PEDIA Project - Promoting Energy efficiency
& Developing Innovative Approaches in schools

Scientific paper

Deliverable 2.5

Responsible Partner: Cyprus Energy Agency
Authors: Christina Palochi, Stelios Kyprou, Soulla Karra
Date and version: 30/10/2026 Version.Final

Dissemination Level: Public

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 programme under grant agreement no 893938



Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημόσιων Σχολικών Κτιρίων στην Κύπρο
Τα αποτελέσματα του έργου PEDIA



Εικόνα 1: Στ' Δημόσιο και Κοινοτικό Νηπιαγωγείο Αγλαντζιάς ©Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου

Συγγραφείς: Χριστίνα Παλόχη - Αρχιτέκτονας Μηχανικός, Στέλιος Κύπρου - Μηχανολόγος Μηχανικός, Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου

1. Εισαγωγή

Τα δημόσια σχολικά κτίρια αποτελούν ένα σημαντικό μέρος του κυπριακού κτιριακού αποθέματος και μια ευκαιρία για παραδειγματική εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης με ουσιαστικά οφέλη τόσο για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όσο και για την βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς.

Το έργο PEDIA (*Promoting Energy Efficiency & Developing Innovative Approaches in Schools*), με συντονιστή το Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου (ΕΓΚ) σε συνεργασία με την Μονάδα Εκπαίδευσης για το Περιβάλλον και την Αειφόρο Ανάπτυξη του Υπουργείου Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας (ΥΠΑΝ), αποτέλεσε μια ολιστική προσέγγιση, αφού εκτός από τα μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης, τα ίδια τα σχολικά κτήρια επιδιώχθηκε να καταστούν εργαλεία μάθησης και χώροι βιωματικής εκπαίδευσης για την ανάπτυξη περιβαλλοντικής και ενεργειακής συνείδησης.

Στα πλαίσια του έργου, τροχιοδρομήθηκε η αναβάθμιση 25 δημόσιων σχολείων στο επίπεδο του Κτιρίου με Σχεδόν Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας (ΚΣΜΚΕ/NZEB) και παράλληλα η ανάπτυξη μιας μακροπρόθεσμης στρατηγικής του ΥΠΑΝ για την ενεργειακή αναβάθμιση όλων των σχολικών κτιρίων. Η τεχνική υποστήριξη χρηματοδοτήθηκε μέσω του προγράμματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης PDA (Project Development Assistance) του Ορίζοντα 2020, ενώ μέσω του Προγράμματος Πολιτικής Συνοχής «ΘΑλΕΙΑ 2021-2027», και του έργου «Δημιουργία Σχολείων Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας» συγχρηματοδοτήθηκε το κατασκευαστικό μέρος, με το ύψος του προϋπολογισμού να φθάνει τα €20 εκατομμύρια.

2. Το έργο PEDIA: Στόχοι και τεχνική προσέγγιση

Στόχος του έργου ήταν η αντιμετώπιση χρόνιων και διαχρονικών προβλημάτων στα σχολεία όπως η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση, τον κλιματισμό και το φωτισμό αλλά και η ανάγκη για

τη δημιουργία ενός θερμικά άνετου και ευχάριστου περιβάλλοντος διδασκαλίας. Παράλληλα, έγινε προσπάθεια να αντιμετωπιστούν άλλα τεχνικά, οικονομικά και οργανωτικά εμπόδια που δυσχεραίνουν την δρομολόγηση έργων ενεργειακής αναβάθμισης σε δημόσια κτίρια, ειδικότερα στην περίπτωση των σχολείων της Κύπρου.

Η μεθοδολογία για την υλοποίηση των εργασιών βασίστηκε στην μελέτη των αναγκών του κάθε κτιρίου ξεχωριστά με σκοπό την επιλογή των κατάλληλων συνδυασμών παρεμβάσεων, αποφεύγοντας την εφαρμογή μιας απόλυτα ενιαίας λύσης για όλες τις περιπτώσεις. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε ενός από τα 25 επιλεγμένα σχολεία, ήταν αυτά που καθόρισαν τις προτεινόμενες λύσεις αλλά και τη διαμόρφωση των εγγράφων για τους Ανοικτούς Διαγωνισμούς που προκηρύχθηκαν στα πλαίσια του έργου, με σκοπό την ανάθεση σε εργολάβους.

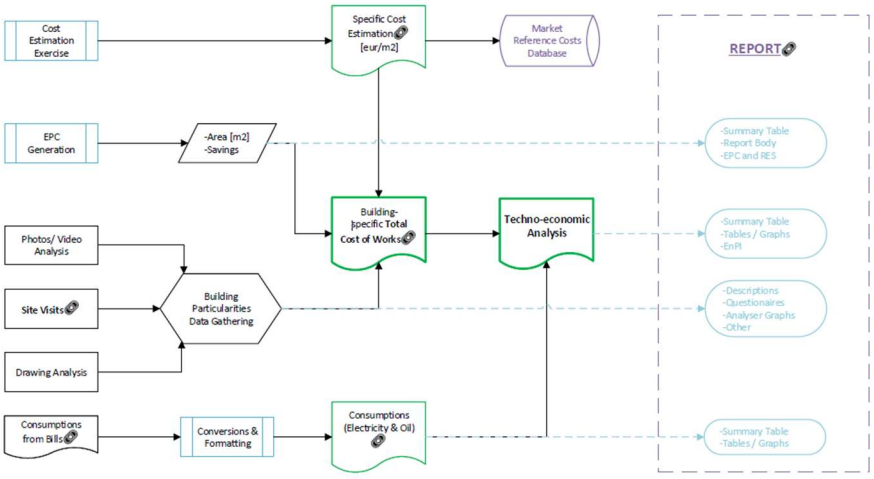
Μεταξύ άλλων, τα μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης περιλάμβαναν:

- Θερμομόνωση κτιριακού κελύφους (οροφών και τοιχοποιίας),
- Αντικατάσταση εξωτερικών κουφωμάτων
- Αντικατάσταση φωτισμού με φωτιστικά τεχνολογίας LED,
- Αντικατάσταση συστημάτων εξαερισμού,
- Δημιουργία ανοιγμάτων για διαμπερή φυσικό αερισμό και φωτισμό,
- Συντήρηση και διαμόρφωση υφιστάμενων σκιάστρων,
- Επιδιόρθωση υγρασιών και φθορών,
- Φυτεύσεις δέντρων και πράσινες οροφές,
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, και άλλα.

Η κοστολόγηση των εργασιών για την διαμόρφωση των εγγράφων των Διαγωνισμών και του υπολογισμού της εκτιμώμενης αξίας των έργων, βασίστηκε σε κάθε επιμέρους κατηγορία εργασίας, λαμβάνοντας υπόψη τις ισχύουσες τιμές υλικών και εργατικών που σχετίζονται με την οικοδομική βιομηχανία.

Μετά την επιλογή των πιθανών μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης, έγιναν τεχνο-οικονομικές αναλύσεις για κάθε σχολείο, έτσι ώστε να εξαχθούν απτά αποτελέσματα, κατά κόρον για την οικονομική επίδοση των κυριότερων και πιο κοστοβόρων μέτρων, όπως είναι η θερμομόνωση του κελύφους, η αντικατάσταση των κουφωμάτων και η αντικατάσταση του φωτισμού.

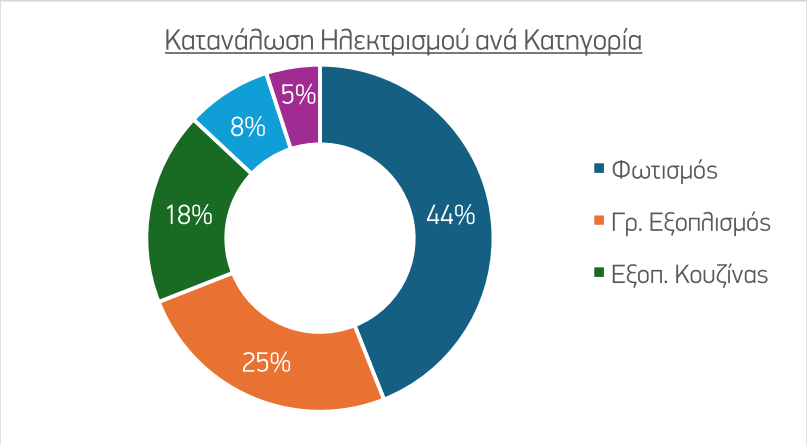
Το σύνολο των πληροφοριών αλλά και οι υπολογισμοί που έγιναν κατά το στάδιο της μελέτης, συντάχθηκαν στην μορφή εκθέσεων ενεργειακών μελετών για κάθε σχολείο ξεχωριστά. Οι εκθέσεις αυτές αποτέλεσαν ένα από τα κύρια παραδοτέα του έργου PEDIA. Η μεθοδολογία βασίστηκε στο πιο κάτω διάγραμμα:



Γράφημα 1: Energy Studies Workflow Diagram

3. Μελέτη υφιστάμενης κατάστασης

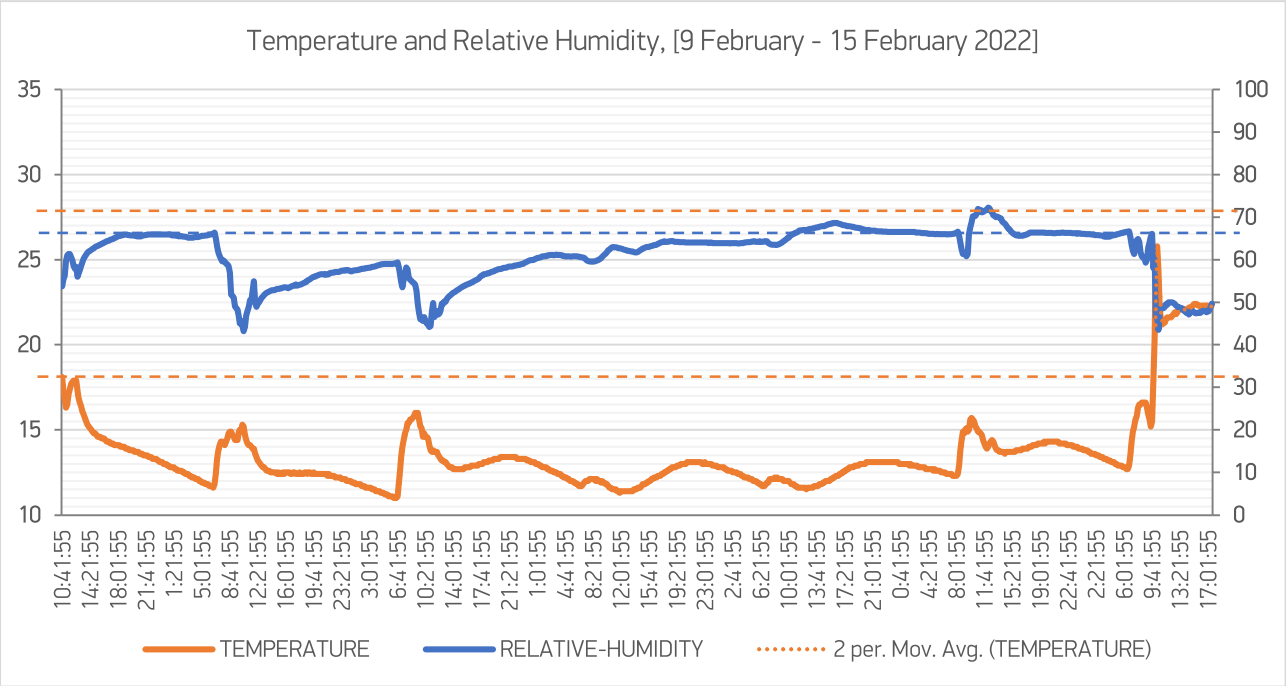
Στα πλαίσια της μελέτης της υφιστάμενης κατάστασης των σχολικών κτιρίων και μετά τη διενέργεια επιτόπιων τεχνικών ελέγχων, διαπιστώθηκε ότι το τυπικό προφίλ κατανομής της κατανάλωσης ηλεκτρισμού ανά κατηγορία έχει ως εξής:



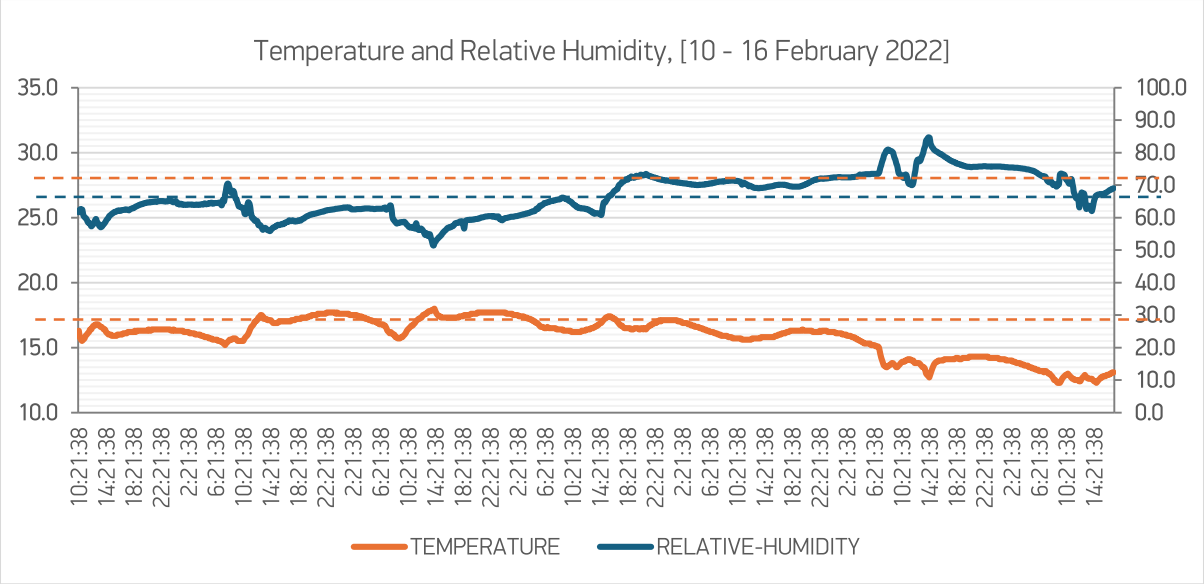
Γράφημα 2: Τυπική Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρισμού σε Σχολικά Κτίρια στην Κύπρο, Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου

Για τους σκοπούς της μελέτης των υφιστάμενων συνθηκών που επικρατούν στα σχολεία, εγκαταστάθηκε στα περισσότερα από αυτά εξοπλισμός EXTECH RHT10, για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας. Τα δεδομένα που καταγράφηκαν αφορούν μια τυπική βδομάδα και μια τυπική μέρα στο περιβάλλον μιας σχολικής αίθουσας. Επιπλέον, για την ακριβή καταγραφή της ισχύς φορτίου (τριφασική εγκατάσταση) για μια τυπική βδομάδα, λήφθηκαν μετρήσεις με την εγκατάσταση αναλυτή ενέργειας, EXTECH PQ 3450 , στον κεντρικό πίνακα διανομής των σχολείων.

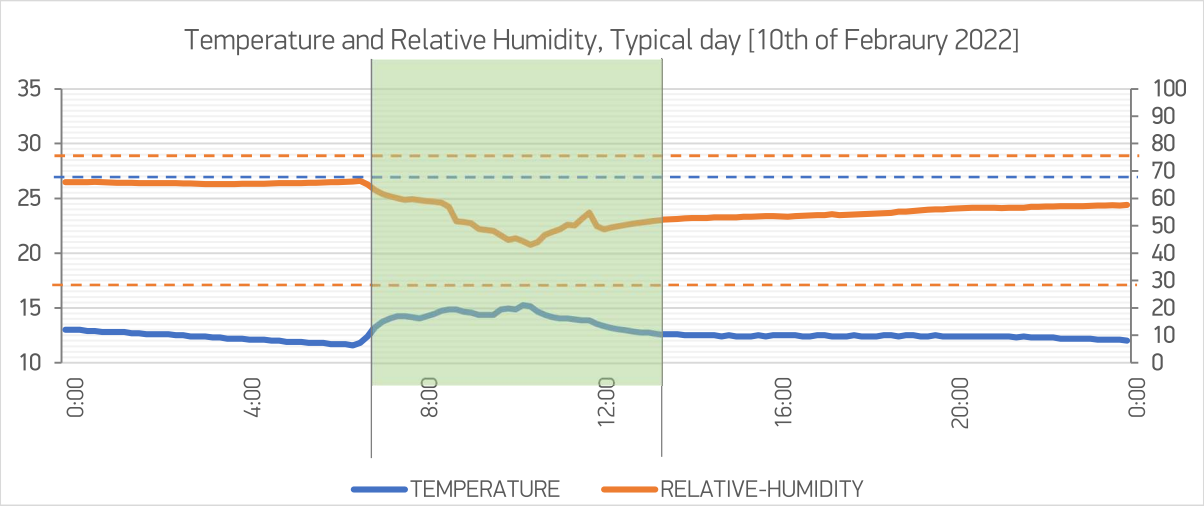
Πιο κάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες από αυτές τις μετρήσεις, οι οποίες αποτυπώνονται σε μορφή γραφημάτων.



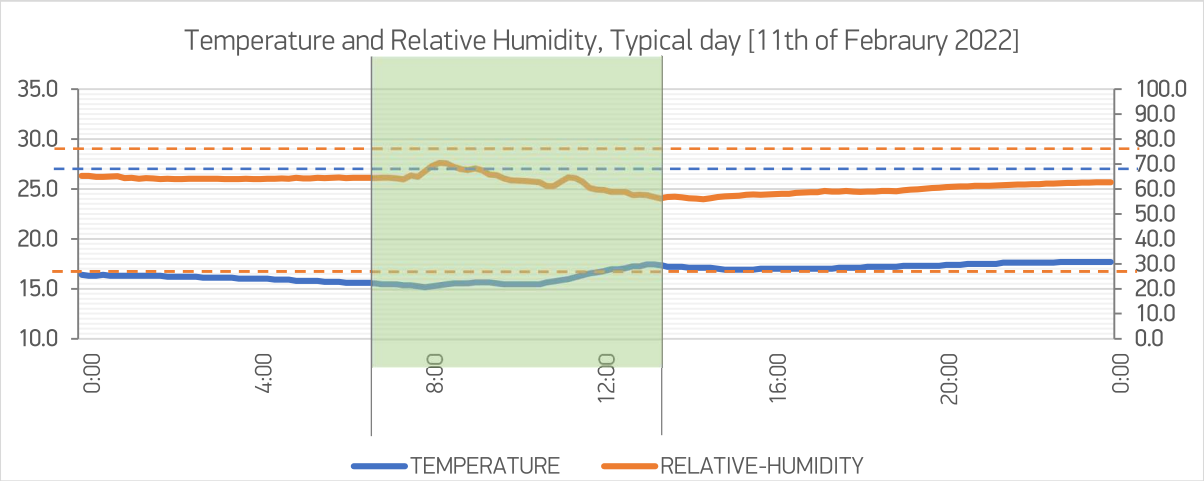
Γράφημα 3: Θερμοκρασία & Σχετική Υγρασία, Τυπική βδομάδα σε αίθουσα διδασκαλίας, Γυμνάσιο Αγίου Δομετίου



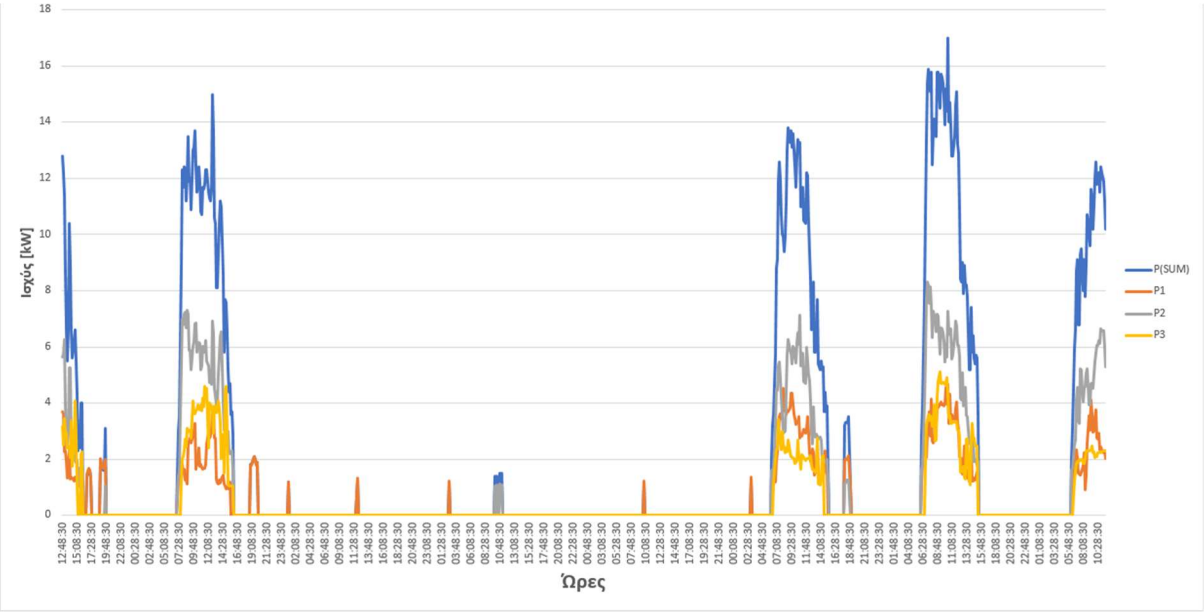
Γράφημα 4: Θερμοκρασία & Σχετική Υγρασία, Τυπική βδομάδα σε αίθουσα διδασκαλίας, Στ' Νηπιαγωγείο Αγλαντζιάς



Γράφημα 5: Θερμοκρασία & Σχετική Υγρασία, Τυπική μέρα σε αίθουσα διδασκαλίας, Γυμνάσιο Αγίου Δομετίου



Γράφημα 6: Θερμοκρασία & Σχετική Υγρασία, Τυπική μέρα σε αίθουσα διδασκαλίας, Στ' Νηπιαγωγείο Αγλαντζιάς



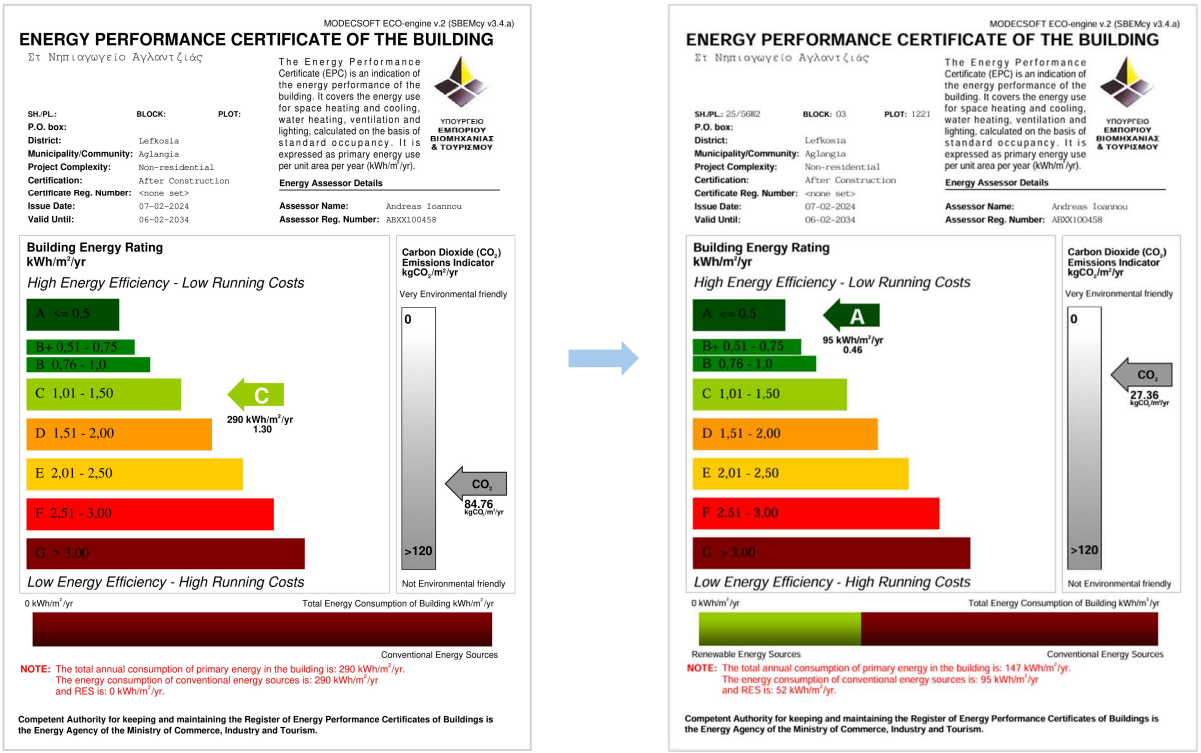
Γράφημα 7: Ισχύς Φορτίου (ΣΦ), Τυπική βδομάδα, Δημοτικό Σχολείο Ιδαλίου Β'

4. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων των ενεργειακών αναβαθμίσεων

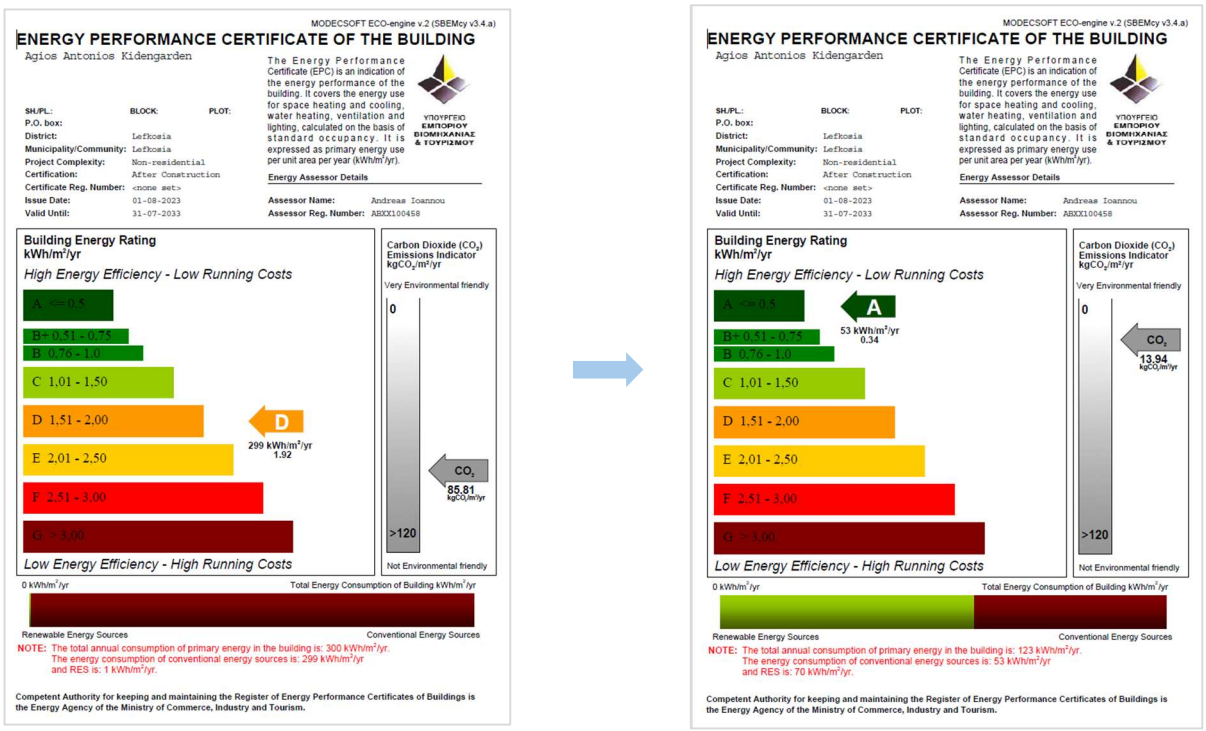
4.1 Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

Όσον αφορά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, μετά την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης, στα πλαίσια του έργου, εκδόθηκαν από Ειδικευμένους Εμπειρογνώμονες ΠΕΑ πριν και μετά την υλοποίηση των εργασιών στα 25 επιλεγμένα κτίρια. Σε όλα τα σχολεία επιτεύχθηκε το επίπεδο του Κτιρίου Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας με Ενεργειακή Κλάση Α.

Πιο κάτω παρουσιάζονται τα Πιστοποιητικά για ένα δείγμα 5 σχολείων:

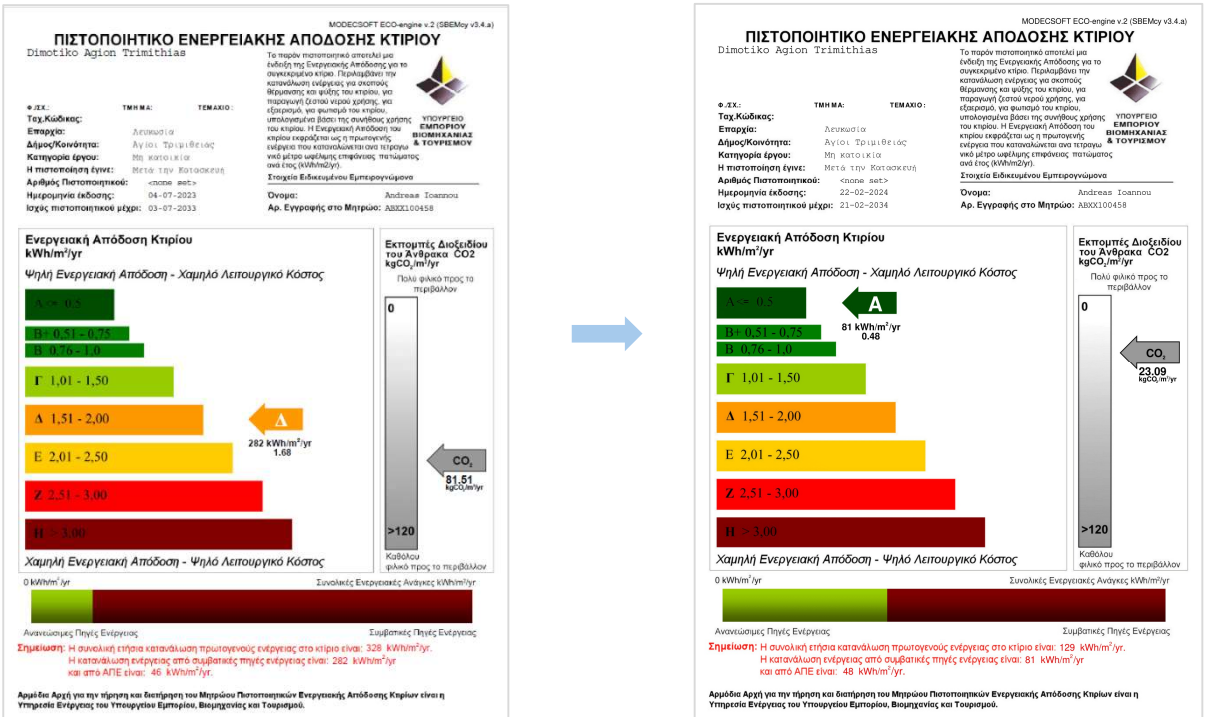


Εικόνα 2: Στ' Δημόσιο και Κοινοτικό Νηπιαγωγείο Αγλαντζιάς, Λευκωσία - ΠΕΑ πριν και μετά

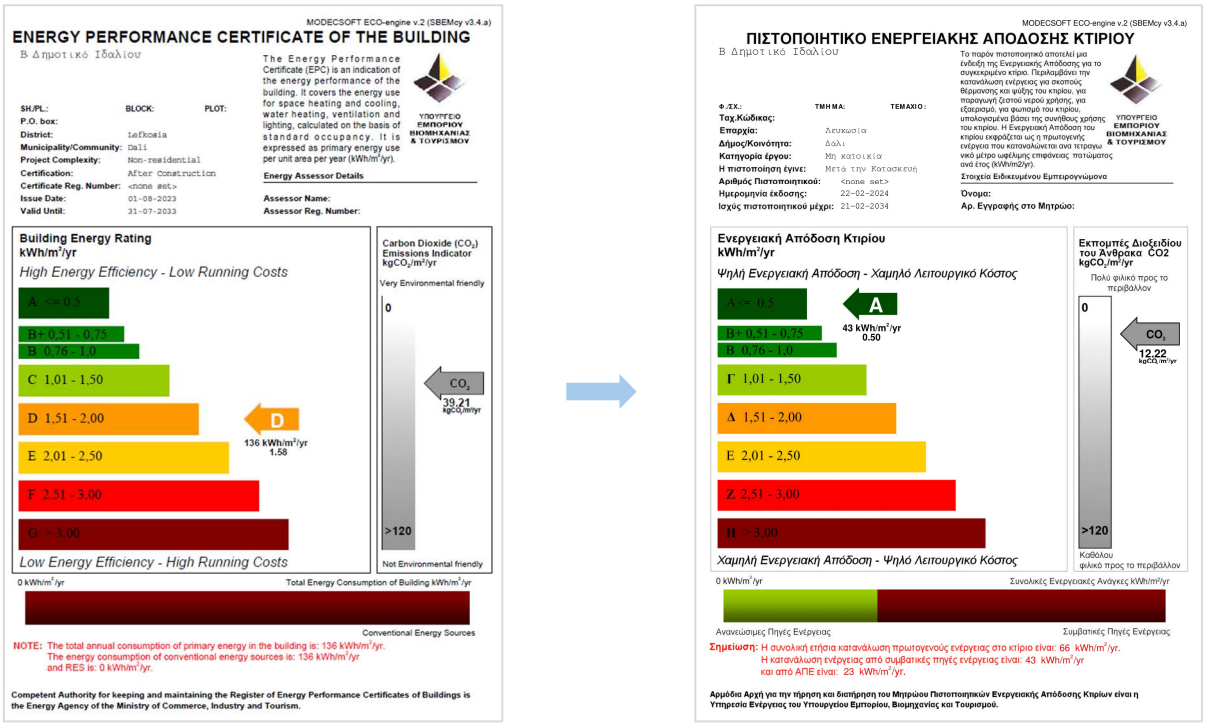


Εικόνα 3: Νηπιαγωγείο Αγίου Αντωνίου, Λευκωσία - ΠΕΑ πριν και μετά

Στις εικόνες 2 και 3, παρατίθενται προς σύγκριση τα ΠΕΑ δύο νηπιαγωγείων στην Λευκωσία. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα συγκεκριμένα σχολεία, παρά το μικρό τους μέγεθος και τον περιορισμένο αριθμό αιθουσών διδασκαλίας και μαθητών, οι εξοικονομήσεις ενέργειας φτάνουν στο 66% για το Στ' Νηπιαγωγείο Αγλαντζιάς και στο 82% για το Νηπιαγωγείο Αγίου Αντωνίου, ενώ η μείωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα υπολογίζεται στο 68% και 84% αντίστοιχα.



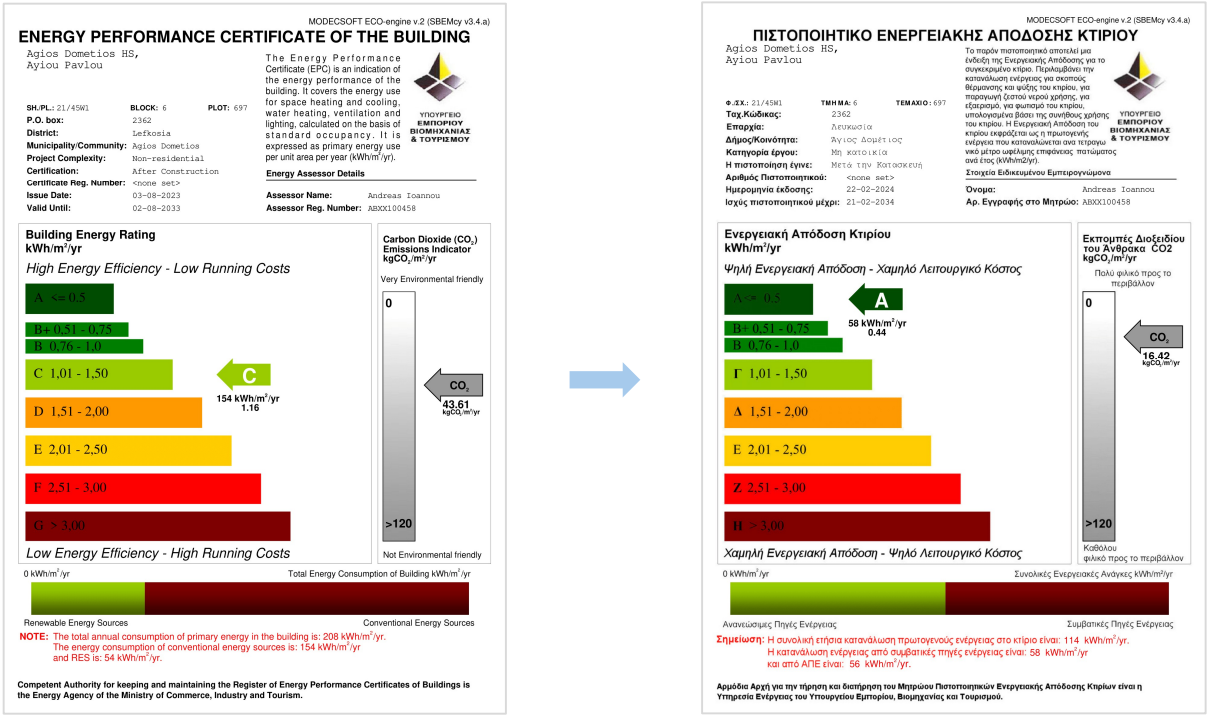
Εικόνα 4: Δημοτικό Σχολείο Αγίων Τριμιθιάς, Λευκωσία - ΠΕΑ πριν και μετά



Εικόνα 5: Δημοτικό Σχολείο Ιδαλίου Β', Λευκωσία - ΠΕΑ πριν και μετά

Στην περίπτωση των Δημοτικών σχολείων, οι εξοικονομήσεις ενέργειας φαίνεται να είναι ελαφρώς χαμηλότερες, αφού στο Δημοτικό Αγίων Τριμιθιάς φτάνουν το 62% και στο Δημοτικό Ιδαλίου Β' το 68%, ενώ παράλληλα τα ποσοστά μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι 72% και 69% αντίστοιχα (βλ. εικόνες 4 και 5).

Τα πιο πάνω Νηπιαγωγεία και Δημοτικά , στην υφιστάμενη τους κατάσταση αξιολογούνταν στην Ενεργειακή Κλάση Δ, με κατανάλωση από 136 εώς 290 KWh/m²/yr, ενώ μετά την ενεργειακή αναβάθμιση τους ανήκουν πλέον στην Κλάση Α με την κατανάλωση να κυμαίνεται πλέον από 43 εώς 95 KWh/m²/yr.



Εικόνα 6: Γυμνάσιο Αγίου Δομετίου, Λευκωσία - ΠΕΑ πριν και μετά

Το Γυμνάσιο Αγίου Δομετίου (Εικόνα 6), παρουσιάζει ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας 62% ενώ οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μετά την υλοποίηση της ενεργειακής αναβάθμισης έχουν επίσης μειωθεί κατά 62%.

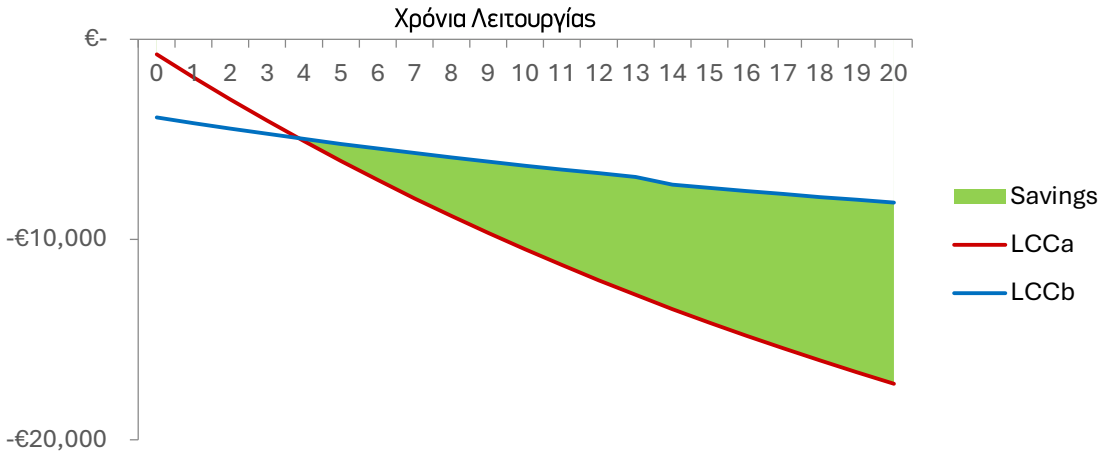
4.2 Τεχνο-οικονομική ανάλυση (κόστος κύκλου ζωής - LCCA)

Σε επίπεδο τεχνοοικονομικής ανάλυσης η μέση εξοικονόμηση τελικής ηλεκτρικής ενέργειας που καταγράφηκε, ήταν 45.90%, ενώ σε επίπεδο ορυκτού καυσίμου η εξοικονόμηση υπολογίζεται στο 59.33%.

Βασική απόρροια, από την εκπόνηση της τεχνο-οικονομικής ανάλυσης, η οποία βασίστηκε στην μέθοδο υπολογισμού του κόστους κύκλου ζωής, είναι ότι από τα βασικά μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης που καθιστούν ένα υφιστάμενο κτίριο σε ΚΣΜΚΕ, η αντικατάσταση των παλαιών λαμπτήρων με νέους λαμπτήρες LED είναι το μόνο μέτρο που, από καθαρά οικονομικής άποψης είναι συμφέρον αφού αποσβένει πολύ σύντομα την αρχική επένδυση λόγω εκτεταμένης εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας, πάντα σε σύγκριση με το σενάριο της μη υλοποίησης του συγκεκριμένου μέτρου.

Πιο κάτω, στο τυπικό Γράφημα 8, παρουσιάζεται το πιο πάνω συμπέρασμα. Με κόκκινο χρώμα (LCCa) σημειώνεται το κόστος για 20 χρόνια με βάση το σενάριο της μη εφαρμογής του μέτρου, που αφορά τα υφιστάμενα λειτουργικά και άλλα έξοδα όπως βλάβες και ανάγκη αντικατάσταση λαμπτήρων. Με μπλε χρώμα (LCCb), παρουσιάζεται το κόστος για 20 χρόνια στην περίπτωση αντικατάστασης του υφιστάμενου φωτισμού σε LED, που συμπεριλαμβάνει αρχικό κεφάλαιο και λειτουργικά και άλλα έξοδα.

Με το πέρας 3-4 χρόνων, οι εξοικονομήσεις των 2 σεναρίων εξισώνονται και πλέον η επένδυση της αντικατάστασης σε LED, αρχίζει να επιφέρει σημαντικές εξοικονομήσεις οι οποίες παρουσιάζονται σωρευτικά με πράσινο χρώμα.



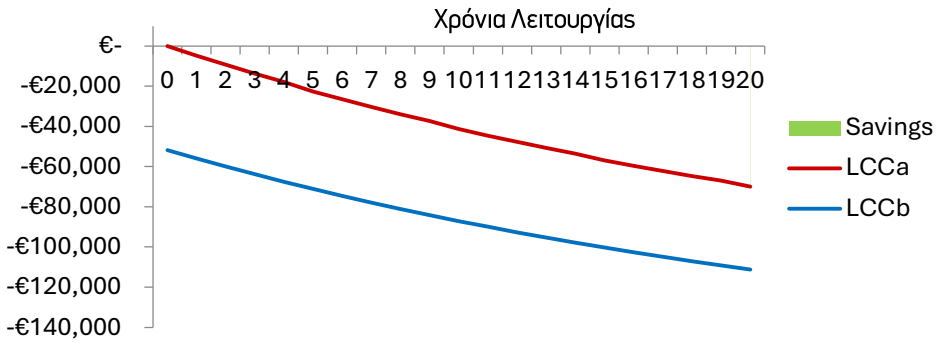
Γράφημα 8: Σύγκριση σεναρίου a) Μη Αντικατάστασης και b) Αντικατάστασης φωτισμού σε LED

Οι κανονικοποιημένες εξοικονομήσεις ενέργειας μετά την αντικατάσταση των φωτιστικών σε νέας τεχνολογίας τύπου LED, παρουσιάζονται στον πιο κάτω Πίνακα 1, για δείγμα 5 σχολικών κτιρίων διαφορετικής εκπαιδευτικής βαθμίδας και μεγέθους. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, η κανονικοποιημένη εξοικονόμηση κυμαίνεται στο 72%.

Πίνακας 1: Ποσοστά Εξοικονόμησης - Αλλαγή Φωτισμού EnPI

EnPI - Lighting	Στ' Νηπιαγωγείο Αγλαντζιάς	Νηπιαγωγείο Αγίου Αντωνίου	Δημοτικό Σχολείο Αγίων Τριμιθιάς	Δημοτικό Σχολείο Ιδαλίου Β'	Γυμνάσιο Αγίου Δομετίου	Μέσος όρος
Baseline kW/fixture location	122.2	129.5	132.6	116	103.5	120.76
Improvement kW/fixture location	32.4	35.18	35.1	32.47	34.35	33.9
Savings %	73%	73%	74%	72%	67%	72%

Άλλα μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης όπως είναι η θερμομόνωση οροφών (Γράφημα 9) και τοιχοποιίας, και η αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα κουφώματα υψηλής ενεργειακής απόδοσης, παρόλο που δεν είναι «οικονομικά ελκυστικά» βάσει της ανάλυσης του κόστους κύκλου ζωής (Γράφημα 9), προσφέρουν πιο ποιοτικά οφέλη, όπως τη θερμική άνεση και τη βελτιωμένη ποιότητα των εσωτερικών χώρων. Συγκεκριμένα, οι αίθουσες διδασκαλίας αποκτούν ένα πιο φιλικό και ευχάριστο χαρακτήρα αφού μετά την εφαρμογή τέτοιων μέτρων παρατηρείται η καλύτερη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και αερισμού, που στην περίπτωση των σχολείων αποτελεί ανάγκη υψηλής προτεραιότητας.



Γράφημα 9: Σύγκριση σεναρίου a) Χωρίς θερμομόνωση οροφής και b) Προσθήκη θερμομόνωσης οροφής, Δημοτικό Ιδαλίου Β'

5. Συμπεράσματα

Όπως διαπιστώνεται από την οικονομική ανάλυση των μέτρων που εξετάστηκαν, και με βάση τους οικονομικούς δείκτες που εξάγονται για κάθε μεμονωμένο μέτρο αλλά και ως συνολική παρέμβαση (ΚΣΜΚΕ), η ολοκληρωτική ενεργειακή αναβάθμιση με αποκλειστικό κριτήριο τις εξοικονομήσεις χρημάτων δεν είναι οικονομικά βιώσιμη.

Παρόλα αυτά, καθώς τα έργα και οι παρεμβάσεις που προωθούνται καλούνται να εξυπηρετήσουν ένα ευρύτερο σκοπό πέραν από τις εξοικονομήσεις, το έργο κρίνεται περιβαλλοντικά και κοινωνικά σκόπιμο.

Συμπερασματικά, η συμμόρφωση με τη νομοθεσία, η βελτίωση της θερμικής άνεσης των χρηστών, ο καθορισμός ενός προτύπου ενεργειακής αναβάθμισης για υφιστάμενα σχολικά κτίρια καθώς και άλλα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη, συντελούν στην λήψη απόφασης για ενεργειακή αναβάθμιση ολόκληρου του σχολικού κτιριακού αποθέματος σχολείων σε ΚΣΜΚΕ.

6. Βιβλιογραφία

Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου, *PEDIA – Promoting Energy Efficiency & Developing Innovative Approaches in Schools*. Διαθέσιμο: https://www.cea.org.cy/en/pedia/

EN 15316-4-1 (2017). Energy performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-1: Space heating DHW generation systems, combustion systems (boilers, biomass).

CYS EN 15316-2:2017: Energy performance of buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2: Space emission systems (heating and cooling), Module M3-5, M4-5

CYS EN 15316-3:2017: Energy Performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 3: Space distribution systems (DHW, heating and cooling), Module M3-6, M4-6, M8-6

CYS EN 15316-4-1:2017. Energy Performance of buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 4-1: Space heating and DHW generation systems, combustion systems (boilers, biomass), Module M3-8-1, M8-8-1.

CYS EN 15459-1:2017: Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings – Part 1: Calculation Procedures, Module M1-14.

CYS EN 16231:2012. Energy efficiency benchmarking methodology.

CYS EN 16247-1:2012. Energy audits - Part 1: General requirements.

CYS EN 16247-2:2014. Energy Audits - Part 2: Buildings.

CYS EN 16247-5:2015. Energy Audits - Part 5: Competence of energy auditors.

CYS EN 16798-1:2019 standard: 'Energy performance of buildings – Ventilation for buildings - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6'.

Cyprus Energy Agency

MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE SPORT AND YOUTH

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΜΟΝΑΔΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

October 2026

Disclaimer: The sole responsibility for the content of this document lies with the PEDIA project and does not necessarily reflect the opinion of the European Union.

