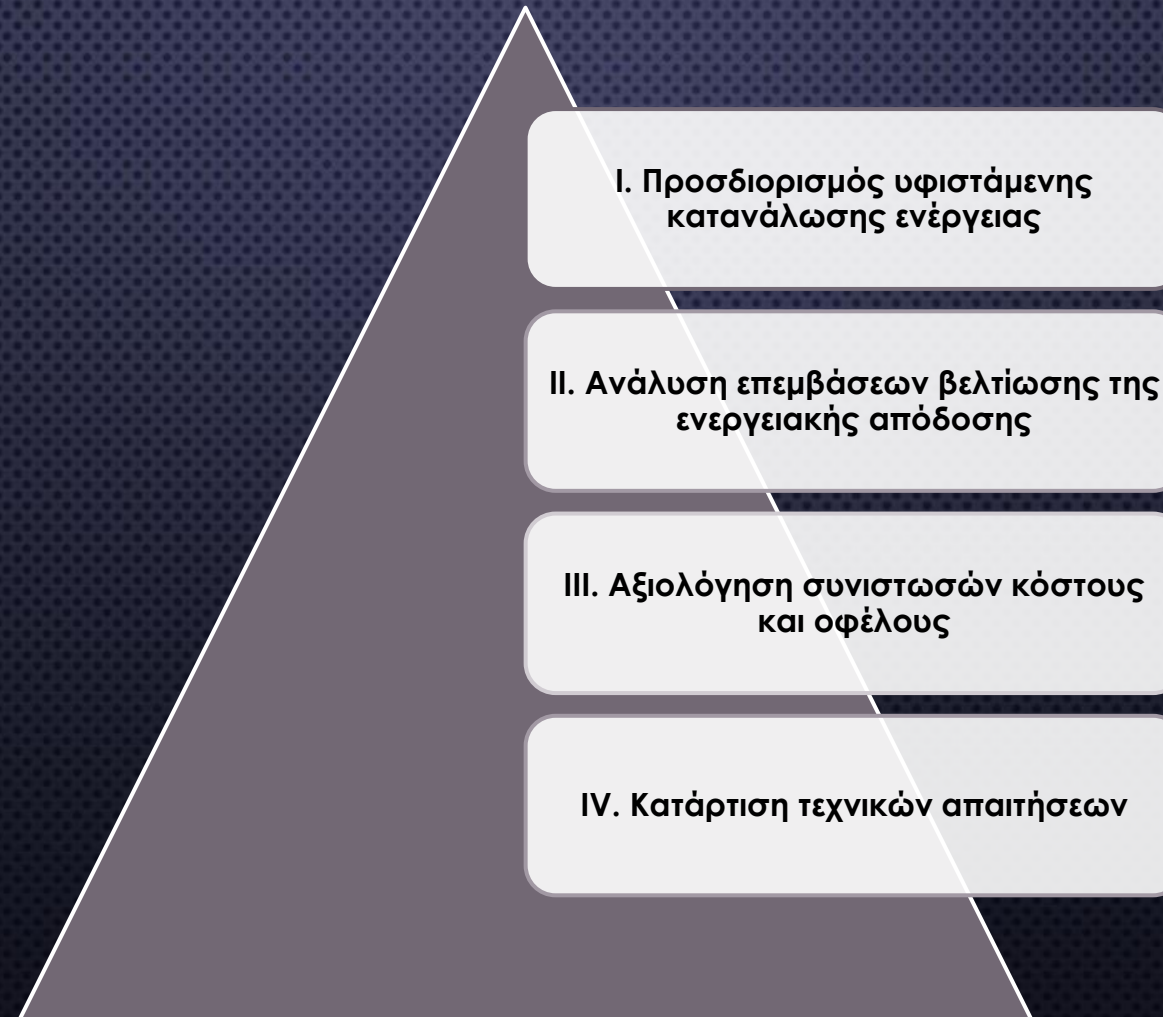


«Αντλίες Θερμότητας: Τύποι Α/Θ, πλεονεκτήματα & οφέλη – Τεχνικές απαιτήσεις & κοστολόγηση» (ΤΟ7)

Χ. Τουρκολιάς, Δ. Μενδρινός

Συνάντηση 30.05.2023

Μεθοδολογία



Τύποι δημόσιων κτηρίων

Κτήρια γραφείων

Κτήρια εκπαίδευσης

Κτήρια υγείας και πρόνοιας

Κτήρια άθλησης

Υπολογισμός υφιστάμενης κατανάλωσης ενέργειας Μεθοδολογική προσέγγιση-Παραδοχές

- Υπολογισμός ισχύος του συστήματος για τη θέρμανση χώρων
- $P_{gen} = (A * U_m * 1,5 + V/3) * \Delta T$

P_{gen} [W]: Η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς του συστήματος θέρμανσης του κτηρίου.

A [m²]: Η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοιχοί, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτίρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου.

U_m [W/(m²*K)]: Ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A .

ΔT [°C] ή [K]: Η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος.

V [m³/h/m²]: Η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο.

Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας δημοσίων κτηρίων Μεθοδολογική προσέγγιση-Παραδοχές

- Υπολογισμός ισχύος του συστήματος για τη ψύξη χώρων

- $$P_{gen} = \sum U_A * A_A * CLTD_A + \sum A_\Delta * GLF_\Delta + P_{\Pi} + P_{E\Phi} + V/3 * \Delta T$$

P_{gen} [W]: Η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη ψυκτική ισχύς της μονάδας ψύξεως/κλιματισμού του κτηρίου.

A_A [m²]: Η εξωτερική επιφάνεια αδιαφανούς δομικού στοιχείου ή θυρών ανά προσανατολισμό.

A_Δ [m²]: Η εξωτερική επιφάνεια διαφανούς στοιχείου ανά προσανατολισμό.

CLTD_A [°C]: Η μέση θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου μέσω αδιαφανών στοιχείων ή θυρών του κελύφους.

GLF_Δ [W/m²]: Ο παράγοντας φορτίου υαλοπίνακα.

P_Π [W]: Η εκλυόμενη θερμότητα των φυσικών προσώπων.

P_{EΦ} [W]: Εσωτερικά φορτία φωτιστικών και συσκευών.

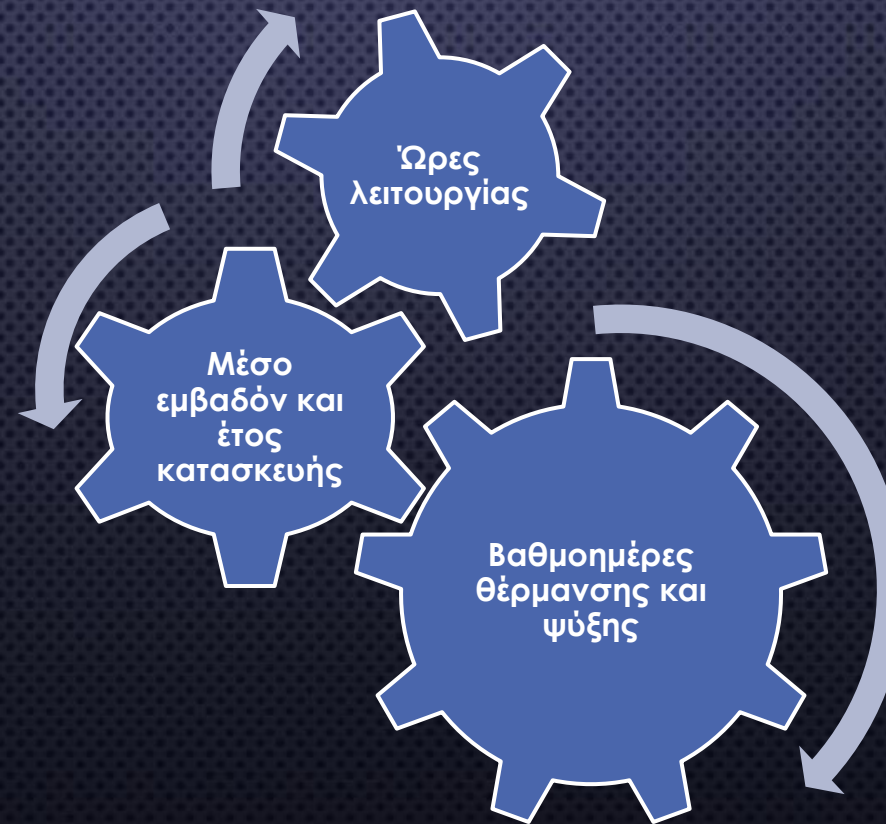
U_m [W/(m²*K)]: Ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A.

ΔT [°C] ή [K]: Η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος.

V [m³/h/m²]: Η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο.

Τελική κατανάλωση ενέργειας στα εξεταζόμενα κτήρια

Λοιπές παραδοχές



Υπολογισμός ισχύος συστήματος για θέρμανση και ψύξη χώρων

Ισχύς συστήματος για θέρμανση χώρων (kW)	Κτήρια γραφείων	Κτήρια εκπαίδευσης	Κτήρια υγείας και πρόνοιας	Κτήρια άθλησης
Κλιματική ζώνη Γ	207,3	686,5	1.502,3	959,4
Κλιματική ζώνη Δ	252,4	835,7	1.828,9	1.167,9

Ισχύς συστήματος για ψύξη χώρων	Κτήρια γραφείων	Κτήρια εκπαίδευσης	Κτήρια υγείας και πρόνοιας	Κτήρια άθλησης
Ισχύς συστήματος ψύξης (kW)	114,2	403,0	930,9	639,5
Ψυκτικά φορτία από αδιαφανή δομικά στοιχεία (W)	35.487	96.409	204.024	82.266
Ψυκτικά φορτία από διαφανή δομικά στοιχεία (W)	47.897	119.743	299.357	119.743
Ψυκτικά φορτία από πρόσωπα (W)	6.400	80.000	135.000	180.000
Ψυκτικά φορτία από συσκευές (W)	3.600	1.500	37.500	500
Ψυκτικά φορτία από φωτισμό (W)	12.800	32.000	80.000	32.000
Ψυκτικά φορτία νωπού αέρα (W)	8.000	73.333	175.000	225.000

Τελική κατανάλωση ενέργειας στα εξεταζόμενα κτίρια

Αποτελέσματα	Κτήρια γραφείων		Κτήρια εκπαίδευσης		Κτήρια υγείας και πρόνοιας		Κτήρια άθλησης	
	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Θέρμανση χώρων (kWh)	400.809	502.625	1.292.000	1.620.200	3.368.092	4.223.670	1.977.635	2.480.003
Ψύξη χώρων (kWh)	11.765	11.666	12.540	10.855	111.221	110.294	70.256	69.670
Θέρμανση χώρων (kWh/m ²)	501	628	646	810	674	845	989	1.240
Ψύξη χώρων (kWh/m ²)	15	15	6	5	22	22	35	35

Επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

1. Αντικατάσταση υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα ενεργειακά αποδοτικότερα
2. Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας
3. Θερμομόνωση οροφής
4. Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης
5. Συνδυασμός επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

Επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης Λοιπές παραδοχές



Τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη χώρων μετά την υλοποίηση των επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

Αποτελέσματα	Κτήρια γραφείων		Κτήρια εκπαίδευσης		Κτήρια υγείας και πρόνοιας		Κτήρια άθλησης	
	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Θέρμανση χώρων (kWh)	195.029	233.522	628.343	752.362	1.637.670	1.960.903	961.791	1.151.623
Ψύξη χώρων (kWh)	4.661	4.414	4.966	4.105	44.036	41.696	27.822	26.344

Κόστος υλοποίηση επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

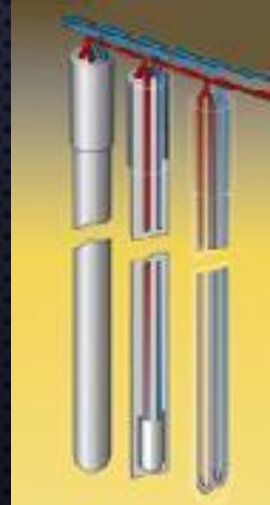
Επεμβάσεις	Μοναδιαίο κόστος	Κτήρια γραφείων	Κτήρια εκπαίδευσης	Κτήρια υγείας και πρόνοιας	Κτήρια άθλησης
Αντικατάσταση υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα ενεργειακά αποδοτικότερα	434 (€/m ²)	104.160 €	260.400 €	651.000 €	260.400 €
Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας	43 (€/m ²)	21.167 €	50.183 €	122.723 €	50.183 €
Θερμομόνωση οροφής	37 (€/m ²)	29.760 €	74.400 €	186.000 €	74.400 €
Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης	12 (€/m ²)	9.920 €	24.800 €	62.000 €	24.800 €
Συνδυασμός επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης	-	165.007 €	409.783 €	1.021.723 €	409.783 €

Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας



Θ γης = 12-14 °C

Πεδίο γεωεναλλακτών



$$SPF = \frac{\text{Παρεχόμενη θέρμανση + ψύξη}}{\text{Ηλεκτρική κατανάλωση}} = 4$$

Αερόψυκτες Αντλίες Θερμότητας

min Θ αέρα = -11 / -7 °C



Κυκλοφορητές



fan-coil units

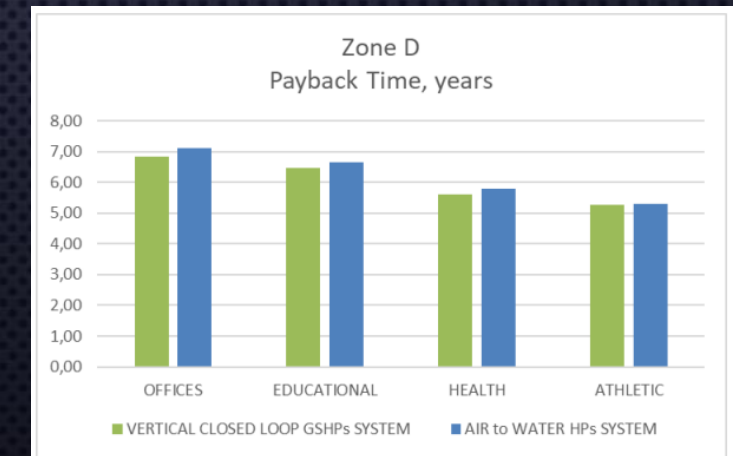
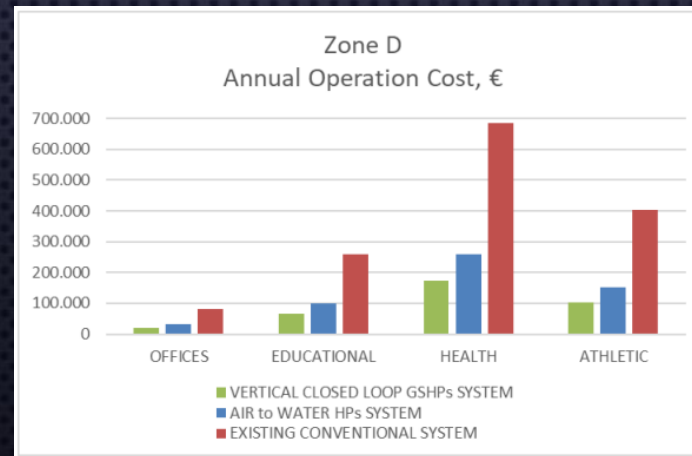
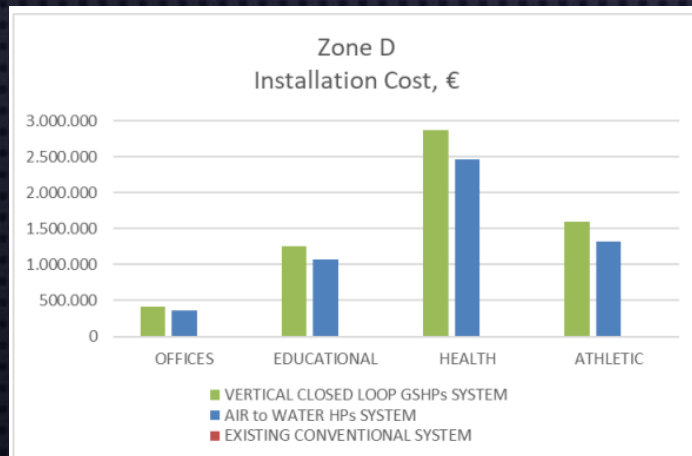
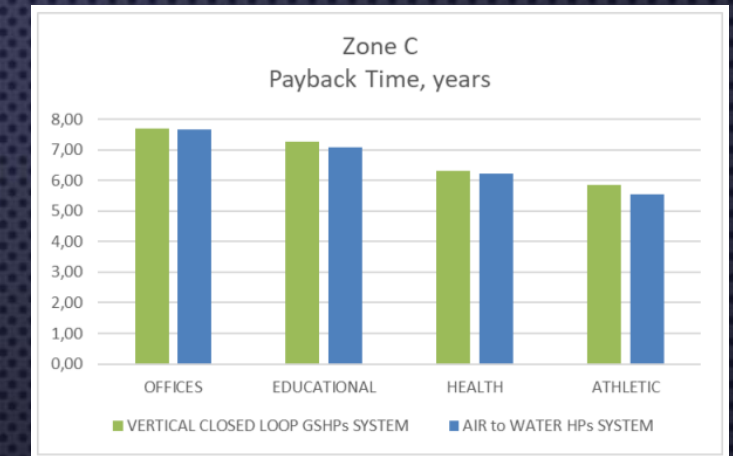
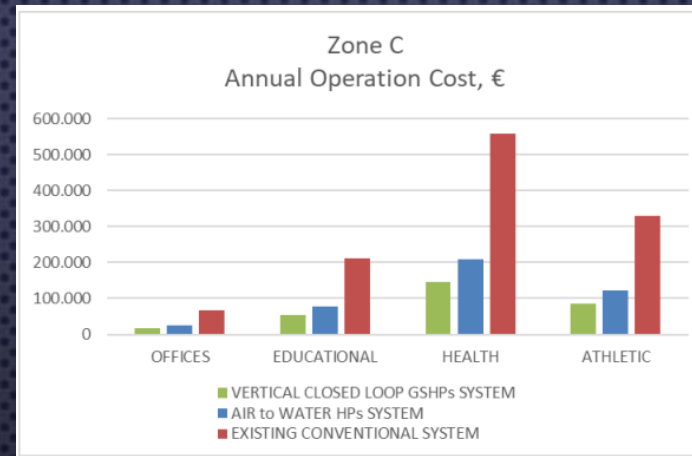
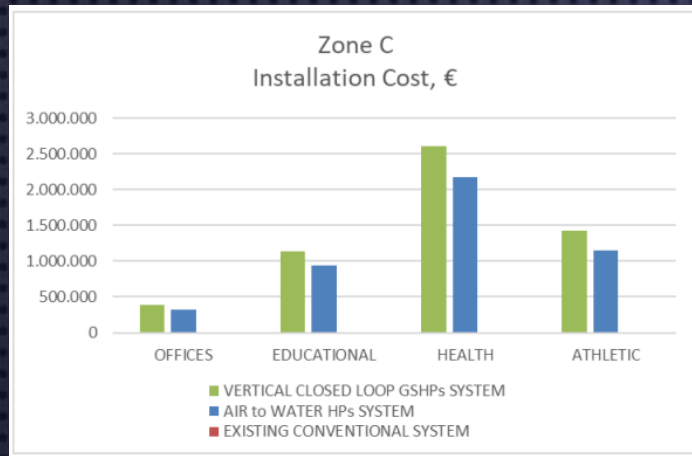
Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα Αντλιών Θερμότητας: Υψηλότερη ενεργειακή απόδοση

Τύπος Αντλίας Θερμότητας	Θέρμανση (COP)		Ψύξη (EER)	
	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ) ¹	4	4	4	4
Αερόψυκτη Αντλία Θερμότητας (Α/Θ) ^{2,3}	2,77	2,65	2,87	2,87

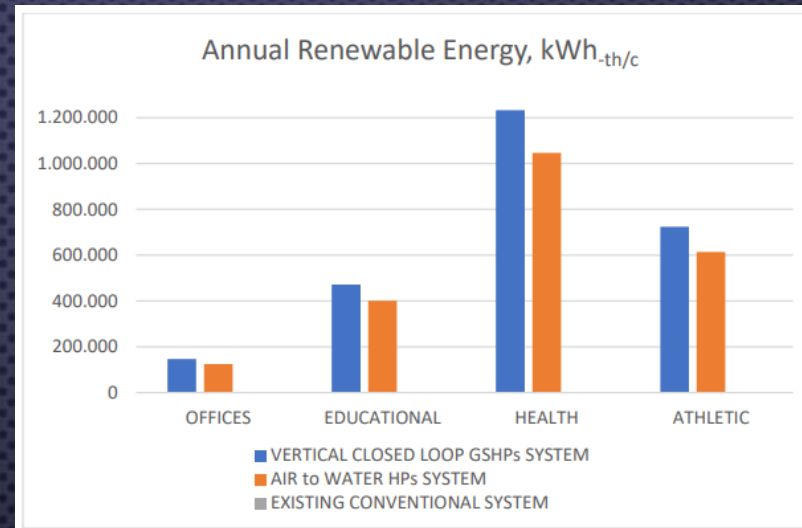
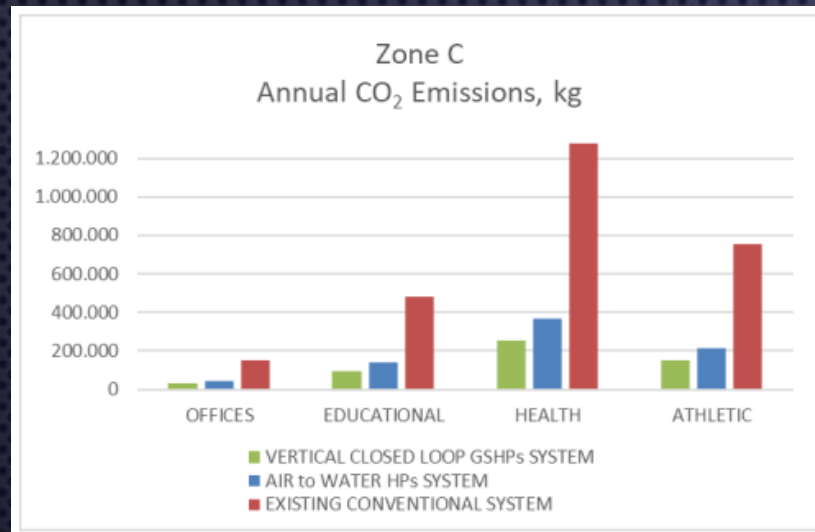
Τύπος Συστήματος	Θέρμανση (η)		Ψύξη (EER)	
	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Λέβητας-Καυστήρας πετρελαίου ⁴	0,71	0,71	-	-
Διαιρούμενες μονάδες (spilt units) ⁵	-	-	2,53	2,53

Τιμές από μετρήσεις σε εποχιακή λειτουργία θέρμανσης-ψύξης σε πραγματικά κτήρια

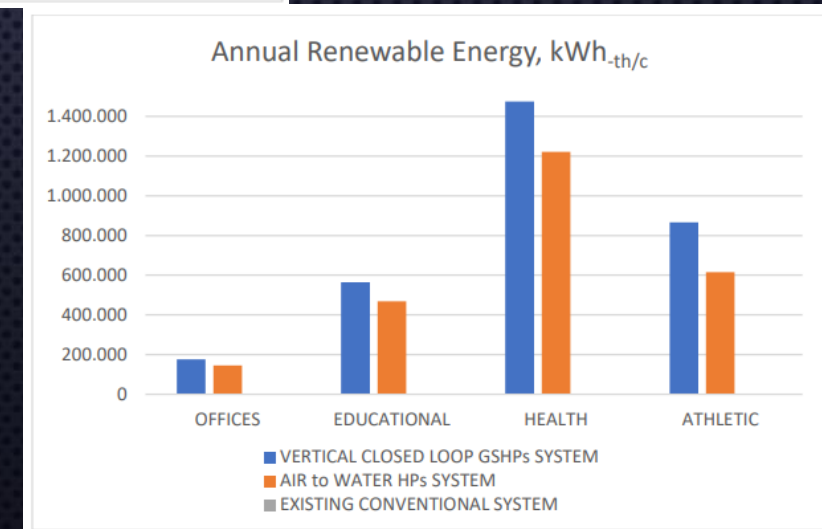
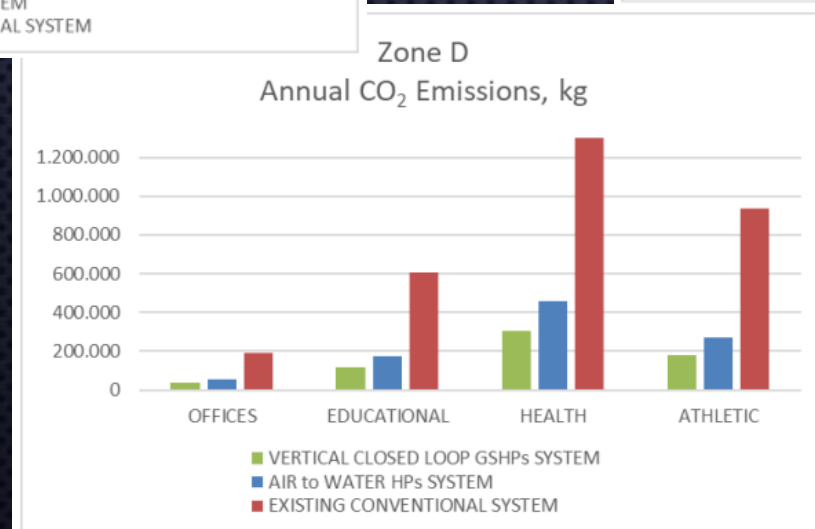
Υπολογισμοί : οικονομικά στοιχεία



Υπολογισμοί: οφέλη



Οδηγία 2018/2001
 Κανονισμός 2022/759



	PEF	kgCO ₂ /kWh
Πετρέλαιο Θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	1,98	0,604

Μοναδιαία κόστη εγκατάστασης Αντλιών Θερμότητας

ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ	ΓΑΘ (€/kW-th)	ΑΑΘ (€/kW-th)
Κόστος Γήινων Εναλλακτών Κλειστού συστήματος (€/kW-th)	837	0
Κόστος Α/Θ	434	698
Κόστος Μελετών-Εγκατάστασης	74,4	74
Κόστος λοιπών Εξαρτημάτων	335	310
Κόστος εσωτερικών σωληνώσεων και FCUs	496	496
Κόστος* ΑΘ Σύνολο	2.176	1.578

ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	ΓΑΘ (€/kW-th)	ΑΑΘ (€/kW-th)
Κόστος Γήινων Εναλλακτών Κλειστού συστήματος (€/kW-th)	837	0
Κόστος Α/Θ	434	809
Κόστος Μελετών-Εγκατάστασης	74,4	74
Κόστος λοιπών Εξαρτημάτων	335	310
Κόστος εσωτερικών σωληνώσεων και FCUs	496	496
Κόστος* ΑΘ Σύνολο	2.176	1.690

Τεχνικές απαιτήσεις συστημάτων Αντλιών Θερμότητας

Ενεργειακή απόδοση Α/Θ και ΓΑΘ, πιστοποίηση

Χώρος Μηχανοστασίου & στατική επάρκεια του χώρου έδρασης των αντλιών θερμότητας

Διαδικασία αδειοδότησης συστήματος γεωθερμικών αντλιών θερμότητας & κρατικές ενισχύσεις: Υ/Α Δ9Β,Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488

Απαιτούμενος χώρος κατασκευής του πεδίου των κατακόρυφων Γήινων Εναλλακτών Θερμότητας (ΓΕΘ)

Πρόσβαση γεωτρύπανου στο χώρο κατασκευής του πεδίου των ΓΕΘ

Προγενέστερη εμπειρία σε συστήματα ΓΑΘ από τον εργολάβο και το μελετητή σε αντίστοιχο έργο

Δοκιμαστικός ΓΕΘ (γεώτρηση) - μέτρηση θερμικής αγωγιμότητας εδάφους (Thermal Response Test) σε συστήματα ΓΑΘ

Ευχαριστώ για την προσοχή σας