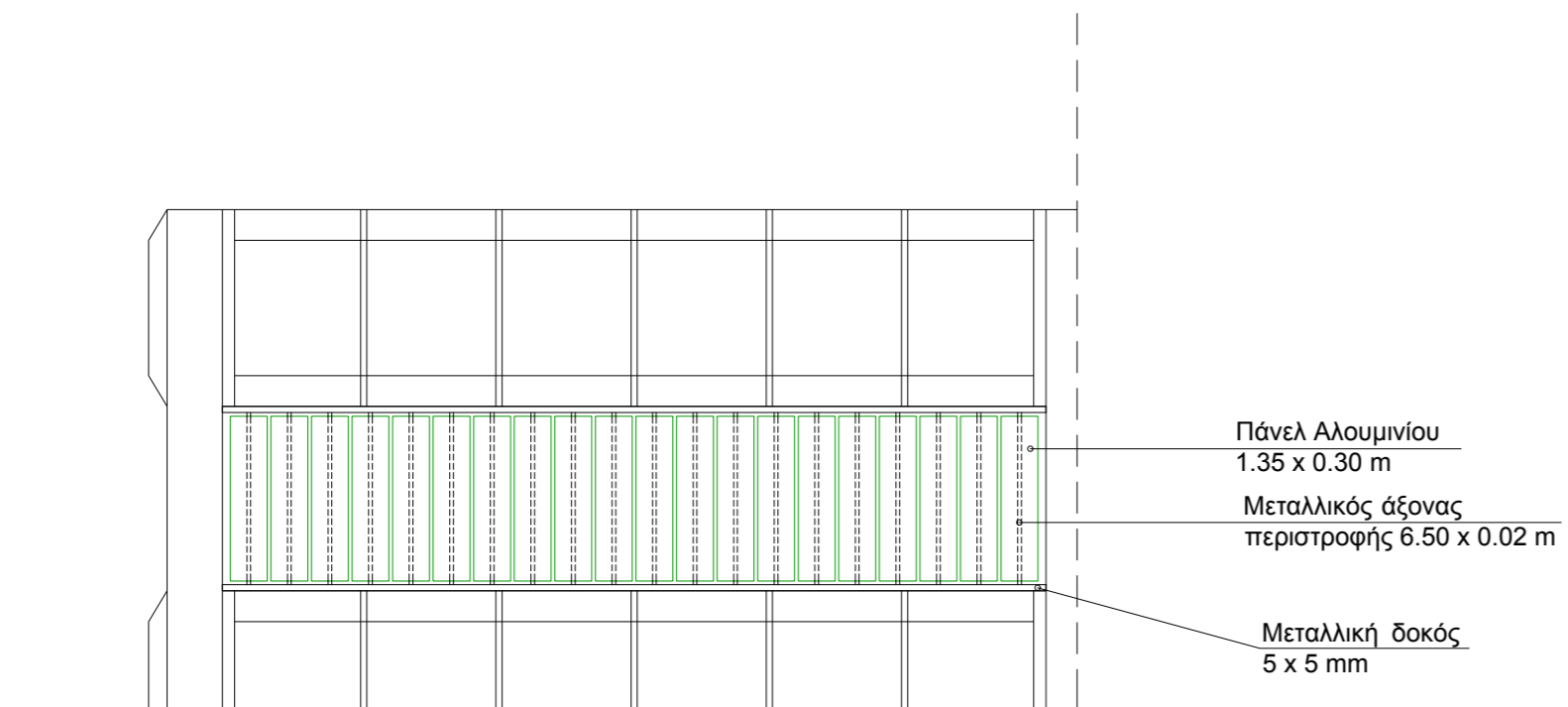
ΚΑΤΟΨΗ

Κλίμακα 1:100



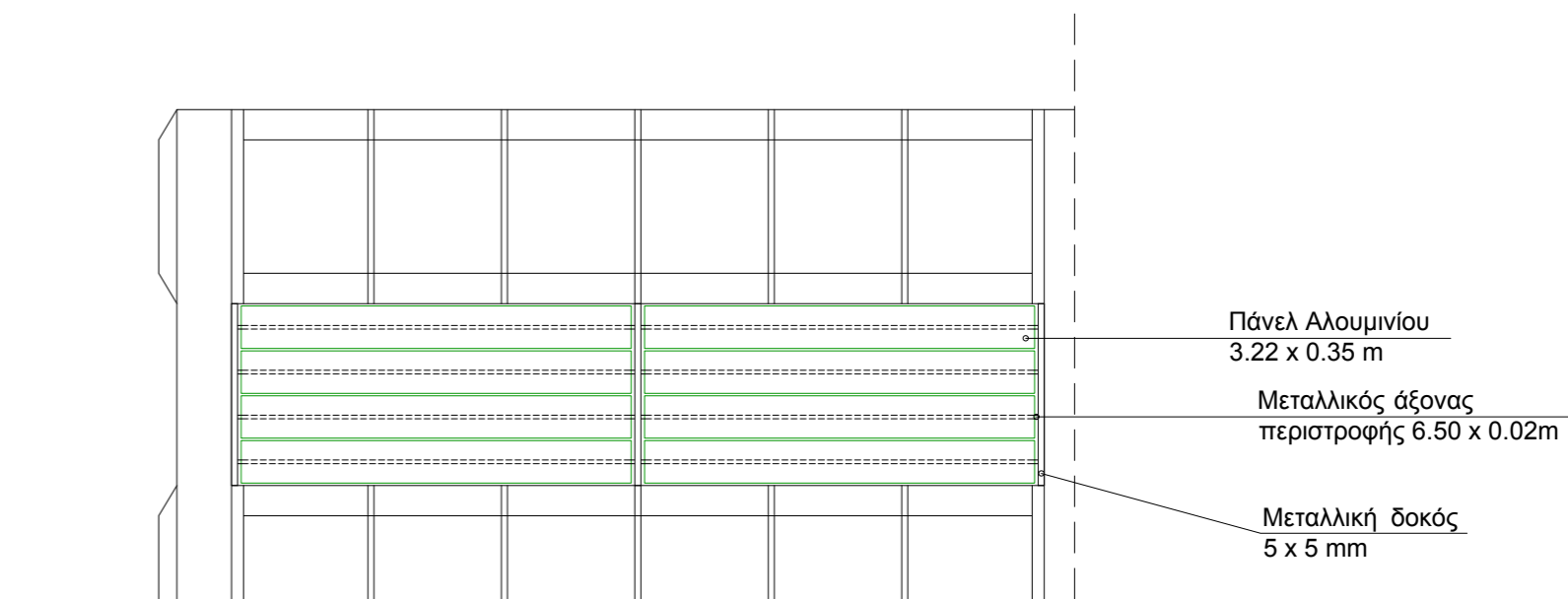
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ - ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:25



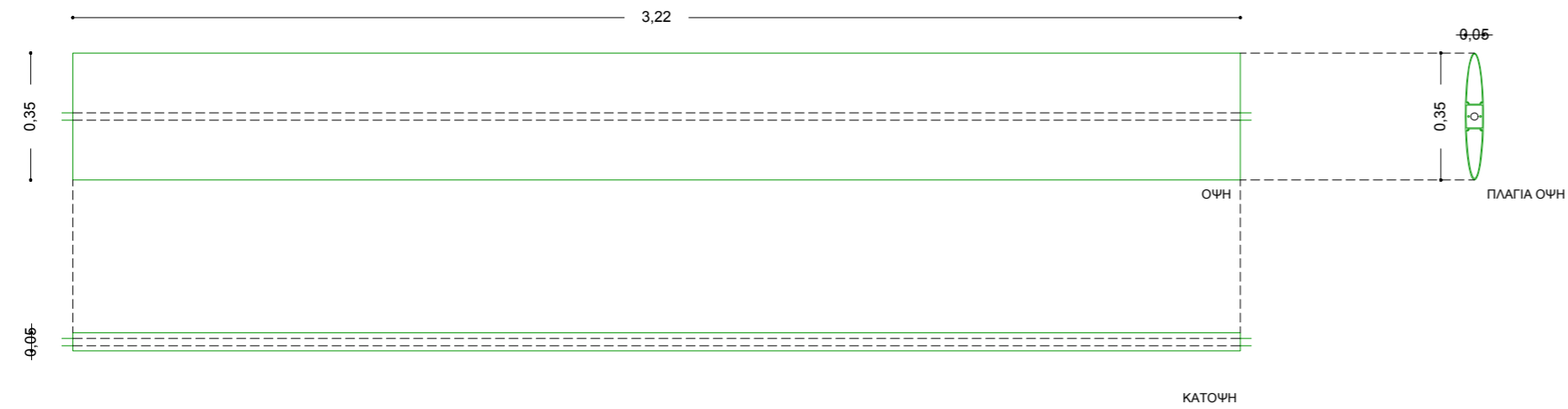
ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:25



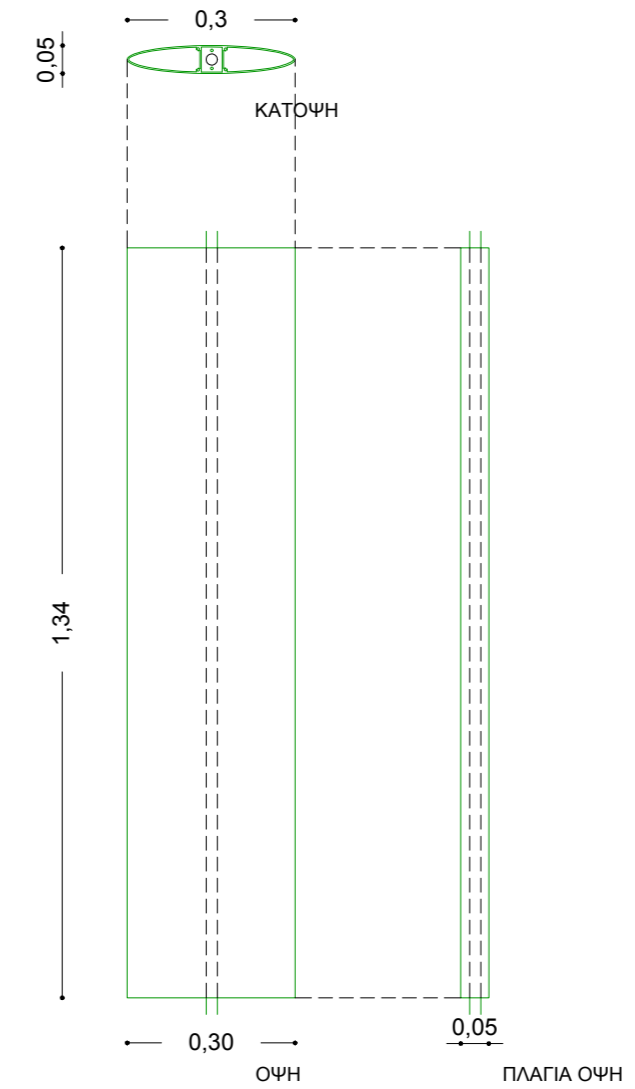
ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ/ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΠΑΝΕΛ

Κλίμακα 1:10



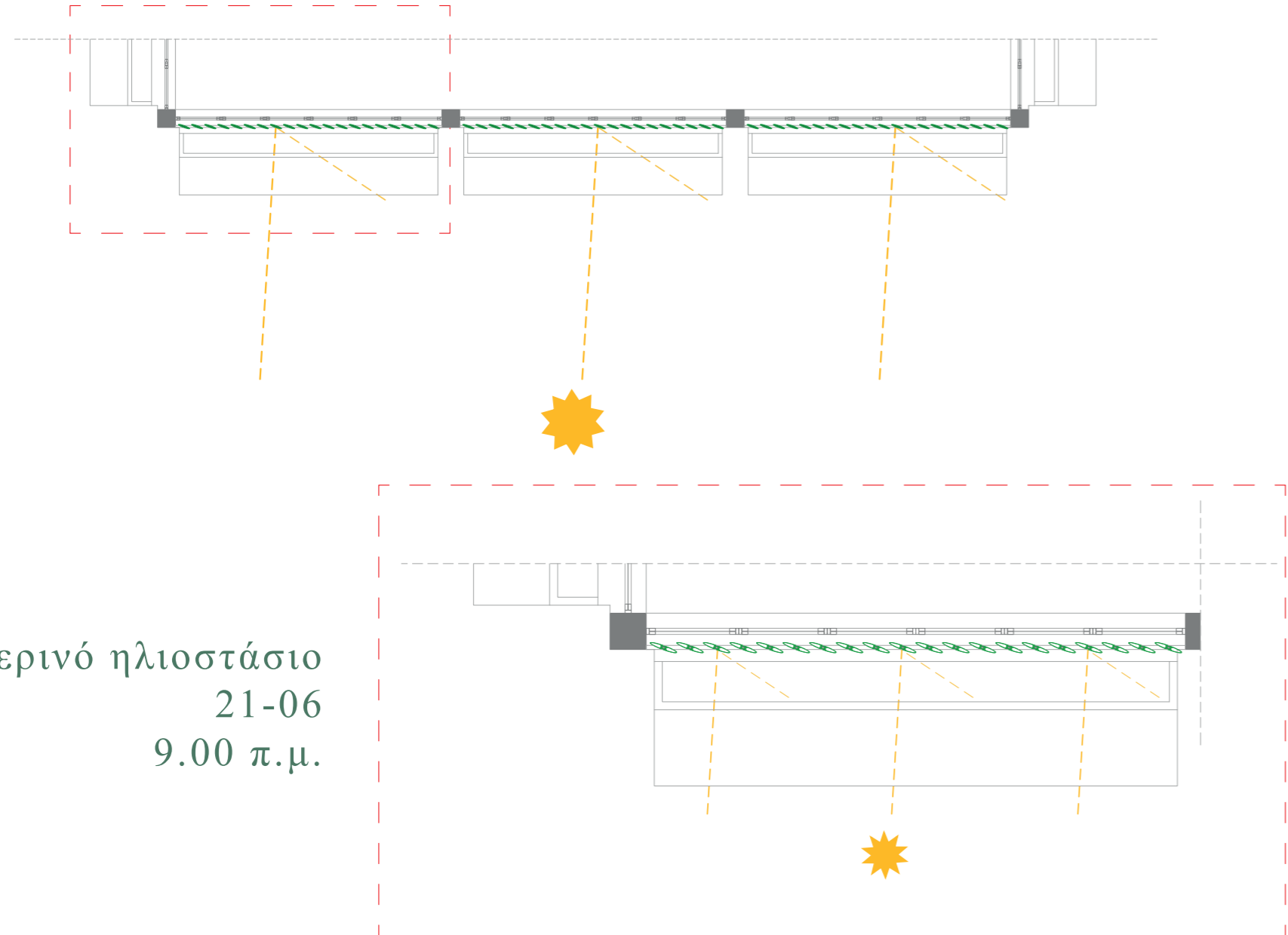
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ - ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ/ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΠΑΝΕΛ

Κλίμακα 1:10



ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

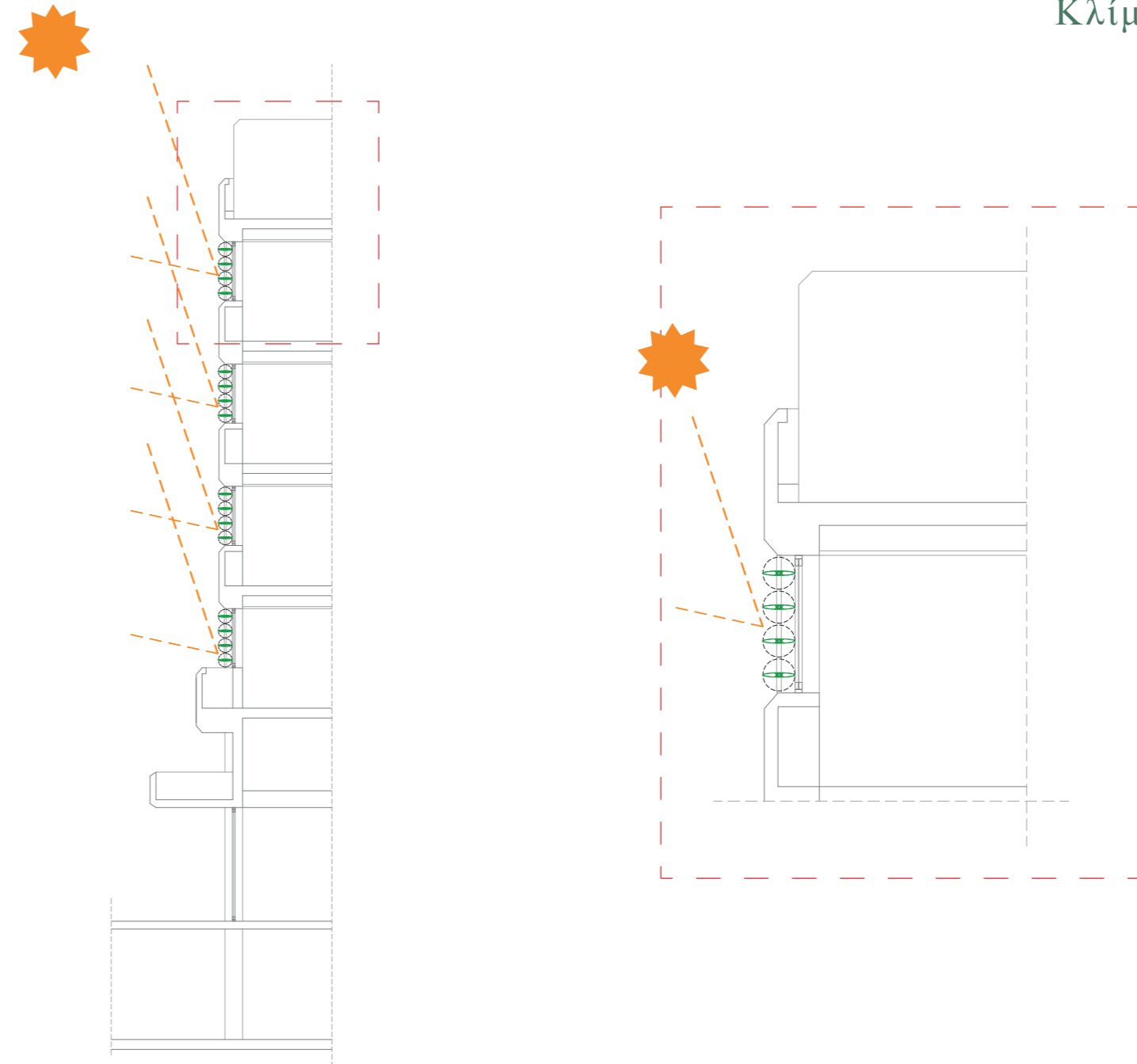
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Θερινό ηλιοστάσιο
21-06
9.00 π.μ.

ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

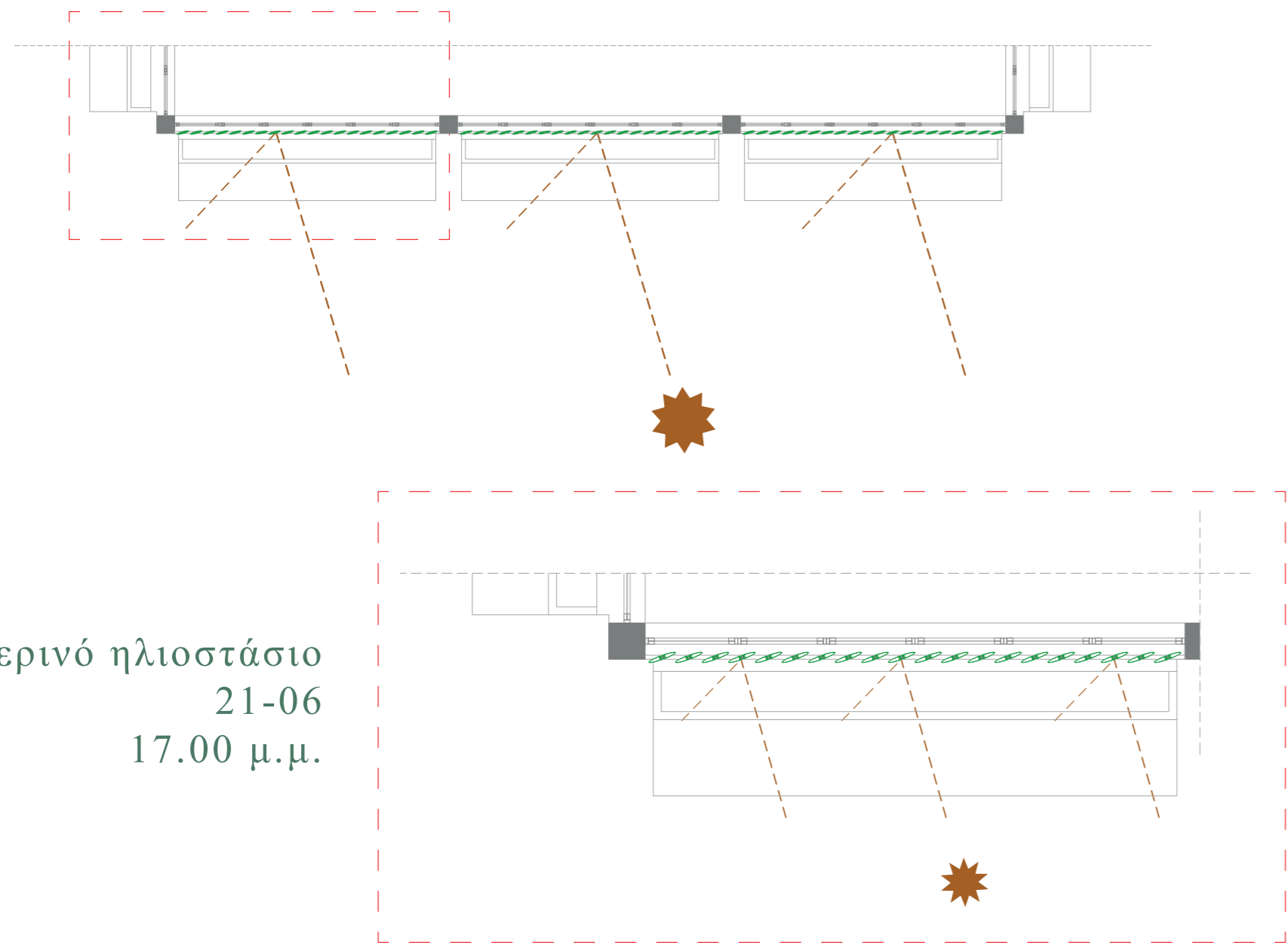
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Θερινό ηλιοστάσιο
21-06
13.00 μ.μ.

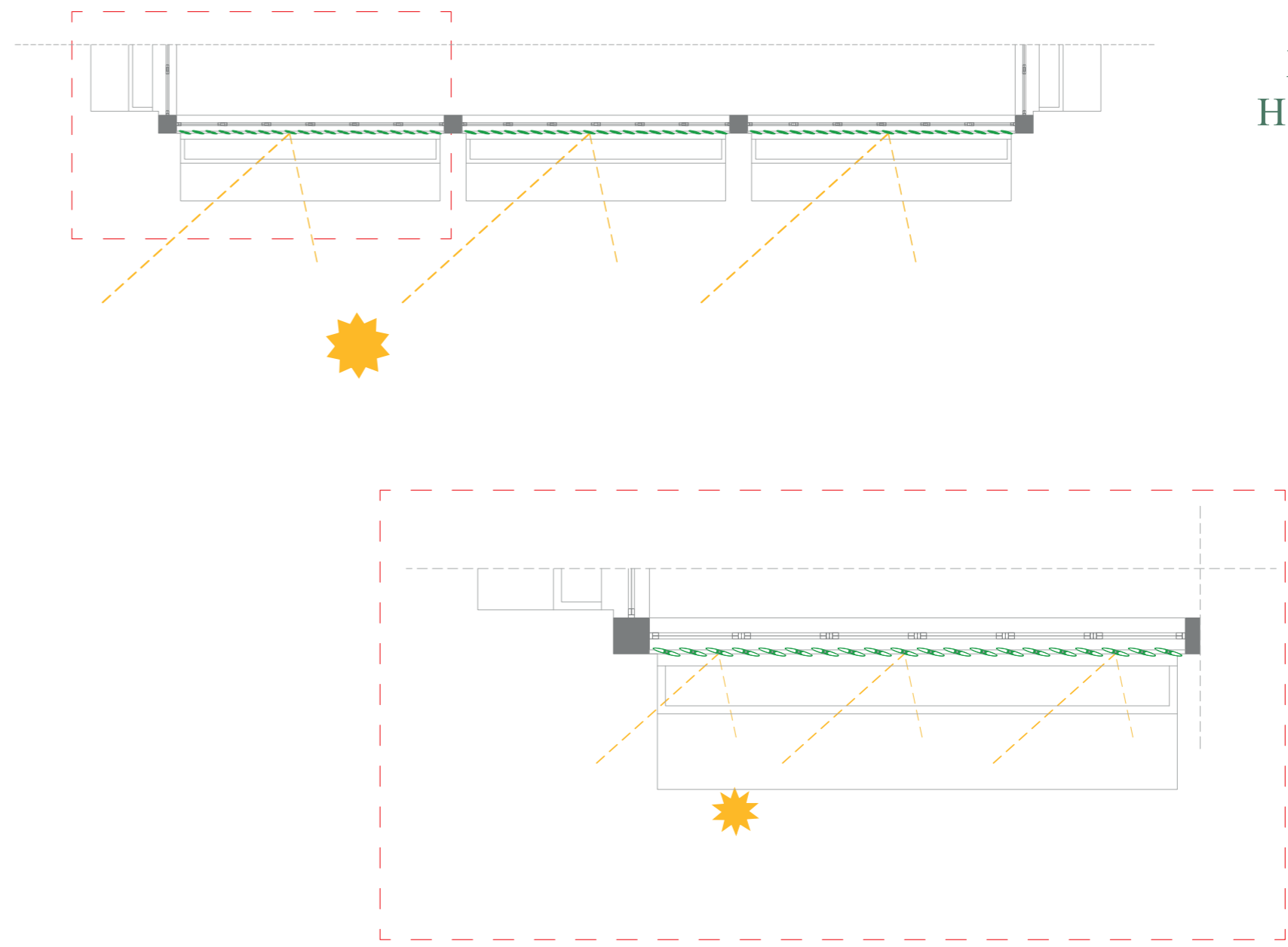
ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

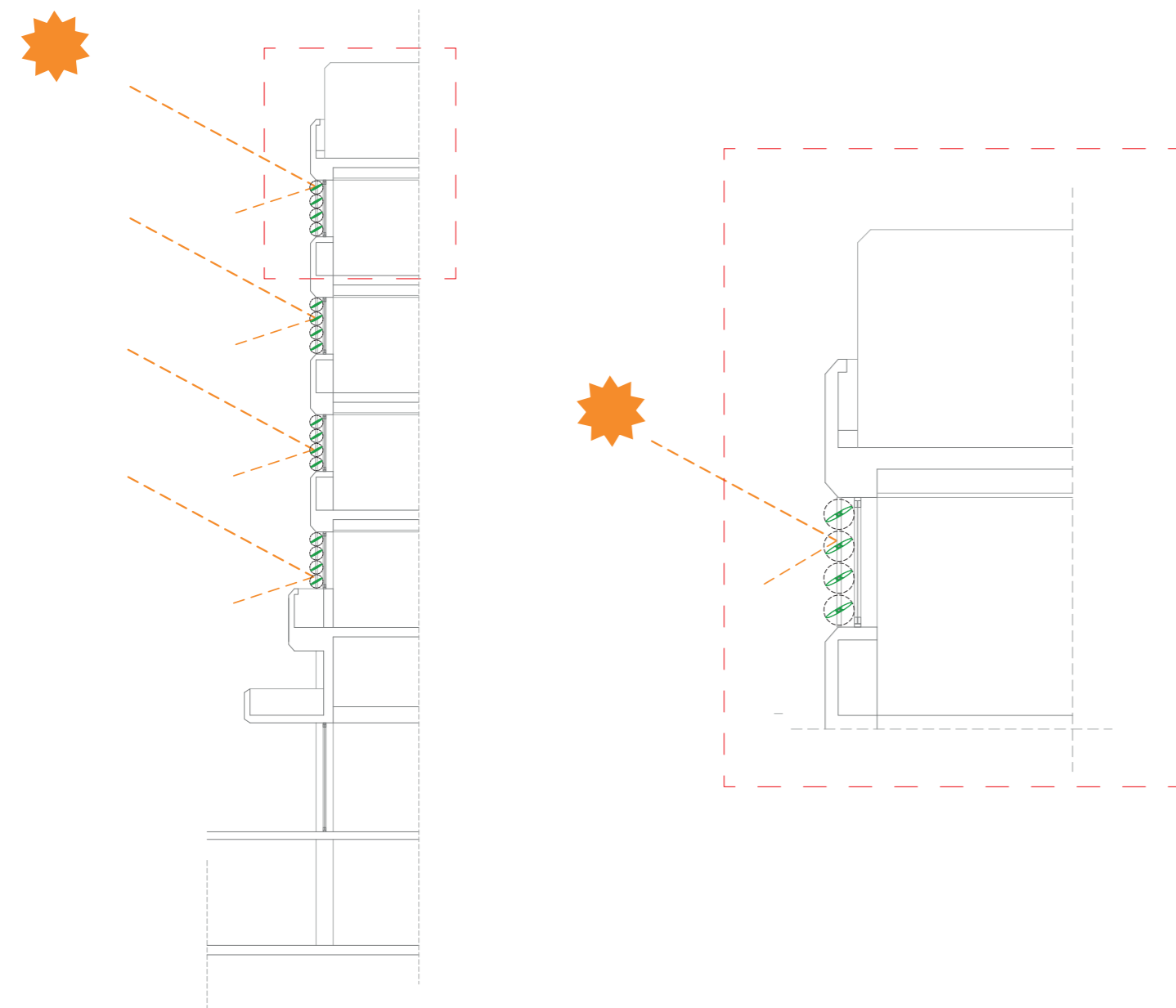
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Χειμερινό
Ηλιοστάσιο
21-12
9.00 π.μ.

ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

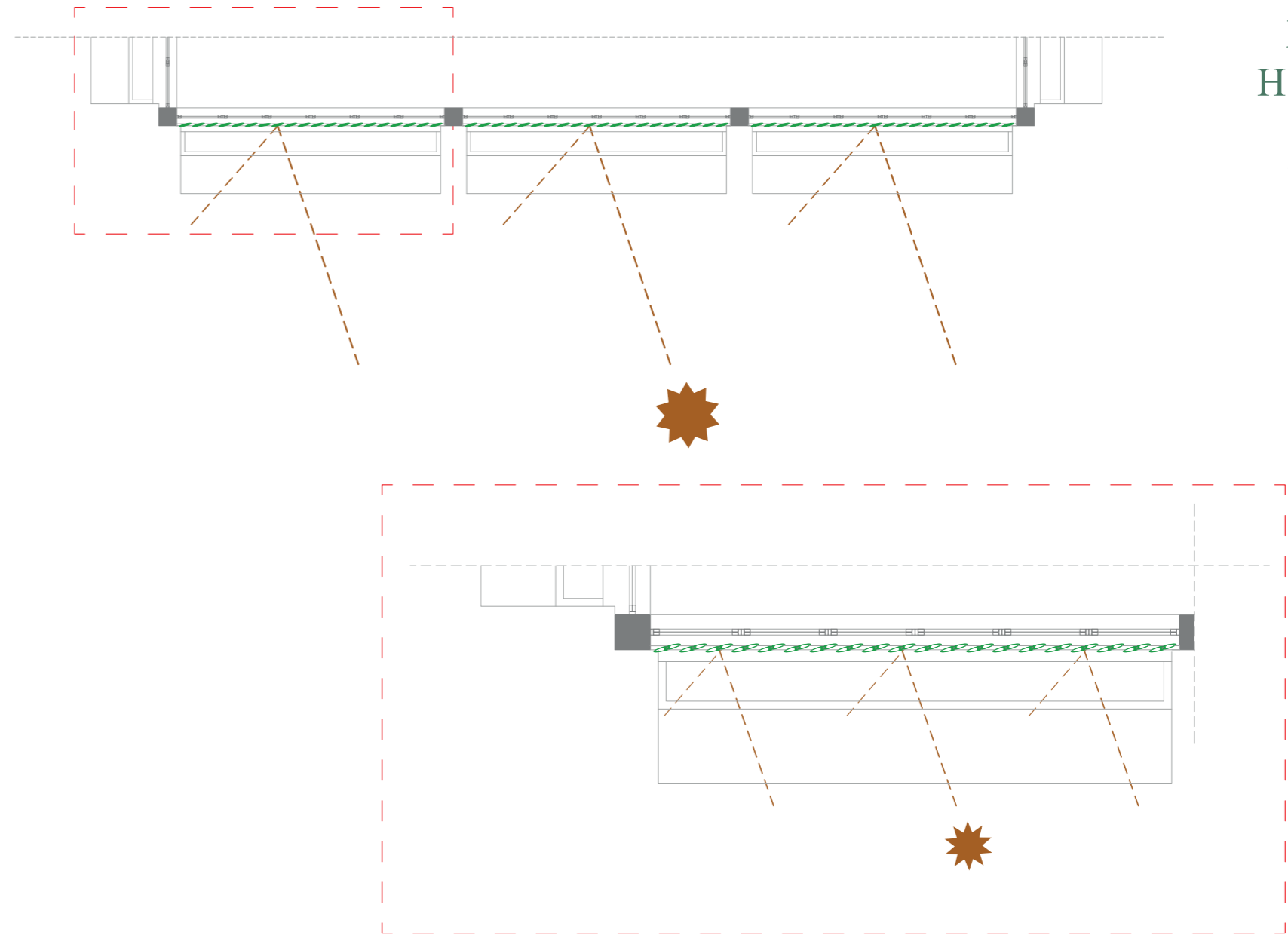
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Χειμερινό
Ηλιοστάσιο
21-12
13.00 μ.μ.

ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

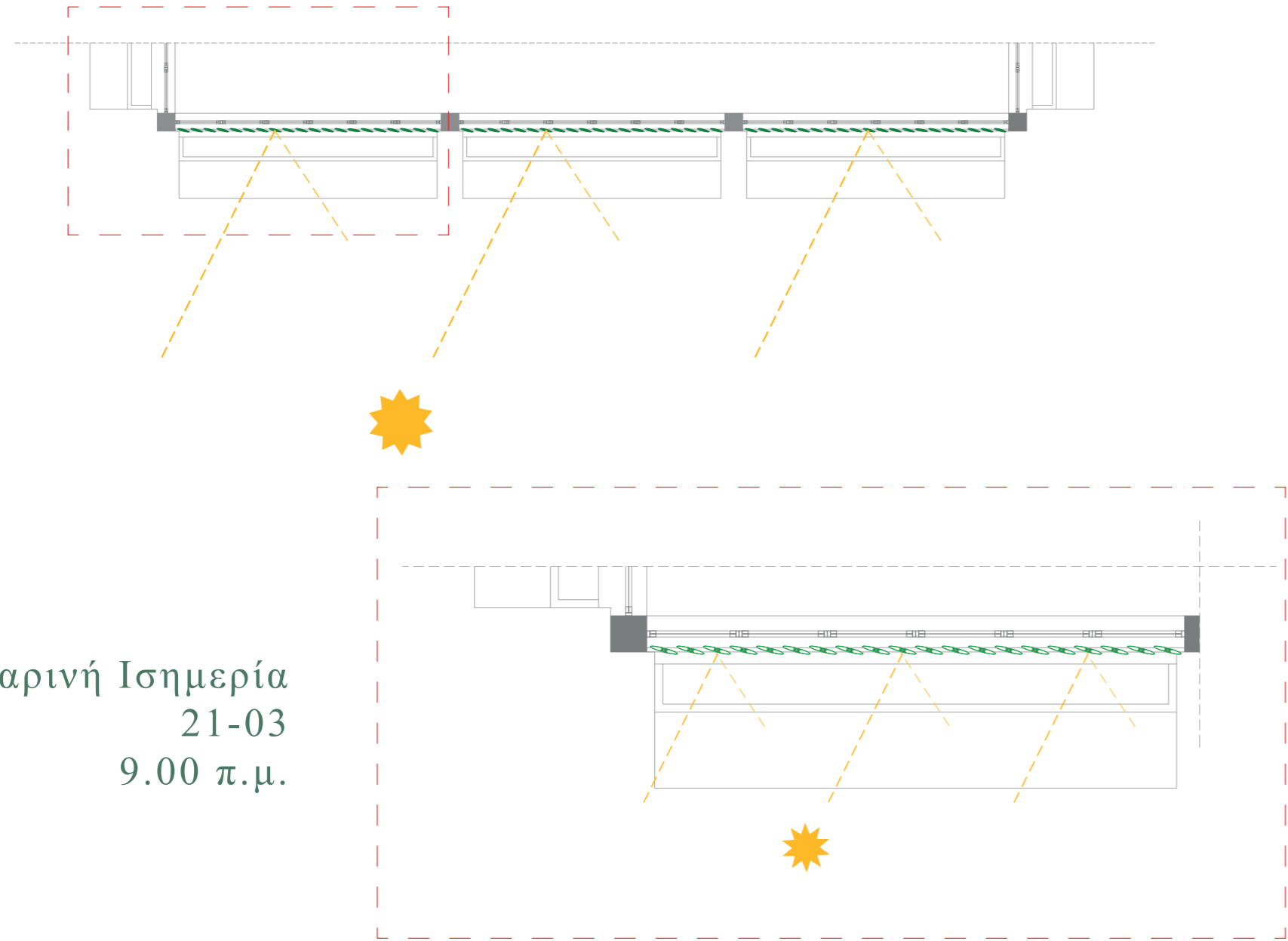
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Χειμερινό
Ηλιοστάσιο
21-12
17.00 μ.μ.

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

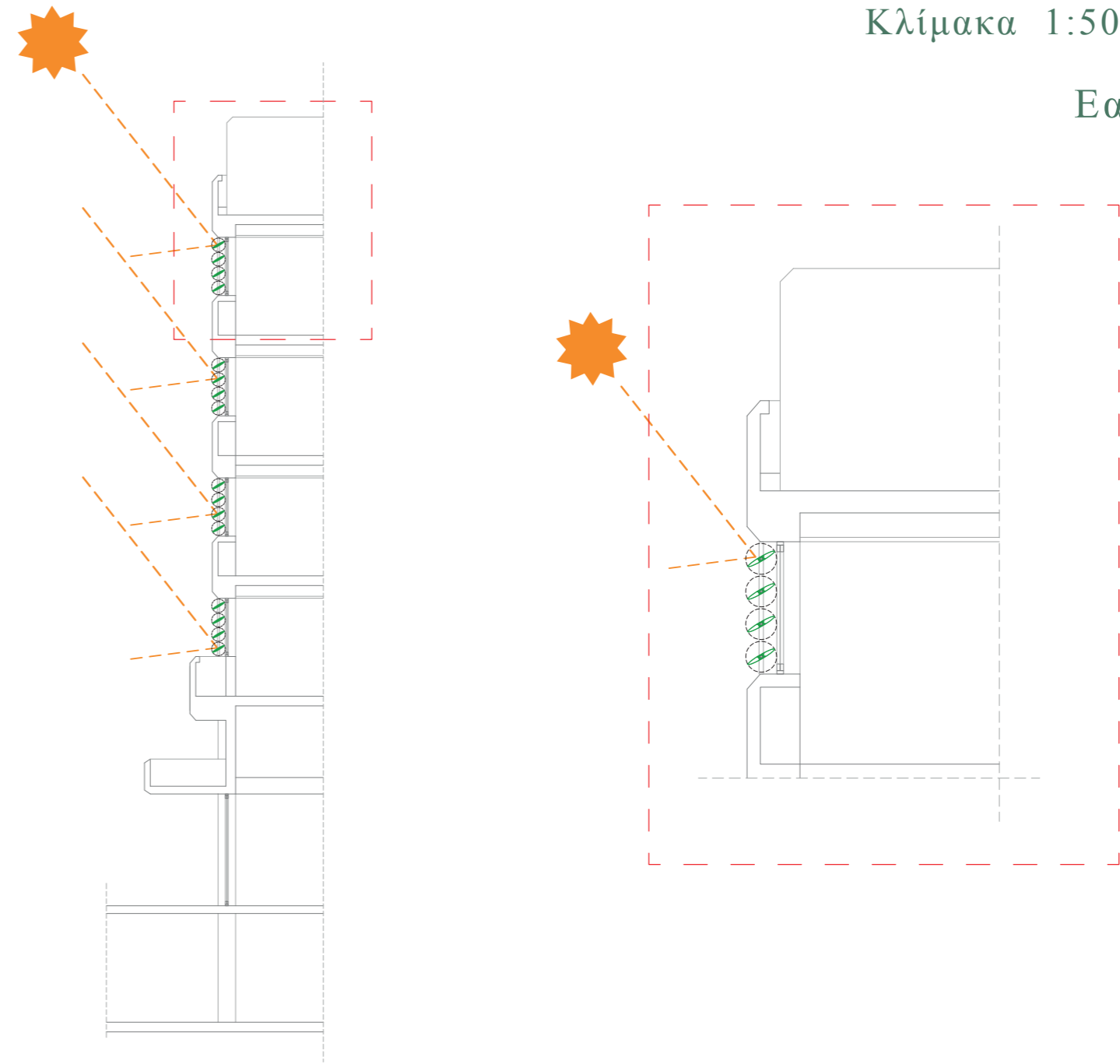
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Εαρινή Ισημερία
21-03
9.00 π.μ.

ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

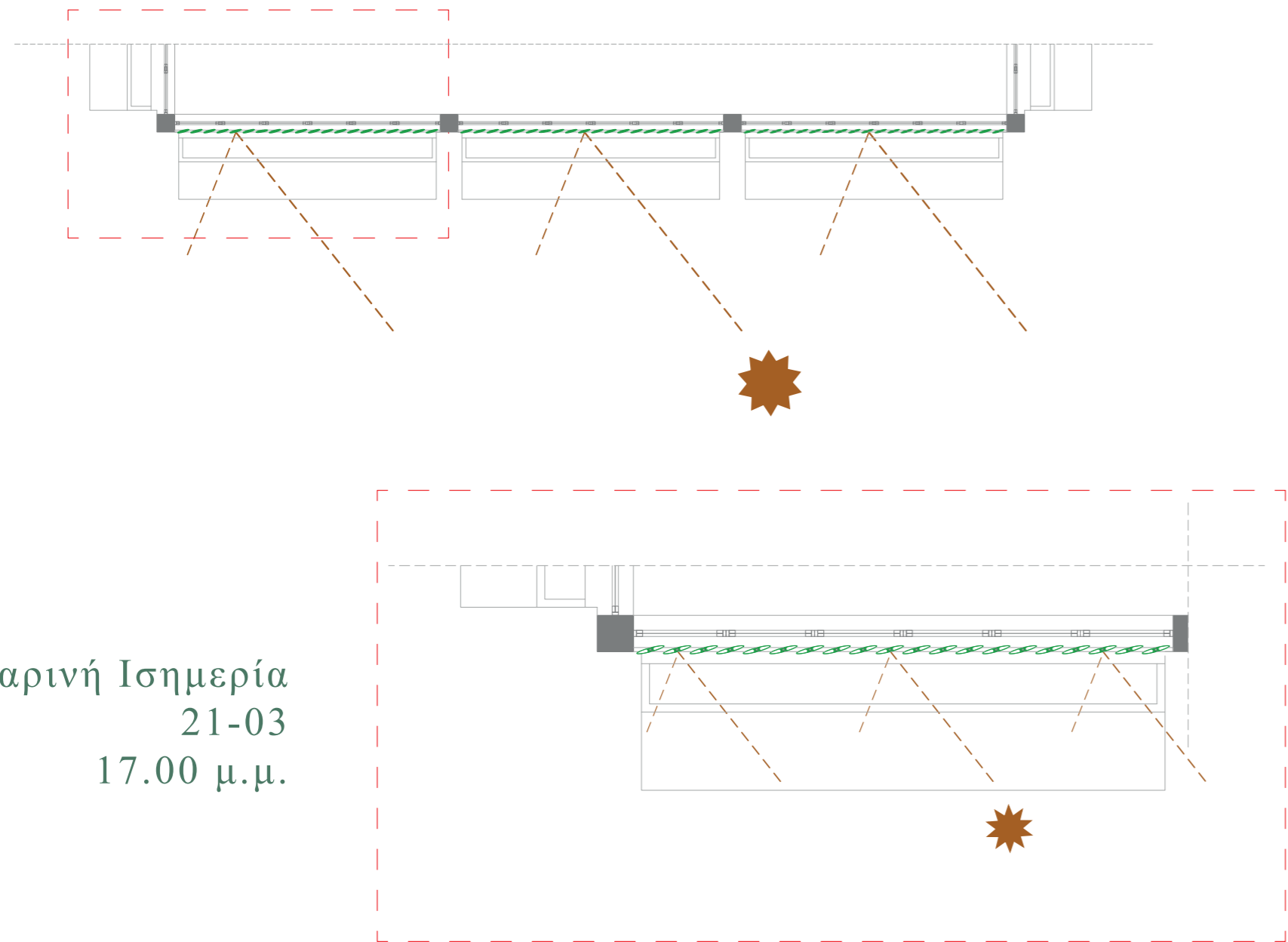
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Εαρινή Ισημερία
21-03
13.00 μ.μ.

ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

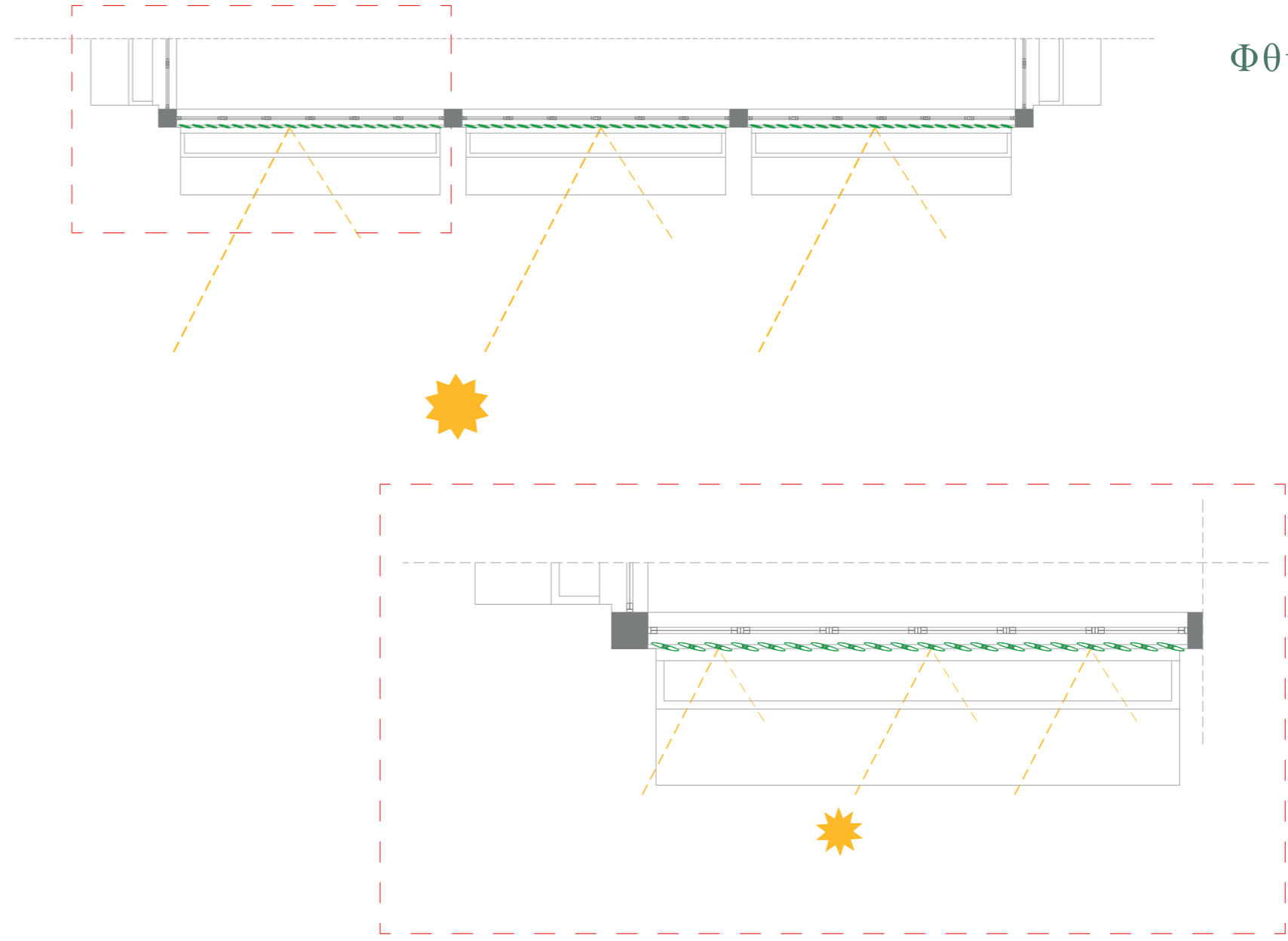
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25



Εαρινή Ισημερία
21-03
17.00 μ.μ.

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25

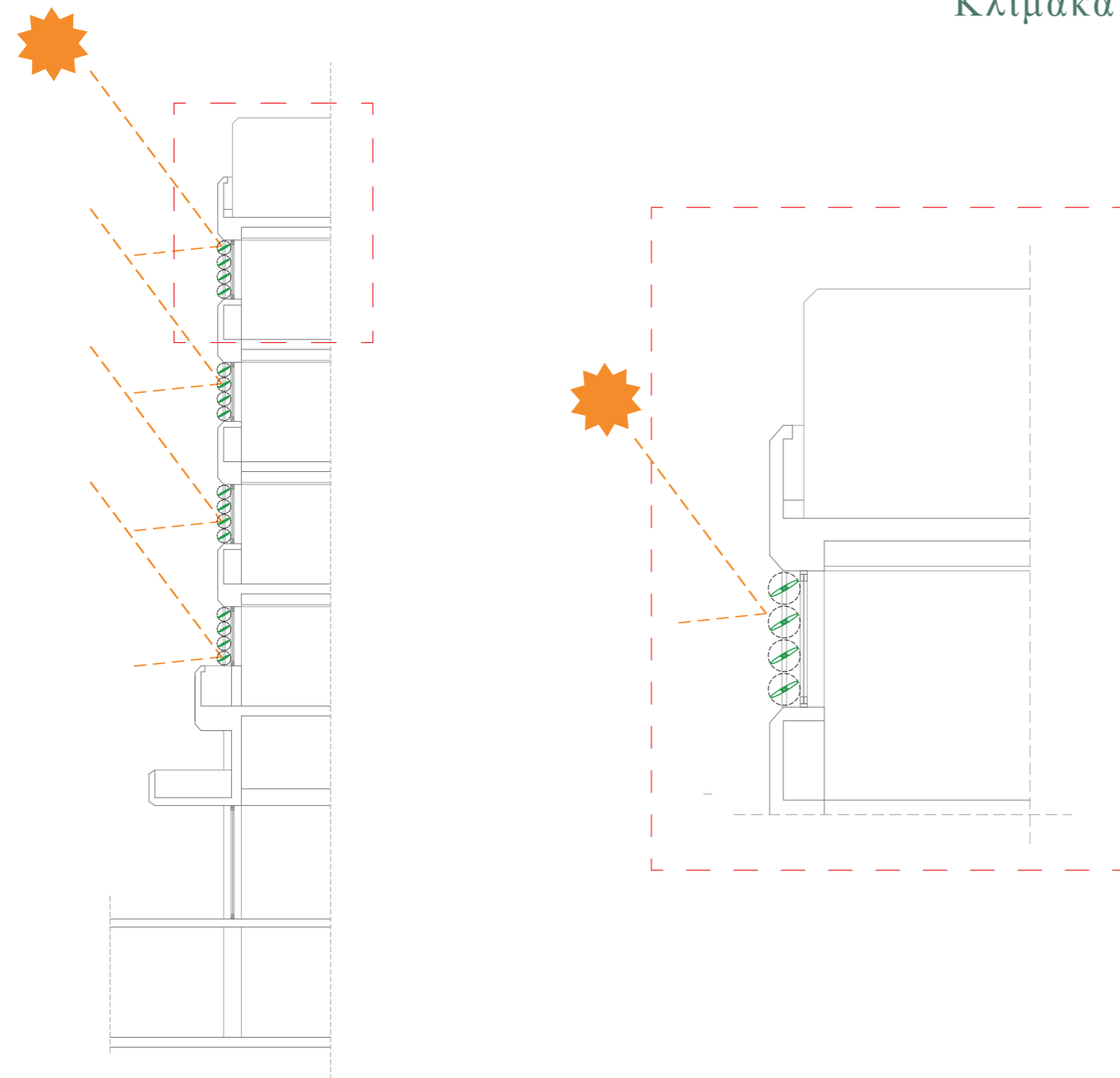


Φθινοπωρινή
Ισημερία
21-09
9.00 π.μ.

ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ

Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25

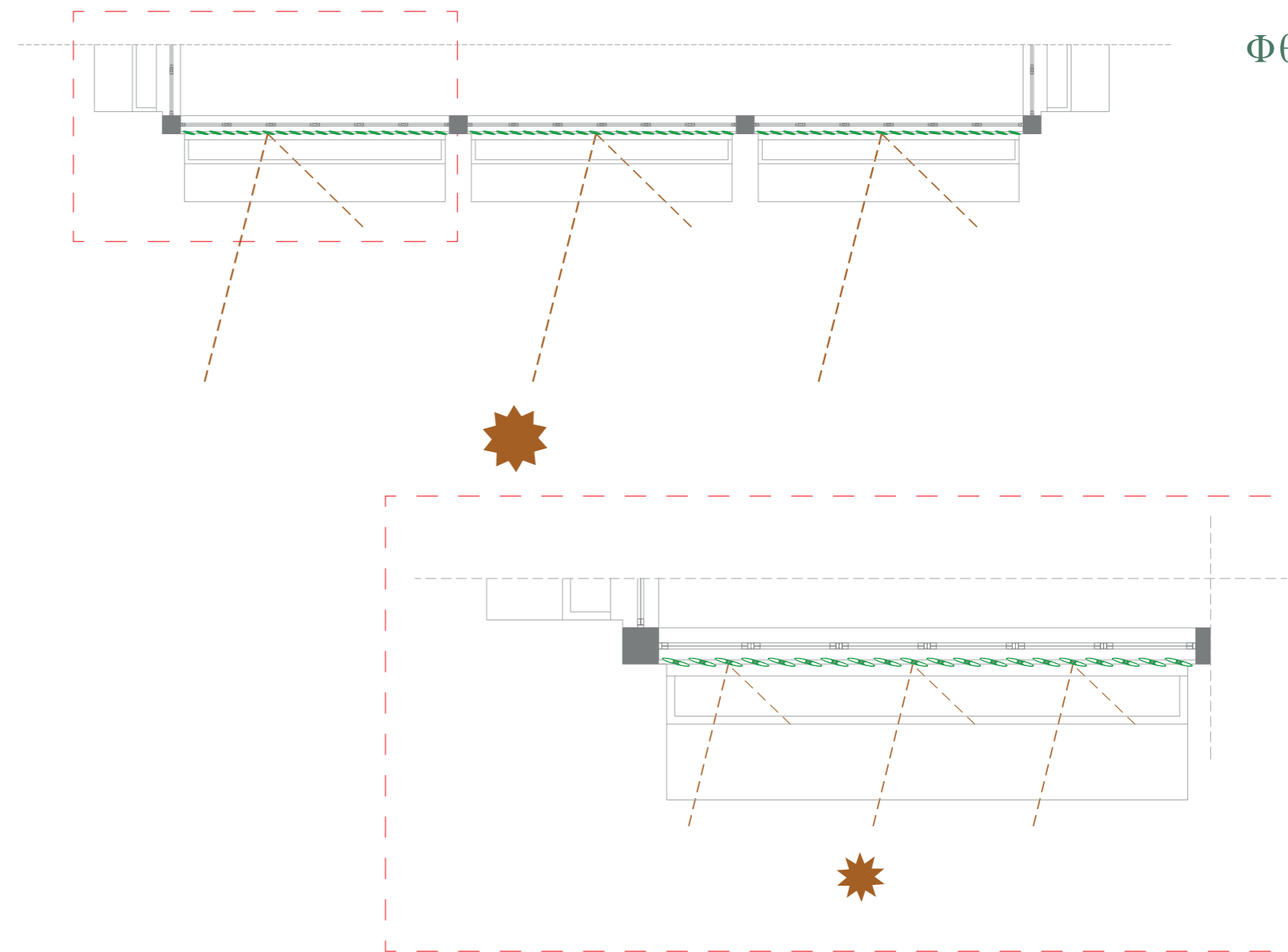
Φθινοπωρινή
Ισημερία
21-09
13.00 μ.μ.



ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

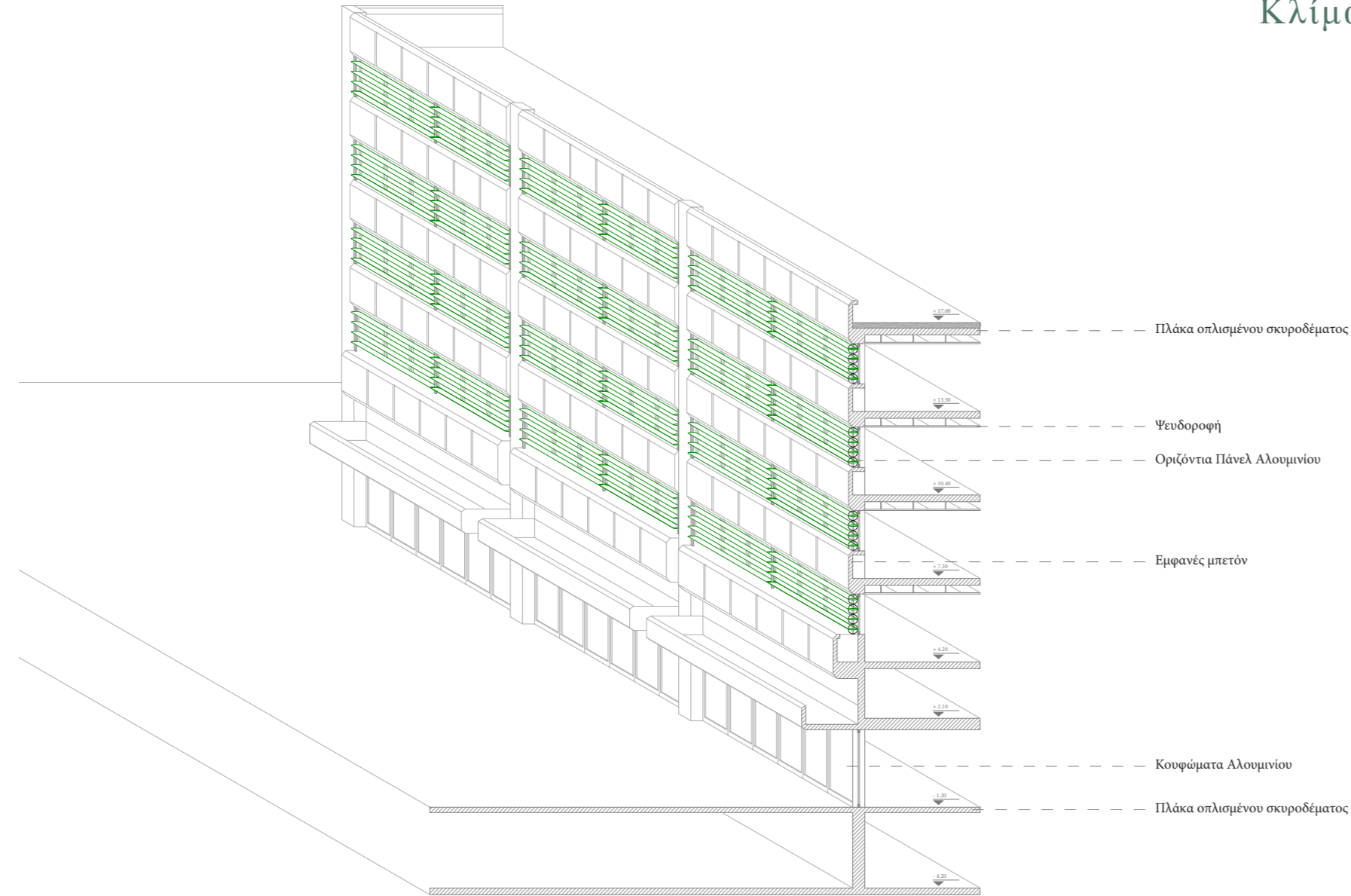
Κλίμακα 1:50 / Κλίμακα 1:25

Φθινοπωρινή
Ισημερία
21-09
17.00 μ.μ.



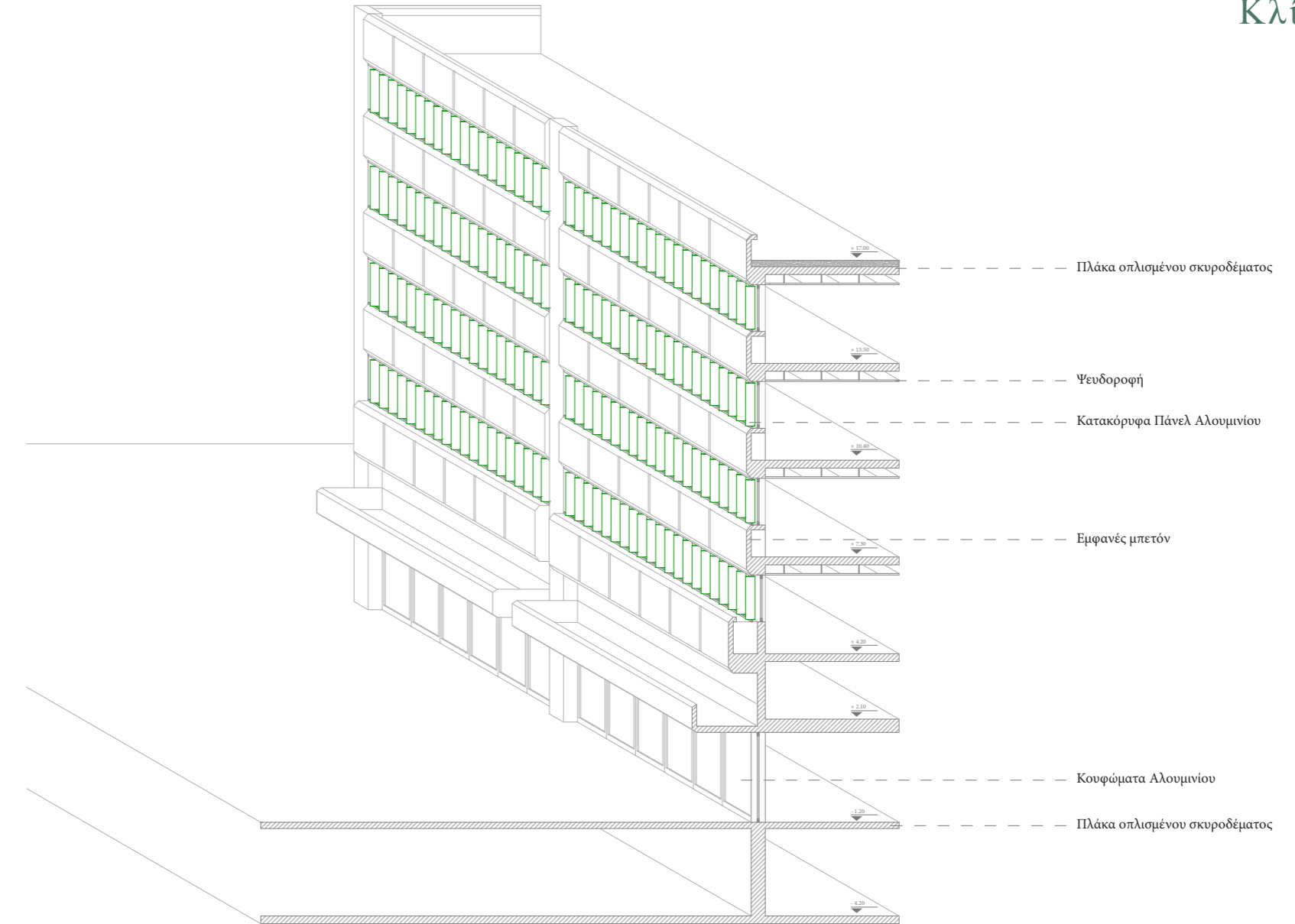
ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ - ΤΟΜΗ

Νότια Όψη
Κλίμακα 1:50



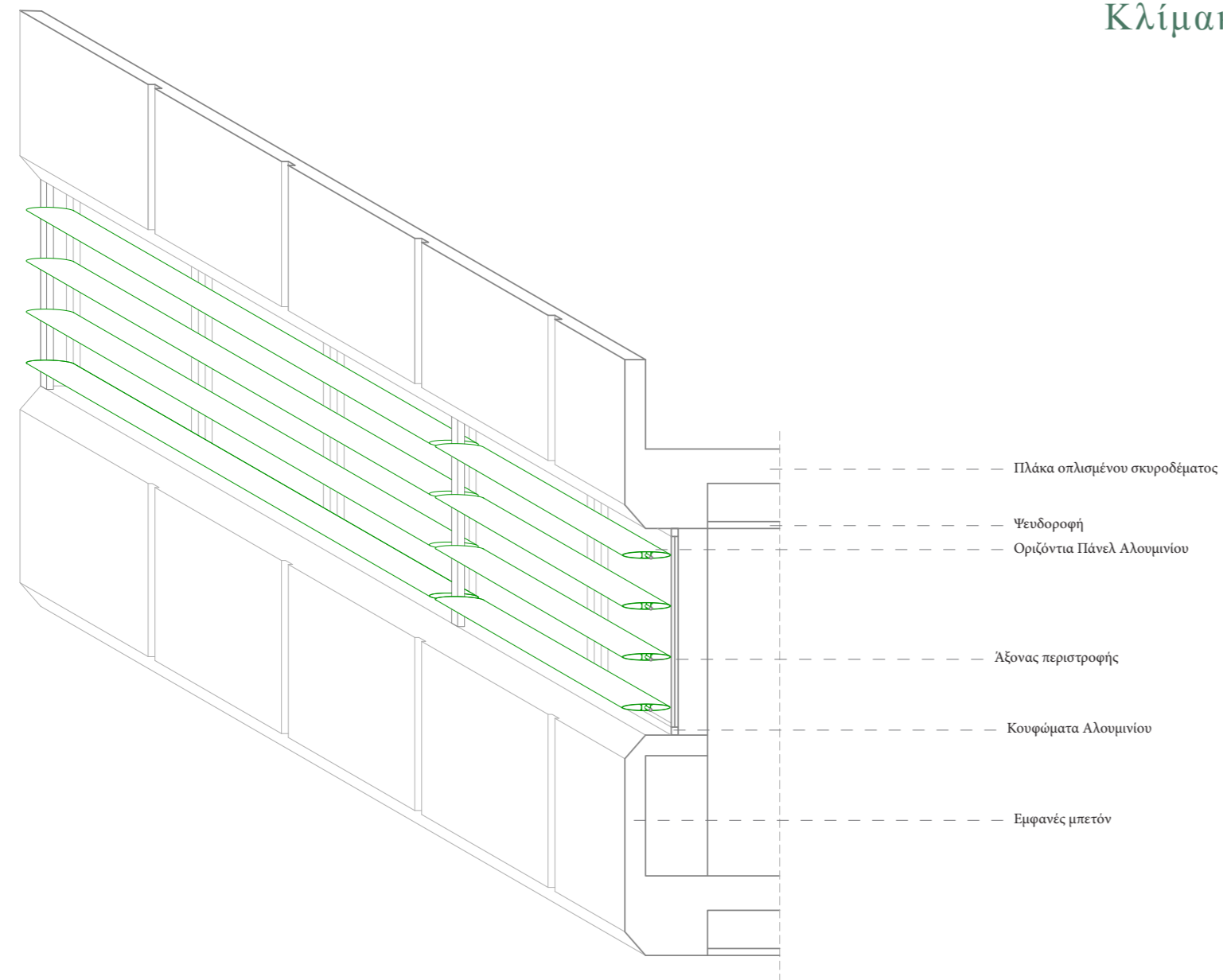
ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ - ΤΟΜΗ

Ανατολική και Δυτική όψη
Κλίμακα 1:50



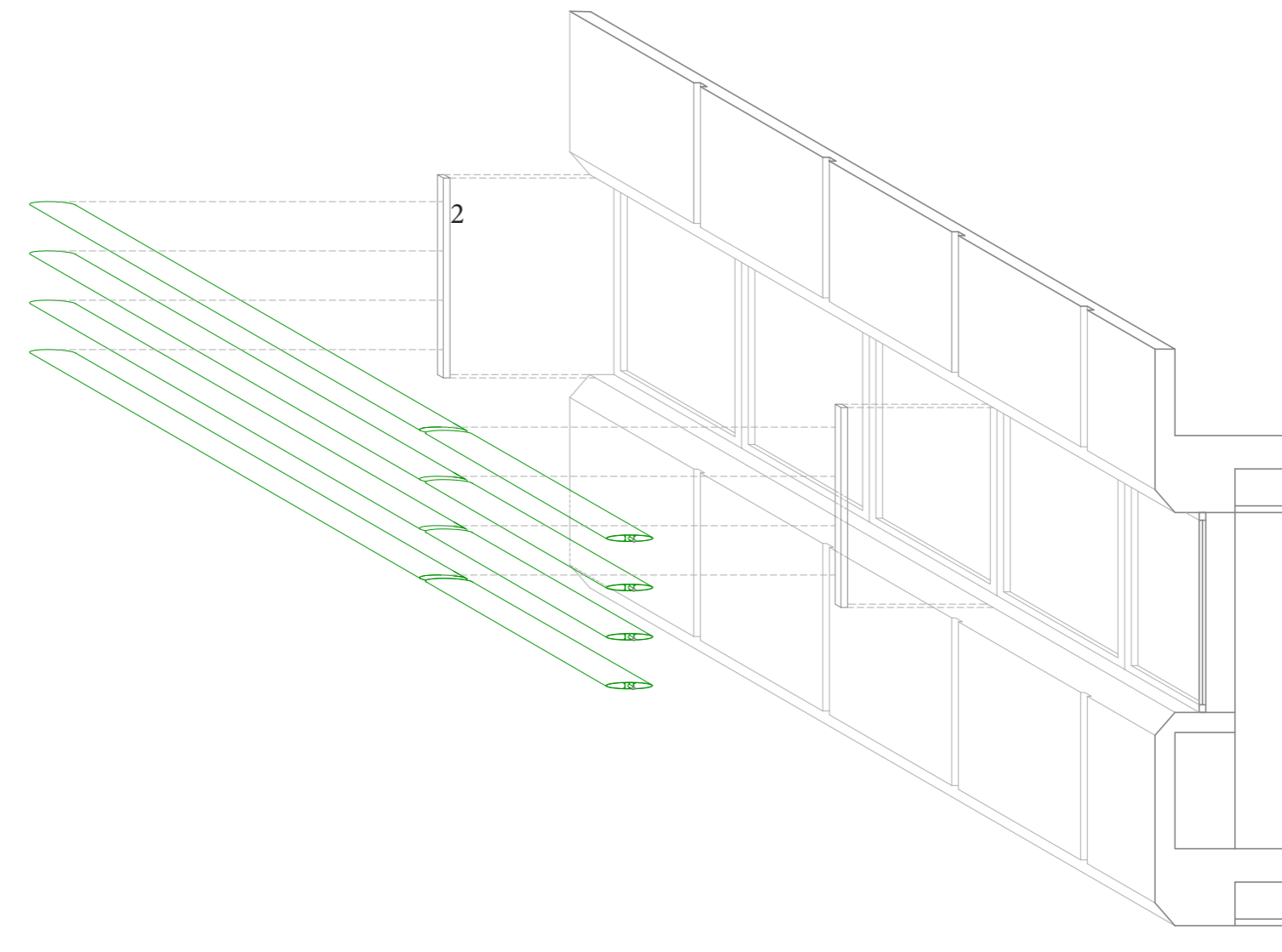
ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ

Νότια Όψη
Κλίμακα 1:25



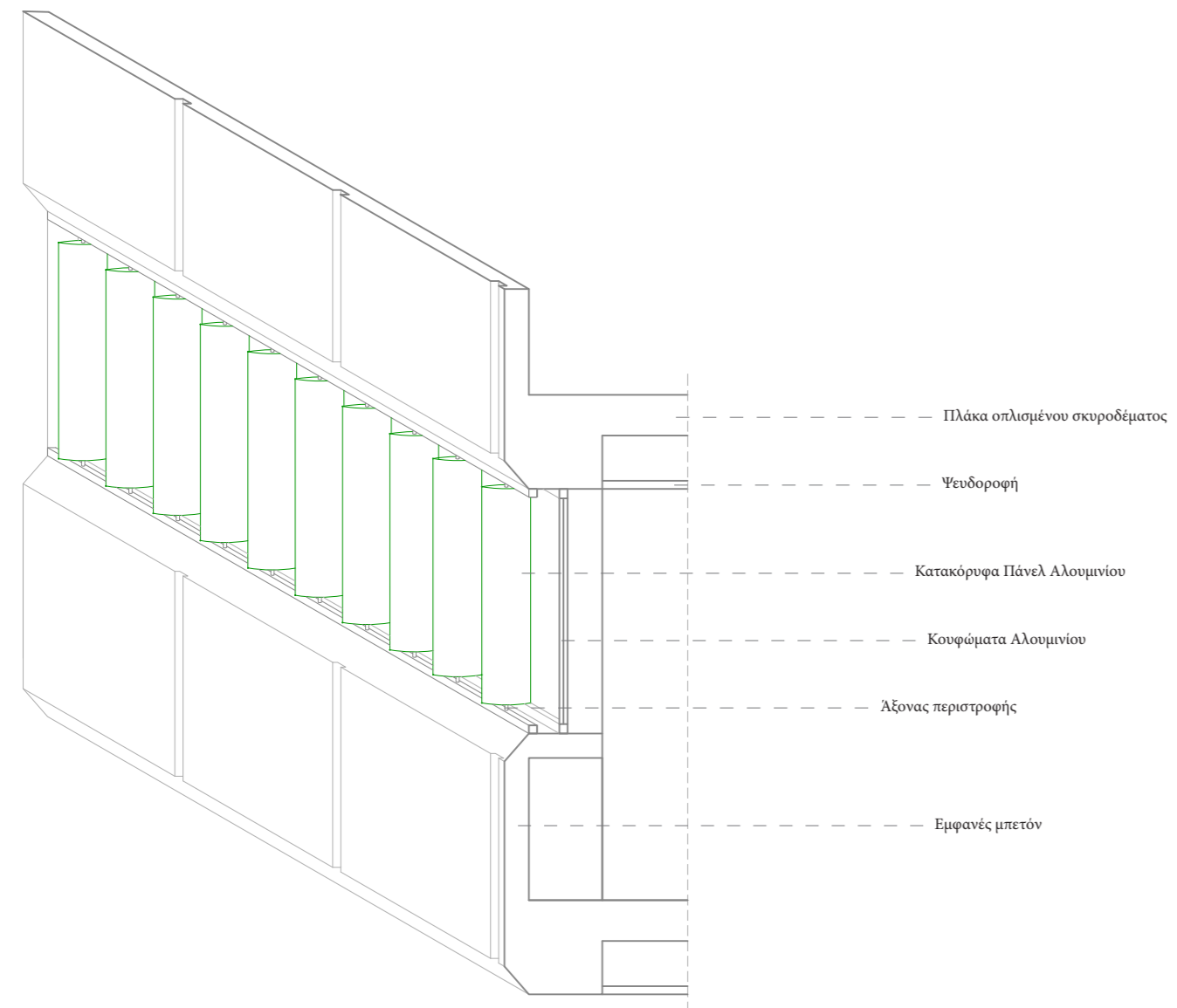
ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΣΕ ΕΚΡΗΞΗ

Νότια Όψη
Κλίμακα 1:25



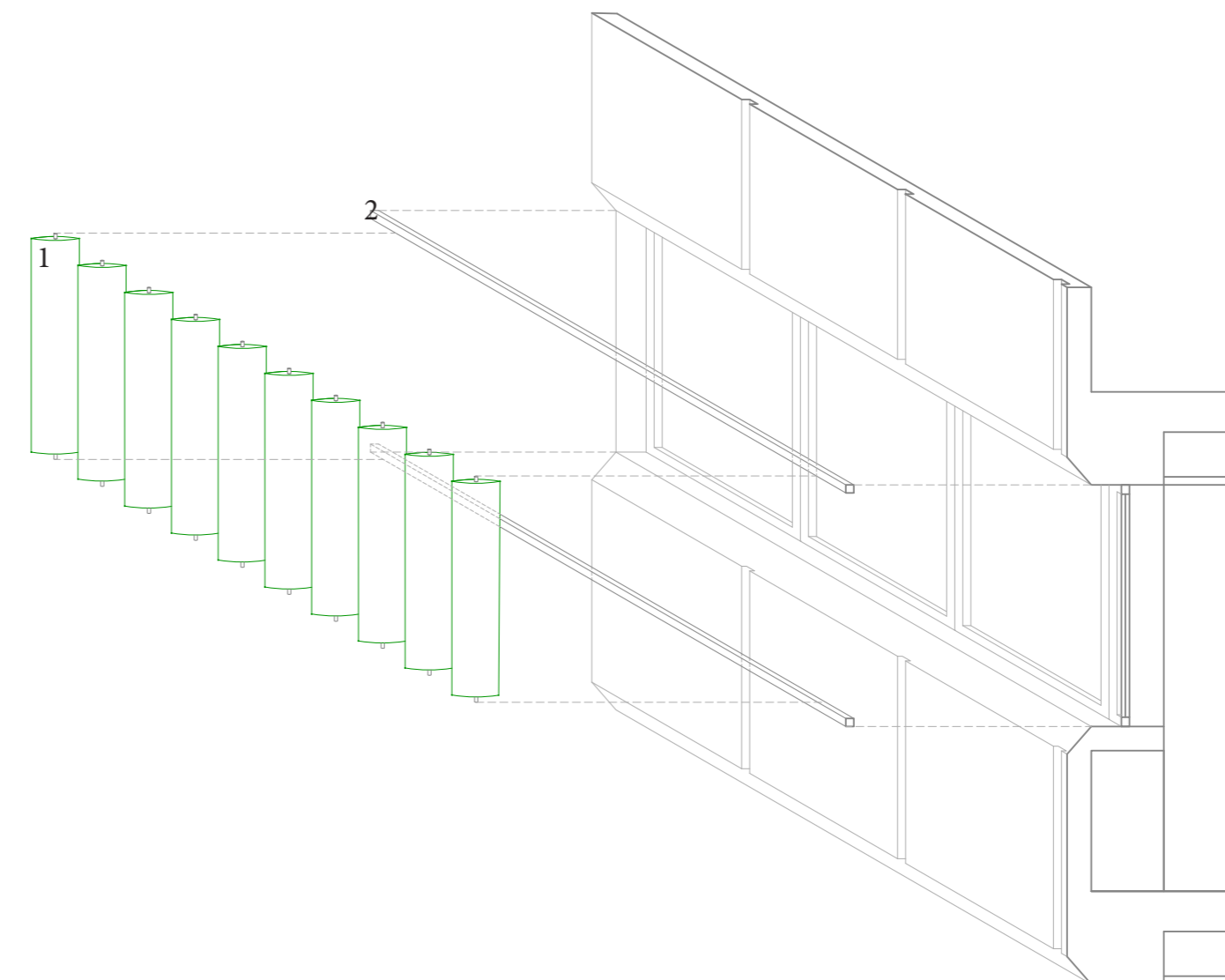
ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ

Ανατολική και Δυτική Όψη
Κλίμακα 1:25



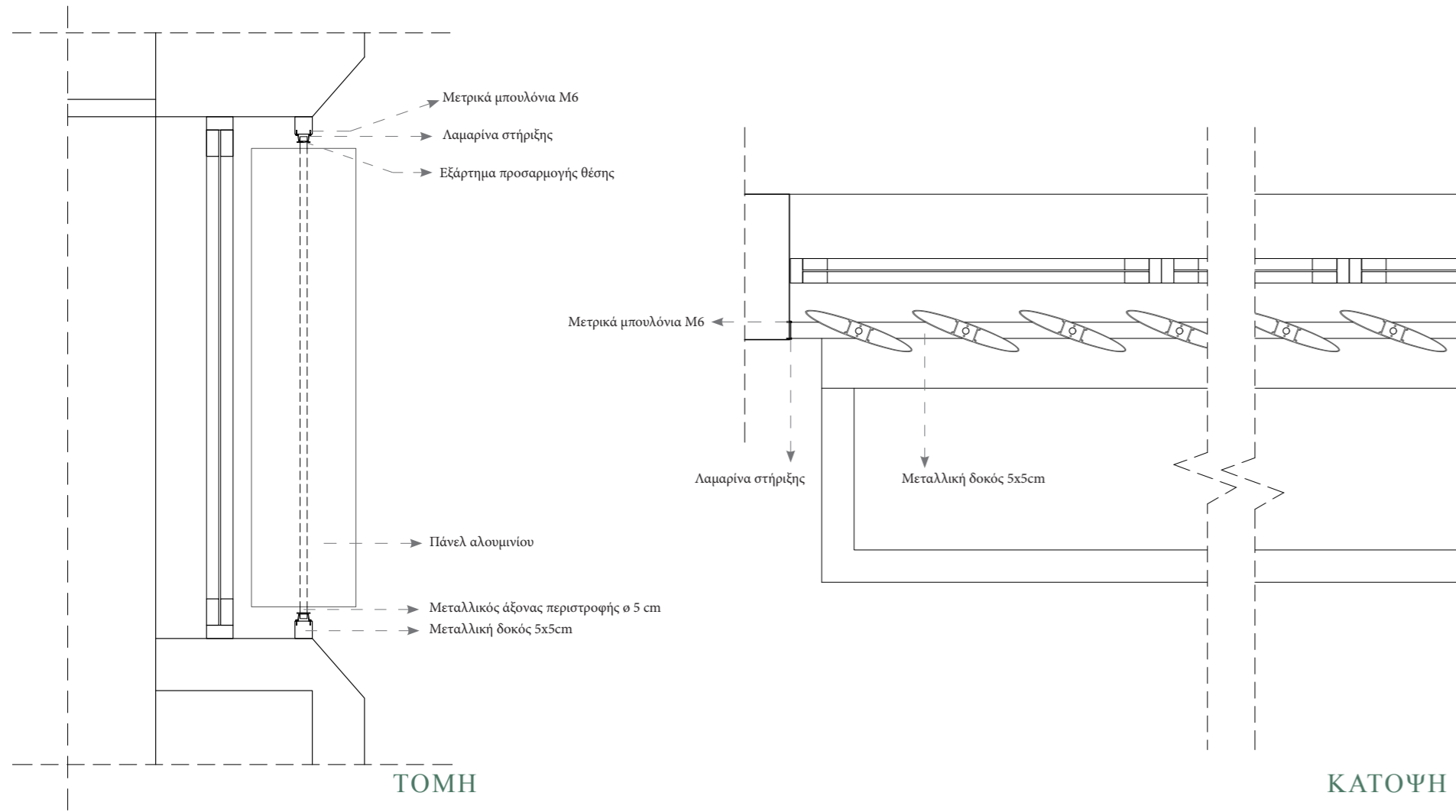
ΑΞΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΣΕ ΕΚΡΗΞΗ

Ανατολική και Δυτική όψη
Κλίμακα 1:25



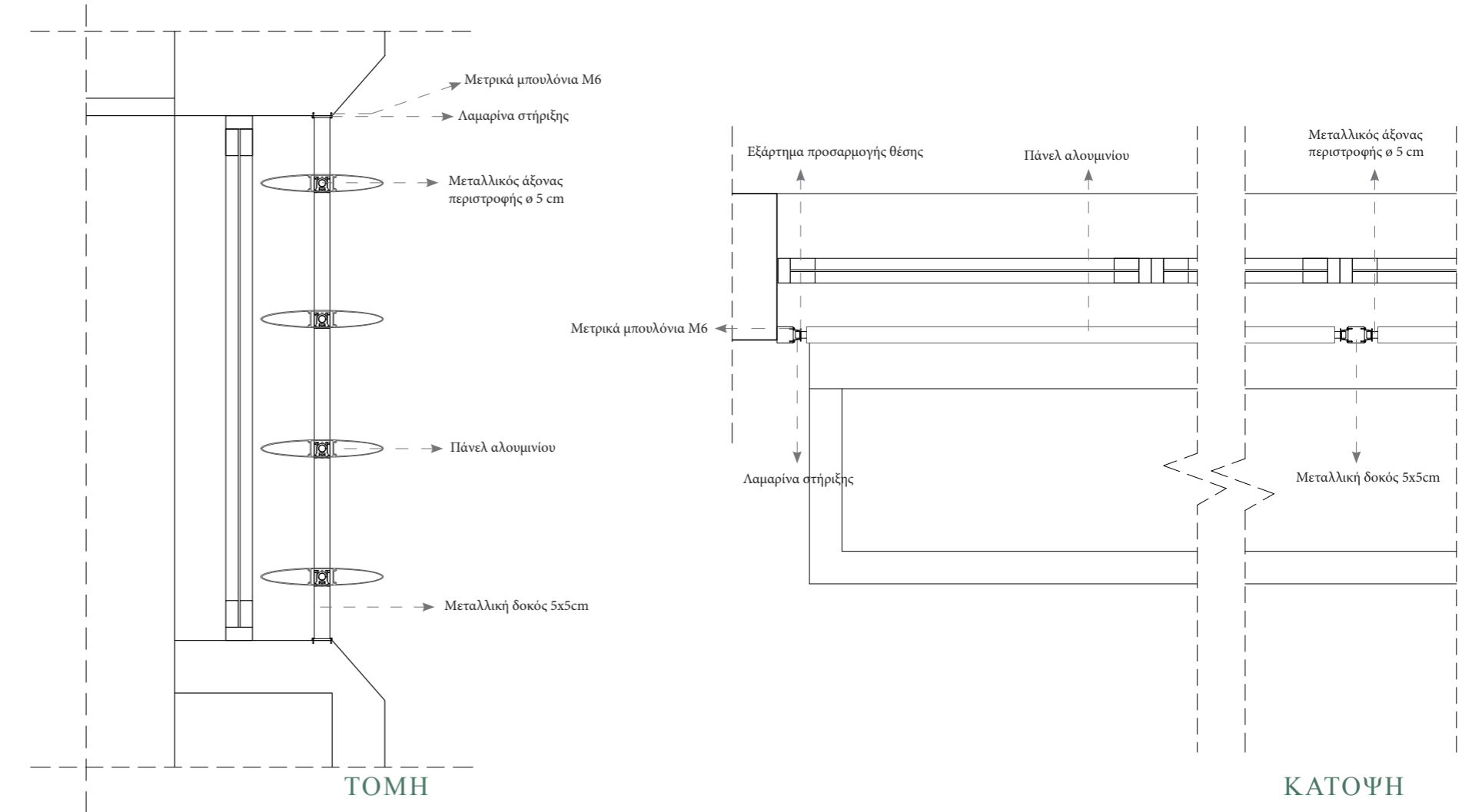
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Ανατολική και Δυτική Όψη
Κλίμακα 1:10



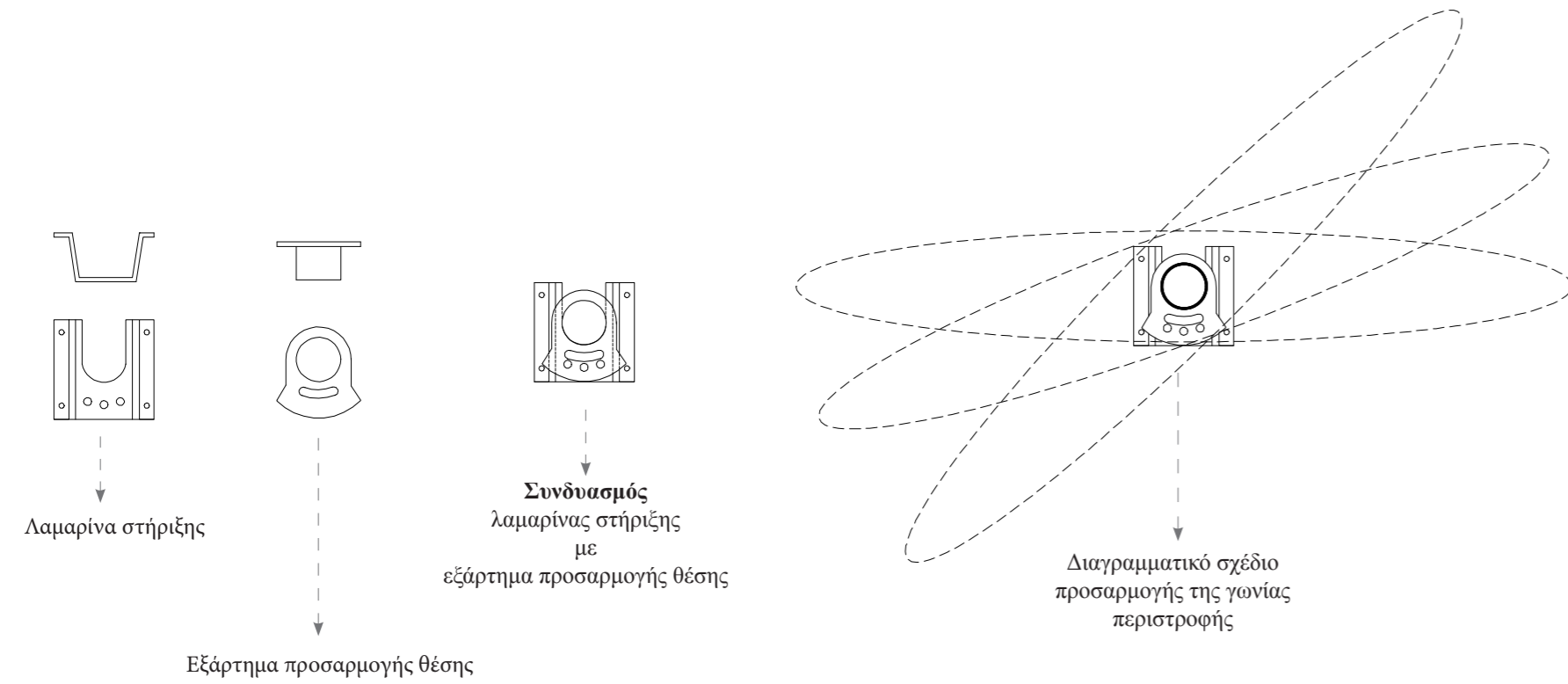
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Νότια όψη
Κλίμακα 1:10



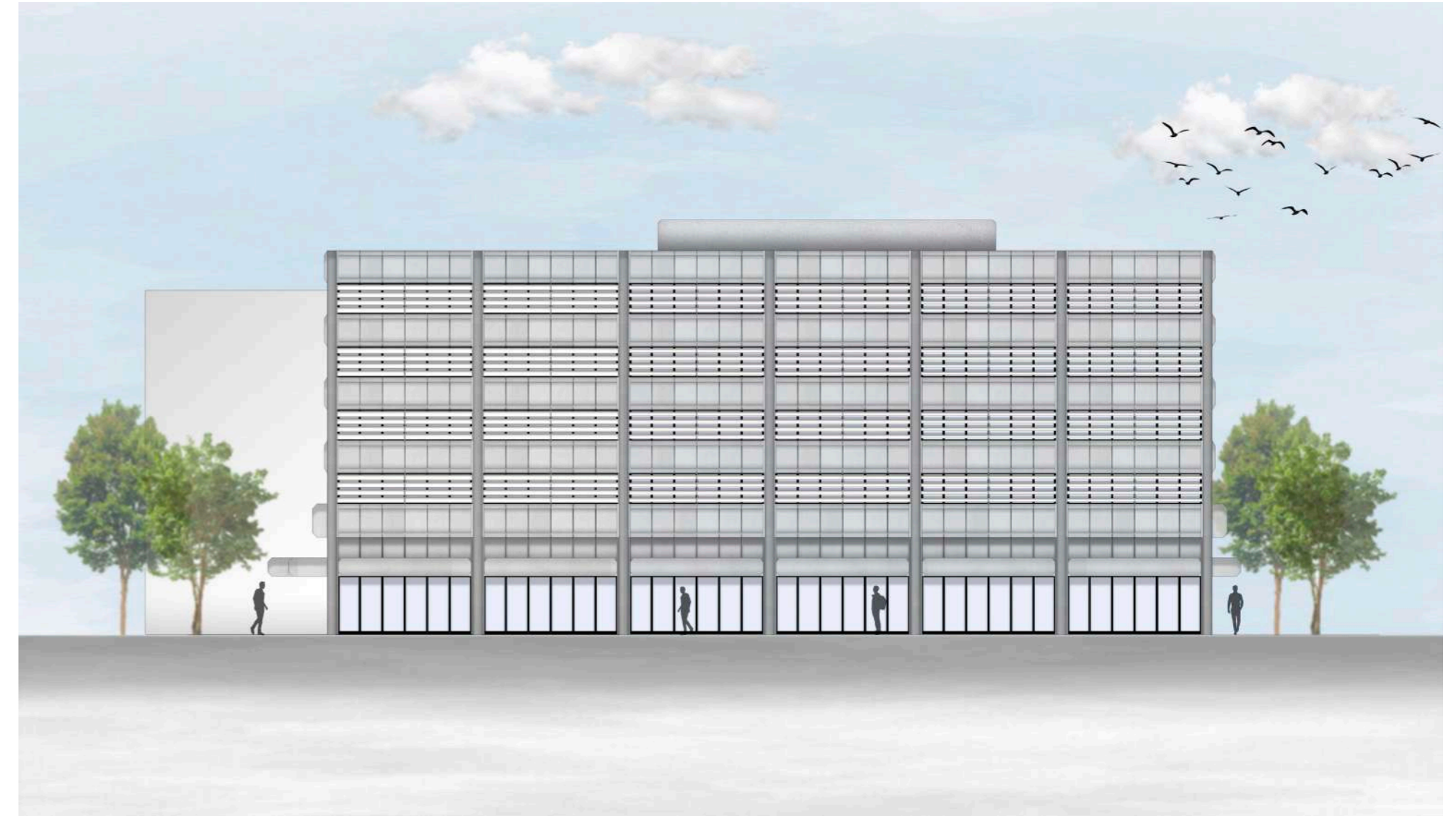
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Κλίμακα 1:10



3.6 ΚΟΛΛΑΖ

Νότια όψη





1.7 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ

Θερινό Ηλιοστάσιο

21/06

Νοτιοανατολικά

Θερινό Ηλιοστάσιο

21/06

Νοτιοδυτικά



9.00 π.μ.



13.00 μ.μ.



13.00 μ.μ.



17.00 μ.μ.

Χειμερινό Ηλιοστάσιο

21/12

Νοτιοανατολικά



9.00 π.μ.



13.00 μ.μ.



13.00 μ.μ.



17.00 μ.μ.

Χειμερινό Ηλιοστάσιο

21/12

Νοτιοδυτικά

Εαρινή Ισημερία
21/03
Νοτιοανατολικά



9.00 π.μ.



13.00 μ.μ.

Εαρινή Ισημερία
21/03
Νοτιοδυτικά



13.00 μ.μ.



17.00 μ.μ.

Χειμερινή Ισημερία
21/09
Νοτιοανατολικά



9.00 π.μ.



13.00 μ.μ.



13.00 μ.μ.



17.00 μ.μ.

Χειμερινή Ισημερία
21/09
Νοτιοδυτικά

1.8 ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ

Εαρινή Ισημερία 21/03
Βορειοανατολικά



9.00 π.μ

Εαρινή Ισημερία

21/03
Νοτιοδυτικά



13.00 μ.μ

Εαρινή Ισημερία

21/03

Νοτιοδυτικά



17.00 μ.μ

Φθινοπωρινή Ισημερία

21/09

Βορειοανατολικά



9.00 π.μ



13.00 μ.μ



17.00 μ.μ

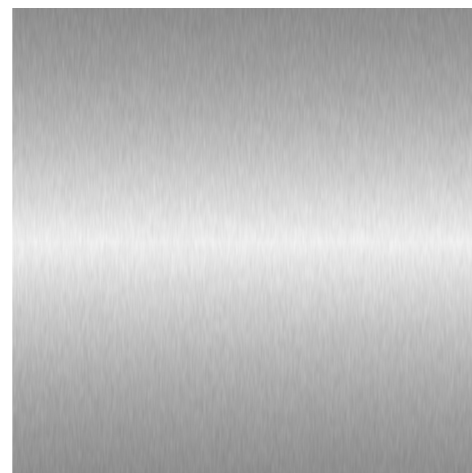


1.9 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Αλουμίνιο

- Πλεονεκτήματα:

- Ελαφρύ υλικό
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Δεν χρειάζεται συχνή συντήρηση
- Δεν αλλοιώνεται η όψη του με τα χρόνια
- Φιλικό προς το περιβάλλον
- Μικρότερη πυκνότητα σε σχέση με το σίδηρο και το χάλυβα επομένως απορροφά σημαντική ποσότητα θερμότητας



Εικόνα 57. Υφή αλουμινίου

Πάνελ Αλουμινίου

- Πλεονεκτήματα:

- Έλεγχος: φωτός, αέρα και θερμοκρασίας
- Θερμομόνωση και εξοικονόμηση ενέργειας
- Ευέλικτα και προσφέρουν μια σύγχρονη, καθαρή εμφάνιση
- Ευκολία στη συντήρηση
- Απλή λειτουργία και εύκολη εγκατάσταση
- Πρακτικά, λειτουργικά και προσαρμόζονται σε πολλές κατασκευές
- Ανθεκτικά στις καιρικές συνθήκες
- Ανθεκτικά σε φωτιά, σκουριά, μούχλα, καπνό και ήχο
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Αναβαθμίζουν αισθητικά το κτίριο



Εικόνα 58. Πάνελ αλουμινίου

Χρωματισμός πάνελ

- Λευκό : RAL 9010

1.10 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Building Management Systems (BMS) :

1. Ελέγχει τα μηχανολογικά συστήματα ενός κτιρίου, όπως:

- ψύξη
- θέρμανση
- εξαερισμός
- φωτισμός
- συστήματα ενέργειας

2. Στόχοι :

- βέλτιστη λειτουργία των εγκαταστάσεων
- μείωση σπατάλης ενέργειας
- δημιουργία ιδανικών συνθηκών διαβίωσης
- ενεργητικές συνέπειες στο περιβάλλον
- μείωση κόστους λειτουργίας του κτιρίου

3. Διαθέτει:

- κεντρική μονάδα ελέγχου με διασυνδεδεμένους αισθητήρες
- μέσω των αισθητήρων παρέχονται πληροφορίες και βάση προγράμματος και παραμέτρων δίνονται εντολές

Τα κτίρια που χρησιμοποιούν Συστήματα Διαχείρισης Κτιρίου (Building Management Systems - BMS) συνήθως επιτυγχάνουν περίπου 40% εξοικονόμηση ενέργειας. Εάν συμπεριλάβουν και τη διαχείριση του φωτισμού, τότε η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να φτάσει έως και 70%.



Εικόνα 59. BMS

1.11 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Θερινό Ηλιοστάσιο

21/06

Νοτιοανατολικά



9.00 π.μ.



13.00 μ.μ.



Θερινό Ηλιοστάσιο

21/06

Νοτιοανατολικά

Θερινό Ηλιοστάσιο

21/06

Νοτιοδυτικά



13.00 μ.μ.



Θερινό Ηλιοστάσιο

21/06

Νοτιοδυτικά



17.00 μ.μ.



Χειμερινό Ηλιοστάσιο

21/12

Νοτιοανατολικά



9.00 π.μ.



13.00 μ.μ.



Χειμερινό Ηλιοστάσιο

21/12

Νοτιοανατολικά

Χειμερινό Ηλιοστάσιο

21/12

Νοτιοδυτικά



13.00 μ.μ.



Χειμερινό Ηλιοστάσιο

21/12

Νοτιοδυτικά



17.00 μ.μ.



Εαρινή Ισημερία
21/03
Νοτιοανατολικά



9.00 π.μ.



Εαρινή Ισημερία
21/03
Νοτιοανατολικά



13.00 μ.μ.





13.00 μ.μ.



17.00 μ.μ.



Φθινοπωρινή Ισημερία

21/09

Νοτιοανατολικά



9.00 π.μ.



Φθινοπωρινή Ισημερία

21/09

Νοτιοανατολικά



13.00 μ.μ.



Φθινοπωρινή Ισημερία

21/09

Νοτιοδυτικά



13.00 μ.μ.



Φθινοπωρινή Ισημερία

21/09

Νοτιοδυτικά



17.00 μ.μ.



Η μεγάλη ποσότητα άμεσου ηλιακού φωτός μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητη αντανάκλαση, μέγιστη φωτεινότητα και θερμότητα στον εργασιακό χώρο, που ενδέχεται να δυσκολεύει τους υπαλλήλους στην εκτέλεση των καθηκόντων τους.

Επομένως :

- Η ισορροπία μεταξύ άμεσου και έμμεσου ηλιακού φωτός παρέχει μια φυσική και άνετη ατμόσφαιρα εργασίας. Οι υπάλληλοι έχουν τη δυνατότητα να απολαμβάνουν φυσικό φως χωρίς την ανεπιθύμητη έκθεση στην έντονη ηλιακή ακτινοβολία.
- Η κινητική πρόσοψη μπορεί να βελτιώσει το εργασιακό περιβάλλον, προσφέροντας ισορροπημένο φωτισμό και θερμοκρασία, που ενδυναμώνει την παραγωγικότητα και την ευεξία των υπαλλήλων.
- Η χρήση συστημάτων σκίασης μπορεί να συμβάλει στη μείωση της ανάγκης για ψύξη ή θέρμανση του κτιρίου, βοηθώντας στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των λογαριασμών ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται το οικολογικό αποτύπωμα του κτιρίου.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, διεξάχθηκε αφενός μια εκτενής θεωρητική έρευνα και συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις κινητικές προσόψεις στο βιοκλιματικό σχεδιασμό, τις κλιματικές συνθήκες, τη μελέτη του ηλιασμού και της σκίασης και αφετέρου έγινε εφαρμογή ενός κινητικού συτήματος σκίασης σε ένα υπάρχον κτίριο στην περιοχή του Αμαρουσίου. Μέσα από τη μελέτη αυτή κατέστη σαφές, ότι η κινητική αρχιτεκτονική υπερβαίνει την απλή ύπαρξη κινούμενων στοιχείων και περιγράφεται ως ένα μέρος του κτιρίου που έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα οφέλη της, όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα της εργασίας που εκπονήθηκε, δεν περιορίζονται μόνο στην ενίσχυση της αισθητικής του κτιρίου, αλλά κυρίως συμβάλλουν σημαντικά στην αποδοτικότητα και τη λειτουργικότητα του, διατηρώντας ένα ευχάριστο και βιώσιμο εσωτερικό περιβάλλον.

Το βασικό ερώτημα που τέθηκε στην εργασία αυτή είναι πως θα μπορούσε να βελτιωθεί ο εσωτερικός χώρος εργασίας του κτιρίου ως προς την ποσότητα του ηλιακού φωτός που δέχεται καθημερινά. Το πρόβλημα της θάμβωσης και της υπερθέρμανσης σε ένα χώρο γραφείων θεωρείται ιδιαίτερα σοβαρό, μιας και μειώνει την παραγωγικότητα και αποδοτικότητα των εργαζομένων. Επιπλέον, τα κτίρια γραφείων, συνήθως, είναι χώροι πολλών τετραγωνικών και καταναλώνουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας σε ψύξη, ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες, πόσο μάλλον στην Ελλάδα που υπάρχει έντονη ηλιοφάνεια για ένα μεγάλο μέρος του χρόνου. Επομένως, η χρήση ενός κινητικού συστήματος θεωρείται μια αποδοτική λύση στο φαινόμενο της υπερθέρμανσης και της ανεξέλεγκτης εισόδου του ηλιακού φωτός.

Αυτό τεκμηριώνεται και από τα αποτελέσματα της εργασίας, μιας και όπως φαίνεται και από τις φωτορεαλιστικές απεικονίσεις της ενότητας 1.11 του τρίτου κεφαλαίου, ο εσωτερικός χώρος μετά τη χρήση των κινητικών προσόψεων μεταμφώνεται . Συγκεκριμένα, περιορίζεται η εισερχόμενη ποσότητα άμεσου ηλιακού φωτός ενώ παράλληλα δεν διακόπτει την είσοδο του έμμεσου ηλίου. Επιπλέον, το Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου που διαθέτει λειτουργεί αφενός αυτοματοποιημένα, δίνοντας κίνηση στα πάνελ ανάλογα με την πορεία του ηλίου, και αφετέρου μπορεί να ελεγχθεί και χειροκίνητα μειώνοντας ή αυξάνοντας τη γωνία περιστροφής των περσίδων προκειμένου να εισέρχεται περισσότερο ή λιγότερο φως ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Συμπερασματικά, σε μια εποχή όπου η κοινωνία και οι ανάγκες των ανθρώπων συνεχώς αλλάζουν, η κινητική αρχιτεκτονική αναδεικνύεται ως λύση που προσαρμόζεται σε αυτή τη δυναμικότητα. Δεν αντιτίθεται στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, αλλά την επεκτείνει και την εμπλουτίζει. Τα κτίρια δεν θεωρούνται στατικές κατασκευές, αλλά αντίθετα γίνονται αντιληπτά ως δυναμικοί οργανισμοί που μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Επομένως, η κινητική αρχιτεκτονική δεν είναι απλώς μια προσθήκη στην αρχιτεκτονική αισθητική αλλά παίζει σημαντικό και συμβάλλει θετικά στη λειτουργικότητα του κτιρίου.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Bacha, C. B., & Bourbia, F. (2016). Effect of kinetic facades on energy efficiency in office buildings—Hot dry climates. ResearchGate.

Alawaysheh, A., Taleb, H., & Kayed, M. (2023). The impact of a kinetic façade on the lighting performance and energy efficiency of a public building: The case of Dubai frame. *International Journal of Sustainable Energy*, 42(1), 1317–1363.

Khraisat, D., Qashmar, D., & Alomari, O. (χ.χ.). Exploring the Impact of Kinetic Façade Environmental Control Systems in the Development of Sustainable Design: A Systematic Literature Review. *Civil Engineering and Architecture*. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110122>

Ahmad, J. A., & Alibaba, H. Z. (2019). KINETIC FAÇADE AS A TOOL FOR ENERGY EFFICIENCY. ResearchGate, 7(4).

Hosseini, S. M., Mohammadi, M., Rosemann, A., Schröder, T., & Lichtenberg, J. (2019). A morphological approach for kinetic façade design process to improve visual and thermal comfort: Review. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.02.040>

Hassooni, A. H., & Kamoona, G. M. I. (2023). Effects of Kinetic Façades on Energy Performance: A Simulation in Patient’s Rooms of a Hospital in Iraq. *ISVS e-journal*, 10(7).

Ramzy, N., & Fayed, H. (2011). Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings. *ScienceDirect*, 170–177.

Körner, A., Born, L., Bucklin, O., Suzuki, S., Vasey, Gresser, G. T., Menges, A., & Knippers, J. (2021). Integrative design and fabrication methodology for bio-inspired folding mechanisms for architectural applications. *ScienceDirect*.

YOUSSEF, M. M. (2017). KINETIC BEHAVIOR, THE DYNAMIC POTENTIAL THROUGH ARCHITECTURE AND DESIGN. *International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements*, 5(4), 607–618.

Ανακτήθηκε από : http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm

Ćurčić, A., Ćurčić, G. T., Matić, N., & Randelović, D. (2020). KINETIC FACADES AS ELEMENTS OF CONTEMPORARY AND SUSTAINABLE ARCHITECTURE. *International conference on urban planning*, 145–152.

Govindu, M., Prof. J. Chaitanya, S. N., Asst. Prof. Dr. K. Mouli, C., & Asst. Prof. M. Kumar, C. N. (2021). A Review on Kinetic Architecture Concepts History and Applications. *International Journal of Science, Engineering and Technology*, 1–5.

Moloney, C. (2011). *Designing Kinetics for Architectural Facades: State change*. Taylor and Francis; Oxon. United Kingdom.

Γιαννούδης Σ., (2012). *Προσαρμόσιμη Αρχιτεκτονική*. Αθήνα. Εκδοτικός Όμιλος Ίων.

Μαραγκουδάκη, Α. (2012). ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΧΩΡΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΡΗ. (Διόλεξη). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Αθήνα.

EI-Zanfaly, D. (2011). *Active Shapes: Introducing guidelines for designing kinetic architectural structures*. Massachusetts Institute of Technology, Alexandria. Department of Architecture.

Bharati, P. (2014). *Kinetic Architecture in Sustainable Mean*. Scribd.

Γκιμίσης, Δ., Κωνσταντίνου, Α. *Κινητική Αρχιτεκτονική – Προσαρμογή σε ένα δυναμικό περιβάλλον*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Θεσσαλία.

Fotiadou, A. (2007). *Analysis of Design Support for Kinetic Structures*. Διδακτορική διατριβή. Vienna University of Technology, Vienna, Austria. Department of Architecture.

Ramzy, N., & Fayed, H. (2011). Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings. *ScienceDirect*, 170–177.

Λυραντζάκη, Ε. (2021). Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΜΙΑΣ ΠΙΚΡΑΛΙΔΑΣ: μεταβαλλόμενη αρχιτεκτονική. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αιγάλεω, Αθήνα. Σχολή Καλλιτεχνικών Σπουδών. Τμήμα Εσωτερικής Αρχιτεκτονικής.

Fakourian, F., & Asefi, M. (χ.χ.). ENVIRONMENTALLY RESPONSIVE KINETIC FAÇADE FOR EDUCATIONAL BUILDINGS. *Journal of Green Building*, 14(1).

Ashfaque, H. (2020). KINETIC ARCHITECTURE AND MATERIALS TO CREATE AN ENERGY EFFICIENT BUILDING Design potential in Dubai, U.A.E. ResearchGate, 1–10.

Vazquez, E., & Duarte, J. (2019). Computational tools for designing shape-changing architectures. ResearchGate.

Ουγγρίνης Κ.Α., (2012). Μεταβαλλόμενη Αρχιτεκτονική - κίνηση, προσαρμογή, ευελιξία. Αθήνα. Εκδοτικός Όμιλος Ίων.

Fox M., (2016). INTERACTIVE ARCHITECTURE. New York: Princeton Architectural Press.

Vincenzo S., & Rodonò, G. (2019). Kinetic Architecture and Foldable Surface. Athens Journal of Architecture, 2(3), 223–236.

Premier, A., & Amina, D. (2012). Shading and darkening closures using mobile panels. ResearchGate.

Uys, E. (2016). The dynamic solar shading of Kiefer Technic Showroom.

Christian, G. (2023). Precedent 2 pulley system The Kiefer Technic Showroom, Austria. https://issuu.com/christiangorsevski/docs/christian_gorsevski_folio/s/25202546

Sood, R., & Patil, A. S. (2020). Analysis and Review of the Kinetic Façades in Kolding Campus, South Denmark University. ResearchGate.

Kolding Campus. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://archello.com/project/kolding-campus> (Ανάκτηση 29-08-2023)

Η ιστορία της πόλης του Αμαρουσίου από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. (2018). Maroussi-News.

Το κλίμα της Ελλάδας,. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία.

Δρουδάκης, Κ. (2021). Χειμερινό και Θερινό Ηλιοστάσιο. <https://2science.gr/solstice/>

Ανακτήθηκε από: <https://www.automationsystems.gr/el/view/bms-systems-what-is>

Εικόνα 1: Ανακτήθηκε από: <https://www.modlar.com/photos/collections/44/kinetic-architecture/>

Εικόνα 2: Ανακτήθηκε από: https://www.vecteezy.com/vector-art/6207023-carbon-offset-compensation-carbon-neutral-scales-of-transport-and-factory-emissions-and-carbon-and-greenhouse-gas-co2-absorption-illustrations-of-a-zero-or-neutral-environment-strategy?utm_source=pinterest&utm_medium=social

Εικόνα 3: Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Εικόνα 4: Ανακτήθηκε από: https://en.wikipedia.org/wiki/Qizhong_Forest_Sports_City_Arena

Εικόνα 5: Ανακτήθηκε από: <https://www.goalzz.com/?stadium=6444>

Εικόνα 6: Σχεδιασμένο από την συγγραφέα

Εικόνα 7: Ανακτήθηκε από: <https://www.heatherwick.com/project/rolling-bridge/>

Εικόνα 8: Σχεδιασμένο από την συγγραφέα

Εικόνα 9: Ανακτήθηκε από: <https://www.yatzer.com/flare-system>

Εικόνα 10: Ανακτήθηκε από: <https://www.yatzer.com/flare-system>

Εικόνα 11: Ανακτήθηκε από: <https://architizer.com/idea/733017/>

Εικόνα 12: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 13: Ανακτήθηκε από: <https://www.e-architect.com/denmark/kolding-campus-university-southern-denmark>

Εικόνα 14: Ανακτήθηκε από: https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas/adic-responsive-facade-abu-dhabi-uae-research?next_project=no

Εικόνα 15: Ανακτήθηκε από: https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas/adic-responsive-facade-abu-dhabi-uae-research?next_project=no

Εικόνα 16: Ανακτήθηκε από: <https://architizer.com/idea/733017/>

Εικόνα 17: Ανακτήθηκε από: <https://architizer.com/idea/733014/>

Εικόνα 18: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 19: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 20: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 21: https://issuu.com/christiangorsevski/docs/christian_gorsevski-_folio/s/25202546

Εικόνα 22: https://issuu.com/christiangorsevski/docs/christian_gorsevski-_folio/s/25202546

Εικόνα 23: Ανακτήθηκε από: https://www.archdaily.com/89270/kiefer-technic-showroom-ernst-giselbrecht-partner/kiefertechnik_6?next_project=no

Εικόνα 24: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 25: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 26: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 27: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 28: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 29: Ανακτήθηκε από: https://www.e-architect.com/austria/kiefer-technic-showroom?utm_content=cmp-true

Εικόνα 30: Ανακτήθηκε από: https://www.archdaily.com/590576/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects/54c06c01e58ece1abf-0002bf-floor-plan?next_project=no

Εικόνα 31: Ανακτήθηκε από: Ανακτήθηκε από: https://www.archdaily.com/590576/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects/54c06b74e58ece56370002b3-sdu_kolding_23025_11110476-jpg?next_project=no

Εικόνα 32: Ανακτήθηκε από: <https://www.e-architect.com/denmark/kolding-campus-university-southern-denmark>

Εικόνα 33: Ανακτήθηκε από: <https://www.e-architect.com/denmark/kolding-campus-university-southern-denmark>

Εικόνα 34: Ανακτήθηκε από: Google Earth. Επεξεργάστηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 35: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 36: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 37: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 38: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 39: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 40: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 41: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 42: Ανακτήθηκε από: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en#table

Εικόνα 43: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 44: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 45: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 46: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 47: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 48: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 49: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 50: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 51: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 52: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 53: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 54: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 55: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 56: Ανακτήθηκε από τη συγγραφέα

Εικόνα 57: Ανακτήθηκε από: https://www.myfreetextures.com/sheet-of-aluminium-brushed-metal-texture/#google_vignette

Εικόνα 58: Ανακτήθηκε από : https://www.alibaba.com/product-detail/6063-Aluminum-window-louver-prices-aluminum_60527248541.html

Εικόνα 59: Ανακτήθηκε από : <https://www.dekom.com/ua-uk/multimediini-tekhnologiji/poslugi/design-of-engineering-systems/automated-building-management-systems-bms-design/>

Διάγραμμα 1 :

– Εικόνα 1: Ανακτήθηκε από: <http://hiddenarchitecture.net/villa-girasole/>

– Εικόνα 2: Ανακτήθηκε από: <http://facadesconfidential.blogspot.com/2012/04/le-corbusier-mur-neutralisant-and.html>

– Εικόνα 3: Ανακτήθηκε από: http://blah.ksteinf.com/191112/yona_friedman.html

– Εικόνα 4: Ανακτήθηκε από: <https://www.thepublic.com/fun-palace.html>

– Εικόνα 5: Ανακτήθηκε από: <https://www.archdaily.com/537359/kinetic-architecture-designs-for-active-envelopes>

– Εικόνα 6: Ανακτήθηκε από: <https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel>

– Εικόνα 7: Ανακτήθηκε από: <https://alubuild.com/en/architecture-kinetic-facades/>

Διάγραμμα 2 : Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Διάγραμμα 3 : Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Διάγραμμα 4 : Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Διάγραμμα 5 : Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Διάγραμμα 6 : Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Διάγραμμα 7 : Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Διάγραμμα 8 : Σχεδιασμένο από τη συγγραφέα

Διάγραμμα 9 : Ανακτήθηκε από: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/marousi_greece_265243

Διάγραμμα 10 : Ανακτήθηκε από: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/marousi_greece_265243

Διάγραμμα 11 : Ανακτήθηκε από: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/marousi_greece_265243

Διάγραμμα 12 : Ανακτήθηκε από: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/marousi_greece_265243

Διάγραμμα 13 : Ανακτήθηκε από: https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/marousi_greece_265243

