



«Πολιτικές και Εισηγήσεις για την Εξοικονόμηση Ενέργειας | Ενεργειακή Διαχείριση – Ενεργειακή Απόδοση – Τοπικά Σχέδια Δράσης»

Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Σχολικά Κτίρια – Αποτελέσματα Ενεργειακών Ελέγχων

Πολιτιστικό Κέντρο Στροβόλου,
05/04/2019



Cyprus
Energy
Agency



Project co-financed by the European
Regional Development Fund



Περιεχόμενα



1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης
7. Συμπεράσματα



Περιεχόμενα



1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης
7. Συμπεράσματα



Το έργο TEESCHOOLS



...ΕΝ συντομία



«Το έργο έχει ως στόχο την υποστήριξη υλοποίησης δράσεων για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των σχολείων στην περιοχή της Μεσογείου, με σκοπό να γίνουν κτίρια με Σχεδόν Μηδενική Ενεργειακή Κατανάλωση (ΚΣΜΚΕ)»

Μπορούν τα σχολικά κτίρια να αναβαθμιστούν σε ΚΣΜΚΕ;

→ Στην Κύπρο επιλέχθηκαν 5 σχολεία βάσει προκαθορισμένων κριτηρίων



Το έργο TEESCHOOLS



Ειδικοί Στόχοι

- **Ανάπτυξη εργαλείων** που θα υποστηρίζουν τη διαχείριση της ενέργειας σε σχολεία
- Δημιουργία μιας **βάσης δεδομένων** με τις βέλτιστες πρακτικές και τεχνικές λύσεις
- **Ενεργειακοί έλεγχοι** σε σχολικά κτίρια
- **Εκπαιδευτικές διαλέξεις**
- **Ανάπτυξη προτάσεων πολιτικής**



Εισαγωγή – Στοιχεία Καταναλώσεων



	Κατανάλωση Ηλεκτρισμού για σχολεία Δημοτικής Εκπαίδευσης για το 2016			Αρ. Σχολείων
	Συνολική Κατανάλωση [kWh / year]	Κατανάλωση Ανα Σχολείο [kWh / year]	Κατανάλωση Ανα Σχολείο [€ / year]	
Επαρχία Λευκωσίας	2,492,910	19,943	3,990	125
Επαρχία Λεμεσού	1,852,315	22,051	4,410	84
Επαρχία Λάρνακας	673,066	10,855	2,177	62
Επαρχία Πάφου	361,394	8,604	1,720	42
Επαρχία Αμμοχώστου	344,001	19,111	3,820	18+1
Σύνολο	5,723,686	17,292 [M.O.]	3,458 [M.O.]	331

Πηγή: Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου, 2016

Σημείωση: Οι εκτιμήσεις για το κόστος του ηλεκτρισμού έγιναν με βάση το μέσο κόστος ηλεκτρισμού ανά kWh για την υπό εξέταση σχολική χρονιά.



Περιεχόμενα



1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης Συμπεράσματα



Μεθοδολογία



Πρότυπο CYS EN 16247-1:2012

ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ:

- Κτιριακό Κέλυφος
- Σύστημα Θέρμανσης
- Σύστημα Ψύξης
- Σύστημα Φωτισμού
- Βοηθητική υποδομή και εξοπλισμός
- Σύστημα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας [όπου ίσχυε]

Σχολική Χρονιά 2017 – 2018



Περιεχόμενα



1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης Συμπεράσματα



Επιλογή Σχολείων

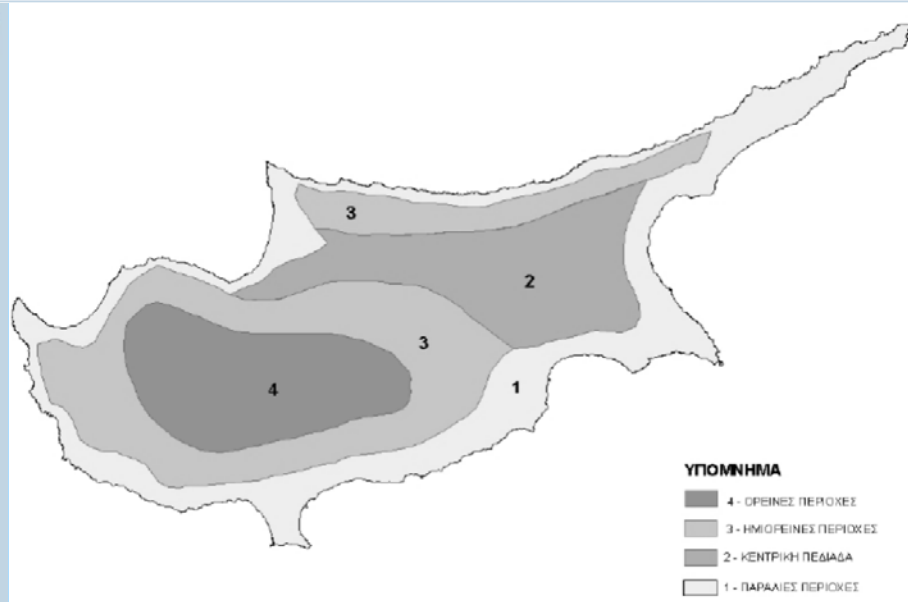
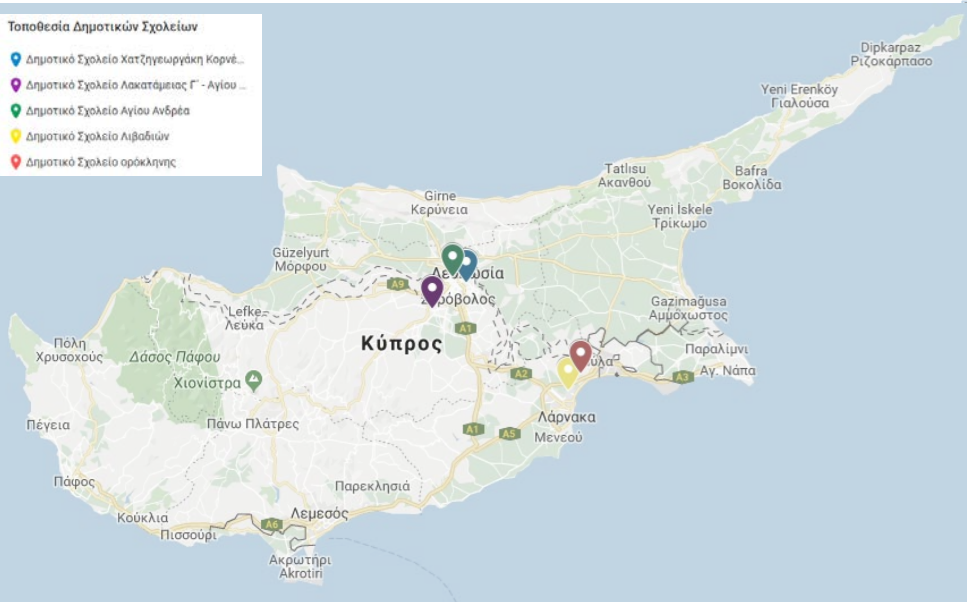


Τοποθεσία Σχολείων

Κλιματικές Ζώνες Κύπρου

Τοποθεσία Δημοτικών Σχολείων

- Δημοτικό Σχολείο Χατζηγεωργίου Κορνέ...
- Δημοτικό Σχολείο Λακατάμιος Γ' - Αγίου ...
- Δημοτικό Σχολείο Αγίου Ανδρέα
- Δημοτικό Σχολείο Λιβαδίων
- Δημοτικό Σχολείο οράκληνης





Επιλογή Σχολείων



ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ
ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΑΚΗΣ ΚΟΡΝΕΤΣΙΟΥ

Δημοτικό Σχολείο Χατζηγεωργάκη Κορνέσιου, Αγλαντζιά, Λευκωσία [KZ-2]

Ωφέλιμο Εμβαδόν: 1,502 m²

221 Μαθητές | 250 Χρήστες

Έτος Κατασκευής: Α. 1968, Β. 2004, Γ. 2014



Επιλογή Σχολείων



3^ο Δημοτικό Σχολείο Αγίου Γεωργίου, Λακατάμια, Λευκωσία [ΚΖ-2 όριο]

Ωφέλιμο Εμβαδόν: 2,024 m²

379 Μαθητές | 415 Χρήστες

Έτος Κατασκευής: Α. 1987, Β. 2008, Γ. 2014



Επιλογή Σχολείων



Δημοτικό Σχολείο Αγίου Ανδρέα [ΚΑ και ΚΒ], Λευκωσία [ΚΖ-2]





Επιλογή Σχολείων



Δημοτικό Σχολείο Αγίου Ανδρέα [KA και KB], Λευκωσία [KZ-2]

Ωφέλιμο Εμβαδόν: : 1,958 m²

269 Μαθητές | 299 Χρήστες

Έτος Κατασκευής: Α. 1946, Β. 1970, Γ.2010 + Εργασίες Συντήρησης το 2008 και το 2013



Επιλογή Σχολείων



Δημοτικό Σχολείο Λιβαδιών, Λιβάδια, Λάρνακα [KZ-1]

Ωφέλιμο Εμβαδόν: 960 m²

203 [250] Μαθητές | 246 [278] Χρήστες

Έτος Κατασκευής: Α. 1992 + Εργασίες Συντήρησης το 2008 και το 2017



Επιλογή Σχολείων



Δημοτικό Σχολείο Βορόκλινης, Βορόκλινη, Λάρνακα [ΚΖ-1]

Ωφέλιμο Εμβαδόν: 1,663 m² [up to 2018]

400 Μαθητές | 438 Χρήστες

Έτος Κατασκευής: Α. 1964, Β:1974-1979, Γ:1985, Δ:1991-2001, Ε:2004-2009, ΣΤ:2015, Ζ:2018



Περιεχόμενα



1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης
7. Συμπεράσματα

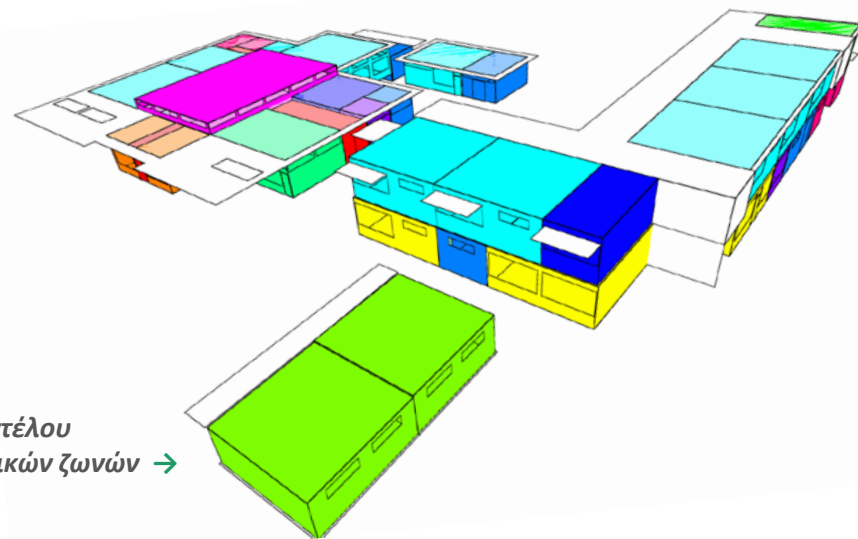
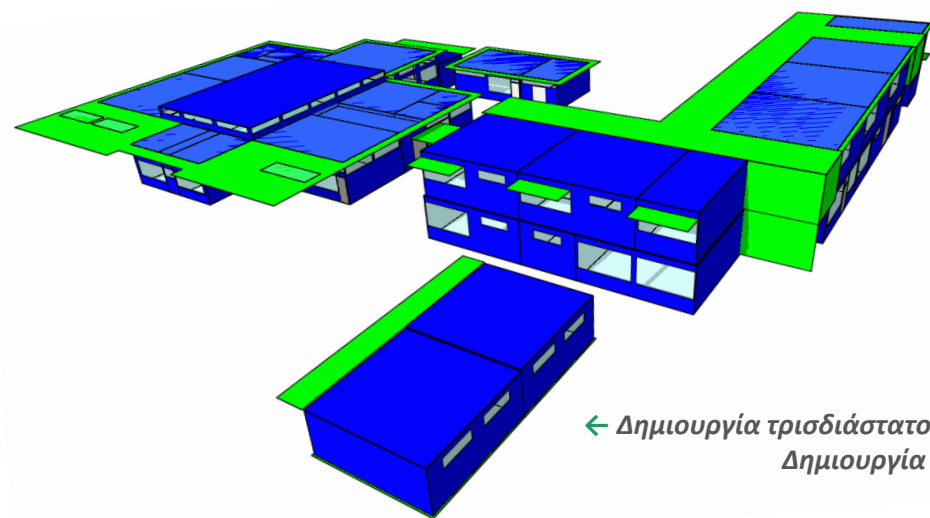


Αποτελέσματα



Χρήση λογισμικού δυναμικής ενεργειακής προσομοίωσης
Προσομοίωση βάση πραγματικών καταναλώσεων

IES-VE SOFTWARE [ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ]



← Δημιουργία τρισδιάστατου μοντέλου
Δημιουργία θερμικών ζωνών →

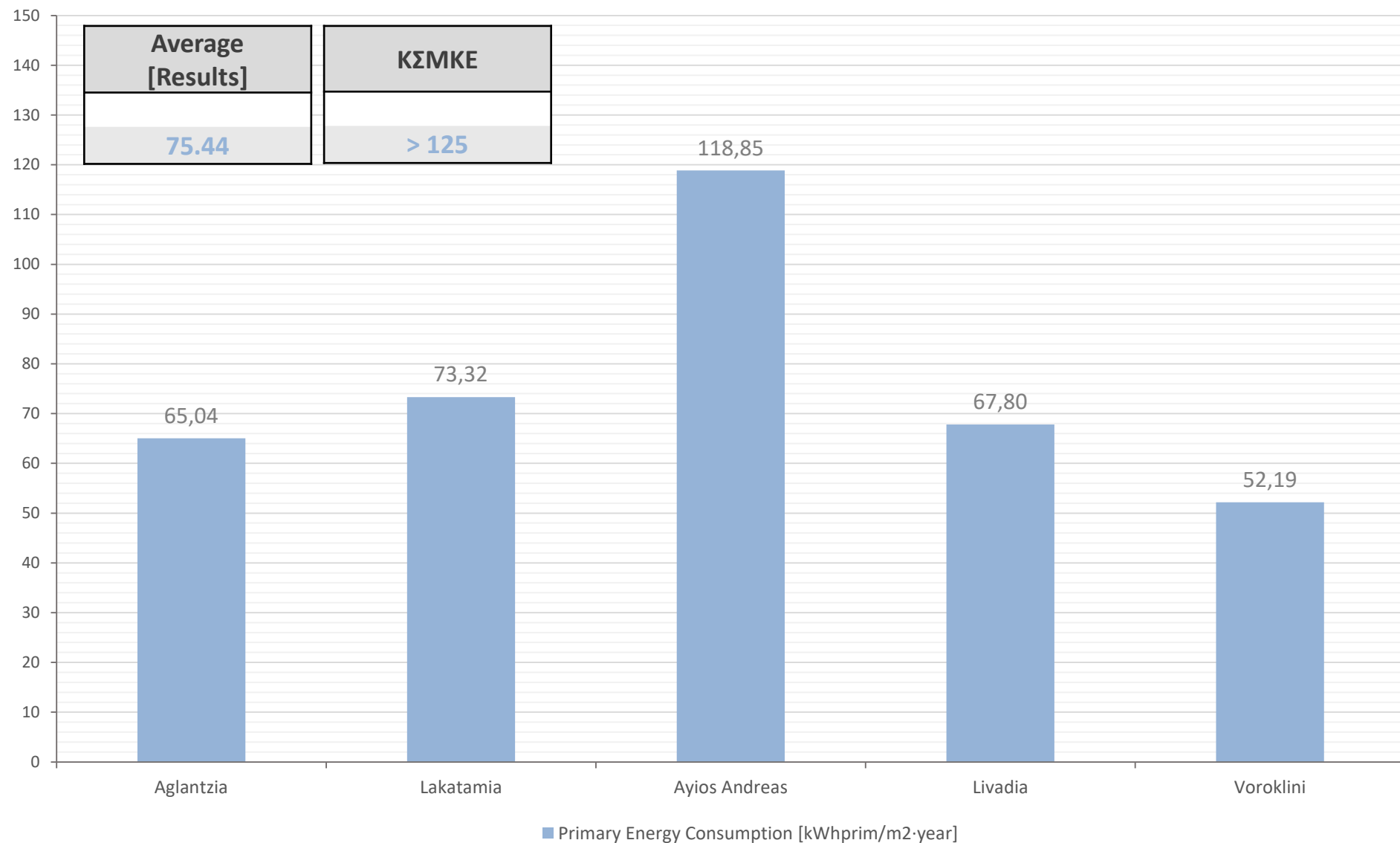
Διαχωρισμός θερμικών ζωνών βάση:
Κατ. Χαρακτηριστικών – Χρήσης – Εσ. Κερδών – Συστημάτων



Αποτελέσματα [Πρωτογενής Ενέργεια ανά m²]



Annual Average Data – Primary Energy Consumption

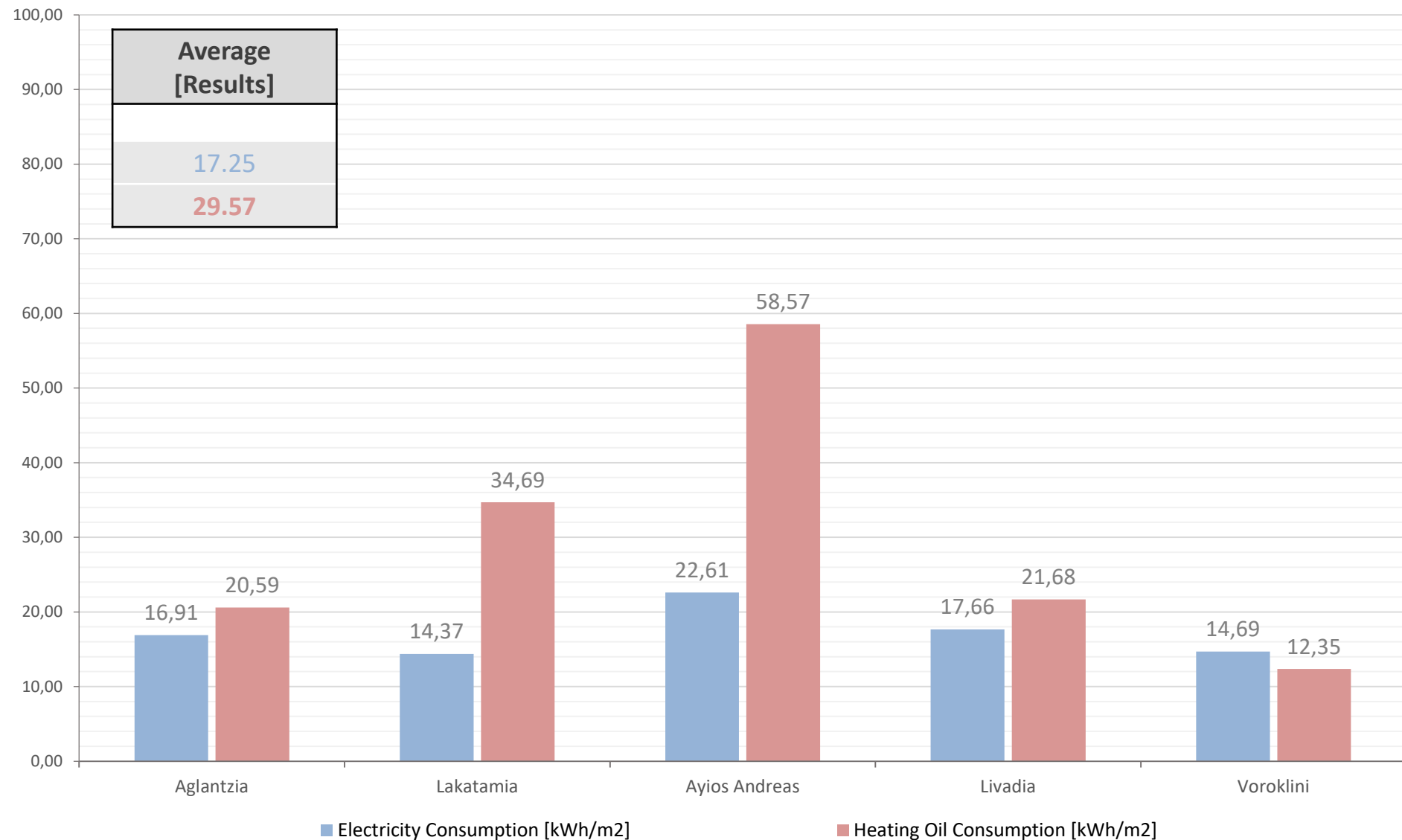




Αποτελέσματα [Ηλεκτρική και Θερμική ανά m²]



Annual Average Data – Electricity and Oil Consumption



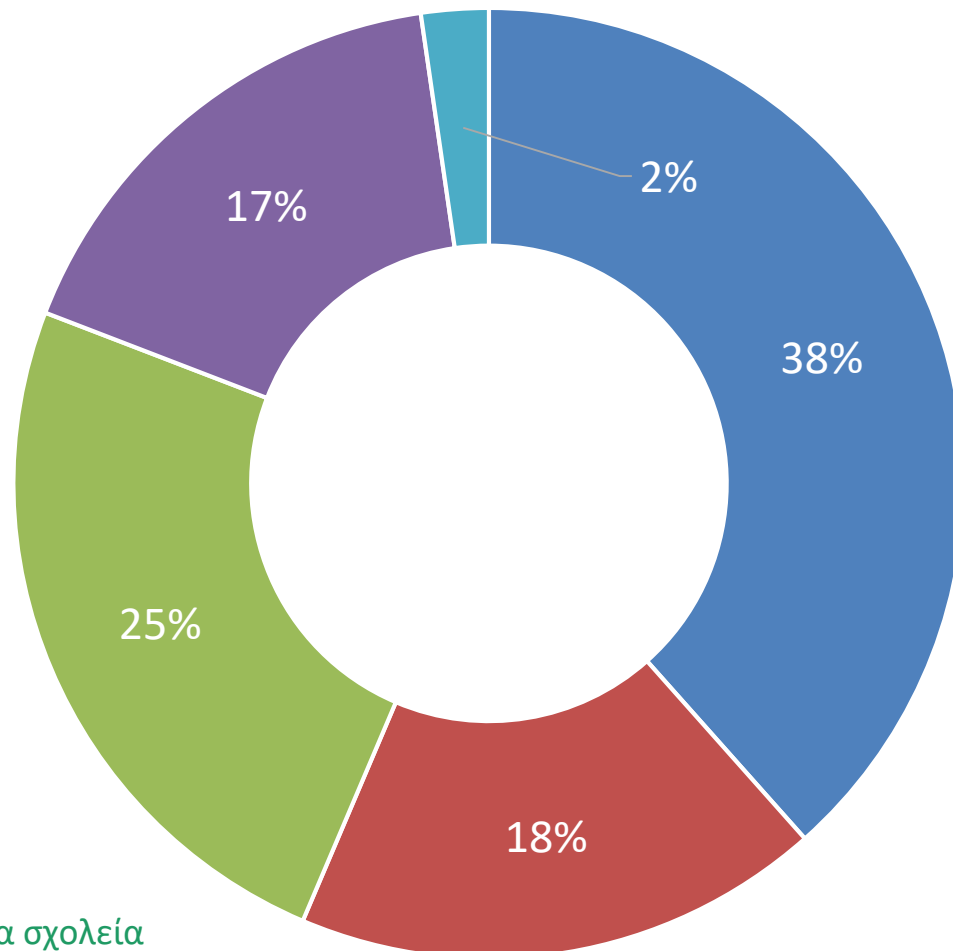


Αποτελέσματα [Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας]



Δημοτικό Λευκωσίας

- Lighting
- Office Equipment
- Kitchen Equipment
- Cooling (AC+Fans)
- Other (pumps)



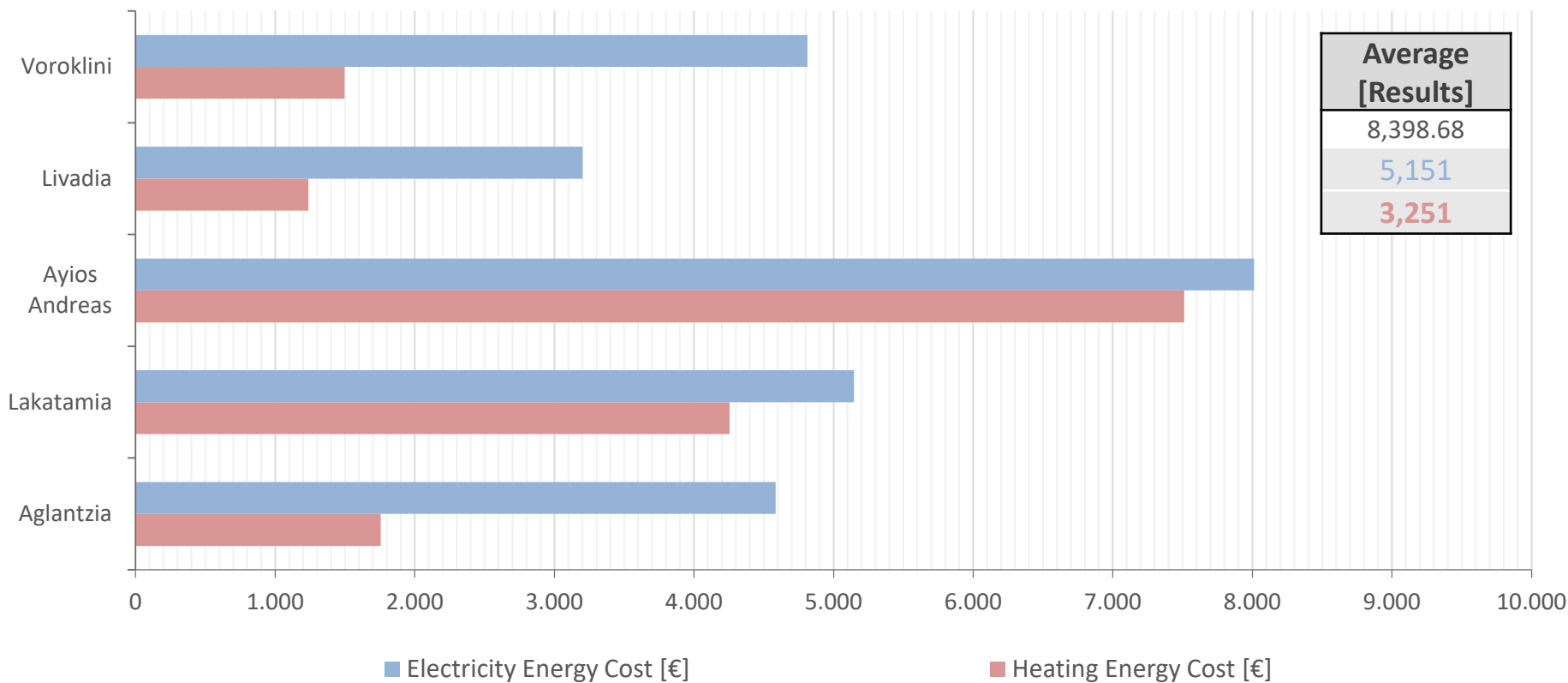
Παρατηρείται το ίδιο προφίλ κατανάλωσης σε όλα τα σχολεία
Ο φωτισμός και ο εξοπλισμός γραφείου κατέχουν τα
μεγαλύτερα ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρισμού



Αποτελέσματα [Κόστος Ενέργειας & Εκπομπές CO₂]



Annual Average Data – Energy Cost

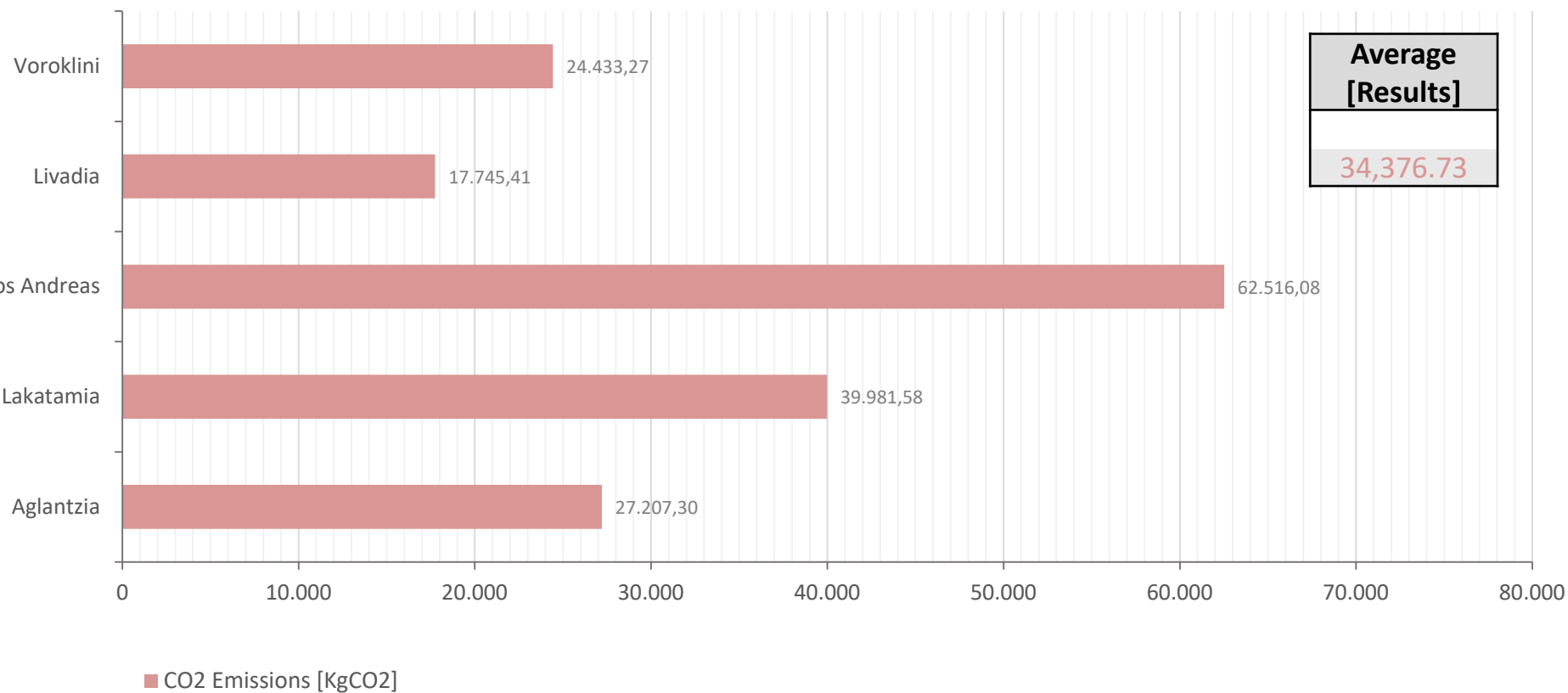




Αποτελέσματα [Κόστος Ενέργειας & Εκπομπές CO₂]



Annual Average Data – Carbon Emissions





Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]



A/A	Περιγραφή	Μέση εξοικονόμηση ενέργειας (kWh _{el} /th/year)	Μέση εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (KWh _{pr} /year)	Μέση εξοικονόμηση εκπομπών άνθρακα (kgCO ₂ /year)	Μέσο αρχικό κόστος (€)	Κόστος ανά εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (€/KWh _{pr})
1	Αναβάθμιση συστήματος φωτισμού	8,203	22,149	6,514	5,088	0.22
2	Εισαγωγή Φ/Β συστήματος [η δυναμικότητα διαφέρει]	11,567	31,230	9,184	9,534 [1,400 / kW]	0.30
3	Θερμομόνωση οροφής [3 σχολεία]	10,383	12,834	3,228	47,313	3.68
4	Μόνωση ή αντικατάσταση των σωληνώσεων διανομής θέρμανσης	3,803	4,183	1,012	966	0.23
5	Προσαρμογή και / ή συντήρηση του λέβητα [3 σχολεία]	6,565	7,221	1,746	200	0.03
6	Σενάριο για ΚΣΜΚΕ	39,872	76,839	21,489	313,560	4.09
7	Εγκατάσταση εξωτερικής σκίασης Παθητικές στρατηγικές	Απαιτεί ξεχωριστή μελέτη				
8	Αλλαγή συμπεριφοράς χρηστών	Αλλαγή συνηθειών, Σωστός [εξ]αερισμός, σωστή διαχείριση συστημάτων κοκ. → μεγάλος αντίκτυπος στην ενεργειακή κατανάλωση σχολικών κτιρίων				

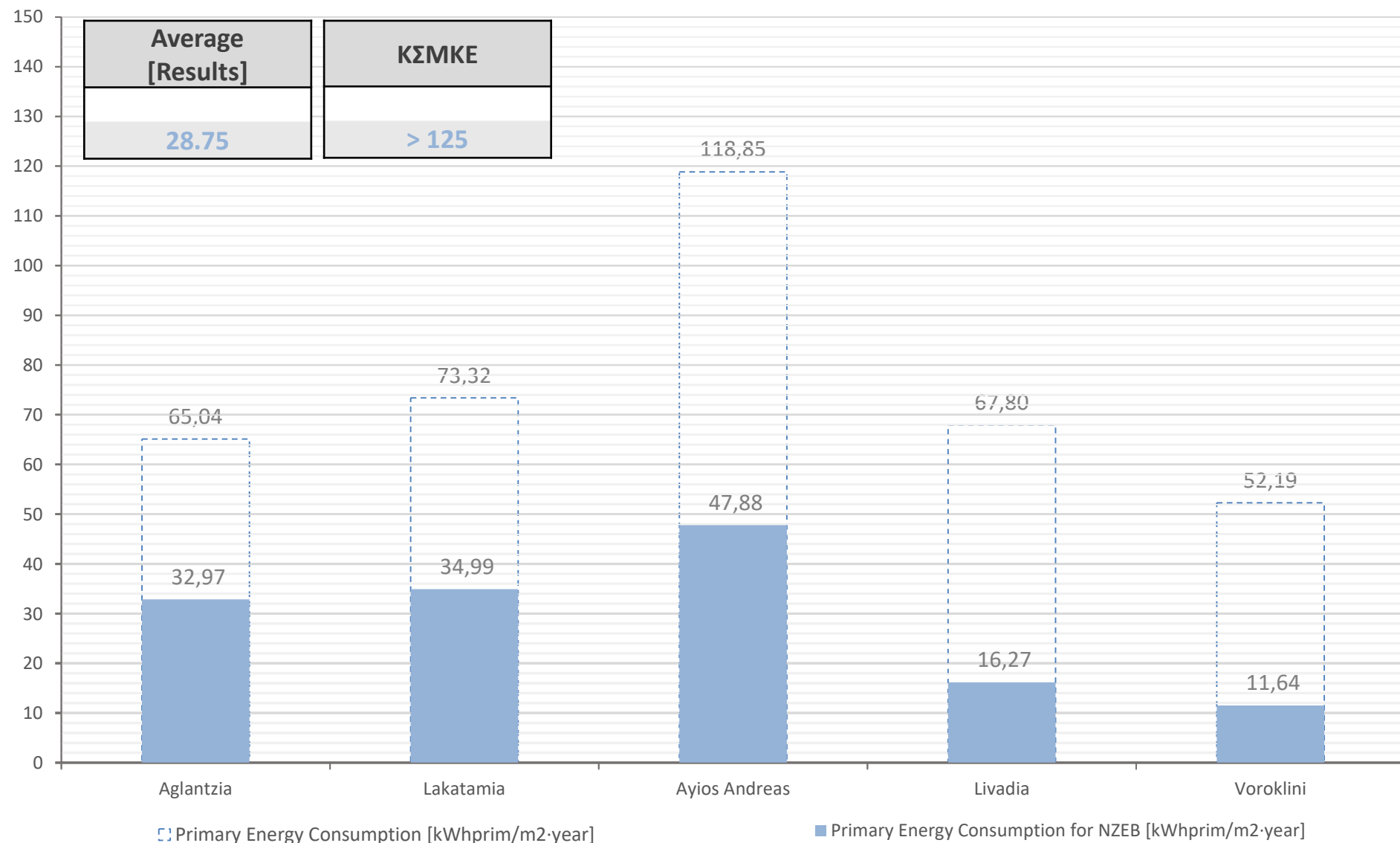
Εγκατάσταση μονάδων κλιματισμού όπου απαιτείται;



Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]



Annual Average Data – Energy Consumption





Περιεχόμενα



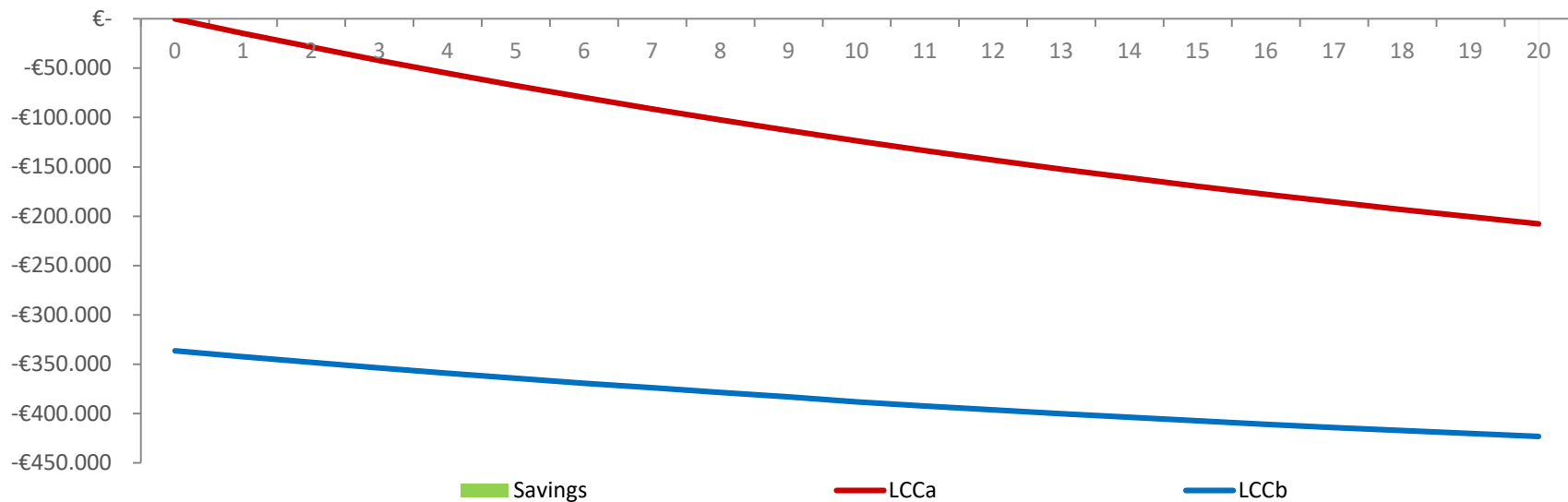
1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης
7. Συμπεράσματα



Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ



Δημοτικό Σχολείο Αγίου Ανδρέα – Λευκωσία [Υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς Ενέργειας]



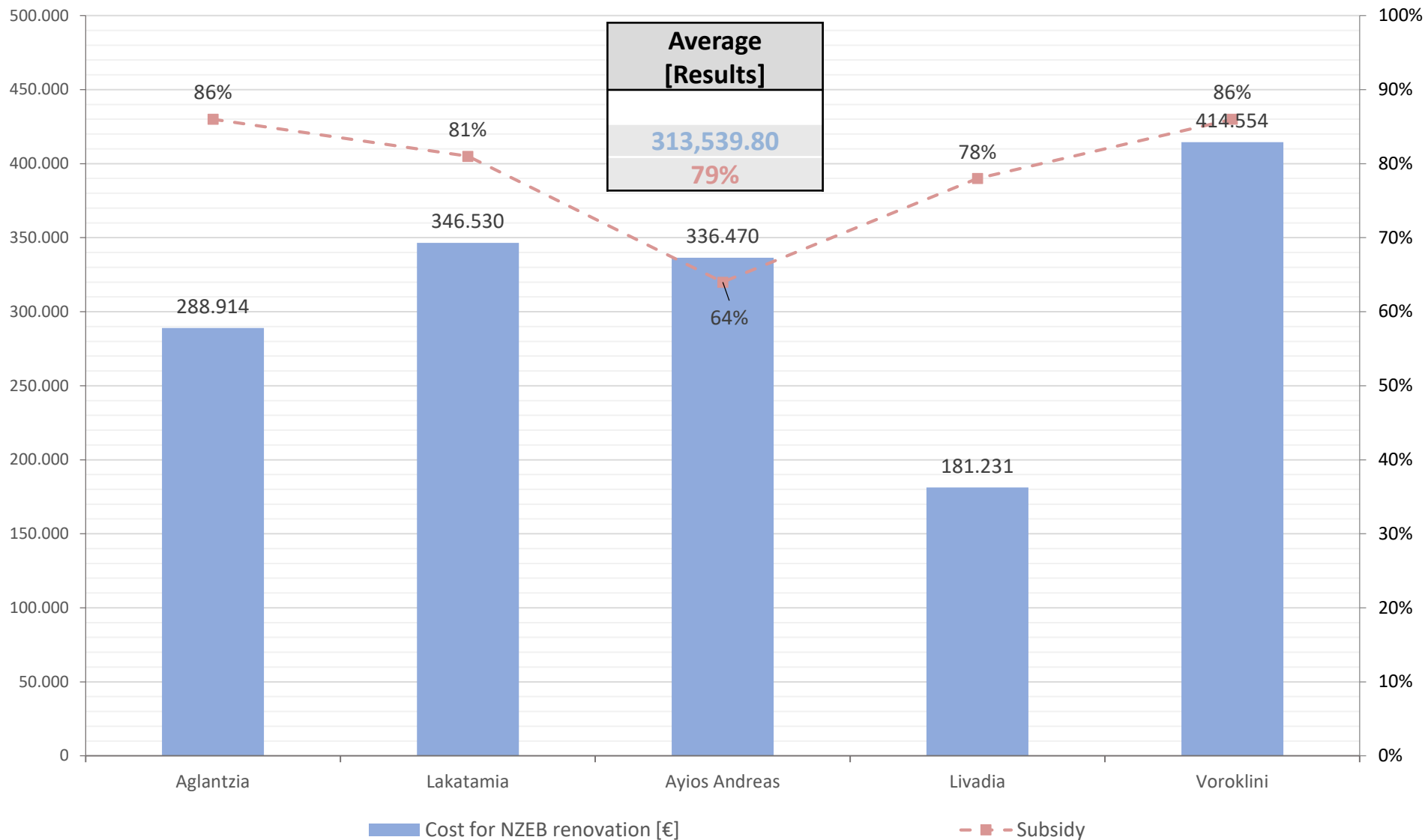
Τρέχουσες
Τιμές
Καυσίμων
[64%
χρηματοδότηση
]



Μελέτη σκοπιμότητας - Επιδότηση



Σενάριο ΚΣΜΚΕ

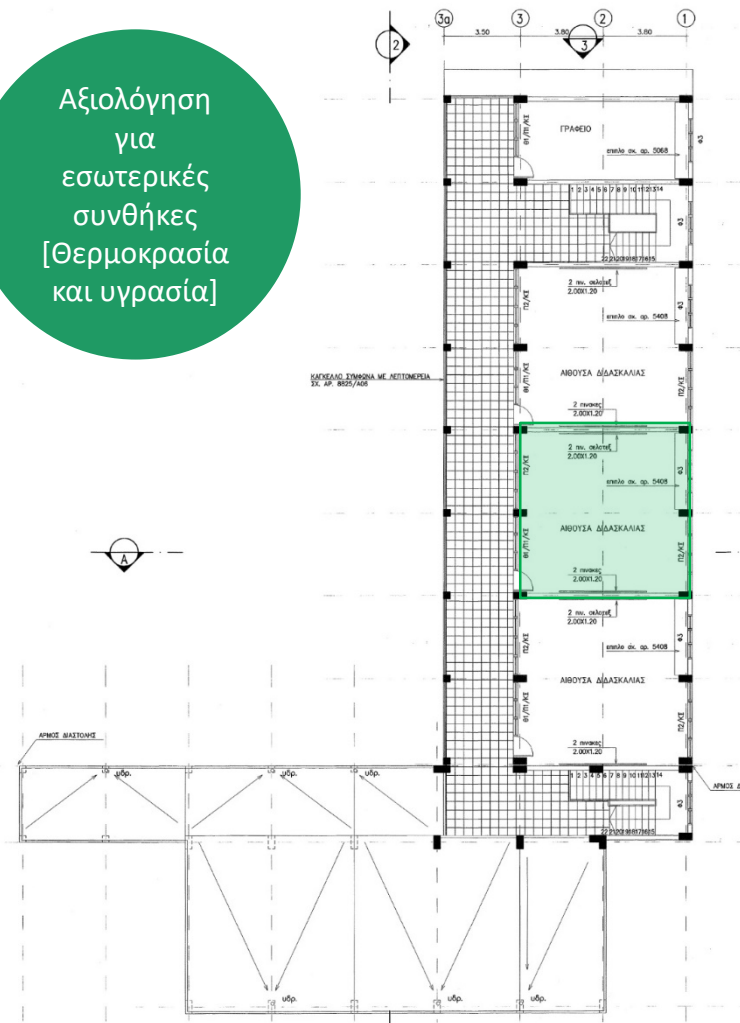
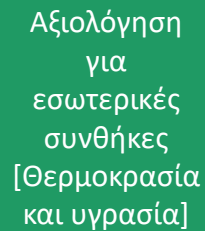




Περιεχόμενα



1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης
7. Συμπεράσματα



1^{ος} Όροφος

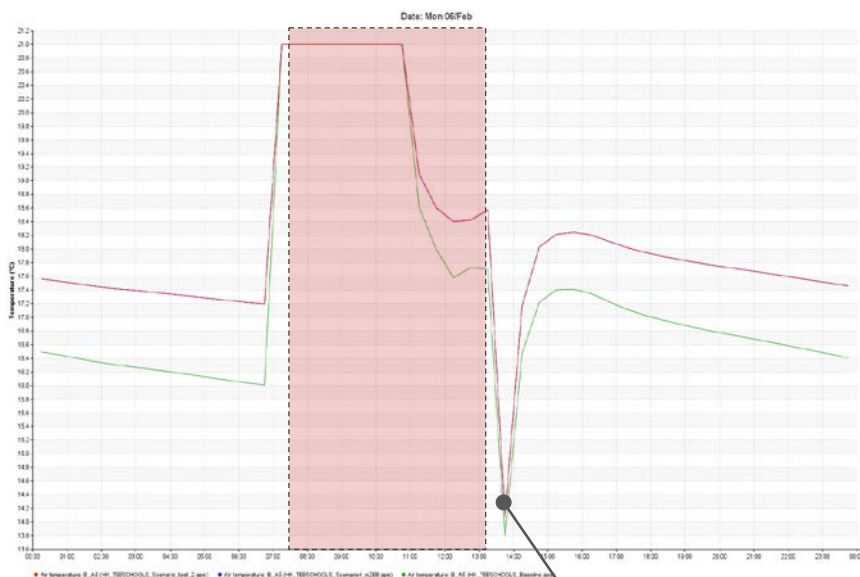
■ Καλύτερη σε απόδοση αίθουσα



Αξιολόγηση θερμικής άνεσης

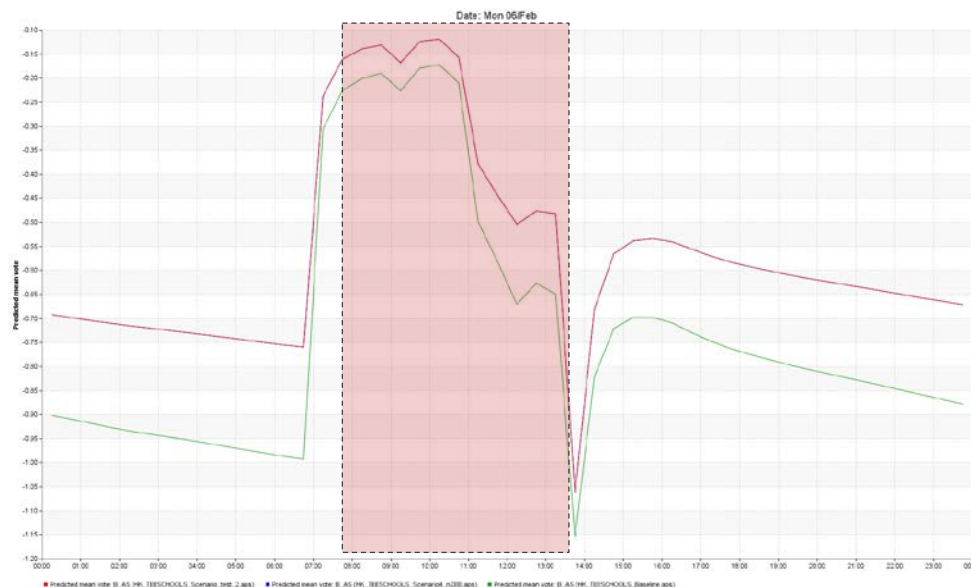


Αποτελέσματα για τη καλύτερη τάξη σύμφωνα με τους χρήστες – Χειμώνας [06/02]



Εσωτερική Θερμοκρασία [13,6 - 21.2°C]

- Σενάριο Αναφοράς
- Σενάριο ΚΣΜΚΕ
- Διδακτική Περίοδος



PMV [-1.2 - -0.10]

Βασίζεται στο πρότυπο EN 15251:2012
 $-0.5 < PMV < +0.5$

Τα παράθυρα ανοίγουν για εξαερισμό – Κοινή πρακτική

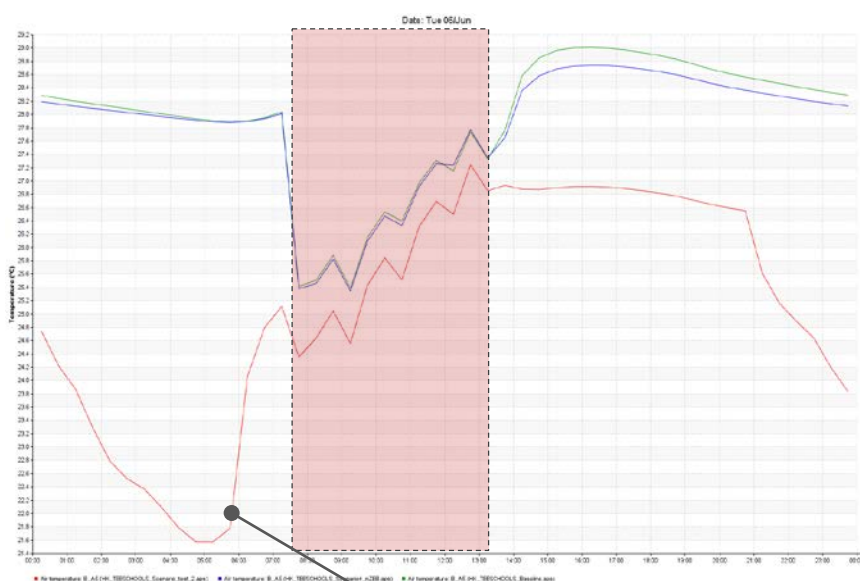
Μετρήσεις
για το
σενάριο
αναφοράς



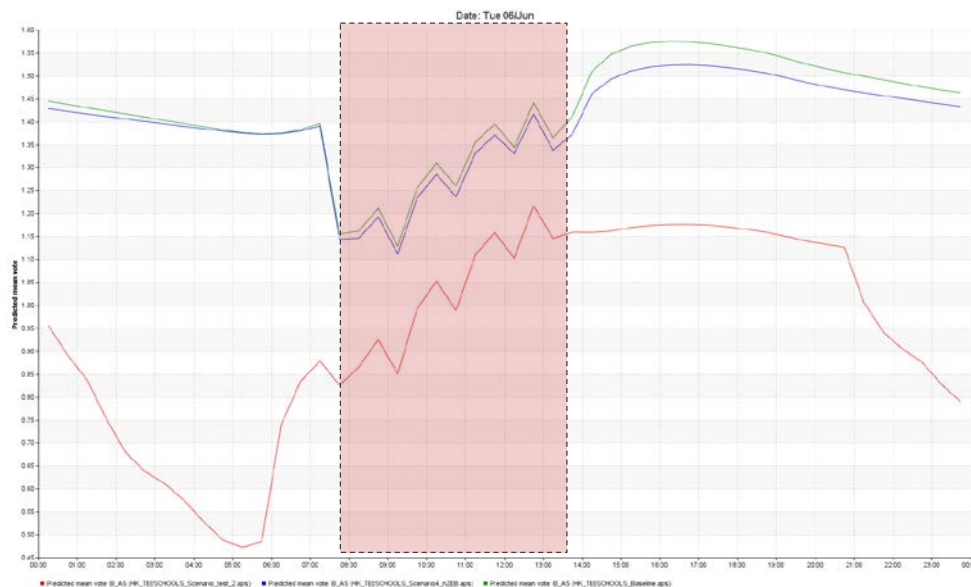
Αξιολόγηση θερμικής άνεσης



Αποτελέσματα για τη καλύτερη τάξη σύμφωνα με τους χρήστες – Καλοκαίρι [06/06]



Εσωτερική Θερμοκρασία [21,4 - 29.2°C]



PMV [+0,45 - +1.60]

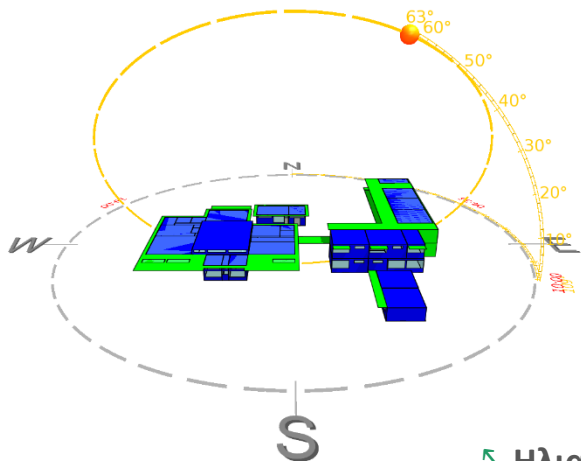
Βασίζεται στο πρότυπο EN 15251:2012
-0.5 < PMV < + 0.5

- Σενάριο Αναφοράς
- Σενάριο ΚΣΜΚΕ
- Σενάριο ΚΣΜΚΕ – Νυχτερινός Δροσισμός
- Διδακτική Περίοδος

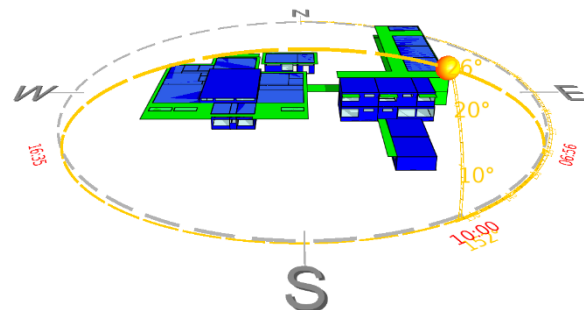
Τέλος Νυχτερινού Δροσισμού



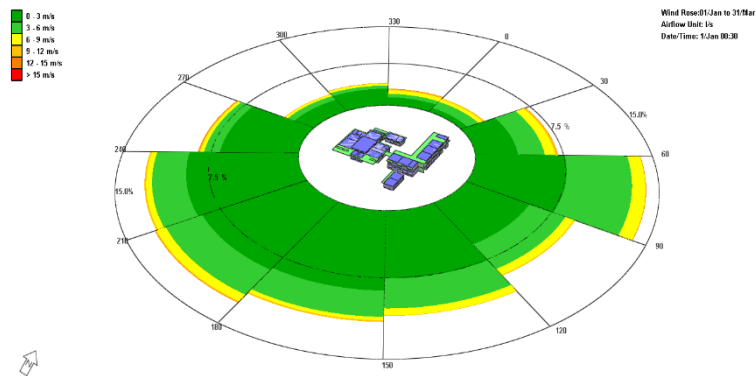
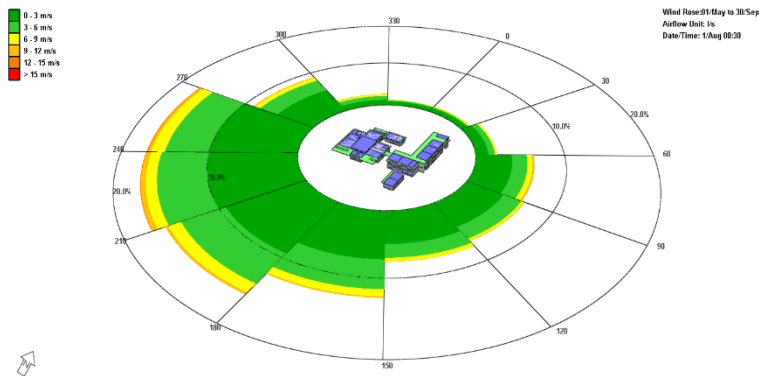
Παθητικές Στρατηγικές



↗ Ηλιακό Διάγραμμα [21.06 & 21.12]



Wind Rose [Καλοκαίρι - Χειμώνας] ↘





Περιεχόμενα



1. Εισαγωγή
2. Μεθοδολογία Ενεργειακών Ελέγχων
3. Επιλογή Σχολείων
4. Αποτελέσματα [Προτεινόμενες Εφαρμογές]
5. Μελέτη σκοπιμότητας για ΚΣΜΚΕ
6. Αξιολόγηση θερμικής άνεσης
7. Συμπεράσματα



Συμπεράσματα



- Οι καταναλώσεις στα κτίρια δημοτικής εκπαίδευσης παρουσιάζονται ως χαμηλές σε σχέση με άλλα μη οικιστικά κτίρια – ή σε σχέση με άλλα εκπαιδευτικά κτίρια άλλων χωρών- → **το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας κρίνεται ως περιορισμένο.**
 - **Περιορισμένες ώρες λειτουργίας** [μισή μέρα, πρωινές ώρες, κλειστά το καλοκαίρι, διακοπές του Πάσχα, Χριστουγεννιάτικες αργίες]
 - **Χωρίς κλιματισμό** συνήθως [Πρότυπα Σχεδιασμού – Τεχνικές Υπηρεσίες Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού]
 - Ως εκ τούτου, **δεν προτείνεται η παροχή υπηρεσιών ενέργειας (ESCO),** αλλά η χρηματοδότηση των ίδιων των παρεμβάσεων από τον προϋπολογισμό της σχολικής εφορείας εκτός και αν αφορά μεγάλης κλίμακας έργα.
- Τα μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης μεγάλης κλίμακας **παρουσιάζουν αρνητικούς οικονομικούς δείκτες** και η οικονομική τους βιωσιμότητα μπορεί να εξασφαλιστεί μόνο με **την ύπαρξη επιδότησης.** Σε περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό, τότε προτείνονται **παρεμβάσεις βάση προτεραιότητας.**
- Κατά την υιοθέτηση των κριτηρίων ΚΣΜΚΕ για την ενεργειακή αναβάθμιση των σχολείων, θα πρέπει επίσης να **εξετάζονται οι παθητικές στρατηγικές ψύξης και θέρμανσης** για επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση των συνθηκών άνεσης.
- Ο **σωστός και ευέλικτος σχεδιασμός είναι η βάση** για τα ενεργειακά αποδοτικά σχολεία [σημείο μηδέν].
- Τα σχολεία όχι μόνο **έχουν μια ευθύνη,** αλλά και μια **μοναδική ευκαιρία να αποτελέσουν παράδειγμα** για τις κοινότητες στην εκστρατεία να μειώσουν τα αποτυπώματα άνθρακα μας.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ↔ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ↔ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ



Περιεχόμενα



- έμπνευση -



Inspiration



"An energy efficient school with a high environmental quality must use abundant natural light, particularly in classrooms where it has the greatest benefits. This aspect must be balanced to avoid an excessive heat loss or gain, and minimize glare or reflection. It is shown that a good Natural Lighting Improves The Performance Of The Students."

Manuel Anabalón Saez School Building / Gubbins Arquitectos / Chile



Inspiration



"Refurbishment projects are known to be more complex and costly, but a preference for new build schools on the basis that refurbishments are less able to meet carbon reduction targets neglects to take account of the 'built in' or embodied energy of an existing building. Recent studies have shown that new build constructions can emit over four times the amount of CO2 than comprehensive refurbishments."

Westborough Primary School / Cottrell & Vermeulen Architecture Ltd / UK





Inspiration



The building is made of a continuous narrow strip with two side operable windows which maximize the cross ventilation and natural lighting. Additionally, architectural and mechanical energy-saving methods are comprehensively applied including but not limited to: green roof as insulation, green facade as shading and solar water heating.

Farming Kindergarten / Vo Trong Nghia Architects / Vietnam



Inspiration



"We had to rethink the school in our design. Why not take advantage of the warm climate, move many of the functions of the school away from artificial air-conditioned rooms, and out in a naturally ventilated, cooled environment?"

CEBRA and SLA Design a School for The Sustainable City in Dubai





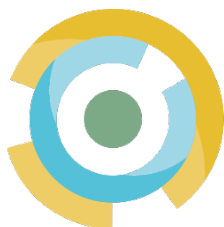
Ευχαριστώ!

Μαρία Αχιλλέως

Αρχιτέκτονας Μηχανικός

maria.achilleos@cea.org.cy

+357 22667716



Cyprus
Energy
Agency



Project co-financed by the European
Regional Development Fund

