

# ΔΕΣΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



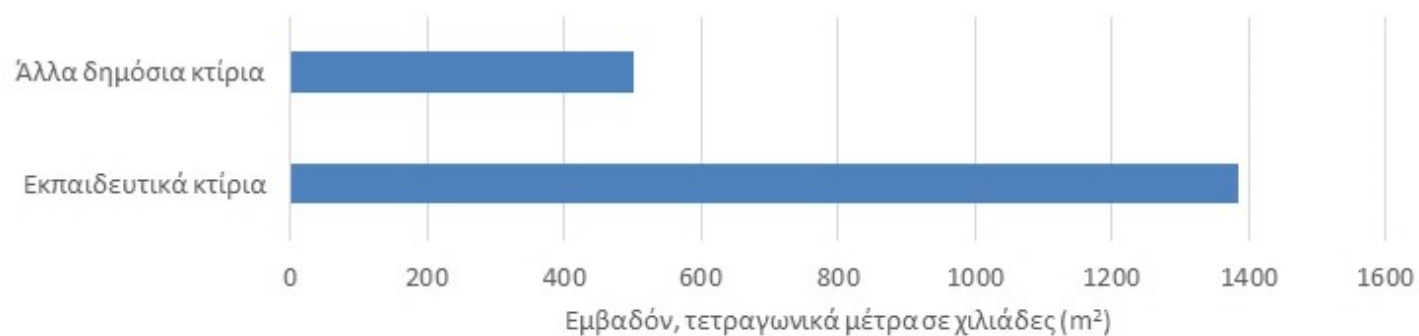
## Γυμνάσιο Αρχιεπισκόπου Μακαρίου Γ' – Προκλήσεις για την ενεργειακή του αναβάθμιση

Χρύσω Ηρακλέους

Τμήμα Αρχιτεκτονικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

Ημερίδα Εναρκτήριας συνάντησης | Λευκωσία, Κύπρος | 06/12/2021

**ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ**



**ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ**

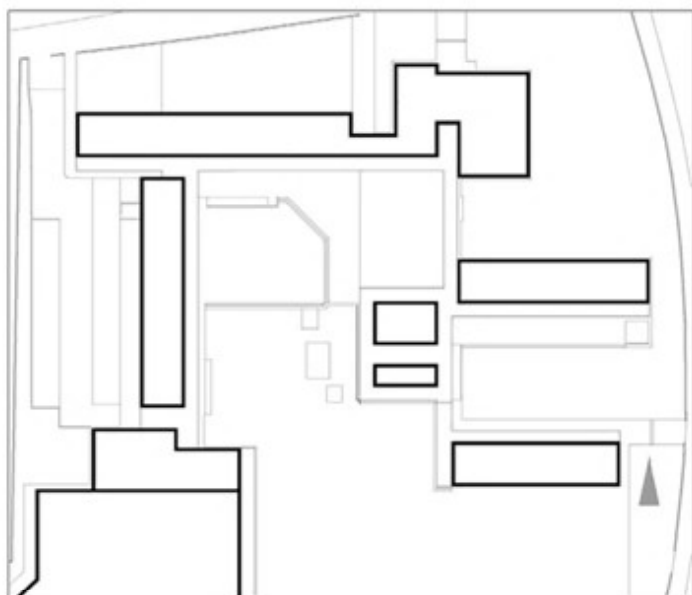


(Πηγή: M. Economidou, P. Zangheri, and D. Paci, 2017)

- Κτισμένα και σχεδιασμένα από τις **Τεχνικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Παιδείας, Πολιτισμού, Αθλητισμού και Νεολαίας**
- Έντονη **τυποποίηση** στο σχεδιασμό και στην κατασκευαστική υλοποίηση τους
- Πλειοψηφία: **Δεν ικανοποιούν** προκαθορισμένες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης
- Λειτουργία: 07:30 μέχρι τις 13:05 / 13:35 από τα μέσα Σεπτεμβρίου έως τα μέσα Ιουνίου

## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ



Γυμνάσιο Αρχιεπισκόπου Μακαρίου Γ' Πλατύ Αγλαντζιάς, διαγραμματική κάτοψη



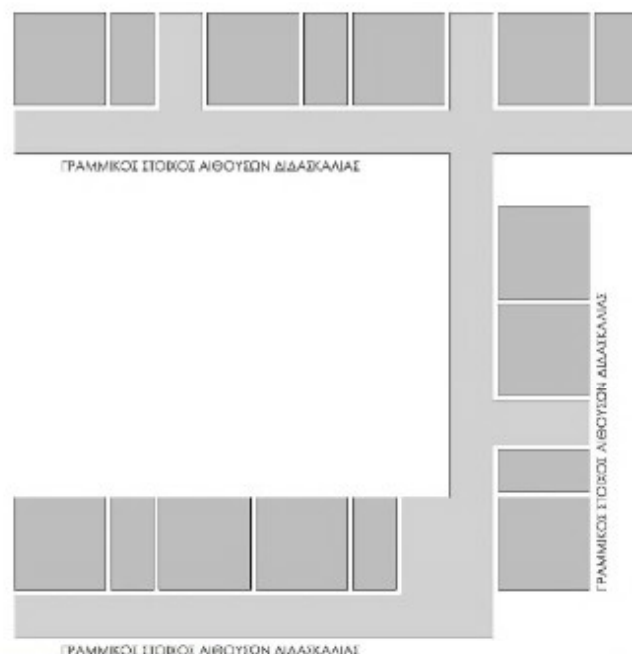
Δορυφορική λήψη Γυμνασίου Αρχιεπισκόπου Μακαρίου Γ' Πλατύ Αγλαντζιάς

## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ

### Οργανωτική δομή και μορφές λειτουργικής σύνδεσης των αιθουσών διδασκαλίας

Οι αίθουσες τοποθετούνται κατά μήκος ενός ανοικτού διαδρόμου, ο οποίος αναπτύσσεται γραμμικά.

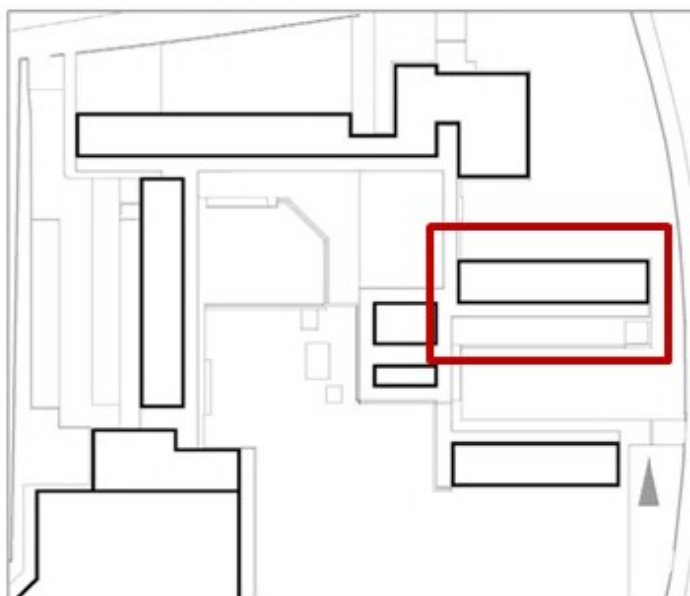


Οι διατάξεις γραμμικών στοιχείων συνενώνονται μεταξύ τους δημιουργώντας ένα σύστημα γραμμικών κτιριακών στοιχείων.

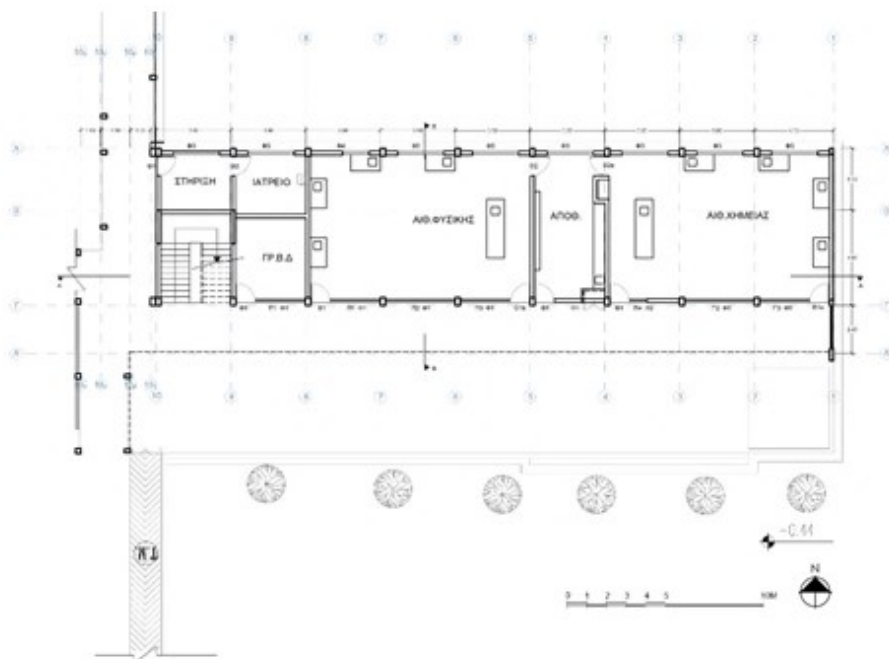


## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ



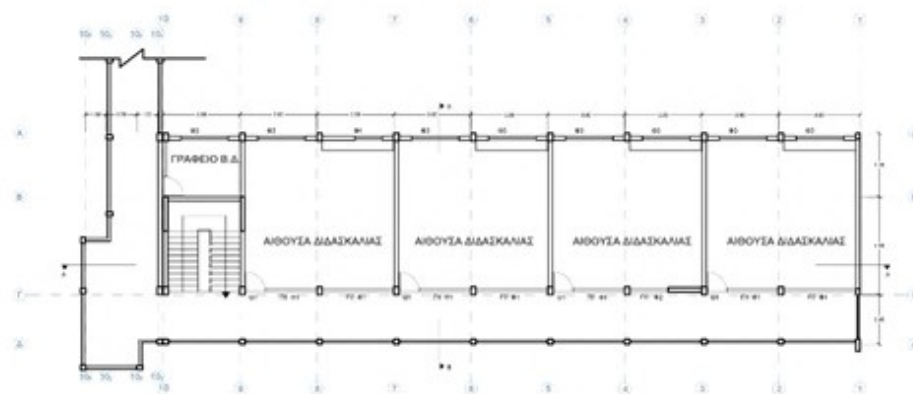
- Πτέρυγα με νότιο προσανατολισμό, Εμβαδό 448m<sup>2</sup>



**Ισόγειος χώρος:** 2 εργαστήρια, 1 αποθήκη, 1 γραφείο ΒΔ, ιατρείο και χώρος στήριξης  
Εμβαδόν: 224 m<sup>2</sup>

## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ



**Πρώτος όροφος:** 4 αίθουσες γενικής διδασκαλίας  
Εμβαδόν: 224 m<sup>2</sup>



**Γεωμετρικά χαρακτηριστικά, διαρρύθμιση και εξοπλισμός της γενικής αίθουσας διδασκαλίας**

Προσφέρει **δυνατότητες εφαρμογής βασικών βιοκλιματικών αρχών**

- Ημιυπαίθριοι χώροι
- Αξιοποίηση νότιου προσανατολισμού
- Σκίαση μέσω προβόλου
- Διαμπερή ανοίγματα για εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού και φυσικού αερισμού



(a)



(b)



**Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά**

Στοιχείο	Λεπτομέρεια	U-Value (W/m <sup>2</sup> K)	Ειδική θερμοχωρητικότητα (KJ/m <sup>2</sup> K)
<b>Φέρων Οργανισμός</b>	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2.941	225
<b>Εξωτερική τοιχοποιία</b>	200mm τούβλο και 3 χέρια επίχρισμα (20-25mm)	1.389	120
<b>Εσωτερική τοιχοποιία</b>	100mm τούβλο και 3 χέρια επίχρισμα (20-25mm)	1.235	120
<b>Οροφή</b>	Πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα και ασφαλτική μεμβράνη 5mm	3.239	240
<b>Πάτωμα</b>	Πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα και κεραμικά	1.6	232
<b>Κουφώματα</b>	6mm μονό τζάμι και πλαίσιο αλουμινίου	6	g-value 0.82

## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ

### Τεχνικές εγκαταστάσεις και συστήματα τεχνικής υποστήριξης

- Σύστημα κεντρικής θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου
- 3 ανεμιστήρες τοίχου σε κάθε αίθουσα
- 4 λαμπτήρες φθορισμού, ισχύος 65W



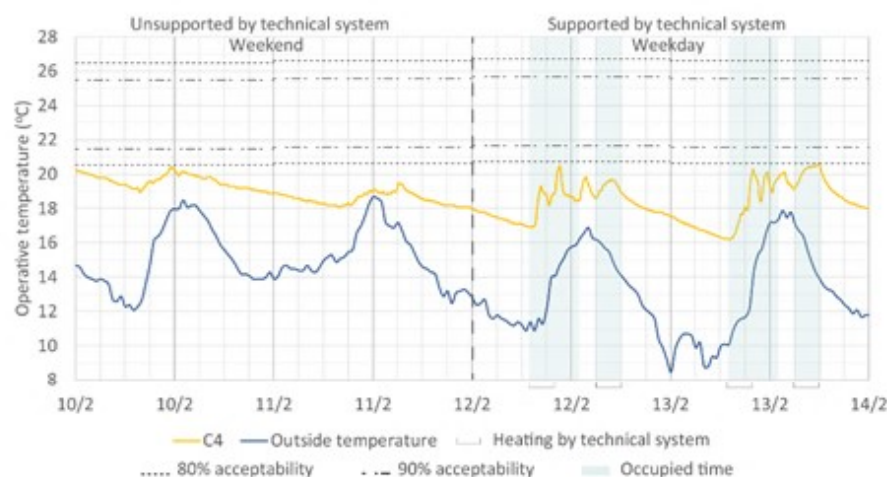
## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ

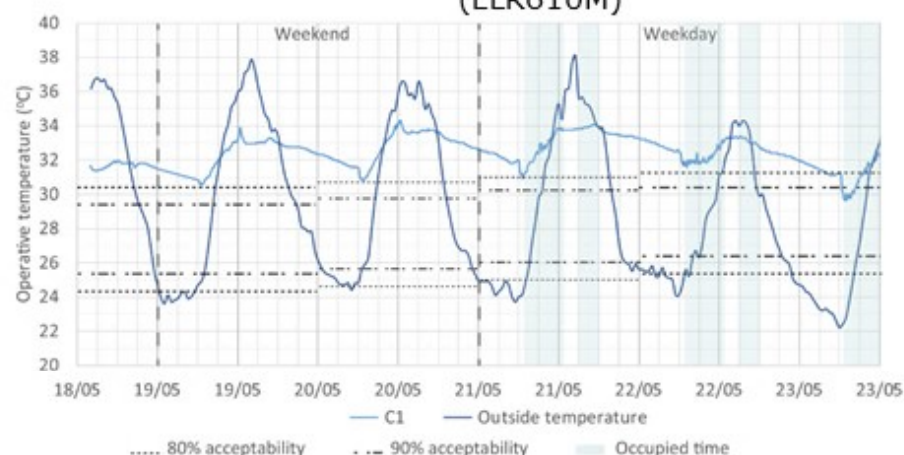


LSI-Lastem Heat Shield  
base modules  
(ELR610M)

### Αξιολόγηση συνθηκών άνεσης Θερμική Άνεση



Λειτουργική θερμοκρασία, 09 - 16 Φεβρουαρίου 2018



Λειτουργική θερμοκρασία, 19 - 23 Μαΐου 2018

- **Σχετική υγρασία** εντός των ορίων άνεσης
- **Ταχύτητα αέρα:** πολύ χαμηλή,  $<0.1$  m/s

#### References

Heracleous C., Michael A., Thermal comfort models and perception of users in free-running school buildings of East-Mediterranean region, Energy and Buildings, 215, 109912, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109912>



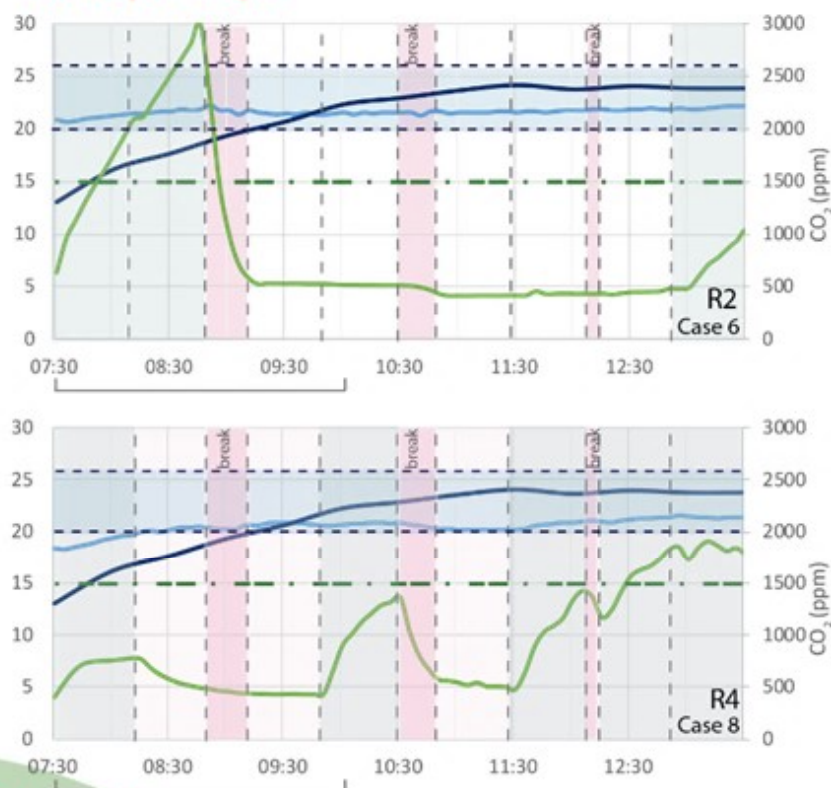


## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ

### Αξιολόγηση συνθηκών άνεσης

#### Ποιότητα αέρα



#### References

Heracleous C., Michael A, Experimental assessment of the impact of natural ventilation on indoor air quality and thermal comfort conditions of educational buildings in the Eastern Mediterranean region during the heating period, Journal of Building Engineering, 26, 100917, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100917>



Extech CO210  
data logger

- Οι τιμές συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα **υπερβαίνουν τα 3.000 ppm** όταν τα ανοίγματα παραμένουν κλειστά.
- **Απαιτείται μικρός συνεχής αερισμός** προκειμένου να διατηρηθούν τα επίπεδα ποιότητας του αέρα εντός των ορίων που προβλέπονται από τα διεθνή πρότυπα.



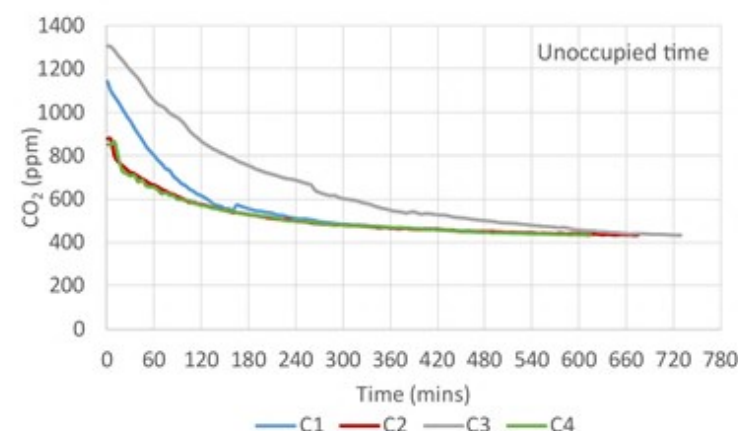
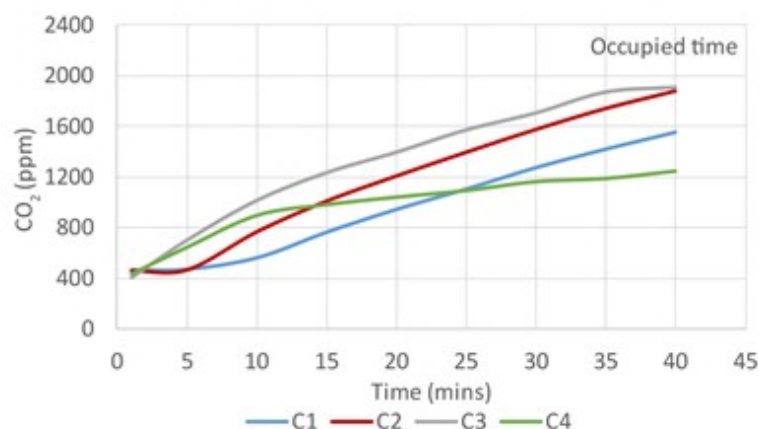


## Κτίριο Μελέτης

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΡΧΙΕΠΙΣΚΟΠΟΥ ΜΑΚΑΡΙΟΥ ΙΙΙ,  
ΠΛΑΤΥ ΑΓΛΑΝΤΖΙΑΣ, ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΚΥΠΡΟΣ

### Αξιολόγηση συνθηκών άνεσης

#### Ποιότητα αέρα



- Οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα ανέρχονται **στο όριο των 1.000 ppm** στα πρώτα **15-20 λεπτά** χρήσης της αίθουσας.
- Όταν η αίθουσα παραμένει κλειστή, οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα χρειάζονται **9-12 ώρες** για να επιστρέψουν στα κανονικά επίπεδα των 420 ppm του εξωτερικού περιβάλλοντος

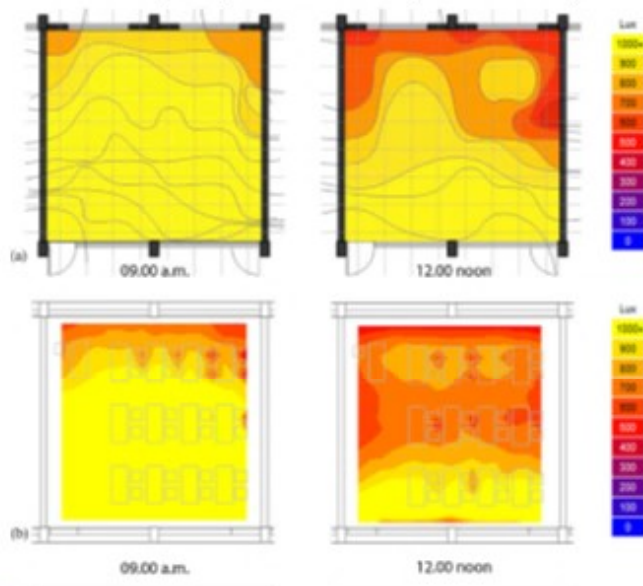
#### References

Heracleous C., Michael A, Experimental assessment of the impact of natural ventilation on indoor air quality and thermal comfort conditions of educational buildings in the Eastern Mediterranean region during the heating period, Journal of Building Engineering, 26, 100917, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100917>

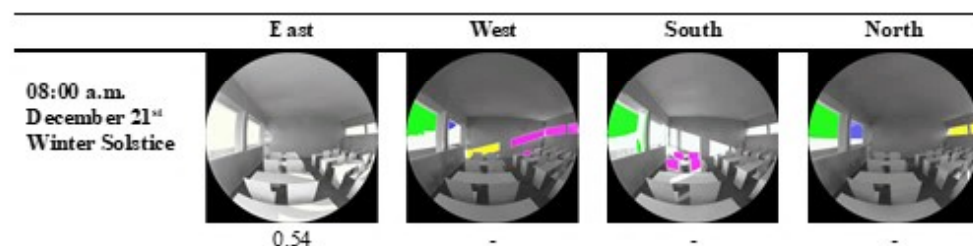
### Αξιολόγηση συνθηκών άνεσης

#### Φυσικός Φωτισμός

- Ερωτηματολόγια
- Επιτόπου μετρήσεις, στατικές και δυναμικές προσομοιώσεις
- Επαρκή επίπεδα φυσικού φωτισμού σε όλους τους προσανατολισμούς



TECPEL 536 Light  
Meter RS232 Data  
Logger



#### References

Michael A., Heracleous C., Assessment of natural lighting performance and visual comfort of educational architecture in Southern Europe: The case of typical educational school premises in Cyprus, Energy and Buildings, 140: 443-457, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.087>

## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

### Παρεμβάσεις κελύφους

- Θερμομόνωση **τοιχοποιίας**- Πλάκες πετροβάμβακα πάχους 10 cm
- Τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης επί της **οροφής**- αφρός πολυουρεθάνης πάχους 12 cm και στρώση πολυουρίας
- Τοποθέτηση βελτιωμένων **κουφωμάτων** – αλουμινίου με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U < 2,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .
- Τοποθέτηση οριζόντιων **συστημάτων σκιασμού**

### Παρεμβάσεις τεχνικών συστημάτων

- Τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων τύπου **LED**
- Τοποθέτηση **συστήματος εξαερισμού**
- Τοποθέτηση **ανεμιστήρων οροφής** χαμηλής στατικής πίεσης
- Εγκατάσταση **φωτοβολταϊκών** στοιχείων

## **ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ**

### **Αυτοματισμοί**

- Τοποθέτηση συστημάτων ελέγχου διαχείρισης ενέργειας (KNX)

### **Παρεμβάσεις βελτίωσης μικροκλιματικών δεδομένων**

- Δεντροφύτευση

### **Βιώσιμη Κινητικότητα**

- Εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και προμήθεια ηλεκτρικών ποδηλάτων



**Αξιολόγηση ενεργειακής απόδοσης**

**ΠΡΙΝ**

Κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου

Θέρμανση	26,80 kWh/m <sup>2</sup>
Ψύξη	0,00 kWh/m <sup>2</sup>
Φωτισμός	38,00 kWh/m <sup>2</sup>
Σύνολο	64,80 kWh/m <sup>2</sup>

Κατανάλωση καυσίμου για θέρμανση / ψύξη

Ηλεκτρισμός	13,10 kWh/m <sup>2</sup>
Πετρέλαιο	24,40 kWh/m <sup>2</sup>

CO<sub>2</sub> Emissions : 19,40 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

**ΜΕΤΑ**

Κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου

Θέρμανση	6,05 kWh/m <sup>2</sup>
Ψύξη	2,30 kWh/m <sup>2</sup>
Φωτισμός	20,30 kWh/m <sup>2</sup>
Σύνολο	28,65 kWh/m <sup>2</sup>

Κατανάλωση καυσίμου για θέρμανση / ψύξη

Ηλεκτρισμός	7,80 kWh/m <sup>2</sup>
Πετρέλαιο	5,50 kWh/m <sup>2</sup>

CO<sub>2</sub> Emissions : 9,20 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

## Ευχαριστώ πολύ!

Χρύσω Ηρακλέους, Dipl.Arch.Eng., M.Sc., Ph.D.

Τμήμα Αρχιτεκτονικής, Πανεπιστήμιο Κύπρου

[echryso@ucy.ac.cy](mailto:echryso@ucy.ac.cy)