ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

- **Χειμερινού – θερινού κλιματισμού με την χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε επιλεγμένους χώρους του κτιρίου,**
- **Φωτισμού σε όλους τους χώρους του κτιρίου,**
- **Φωτοβολταϊκού συστήματος,**
- **Συστήματος εποπτίας και διαχείρισης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου. (Building Management System ή εν συντομία BMS)**
- **Εγκατάστασης ανεμιστήρων οροφής**
- **Αντικατάστασης του υφιστάμενου λέβητα με νέο**
- **Αντικατάστασης των υφιστάμενων κυκλοφορητών με νέους μεταβλητής παροχής**
- **Προσθήκης θερμοστατικών κεφαλών στα θερμαντικά σώματα**
- **Προσθήκης θερμομόνωσης στο υφιστάμενο δίκτυο θέρμανσης**

στο έργο ενεργειακή αναβάθμιση και εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ στο 2ο Γυμνάσιο – 2ο Λύκειο Αλεξάνδρειας Ημαθίας.

Σεπτέμβριος 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Θερινός – χειμερινός κλιματισμός με χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας 7
6.1 Φορτία χώρων 7
6.2 Επιλογή γεωεναλλάκτη 9
6.2.1 Περιγραφή δικτύου γεωεναλλάκτη 12
6.2.2 Σωληνώσεις 13
6.2.3 Γεωτρήσεις 13
6.2.4 Πλήρωση του δακτυλίου της γεώτρησης με μείγμα τσιμέντου 13
6.3 Επιλογή αντλίας θερμότητας 14
6.4 Διερεύνηση παραγωγής ζεστών νερών χρήσης με γεωθερμία 16
6.5 Τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου νερού 16
6.6 Περιγραφή συστήματος διανομής 17
6.6.1 Δοχείο αδρανείας 18
6.6.2 Κυκλοφορητές 18
6.7 Σωληνώσεις 19
6.7.1 Χαλυβδοσωλήνες με κατά μήκος ραφή 19
6.7.2 Μόνωση σωλήνων 19
6.8 Απομάκρυνση συμπυκνωμάτων 20
6.9 Ηλεκτρικές συνδέσεις 20
6.10 Αποξηλώσεις 21
6.11 Αποκαταστάσεις 21
6.12 Υποχρεώσεις αναδόχου (αδειοδοτήσεις) 21
2. Φωτισμός 22
2.1 Γενικά 22
2.2 Φωτιστικά σώματα 22
2.3 Σύνδεση στο δίκτυο 23
3. Φωτοβολταϊκά - αυτοπαραγωγός 24
3.1 Απόδοση φωτοβολταϊκών 25
3.1.1 1η περίπτωση - με τη βοήθεια του ευρωπαϊκού προγράμματος PVGIS με κλιματικά δεδομένα PVGIS – CMSAF 25
3.1.2 2η περίπτωση - με τη βοήθεια του ευρωπαϊκού προγράμματος PVGIS με κλιματικά δεδομένα PVGIS – Classic 27

3.1.3 3η περίπτωση - με κλιματικά δεδομένα από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 29
3.1.4 Σύγκριση μεθόδων υπολογισμού απόδοσης φωτοβολταϊκού συστήματος 31
3.1.5 Συμπεράσματα 32
3.2 Αυτόνομο Φ/Β σύστημα..... 33
3.2.1 Υπολογισμός μπαταριών και πλήθους πλαισίων..... 33
3.2.3 Υπολογισμός συστοιχιών Φ/Β πλαισίων στον μετατροπέα δικτύου..... 35
3.2.4 Επιλογή DC καλωδίων σύνδεσης πλαισίων – μετατροπέων δικτύου 37
3.2.5 Μονοφασικοί μετατροπείς τάσης DC/AC για αυτόνομο σύστημα..... 37
3.2.6 Μπαταρίες..... 37
3.2.7 Περιγραφή εγκατάστασης..... 37
3.2.4 Περιγραφή λειτουργίας 39
3.2.5 Γείωση Συστήματος..... 40
3.2.6 Σύστημα Αποθήκευσης δεδομένων..... 40
3.3 Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα ως αυτοπαραγωγός 41
3.3.1 Υπολογισμός συστοιχιών και καλωδίων Φ/Β συστήματος..... 41
3.3.2 Περιγραφή εγκατάστασης..... 42
3.3.3 Αντιστροφέας διασυνδεδεμένου συστήματος 44
3.3.4 Γείωση Συστήματος..... 44
3.3.5Σύστημα Αποθήκευσης δεδομένων..... 44
3.4 Καλωδιώσεις και οδεύσεις καλωδίων 45
3.5 Υποχρεώσεις αναδόχου 45
4. Κεντρικό σύστημα ελέγχου και χειρισμού κτιριακών εγκαταστάσεων Building Management System (BMS)..... 47
4.1 Γενικά..... 47
4.2 Δομή συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων 47
4.3 Κέντρο διαχείρισης συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων..... 48
4.3.1 Λογισμικό κέντρου διαχείρισης 50
4.4 Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου (ΑΚΕ)..... 51
4.4.1 Προγραμματιζόμενοι Ελεγκτες (Controllers) – στοιχεια εισοδων/εξοδων..... 51
4.5 Δίκτυο συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων 52
4.6 Διασύνδεση συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων με άλλα συστήματα 53
4.7 Αρχιτεκτονική συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων 53
4.7.1 Περιγραφή λειτουργίας ενδεικτικων η/μ εγκαταστασεων..... 55

4.8 Περιφερειακά όργανα ελέγχου 56
4.8.1 Αισθητήριο θερμοκρασίας εμβάπτισης 56
4.8.2 Αισθητήριο πίεσης υγρών 56
4.8.3 αισθητήριο ποιότητας αέρα 56
4.8.4 αισθητήριο θερμοκρασίας - υγρασίας 56
4.8.5 Διακόπτης ροής υγρών 56
4.8.6 Βαλβίδες ελέγχου 57
4.9 Όδευση καλωδίων 57
5. Ανεμιστήρες οροφής 59
6. Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου 61
6.1 Έλεγχος υπερδιαστασιολόγησης 61
6.2 Απώλειες κτιρίου 61
6.3 Μέγιστη δυνατή αποδιδόμενη ισχύ από τα εγκατεστημένα θερμαντικά σώματα 62
6.4 Επιλογή ισχύος λέβητα 63
6.5 Επιλογή τύπου λέβητα 64
6.6 Σύνδεση υφιστάμενου συστήματος αντιστάθμισης 65
7. Αντικατάσταση κυκλοφορητών 67
8. Θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα 69
9. Θερμική μόνωση δικτύων 69
10. Σημείωση 69

Στα πλαίσια της υλοποίησης του έργου «Ενεργειακή Αναβάθμιση και εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ στο 2ο Γυμνάσιο – 2ο Λύκειο Αλεξάνδρειας» για την υλοποίηση των εγκεκριμένων επεμβάσεων όπως αυτές αναφέρονται στο τεχνικό δελτίο πράξης συντάχθηκαν ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες εφαρμογής

- χειμερινού – θερινού κλιματισμού με την χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε επιλεγμένους χώρους του κτιρίου,
- φωτισμού σε όλους τους χώρους του κτιρίου,
- φωτοβολταϊκού συστήματος,
- συστήματος εποπτίας και διαχείρισης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου. (Building Management System ή εν συντομία BMS)
- εγκατάστασης ανεμιστήρων οροφής

Επίσης στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου έχουν προταθεί και έχουν εγκριθεί για υλοποίηση

- η αντικατάσταση του υφιστάμενου λέβητα με νέο
- η αντικατάσταση των κυκλοφορητών με νέους μεταβλητής παροχής
- η προσθήκη θερμοστατικών κεφαλών στα θερμαντικά σώματα
- η προσθήκη θερμομόνωσης στο υφιστάμενο δίκτυο θέρμανσης

Οι λοιπές εγκεκριμένες επεμβάσεις

- ***για την βελτίωση της θερμοπερατότητας του κελύφους***
- ***και η φύτευση του περιβάλλοντα χώρου***

θα υλοποιηθούν σε ξεχωριστή εργολαβία με ευθύνη του Δήμου Αλεξάνδρειας καθώς αποτελούν προϋπόθεση για την ισχύ των υπολογισμών των θερμικών και ψυκτικών φορτίων της παρούσας μελέτης και ταυτόχρονα αποτελούν προϋπόθεση για την επίτευξη των επιθυμητών βελτιώσεων στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου. Οι επεμβάσεις αυτές θα υλοποιηθούν σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη για το έργο «ενεργειακή αναβάθμιση και εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ στο 2ο Γυμνάσιο – 2ο Λύκειο Αλεξάνδρειας Ημαθίας». που εκπονήθηκε και εγκρίθηκε τον Απρίλιο του 2013.

1. Θερινός – χειμερινός κλιματισμός με χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας

6.1 Φορτία χώρων

Για την κάλυψη των αναγκών χώρων οι οποία παρουσιάζουν διαφοροποίηση ως προς τις ανάγκες τους σε θέρμανση και ψύξη σε σχέση με τις αίθουσες διδασκαλίας προτάθηκε στην προμελέτη και εγκρίθηκε η χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας.

Οι χώροι οι οποίοι παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά λειτουργίας και απαιτήσεων είναι κυρίως η βιβλιοθήκη, τα γραφεία και τα εργαστήρια υπολογιστών.

Από τα τεύχη υπολογισμών θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων προκύπτουν οι απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη. Στον **πίνακα 1** δίνονται οι απαιτήσεις των χώρων αυτών

σε θέρμανση ενώ στον **πίνακα 2** δίνονται οι απαιτήσεις σε ψύξη. Στον πρώτο πίνακα παρατηρείται ότι για τον υπολογισμό της αντλίας συμμετέχουν οι χώροι: Βιβλιοθήκη, Γραμματεία Γυμνασίου, Διευθυντής Γυμνασίου, Γραφείο καθηγητών Γυμνασίου, Εργαστήριο Η/Υ Γυμνασίου, Γραμματεία Λυκείου, Διευθυντής Λυκείου, Γραφείο καθηγητών Λυκείου και Εργαστήριο Η/Υ Λυκείου και οι ανάγκες αυτών σε θέρμανση ανέρχονται σε 58kW. Από τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων προέκυψε ότι οι ανάγκες των χώρων αυτών σε ψύξη είναι σαφώς μικρότερες και ανέρχονται σε 42kW. Έτσι επιλέγεται να καλυφθούν στην ψύξη περισσότεροι χώροι συμπεριλαμβανομένων και των εργαστηρίων στην δυτική πτέρυγα του κτιρίου. Το συνολικό ψυκτικό φορτίο ανέρχεται σε 63kW αλλά υπολογίζοντας έναν λογικό ετεροχρονισμό στην λειτουργία της ψύξης της τάξης του 90% προκύπτει ότι οι για τους εν λόγω χώρους στην πραγματικότητα αρκούν 57kW.

Πίνακας 1. *Απαιτήσεις ειδικών χώρων σε θέρμανση*

		m2	Χώροι που καλύπτονται με γεωθερμία στην θέρμανση [1: ΝΑΙ , 0: ΌΧΙ]	Θέρμανση				
				Συνολικές απώλειες χώρων (W) με αερισμό	απώλειες αερισού υγειινής (W)	W/m2	Απώλειες για ΓΘ στην θέρμανση (W)	Ενέργεια ετησίως (Wh/έτος)
	Επίπεδο : Ισόγειο							
1	Βιβλιοθήκη	94,22	1	13808	5894	146,55	13808	25.111.229
2	Εργαστήριο χημείας	106,11	0	11718	5547	110,43	0	0
	Άθροισμα Επιπέδου	200,33		25526	11441			25.111.229
	Επίπεδο : Α όροφος							
1	Γραματεία	27,3	1	2244	779,7	82,20	2244	4.080.938
2	Δ/ντής Γυμν	20,82	1	1807	596,4	86,79	1807	3.286.210
3	Γραφείο καθηγητών	82,81	1	8661	2386	104,59	8661	15.750.895
4	Εργαστήριο καλλιτεχν	82,92	0	9115	4652	109,93	0	0
5	Εργαστήριο Η/Υ	45	1	7043	2593	156,51	7043	12.808.400
	Άθροισμα Επιπέδου	258,85		28870	11007,1			35.926.443
	Επίπεδο : Β όροφος							
1	Εργαστήριο Η/Υ	68,73	1	9931	3973	144,49	9931	18.060.517
2	Δ/ντής Λυκείου	52,31	1	5282	1512	100,97	5282	9.605.845
3	Γραφείο καθηγητών	84,56	1	9390	2444	111,05	9390	17.076.654
4	Εργαστήριο Τεχνικών	79,42	0	9469	4590	119,23	0	0
	Άθροισμα Επιπέδου	285,02		34072	12519			44.743.016
	Άθροισμα κτιρίου	**744,2**		**88468**	**34967,1**	**118,88**	**58166**	**105.780.688**

Πίνακας 2. *Απαιτήσεις ειδικών χώρων σε ψύξη*

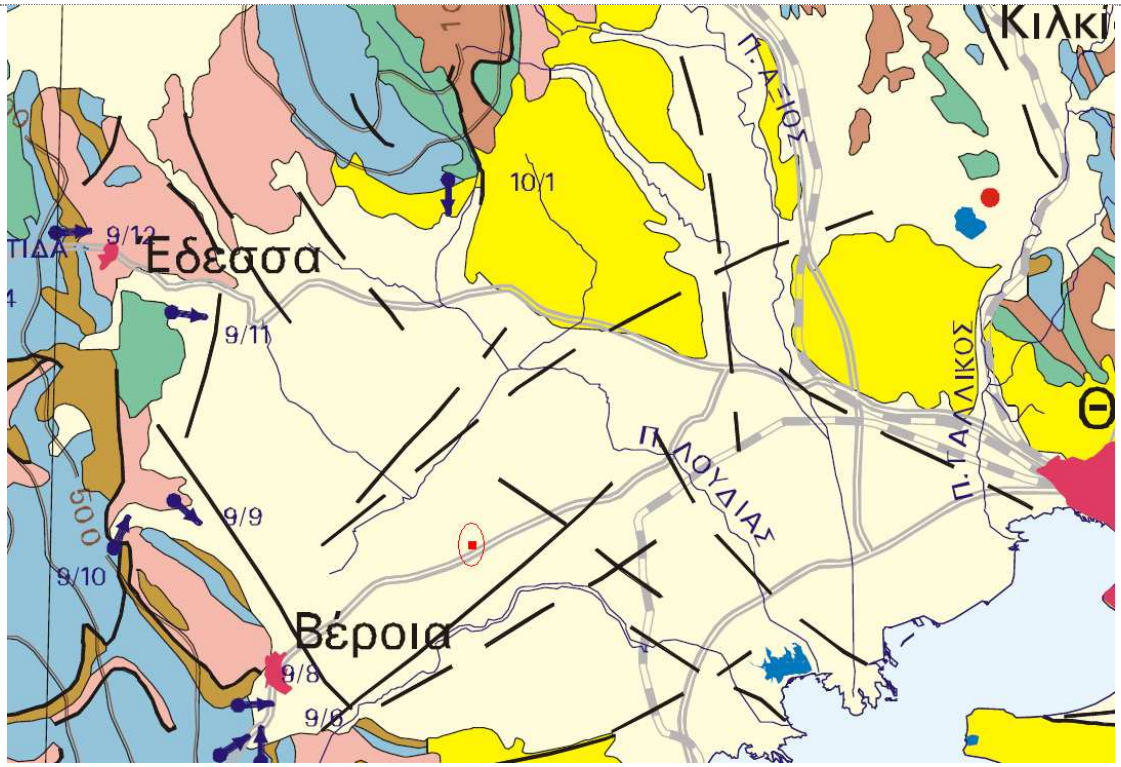
		m2	Χώροι που καλύπτονται με γεωθερμία στην ψύξη [1: ΝΑΙ , 0: ΌΧΙ]	Ψύξη			
				απώλειες λόγω κελύφους , ατόμων και φωτισμού (W)	απώλειες αερισμού (W)	Απώλειες για ΓΘ στην ψύξη (W)	Ενέργεια ετησίως (Wh/έτος)
	Επίπεδο : Ισόγειο						
1	Βιβλιοθήκη	94,22	1	6.022	3.285	9.307	7.613.126
2	Εργαστήριο χημείας	106,11	1	5.476	2.958	8.434	6.899.012
	Άθροισμα Επιπέδου	200,33		11.498	6.243	17.741	14.512.138
	Επίπεδο : Α όροφος						
1	Γραματεία	27,3	1	1.127		1.127	921.886
2	Δ/ντής Γυμν	20,82	1	1.010	299	1.309	1.070.926
3	Γραφείο καθηγητών	82,81	1	7.073	1.197	8.270	6.764.860
4	Εργαστήριο καλλιτεχν	82,92	1	6.401	2.334	8.735	7.145.230
5	Εργαστήριο Η/Υ	45	1	3.758	1.301	5.059	4.138.262
	Άθροισμα Επιπέδου	258,85		19369	5131,2	24500,2	20.041.164
	Επίπεδο : Β όροφος						
1	Εργαστήριο Η/Υ	68,73	1	4.427	1.993	6.420	5.251.560
2	Δ/ντής Λυκείου	52,31	1	2.731	759	3.490	2.854.411
3	Γραφείο καθηγητών	84,56	1	5.289	1.226	6.515	5.329.270
4	Εργαστήριο Τεχνικών	79,42	1	4.396	2.303	6.699	5.479.782
	Άθροισμα Επιπέδου	285,02		16.843	6.281	23.124	18.915.023
	Άθροισμα κτιρίου	**744,2**				**65.365**	**53.468.325**

6.2 Επιλογή γεωεναλλάκτη

Σύμφωνα με γεωλογική έκθεση του κ. Τσιπούρη Τριαντάφυλλου Γεωλόγου Ε.Δ.Ε. η περιοχή της Αλεξάνδρειας αποτελεί ιδιαίτερα καλό πεδίο για την εφαρμογή γεωθερμίας με άριστη απόδοση.

"Σε κάθε γεωθερμικό έργο βασική προυπόθεση για την επιλογή του συστή ματος είναι η γνώση των γεωλογικών συνθηκών της περιοχής και ειδικά της στρωματογραφικής στήλης."
Στην προκειμένη περίπτωση η πόλις της Αλεξάνδρειας και η ευρύτερη περιοχή επικάθεται σε τεταρτογενείς αποθέσεις με στρωματογραφική στήλη από την επιφάνεια προς το υπόβαθρο, με εναλλαγές από αργιλο-αμμώδη υλικά, διάσπαρτες κροκάλες και λατύπες. Η παραπάνω στρωματογραφία συμβάλλει στον εμπλουτισμό των υπόγειων στρωμάτων και στην πλούσια υδροφορία τους
Θεμελιώδης παράγοντας για την άριστη απόδοση της γεωθερμικής εφαρμογής. "

Τριαντάφυλλος Τσιπούρης Γεωλόγου Ε.Δ.Ε.



Εικόνα 1. Λιθοστρωματογραφία της περιοχής

Από τις παραπάνω φορτία του κτιρίου, και την λιθοστρωματογραφία του υπεδάφους προκύψαν τα δεδομένα εισόδου για πρόγραμμα υπολογισμού γεωενναλάκτη και τα οποία δίνονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3α *Δεδομένα για τον υπολογισμό γεωεναλλάκτη*

Fluid		Soil	
Flow Rate:	11,4 (L/min)/3.5kW	Ground Temperature:	15,2 °C
Fluid:	20% Propylene Glycol	Thermal Conductivity:	2,42 W/(m*K)
Specific Heat (Cp):	4,056 kJ/(K*kg)	Thermal Diffusivity:	0,078 m^2/day
Density (rho):	1017,2 kg/m^3		

Piping	
Pipe Type:	1 1/4 in. (32 mm)
Flow Type:	Turbulent - SDR17
Pipe Resistance:	0,028 m*K/W
U-Tube Configuration:	Double
Radial Pipe Placement:	Average
Borehole Diameter:	228,6 mm
Grout Thermal Conductivity:	2,01 W/(m*K)
Borehole Thermal Resistance:	0,092 m*K/W

Πίνακας 3β *Δεδομένα για τον υπολογισμό γεωεναλλάκτη*

Pattern		Modeling Time Period	
Vertical Grid Arrangement:	3 x 4		
Borehole Number:	12	Prediction Time:	20,0 years
Borehole Separation:	6,0 m	Long Term Soil Temperatures:	
Boreholes per Parallel Circuit:	2	*Cooling:*	14,5 °C
Fixed Length Mode	On	*Heating:*	14,5 °C
Grid File	None		
File:			

Heat Pumps			Optional Boiler/Cooling Tower		
Manufacturer:	Daikin			Tower	Boiler
Series:	EWWP014-065KAW1N		Load Balance	0 %	0 %
Design Heat Pump Inlet Load Temperatures:			Capacity (kW)	0,0	0,0
	Cooling (WB)	*Heating (DB)*	Cooling Tower Flow Rate (L/min):	0,0	
Water to Air:	19,4 °C	21,1 °C	Cooling Range (°C):	5,5	
Water to Water:	12,8 °C	37,8 °C	Annual Operating Hours (hr/yr):	0	

Extra kW		Loads File
Pump Power:	1,2 kW	*Alexandreia_School #12d (final).zon*
Cooling Tower Pump:	0,0 kW	
Cooling Tower Fan:	0,0 kW	
Additional Power:	0,3 kW	

Loads

Design Day Loads

Time of Day	*Heat Gains (kW)*	*Heat Losses (kW)*
8 a.m. - Noon	29,8	51,0
Noon - 4 p.m.	55,0	36,0
4 p.m. - 8 p.m.	54,7	38,7
8 p.m. - 8 a.m.	33,6	55,0

Annual Eqivalent Full-Load Hours
COOLING 1075 *HEATING* 2350

Days Occupied per Week: 5,0

Πίνακας 4 *Υπολογισμός γεωεναλλάκτη*

	COOLING	HEATING
Total Length (m):	**1200,0**	**1200,0**
Borehole Number:	**12**	**12**
Borehole Length (m):	**100,0**	**100,0**
Ground Temperature Change (°C):	**-0,7**	**-0,7**
Unit Inlet (°C):	**24,4**	**6,8**
Unit Outlet (°C):	**29,9**	**3,3**
Total Unit Capacity (kW):	**55,0**	**67,4**
Peak Load (kW):	**55,0**	**55,0**

Στον πίνακα 4 δίνονται οι υπολογισμού όπως προέκυψαν από ειδικό λογισμικό της *Gaia Geothermal Design Software*.

Επιλέγεται η εγκατάσταση γεωεναλλάκτη στον αύλιο χώρο δυτικά του κτιρίου φαίνεται στα σχέδια. Ο γεωεναλλάκτης θα είναι κατακόρυφου τύπου κλειστού κυκλώματος αποτελούμενος από δώδεκα κατακόρυφες γεωτρήσεις των 100m σε διάταξη 4x3 με απόσταση μεταξύ των γεωτρήσεων τα 6m. Σε κάθε γεώτρηση θα τοποθετηθούν δύο ζεύγη σωλήνων. Ο γεωεναλλάκτης θα μεταφέρει θερμότητα στο δίκτυο παροχής 178lt/min μεταβάλλοντας την θερμοκρασία του νερού (20% προπυλενογλυκόλη) σύμφωνα με τον πίνακα 4 από 3,3 σε 6,8 για την θέρμανση και από 29,9 σε 24,4 για την ψύξη .

Η θέση των γεωτρήσεων παρουσιάζεται στα σχέδια της μελέτης.

Ο ανάδοχος εφόσον διαπιστώσει με την πρώτη δοκιμαστική γεώτρηση ότι το υπέδαφος έχει σαφώς διαφορετικά χαρακτηριστικά από αυτά της παρούσας μελέτης θα επαναϋπολογίσει τον γεωεναλλάκτη και θα καταθέσει στην τεχνική υπηρεσία του δήμου μελέτη που να βεβαιώνει ότι δεν αλλάζουν προς το δυσμενές η απόδοση του συστήματος.

6.2.1 Περιγραφή δικτύου γεωεναλλάκτη

Από την αντλία θερμότητας θα εκκινεί δισωλήνιο δίκτυο κατασκευασμένο από χαλυβδοσωλήνα το οποίο θα τροφοδοτεί με την βοήθεια κυκλοφορητή μεταβλητής παροχής συλλέκτες τοποθετημένους σε μεταλλικό γαλβανισμένο κουτί (pillar) τοποθετημένο εξωτερικά σε επαφή με το κτίριο.

Το pillar θα είναι κατάλληλων διαστάσεων ώστε να χωράνε άνετα και οι δύο συλλέκτες αλλά και να είναι εύκολη η συντήρηση ή ακόμα και η αντικατάσταση και των δύο. Θα πρέπει να είναι στιβαρής κατασκευής υψηλής αντοχής σε κρούση, θα είναι γειωμένο θα φέρει εσωτερικά μόνωση ορυκτοβάμβακα πάχους 10cm και πόρτες με κλειδαριά.

Οι συλλέκτες θα είναι κατασκευασμένοι από PPR (80) αποτελούμενα από τεμάχια σωλήνα συλλέκτη ελεγμένα σε δοκιμή πίεσης, με θέση τοποθέτησης μανομέτρου, εκξαεριστικού, βαλβίδας πλήρωσης, καθώς και σφαιρικές βαλβίδες σε κάθε σημείο αναχώρησης.

Το δίκτυο από τους συλλέκτες και προς τις γεωτρήσεις θα είναι κατασκευασμένο από σωλήνες διπλού U, πολυαιθυλενίου PE-Xa Φ32x2.9 και εξαρτήματα του ίδιου υλικού. Σε κάθε γεώτρηση θα εγκατασταθούν δύο ζεύγη σωληνώσεων.

Ανάλογα με την κατάσταση της γεώτρησης, μετά το τέλος της διάτρησης, αποφασίζεται ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η τοποθέτηση των σωληνώσεων σε αυτή (κενές, πληρωμένες με νερό, με προσάρτηση εξοπλισμού πίεσης κ.α.).

Ανά 10m τοποθετείται αποστάτης, ο οποίος διασφαλίζει την παραλληλότητα των σωλήνων και την ασφαλέστερη τοποθέτησή τους. Χρησιμοποιείται βαρίδιο που προσαρμόζεται στο ακροσωλήνιο. Ταυτόχρονα με τη διάταξη των σωληνώσεων, κατεβαίνει στη γεώτρηση και ο κεντρικός σωλήνας που απαιτείται για το γέμισμα της με θερμοαγώγιμο μίγμα.

Στην περίπτωση που απαιτηθεί σταθεροποίηση των τοιχωμάτων της διάτρησης λόγω της φύσης του εδάφους θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα όπως αυτά θα προταθούν από τον εργολάβο και θα εγκριθούν από την επιβλέπουσα αρχή.

Το δίκτυο θα δοκιμαστεί σε πίεση 1,5 φορές της πίεσης λειτουργίας του συστήματος.

6.2.2 Σωληνώσεις

Το δίκτυο από τους συλλέκτες και προς τις γεωτρήσεις θα είναι κατασκευασμένο από σωλήνες διπλού U, πολυαιθυλενίου PE-Xa Φ32x2.9 και εξαρτήματα του ίδιου υλικού. Σε κάθε γεώτρηση θα εγκατασταθούν δύο ζεύγη σωληνώσεων. Οι σωλήνες PE-Xa είναι από πολυαιθυλένιο στο οποίο κατά τη διαδικασία κατασκευής δημιουργούνται χημικοί δεσμοί μεταξύ των αλυσίδων μορίων. Με αυτή τη μέθοδο, ενισχύεται σημαντικά η δομή μορίων. Έτσι, δημιουργούνται σωλήνες PE-Xa ιδιαίτερα ανθεκτικοί έναντι εξωτερικών ζημιογόνων παραγόντων (αυλακώσεις, χαρακιές κτλ.), προσφέροντας μεγαλύτερη ασφάλεια.

Το δίκτυο θα κατασκευαστεί σύμφωνα με το ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-01-04-01 «Συστήματα κτιριακών σωληνώσεων υπό πίεση με σωλήνες πολυπροπυλενίου» όσον αφορά εκείνα τα εδάφια που είναι κοινά για σωλήνες εντός κτιρίων και σωλήνες εντός εδάφους.

6.2.3 Γεωτρήσεις

Οι γεωτρήσεις θα διανοιχτούν σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-01-00

6.2.4 Πλήρωση του δακτυλίου της γεώτρησης με μείγμα τσιμέντου

Μετά την τοποθέτηση του γεωεναλλάκτη, το κενό του δακτυλίου της γεώτρησης πρέπει να γεμίσει με ειδικό μείγμα. Αυτό σημαίνει ότι η γεώτρηση πρέπει να γεμίσει εντελώς από τη βάση του U μέχρι την επιφάνεια χωρίς οποιαδήποτε χάσματα: το γέμισμα αυτό πρέπει να πραγματοποιηθεί κατάλληλα και προσεκτικά για διάφορους λόγους:

A Εξασφάλιση της μεταφοράς θερμότητας από το υπέδαφος στο ρευστό μεταφοράς θερμότητας κατά τη διάρκεια της εξαγωγής θερμότητας ή αντίστροφα κατά την απόρριψη θερμότητας.

B Σφραγίζοντας τη γεώτρηση μέχρι την επιφάνεια για να αποτρέψει την είσοδο μολυσματικών παραγόντων και για να σφραγίσει τα υδροφόρα στρώματα που μπορεί να έχουν διαπεραστεί.

Μία τέλεια πλήρωση του δακτυλιοειδούς κενού είναι εγγυημένη μόνο εάν η γεώτρηση γεμίσει με ένα κατάλληλο μείγμα από το κατώτατο σημείο έως την επιφάνεια. Αυτό εγγυάται μια υδατοστεγή και ανθεκτική, φυσικά και χημικά σταθερή ενσωμάτωση του γεωεναλλάκτη στο περιβάλλοντα υπέδαφος. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αποφευχθούν ο παγιδευμένος αέρας και τα κενά. Μπορεί μόνο να υπάρξουν παρεκκλίσεις κάτω από ειδικές περιπτώσεις.

Η πλήρωση θα πραγματοποιηθεί ως εξής:

Κατά την εισαγωγή του γεωεναλλάκτη, ένας σωλήνας πλήρωσης μέχρι το τελικό βάθος πρέπει να εγκατασταθεί μέσω του οποίου το μείγμα μπορεί να πρεσαριστεί.

Αυτός ο σωλήνας ανασύρεται κατά τη διάρκεια της πλήρωσης ανάλογα με την πρόοδο. Στην περίπτωση των βαθιών γεωτρήσεων (> 60 m) μπορούν να εμφανιστούν προβλήματα στην ανάσυρση του σωλήνα πλήρωσης, δηλ. ο σωλήνας πρέπει να παραμείνει στη γεώτρηση. Σε αυτές τις περιπτώσεις δύο σωλήνες πρέπει να χρησιμοποιηθούν, ένας στο κατώτατο βάθος, και ο δεύτερος περίπου στο μισό.

βάθος, που μπορεί να αφαιρεθεί. Από το κατώτατο βάθος έως το τέλος του δεύτερου σωλήνα, το γέμισμα επιτυγχάνεται μέσω του χαμηλότερου σωλήνα και έπειτα μέσω του ανώτερου σωλήνα πλήρωσης.

Κατά την ανάσυρση του σωλήνα πλήρωσης, το άκρο του πρέπει πάντα να είναι κάτω από το επίπεδο πλήρωσης για να αποτρέψει την παγίδευση του αέρα. Ένας σωλήνας πλήρωσης που παραμένει στη γεώτρηση πρέπει να παραμείνει γεμισμένος με το μείγμα.

Το μείγμα πλήρωσης πρέπει να είναι κατάλληλο για όλες τις αντίστοιχες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται. Ειδικά για την καθαρή εξαγωγή θερμότητας, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το μείγμα είναι ανθεκτικό στον παγετό.

Στην πράξη, μείγματα: Μπεντονίτη / Τσιμέντο (υψικαμίνου HOZ) /Νερού ή Μπεντονίτη/ Τσιμέντου/ Άμμου/ Νερού έχουν αποδειχθεί επιτυχή.

Τα μείγματα καθαρού Μπεντονίτη /Νερού δεν είναι κατάλληλα δεδομένου ότι έχουν μικρή θερμική αγωγιμότητα αφ' ενός (< 0,7 W/(m • K) σε 10 °C) και αφ' ετέρου δεν είναι ανθεκτικά στον παγετό. Η προσθήκη του τσιμέντου επιτρέπει τη χρήση στις θερμοκρασίες έως την περιοχή περίπου των –15 °C, ενώ μέσω της προσθήκης χαλαζιακής άμμου, αυξάνεται η θερμική αγωγιμότητα (πάνω από 0,8 W/(m • K) σε 10°C).

Επιλέγεται η πλήρωση με μείγμα <u>Μπεντονίτη /Τσιμέντου (HOZ) /Άμμου/ Νερού</u> για το οποίο η αναλογία ποσοστού του μπεντονίτη και του τσιμέντου πρέπει να είναι περ. 10 % για το κάθε ένα και άμμος περ. 30 %. Οι πάρα πολύ υψηλές ποσότητες τσιμέντου πρέπει να αποφεύγονται με τον ίδιο τρόπο που η πλήρωση με καθαρό τσιμέντο ή λεπτό κονίαμα έτσι ώστε η πλήρωση των γεωτρήσεων παραμένει ελαφρώς πλαστική και η θερμική διαστολή του γεωεναλλάκτη δεν εμποδίζεται.

Η προσθήκη της άμμου χαλαζία μπορεί να προκαλέσει μια υψηλότερη καταπόνηση στις αντλίες πλήρωσης. Η προσθήκη χαλαζία αντί της άμμου χαλαζία είναι επίσης δυνατή όπως η πλήρωση με μείγματα καθαρού Μπεντονίτη /Τσιμέντου (HOZ) / Νερού, τα οποία τότε προστίθενται σε αναλογίες π.χ. βάρους του 25%/25%/50%.

6.3 Επιλογή αντλίας θερμότητας

Για την κάλυψη των αναγκών των χώρων του κτιρίου που παρουσιάζουν διαφοροποίηση ως προς την λειτουργία τους σε ψύξη και θέρμανση επιλέγεται γεωθερμική αντλία η οποία θα έχει κατ ελάχιστον τις αποδόσεις του **πίνακα 5α** για τις διαφορετικές κάθε φορά συνθήκες θερμοκρασιών όπως αυτές αναγράφονται ενώ το σύστημα μαζί ήτοι αντλία θερμότητας και κυκλοφορητές θα έχει κατ ελάχιστον τις αποδόσεις του **πίνακα 5β**.

Πίνακας 5 *πίνακας απόδοσης αντλίας θερμότητας και συστήματος για χαρακτηριστικές θερμοκρασιακές συνθήκες*

(α) *πίνακας απόδοσης αντλίας θερμότητας για χαρακτηριστικές θερμοκρασιακές συνθήκες*

mode	ELT	EET	CLT	CET	HC	CC	ΑΝΤΛΙΑΣ		
							COP	EER	ESEER
	°C	°C	°C	°C	kW	kW	kW/kW	kW/kW	kW/kW
heating mode	-3	0,5	40	45	55	-	3,8	-	-
	0	3,3	40	45	60	-	4	-	-
	3,3	3,8	40	45	65	-	4,4	-	-
	3,3	6,8	50	45	65	-	3,9	-	-
cooling mode	7	12	29,9	24,4	-	65	-	6	-

(β) *πίνακας απόδοσης συστήματος αντλίας θερμότητας και κυκλοφορητών για χαρακτηριστικές θερμοκρασιακές συνθήκες*

mode	ELT	EET	CLT	CET	HC	CC	ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ		
							COP	EER	ESEER
	°C	°C	°C	°C	kW	kW	kW/kW	kW/kW	kW/kW
heating mode	-3	0,5	40	45	55	-	3,5	-	-
	0	3,3	40	45	61	-	3,8	-	-
	3,3	3,8	40	45	65	-	4,1	-	-
	3,3	6,8	50	45	65	-	3,7	-	-
cooling mode	7	12	29,9	24,4	-	65	-	5,5	6,4

ELT	evaporator leaving temperature
EET	evaporator entering temperature
CLT	condencer leaving temperature
CET	condencer entering temperature
HC	heating capacity
CC	cooling capacity

Στο τεύχος υπολογισμών δίνεται φύλλο υπολογισμού γεωθερμικής αντλίας για τις διάφορες συνθήκες όπως προέκυψε από ειδικό λογισμικό.

Η αντλία θα είναι μικρών διαστάσεων ώστε να χωράει στο αποτύπωμα που ορίζεται στο σχέδιο της μελέτης. Θα έχει την δυνατότητα λειτουργίας στον εξατμιστή σε θερμοκρασίες έως και -6°C και στον συμπυκνωτή έως και 55°C. Η αντλία θα φέρει διάταξη αντιστοφή του κυκλώματος νερού εφόσον χρειάζεται και θα έχει ενσωματωμένο υδροαστάσιο με όλον των απαιτούμενο εξοπλισμό ασφαλείας και ελέγχου καθώς και τους κυκλοφορητές μεταβλητής παροχής τόσο στο κύκλωμα του εξατμιστή όσο και στο κύκλωμα του συμπυκνωτή. Ο συμπυκνωτής θα είναι μονωμένος και η αντλία θα διαθέτει πρόσθετο εξοπλισμό μείωσης του εκπεμπόμενουθορύβου.Ο ανάδοχος έχει την ευθύνη της ορθής επιλογής τόσο της παροχής όσο και του μανομετρικού των φυγοκεντρικών αντλιών μεταβλητής παροχής καθώς σχετίζεται και με την πτώση πίεσης εντός της επιλεγμένης μονάδας.

Η αντλία θερμότητας θα φέρει πλακέτα με ψηφιακές εξόδους και εισόδους, με κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας για σύνδεση με το BMS του κτιρίου

Η αντλία θα φέρει δικό της ηλεκτρικό πίνακα ο οποίος θα διαθέτει soft starter και όλες τις απαραίτητες διατάξεις ασφαλείας (διακόπτες, αυτόματους, ηλεκτρονόμους διαρροής, ηλεκτρονόμους ελέγχου κλπ) τόσο για την ίδια την αντλία όσο και για τους κυκλοφορητές (θερμικά κλπ).

6.4 Διερεύνηση παραγωγής ζεστών νερών χρήσης με γεωθερμία

Στο κτίριο δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο ζεστών νερών χρήσης (ΖΝΧ). Επιπρόσθετα σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 Β έκδοση για τα σχολικά κτίρια δεν απαιτείται η ύπαρξη συστήματος παραγωγής ΖΝΧ και δεν υπάρχουν άλλες χρήσης εντός του κτιρίου που να δικαιολογούν την δημιουργία ενός νέου δικτύου ΖΝΧ. Κρίνεται λοιπόν μη σκόπιμη η δημιουργία δικτύου ΖΝΧ στο κτίριο καθώς δεν προβλέπονται τέτοιου τύπου μόνιμες καταναλώσεις.

6.5 Τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου νερού

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι χώροι που θα εξυπηρετούνται από την αντλία θερμότητας είναι

- στο ισόγειο η βιβλιοθήκη και το εργαστήριο στην δυτική πτέρυγα
- στον πρώτο όροφο η γραμματεία γυμνασίου, το γραφείο του διευθυντή γυμνασίου, το γραφείο των καθηγητών γυμνασίου, το εργαστήριο Η/Υ γυμνασίου και το εργαστήριο στην δυτική πτέρυγα
- στον δεύτερο όροφο η γραμματεία λυκείου, το γραφείο του διευθυντής λυκείου, το γραφείο των καθηγητών λυκείου, το εργαστήριο Η/Υ λυκείου και το εργαστήριο στην δυτική πτέρυγα

Σε κάθε έναν από τους χώρους αυτούς θα εγκατασταθούν μία ή περισσότερες τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου νερού FCU (Fan Coil Units) δαπέδου ή οροφής όπως φαίνεται στα σχέδια της μελέτης και η απόδοση των μονάδων αυτών δίνεται στον **πίνακα 6**.

Τα επιλεγμένα FCU θα είναι ενεργειακής κλάσης Α και θα φέρουν ανεμιστήρες με inverter. Θα είναι ορατού τύπου με υψηλής αισθητικής κάλυμμα και θα είναι κατάλληλων προδιαγραφών τόσο για επιδαπέδια κατακόρυφη τοποθέτηση όσο και για τοποθέτηση σε οριζόντια θέση στην οροφή. Τα FCU θα συνδέονται στο δίκτυο με δίοδες ηλεκτροκίνητες βαλβίδες.

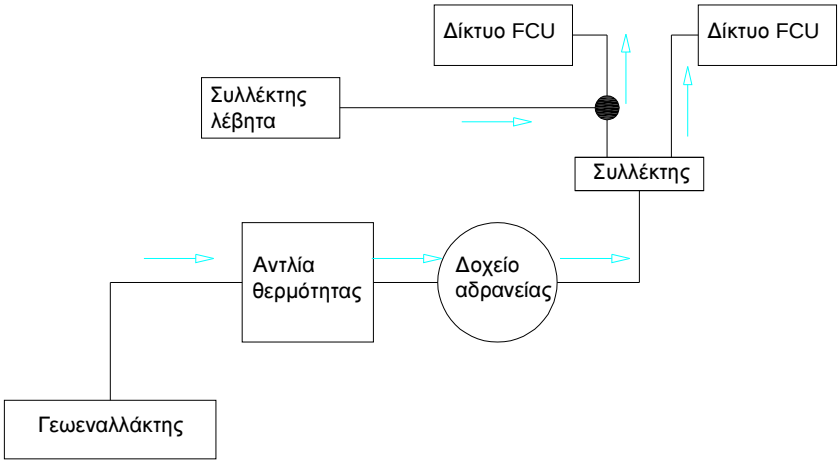
Πίνακας 6. *Απόδοση τοπικών μονάδων νερού ανά χώρο εγκατάστασης*

		ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΝΕΡΟΥ						
		Πλήθος FCU	**heating**	**Cooling**	**Air flow**	**εναλλαγές αέρα**	**Εγκατεστη μένη ισχύς στην θέρμανση**	**Εγκατεστη μένη ισχύς στην ψύξη**
	Επίπεδο : Ισόγειο							
1	Βιβλιοθήκη	2	4,8	3,46	655	6,52	14,4	10,38
		1	4,8	3,46	655			
2	Εργαστήριο χημείας	2	5,9	4	805	4,74	0	8
	Επίπεδο : Α όροφος							
1	Γραματεία	1	2,54	2,08	330	3,78	2,54	2,08
2	Δ/ντής Γυμν	1	2,54	2,08	330	4,95	2,54	2,08
3	Γραφείο καθηγητών	2	4,18	3,01	550	5,40	10,9	8,1
		1	2,54	2,08	330			
4	Εργαστήριο καλλιτεχν	2	5,29	3,7	745	5,62	0	7,4
5	Εργαστήριο Η/Υ	1	4,18	3,01	550	11,46	8,36	6,02
		1	4,18	3,01	550			
	Επίπεδο : Β όροφος							
1	Εργαστήριο Η/Υ	2	4,18	3,01	550	6,50	10,9	8,1
		1	2,54	2,08	330			
2	Δ/ντής Λυκείου	2	2,87	2,34	385	4,60	5,74	4,68
3	Γραφείο καθηγητών	2	4,18	3,01	550	5,28	10,9	8,1
		1	2,54	2,08	330			
4	Εργαστήριο Τεχνικών	2	4,8	3,46	655	5,15	0	6,92
	Άθροισμα κτιρίου						**66,28**	**71,86**
		Ποσοστό σε σχέση με την ονομαστική ισχύ της αντλίας					**94%**	**81%**
		Ταχύτητα ανεμιστήρα inverter		60%				
				80%				
				100%				

6.6 Περιγραφή συστήματος διανομής

Στο διάγραμμα 1 φαίνεται το block διάγραμμα του δικτύου διανομής από την αντλία θερμότητας προς τις τερματικές μονάδες. Από την αντλία θερμότητας οδηγούνται τα νερά σε δοχείο αδρανείας και από αυτό μέσω συλλέκτη προς δύο κλάδους του δικτύου των FCU. Σε κάθε κλάδο η κυκλοφορία του νερού είναι βεβιασμένη μέσω κυκλοφορητή μεταβλητής παροχής και το δίκτυο σωληνώσεων είναι κατασκευασμένο από χαλυβδοσωλήνα ISO medium. Ο ένας από τους δύο κλάδος καλύπτει όλους εκείνους τους χώρους που εξυπηρετούνται από την αντλία θερμότητας τόσο στην ψύξη όσο και στην θέρμανση ενώ ο δεύτερος κλάδος εξυπηρετεί αποκλειστικά τα τρία εργαστήρια της δυτικής πτέρυγας του κτιρίου. Για τις ημέρες μέγιστων απαιτήσεων δηλαδή χαμηλής εξωτερικής θερμοκρασίας κοντά στους μηδέν βαθμούς κελσίου το δεύτερο δίκτυο θα εξυπηρετείται από τον λέβητα πετρελαίου ενώ για τις υπόλοιπες ημέρες θα εξυπηρετείται από την αντλία θερμότητας.

Διάγραμμα 1. *Διάγραμμα δικτύου διανομής FCU*



6.6.1 Δοχείο αδρανείας

Το δοχείο αδρανείας θα είναι τέτοιου μεγέθους ώστε να εξασφαλίζει αδράνεια στο σύστημα για 10λεπτά

V (m^3)= P(kW)*t(sec)/(4,18*Δθ*1000)	
P: Ισχύς για κλιματισμό (KW)	60
t: χρόνος ηρεμίας (min)	10
ΔΘ: Νερού (^oK)	5
V(lt) =	1722,49
Επιλέγονται δοχείο	2000lt

Το δοχείο θα είναι χαλύβδινο κυλινδρικό και θα έχει την δυνατότητα σύνδεσης δύο εναλλακτών (σερμαντίνων). Το δοχείο θα είναι μονωμένο με θερμομονωτικό υλικό πάχους 50mm και με θερμικης αγωγιμότητας λ <0,04W/m^2K

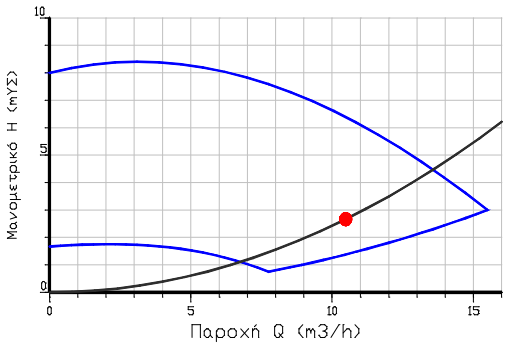
6.6.2 Κυκλοφορητές

Οι κυκλοφορητές στο δίκτυο διανομής θα είναι μεταβλητής παροχής με πλακέτα σύνδεσης σε BMS. Τα χαραστηριστικά των κυκλοφορητών δίνονται στον πίνακα 7. Και οι χαρακτηριστικές τους καμπύλες στην εικόνα 2.

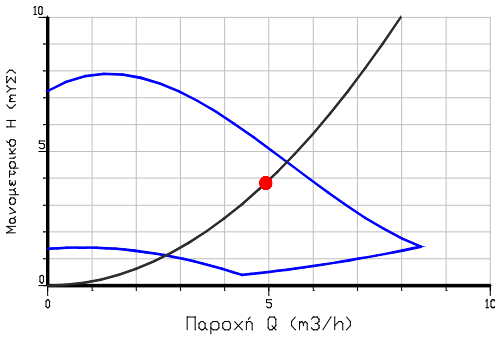
Πίνακας 7. *επιλογή κυκλοφορητών*

Επιλογή Κυκλοφορητή	K1	K2
Παροχή Νερού Q (m^3/h)	10.48	4,93
Μανομετρικό Ύψος (mΥΣ)	2.66	3,82
Τύπος Κυκλοφορητή που Επιλέγεται	Μεταβλητής παροχής	Μεταβλητής παροχής
Μέγιστη Παροχή	15,5	8,44
Μέγιστο Μανομετρικό Ύψος	8,24	7,35
Ισχύς Κινητήρα	200 W	90 W
Ηλεκτρικά Δεδομένα	1,37A - 220V	0,93A - 220V

Εικόνα 2 .*Χαρακτηριστικές καμπύλες κυκλοφορητών*



(α) *κυκλοφορητής K1 κύριου κλάδου*



(β) *κυκλοφορητής K1δευερεύοντα κλάδου*

6.7 Σωληνώσεις

Το δίκτυο διανομής εντός του κτιρίου θα κατασκευαστεί από χαλυβοσωλήνες με κατά μήκος ραφή.

6.7.1 Χαλυβδοσωλήνες με κατά μήκος ραφή

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-01-01-00. «Συστήματα κτιριακών σωληνώσεων υπό πίεση με χαλυβδοσωλήνες με ραφή»

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην βαφή με διπλή στρώση με μίνιο και στον τρόπο στήριξης.

6.7.2 Μόνωση σωλήνων

Όλες οι σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής ζεστού ή/και κρύου νερού θα μονωθούν προς αποφυγή τόσο θερμικών απωλειών, όσο και εμφάνισης συμπυκνωμάτων πάνω στις ψυχρές επιφάνειές τους. Η μόνωση των σωληνώσεων θα εκτελεστεί με κογχύλια από ειδικό συνθετικό μονωτικό υλικό **με επικάλυψη αλουμινίου**.

Το μονωτικό υλικό θα έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ< 0,040W/(mK) (στους 20°C)

Για το τμήμα του δικτύου που οδεύει εκτός του κτιρίου το πάχος των μονωτικών κογχυλιών θα είναι 9mm για διαμέτρους μέχρι DN20, 13mm για διαμέτρους μέχρι DN40, 13mm για

διαμέτρους DN80 και 19mm για μεγαλύτερες. Για διέλευση από εξωτερικούς χώρους αλλά και για το τμήμα της σωλήνας που συνδέσει την αντλία θερμότητας με τον συλλέκτη του γεωενναλάκτη τα πάχη των μονώσεων θα είναι 21mm. Τα ειδικά τεμάχια αλλαγής κατεύθυνσης και διακλάδωσης θα φέρουν επίσης επικάλυψη αλουμινίου.

6.8 Απομάκρυνση συμπυκνωμάτων

Για την απομάκρυνση των συμπυκνωμάτων από τις τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείο νερού θα κατασκευαστεί δίκτυο από ευθύγραμμη πλαστική σωλήνα πίεσης 4atm διαμέτρου Φ32 στα οριζόντια δίκτυα και Φ50 στις στήλες και στα οριζόντια τμήματα μετάθεσης αυτών. Στο ισόγειο, στα σημεία όπου θα γίνεται διάτρηση της οπτοπλινθοδομής θα τοποθετηθεί σήτα για την αποφυγή εισόδου εντόμων.

Το δίκτυο απομάκρυνσης συμπυκνωμάτων θα κατασκευαστεί σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-01-01-00. «Συστήματα κτιριακών σωληνώσεων με ευθύγραμμους πλαστικούς σωλήνες ελεύθερης ροής»

6.9 Ηλεκτρικές συνδέσεις

Για την ολοκλήρωση των εργασιών γεωθερμικής εγκατάστασης και δικτύου διανομής απαιτείται η σύνδεση της αντλίας θερμότητας και των FCU με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Η ηλεκτρική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων θα κατασκευασθεί σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις" και τις απαιτήσεις της Δ.Ε.Η.

Στον κεντρικό πίνακα του κτιρίου ο οποίος βρίσκεται κάτω από το βορεινό κλιμακοστάσιο θα τοποθετηθεί αυτόματος τριπολικός διακόπτης με μονάδα θερμομαγνητικού ελέγχου 80A. Από τον διακόπτη θα εκκινήσει πενταπολικό καλώδιο διατομής 25mm^2 τύπου J1VV το οποίο θα οδεύει επί μεταλλικής σχάρας. Η σχάρα θα είναι πλάτους 100mm, γαλβανισμένης, μη διάτρητη, με καπάκι, θα στηριχθεί στην οροφή, και θα γειωθεί καθ' όλο το μήκος της μέσω γυμνού χάλκινου αγωγού 6mm^2.ο οποίος θα είναι συνδεδεμένος ισοδυναμικά στην γείωση του κτιρίου. Το καλώδιο θα τροφοδοτήσει νέο ηλεκτρικό πίνακα στο λεβητοστάσιο. Ο πίνακας αυτός θα διαθέτει στη είσοδό του αυτόματο τριπολικό διακόπτη με μονάδα θερμομαγνητικού ελέγχου 80A και ρελέ διαρροής 30mA και όλο το απαραίτητο διακοπτικό υλικό ράγας τόσο για την σύνδεση της αντλίας θερμότητας (μέσω soft starter) όσο και των τεσσάρων κυκλοφορητών. Επίσης θα διαθέτει και όλα τα απαραίτητα ρελέ και κλέμες για την σύνδεση του BMS.

Οι σωληνώσεις και καλωδιώσεις θα πληρούν τις προδιαγραφές

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01 «Χαλύβδινες σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02 «Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-03 «Εσχάρες και σκάλες καλωδίων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01 «Αγωγοί - καλώδια διανομής ενέργειας»

Ο ανάδοχος θα έχει την υποχρέωση της έκδοσης και κατάθεσης στην αρμόδια ΔΕΗ Υπεύθυνης δήλωσης εγκαταστάτη για τις τροποποιήσεις στο δίκτυο.

6.10Αποξηλώσεις

Ο ανάδοχος θα απεγκαταστήσει τις δώδεκα (12) τοπικές κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου (split unit) που βρίσκονται στο κτίριο τηρώντας όλους τους κανονισμούς ασφάλειας και θα τις εναποθέσει άθικτες σε σημείο που θα του υποδειχθεί από την επιβλέπουσα αρχή εντός των γεωγραφικών ορίων του Δήμου Αλεξάνδρειας.

6.11Αποκαταστάσεις

Όσες φθορές γίνουν κατά τις εργασίες εγκατάστασης του νέου συστήματος ψύξης θέρμανσης ή και αποξήλωσης του παλιού θα πρέπει να αποκατασταθούν στην πρότερη μορφή τους.

6.12Υποχρεώσεις αναδόχου (αδειοδοτήσεις)

Ο ανάδοχος πριν την έναρξη των εργασιών είναι υποχρεωμένος με δικά του έξοδα να εκδώσει άδεια γεωθερμικής εγκατάστασης σύμφωνα με την απόφαση Δ9Β, Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488/11-06-09 συμπεριλαμβανομένου και του κόστους των απαιτούμενων μελετών.

Ο ανάδοχος θα έχει την υποχρέωση της έκδοσης και κατάθεσης στην αρμόδια ΔΕΗ με δικά του έξοδα, Υπεύθυνης δήλωσης εγκαταστάτη για τις τροποποιήσεις στο ηλεκτρικό δίκτυο.

2. Φωτισμός

2.1 Γενικά

Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα με λαπτήρες τύπου T8 χωρίς ηλεκτρονικά Balast. Στην μελέτη εφαρμογής προτείνεται η εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED.

Για την ορθή επιλογή του πλήθους των φωτιστικών σωμάτων έγινε μελέτη φωτοτεχνίας στην οποία διασφαλίστηκε ότι σε όλους τους χώρους καλύπτονται η ανάγκες φωτισμού όπως αυτές καθορίζονται από τις οδηγίες του οργανισμού σχολικών κτιρίων (ΟΣΚ).

Για τις αίθουσες, τα γραφεία και τα εργαστήρια η επιθυμητή στάθμη φωτισμού είναι τα 300lux σε ύψος 0,80 από το δάπεδο, για την βιβλιοθήκη τα 500lux σε ύψος 0,80 από το δάπεδο και για τους διαδρόμους τα 150lux σε ύψος 0,50 από το δάπεδο.

Επίσης μία δεύτερη παράμετρος που λήφθηκε υπόψη είναι οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού όπως αυτές προσδιορίζονται στον πίνακα 2.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 Β έκδοση.

Τέλος στην μελέτη φωτοτεχνίας μελετήθηκαν δύο σενάρια. Στο πρώτο εξ αυτών παρουσιάζονται τα φωτοτεχνικά αποτελέσματα κατά τους πρώτους μήνες λειτουργίας της εγκατάστασης με τα φωτιστικά σώματα καινούρια και όχι ιδιαίτερα χρησιμοποιημένα (τα φωτοτεχνικά αποτελέσματα της περίπτωσης αυτής δίνονται και τα σχέδια της μελέτης). Στην δεύτερη περίπτωση παρουσιάζονται τα φωτοτεχνικά αποτλέσματα όπως αυτά θα προκύψουν μετά από ένα χρόνο μέσης χρήσης των φωτιστικών σωμάτων όπως δηλαδή θα μεταλβηθεί η ικανότητα φωτισμού των σωμάτων σε χώρους χρήσης κατά την διάρκεια της ημέρας όπως είναι τα σχολεία.

2.2 Φωτιστικά σώματα

Τα φωτιστικά σώματα που επιλέχθηκαν για τον φωτισμό του σχολείου είναι οροφής εκτός από αυτά που θα τοποθετηθούν στην βιβλιοθήκη τα οποία είναι κατάλληλα για τοποθέτηση σε ψευδοροφή ορυκτών ινών. Τα φωτιστικά σώματα θα έχουν αντίστοιχα διαγράμματα φωτισμού όπως τα αντίστοιχα σώματα στα τεύχη φωτοτεχνικών υπολογισμών. Μετά το πέρας της εγκατάστασης και πριν την παραλαβή θα πρέπει τα αποτελέσματα της φωτοτεχνικης μελέτης, να επιβεβαιώνονται με μετρήσεις σε ώρες απουσία εξωτερικού φωτισμού. Οι στάθμες φωτισμού που θα πρέπει να μετρηθούν (τουλάχιστον πέντε σημεία σε κάθε αίθουσα) θα πρέπει να είναι κατά ελάχιστον αυτές που φαίνονται στα σχέδια με τίτλο «*Στάθμες φωτισμού – καινούρια φωτιστικά*».

Στα σχέδια με τίτλο «*Στάθμες φωτισμού – σε βάθος τριετίας*» αποτυπώνονται οι στάθμες φωτισμού μετά από τριετή λειτουργία των φωτιστικών σωμάτων.

Τα φωτιστικά σώματα θα είναι ενδεικτικού τύπου Coreline SM120 της Philips ή ισοδυνάμου.

Πίνακας 9. *Πίνακας φωτιστικών και εγκατεστημένης ισχύος.*

Ενδ. Τύπος Φωτ. Σώματος	Πλήθος φωτιστικών σωμάτων	Τύπος λαμπτήρα	Χρώμα λαμπτήρα	Τύπος διαχυτή	Ισχύς φωτιστικού (W)	Φωτεινή ροή (lm)	Ισχύς φωτιστικών ιδίου τύπου
SM120V 26S/840 W20L120	239	LED	840	--	31	2600	7409
SM120V 37S/840 W20L120	36	LED	840	--	42	3700	1512
SM120V 26S/840 W60L60	79	LED	840	--	31	2600	2449
SM120V 37S/840 W60L60	4	LED	840	--	42	3700	168
1X18 PL	6	PL	840	O	21		126
1X35	11	T5	840	D6	39	1990	429
ΣΥΝΟΛΑ	375						**12093**

* *Τα φωτιστικά σώματα που θα επιλεγούν για εγκατάσταση θα έχουν τουλάχιστον την φωτεινή ροή (lm) που αναγράφεται στην έβδομη στήλη και το πολύ την απορροφούμενη ισχύ που αναγράφεται στην 5η στήλη*

2.3 Σύνδεση στο δίκτυο

Για την σύνδεση των φωτιστικών σωμάτων στο δίκτυο θα γίνουν τα παρακάτω.

α) θα απεγκατασταθούν τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα (ο ανάδοχος θα μεταφέρει τα απεγκατεστημένα φωτιστικά σε σημείο που θα του υποδειχθεί από την επιβλέπουσα αρχή εντός των γεωγραφικών ορίων του Δήμου Αλεξάνδρειας.

β) θα απεγκατασταθούν τα καλώδια και οι πλαστικές σωλήνες όταν αυτά εμποδίζουν στην νέα εγκατάσταση

γ) θα αποκατασταθούν οι φθορές και οι τρύπες στα σημεία στήριξης των παλιών φωτιστικών και των σωλήνων, και θα βαφεί το ταβάνι τοπικά με ίδιο χρώμα που είναι βαμμένο σήμερα

δ) θα εγκατασταθούν τα νέα φωτιστικά σώματα

ε) θα συνδεθούν στο δίκτυο χρησιμοποιώντας τις σωλήνες και τα καλώδια που υπάρχουν και εφόσον δεν επαρκούν θα χρησιμοποιηθούν νέα καλώδια H05VV3G1.5 και σωλήνες, πλαστικές, μεσαίου τύπου ευθύγραμμες Φ20 τύπου Κουβίδη ή ισοδυνάμου. Όλο το δίκτυο ισχυρών θα ελεγχθεί όσον αφορά την μόνωσή του.

Οι σωληνώσεις και καλωδιώσεις θα πληρούν τις προδιαγραφές

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02 «Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01 «Αγωγοί - καλώδια διανομής ενέργειας»

3. Φωτοβολταϊκά - αυτοπαραγωγός

Στην στέγη του σχολείου, με νότιο προσανατολισμό θα εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό σύστημα ισχύος 8kWpp. Το χρονικό διάστημα μεταξύ της έγκρισης της προμελέτης και της εκπόνησης της οριστικής μελέτης εκδόθηκε υπουργική απόφαση (Αριθμ. Υ.Α.Π.Ε. / Φ1 / 2300 / οικ.16932 στο ΦΕΚ Β.2317/10-08-2012) σύμφωνα με την οποία αναστέλλεται η αδειοδότηση νέων φωτοβολταϊκών συστημάτων διασυνδεδεμένων στην ΔΕΗ. Το ενεργειακό πρόβλημα που δημιουργείται είναι ότι τους καλοκαιρινούς μήνες κατά τους οποίους το σχολείο είναι κλειστό, η παραγόμενη ενέργεια δεν θα μπορεί να αποθηκεύεται στο σύνολό της και τα φωτοβολταϊκά θα σταματήσουν την επιπλέον παραγωγή μειώνοντας την αναμενόμενη παραγόμενη ενέργεια. Προτείνεται λοιπόν η εξής διπλή λύση. Η σχεδίαση της εγκατάστασης έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε εκτονιστέρων να μπορεί να γίνει διασύνδεση με χαμηλό κόστος, ενώ σε περίπτωση άρσης της απαγόρευσης πριν την εκτέλεση του έργου, ακόμα και αν αυτό έχει δημοπρατηθεί να εκτελεστεί η κατασκευή του διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού.

Συνεπώς δίνονται στην παρούσα μελέτη δύο εναλλακτικές μία για αυτόνομο σύστημα και μία για διασυνδεδεμένο ως αυτοπαραγωγός.

Α. Στην πρώτη περίπτωση του αυτόνομου συστήματος η παραγόμενη ενέργεια, που δεν καταναλώνεται στα φορτία του κτιρίου, θα αποθηκεύεται σε μπαταρίες οι οποίες θα βρίσκονται στον χώρο του γενικού πίνακα κάτω από την σκάλα. Από τις μπαταρίες θα τροφοδοτείται νέος υποπίνακας ο οποίος θα έχει συνδεδεμένα τα φορτία των δύο υποπινάκων στους διαδρόμους του δευτέρου ορόφου.

Β. Για την δεύτερη περίπτωση που είναι και η επιθυμητή ενεργειακά, το φωτοβολταϊκό σύστημα θα συνδεθεί στον κεντρικό πίνακα του κτιρίου και θα αντικατασταθεί ο μετρητή ώστε να μπορεί να συνδεθεί το κτίριο με την ΔΕΗ ως αυτοπαραγωγός. Η παραγόμενη δηλαδή ενέργεια του Φ/Β, όταν καταναλίσκεται στο κτίριο, θα αποδίδεται στο δίκτυο της ΔΕΗ. Κατά την τιμολόγηση η αποδιδόμενη αυτή ενέργεια θα αφαιρείται από την καταναλισκόμενη. Η σύνδεση του σχολείου ως αυτοπαραγωγού είναι η ιδανική λύση καθώς αποφεύγεται η χρήση μπαταριών αλλά και η αναδιανομή των φορτίων στον ηλεκτρικό πίνακα.

3.1 Απόδοση φωτοβολταϊκών

3.1.1 1η περίπτωση - με τη βοήθεια του ευρωπαϊκού προγράμματος PVGIS με κλιματικά δεδομένα PVGIS – CMSAF

3.1.1.1Θέση εγκατάστασης

Γεωγραφικό πλάτος: 40°37'19"

Γεωγραφικό μήκος: 22°26'46"

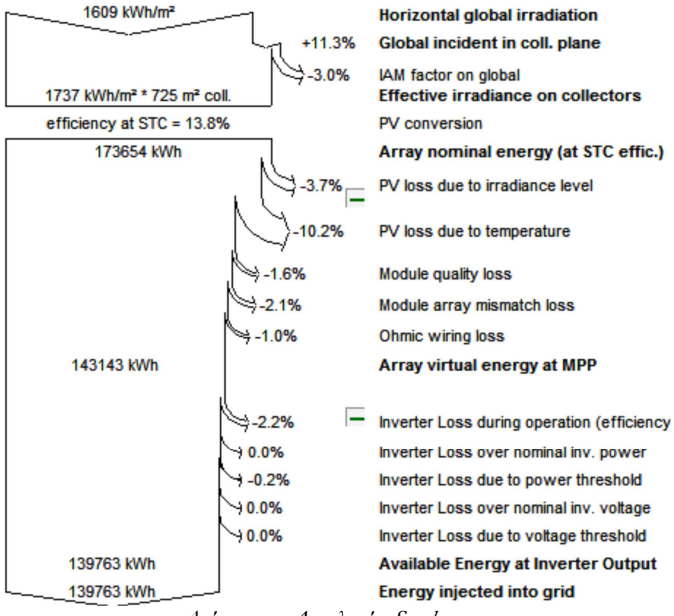
Ονομαστική μέγιστη ισχύς προς εγκάτασταση: 8kWp

Κλίση: 17°.

Αζιμούθιο: -17°.

3.1.1.2 Στοιχεία εγκατάστασης απώλειες συστήματος

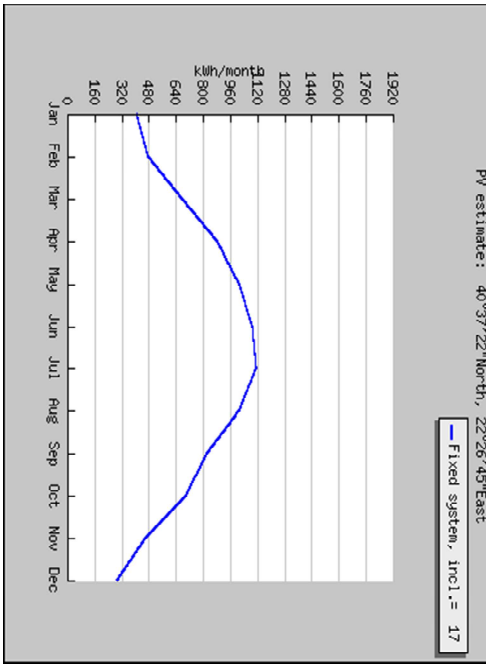
- Ονομαστική ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος 8.0kW (crystalline silicon)
- Εκτιμώμενες απώλειες λόγο θερμοκρασίας και χαμηλής ακτινοβολίας: 13.7% (χρησιμοποιήθηκε η τοπική μέση θερμοκρασία)
- Εκτιμώμενες απώλειες λόγο ανάκλασης και γωνίας πρόσπτωσης: 2.8%
- Λοιπές απώλειες όπως καλώδια, απώλειες στον μετατροπέα κλπ: 14.0%
- Συνολικές απώλειες φωτοβολταϊκού συστήματος: 27.9%



Διάγραμμα Απωλειών Sankey

3.1.1.3 Αποδιδόμενη ενέργεια

Περίοδος	E_d	E_m	H_d	H_m
Ιανουάριος	16.20	502	2.57	79.7
Φεβρουάριος	21.50	601	3.45	96.5
Μάρτιος	27.80	860	4.60	143
Απρίλιος	33.20	996	5.68	170
Μάϊος	37.40	1160	6.63	205
Ιούνιος	40.70	1220	7.46	224
Ιούλιος	42.70	1320	7.80	242
Αύγουστος	39.50	1220	7.26	225
Σεπτέμβριος	31.40	942	5.57	167
Οκτώβριος	23.00	713	3.92	122
Νοέμβριος	17.20	516	2.81	84.3
Δεκέμβριος	15.70	488	2.49	77.2
Μέσο ετήσιο	28.9	**879**	5.03	153
Σύνολο έτους	**10500**		1840	



- **Ed:** Μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)
- **EM:** Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)
- **Hd:** Μέσο ημερήσιο άθροισμα της ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο (kWh/m2)
- **Hm:** Μέση άθροισμα της ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο (kWh/m2)

PVGIS © European Communities, 2001-2010

Κλιματικά δεδομένα PVGIS-CMSAF

3.1.2 2η περίπτωση - με τη βοήθεια του ευρωπαϊκού προγράμματος PVGIS με κλιματικά δεδομένα PVGIS – Classic

3.1.2.1 Θέση εγκατάστασης

Γεωγραφικό πλάτος: 40°37'19"

Γεωγραφικό μήκος: 22°26'46"

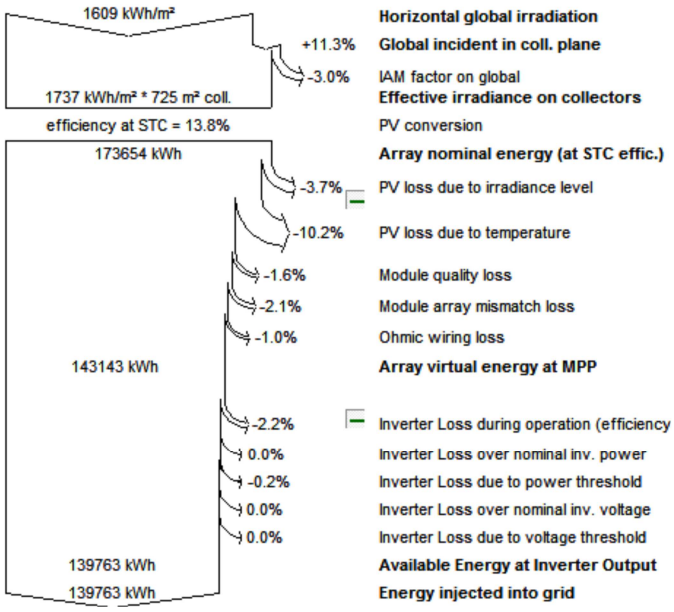
Ονομαστική μέγιστη ισχύς προς εγκάταστασή: 8kWp

Κλίση: 17°.

Αζιμούθιο: -17°.

3.1.2.2 Στοιχεία εγκατάστασης απώλειες συστήματος

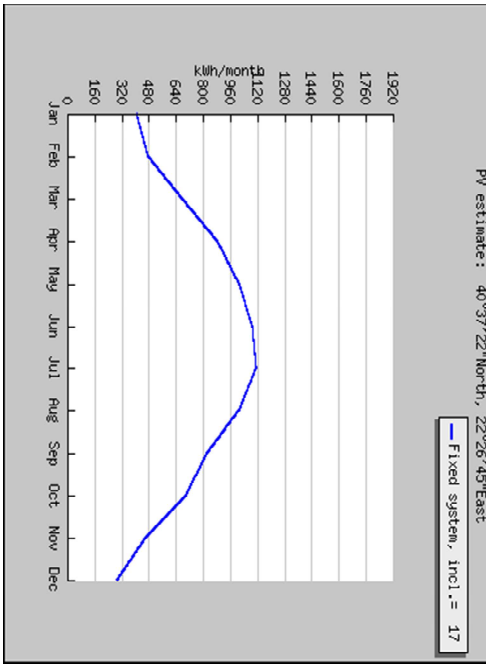
- Ονομαστική ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος 8.0kW (crystalline silicon)
- Εκτιμώμενες απώλειες λόγο θερμοκρασίας και χαμηλής ακτινοβολίας: 14.0% (χρησιμοποιήθηκε η τοπική μέση θερμοκρασία)
- Εκτιμώμενες απώλειες λόγο ανάκλασης και γωνίας πρόσπτωσης: 3.0%
- Λοιπές απώλειες όπως καλώδια, απώλειες στον μετατροπέα κλπ: 14.0%
- Συνολικές απώλειες φωτοβολταϊκού συστήματος: 28.3%



Διάγραμμα Απωλειών Sankey

3.1.2.3 Αποδιδόμενη ενέργεια

Περίοδος	E_d	E_m	H_d	H_m
Ιανουάριος	12.80	397	2.04	63.1
Φεβρουάριος	16.60	466	2.68	75.1
Μάρτιος	21.60	669	3.59	111
Απρίλιος	29.30	878	5.03	151
Μάϊος	32.40	1000	5.75	178
Ιούνιος	36.00	1080	6.63	199
Ιούλιος	35.60	1100	6.54	203
Αύγουστος	32.50	1010	6.01	186
Σεπτέμβριος	27.00	811	4.81	144
Οκτώβριος	22.20	689	3.79	118
Νοέμβριος	15.00	451	2.46	73.8
Δεκέμβριος	9.28	288	1.47	45.7
Μέσο ετήσιο	**24.2**	**737**	**4.24**	**129**
Σύνολο έτους		**8840**		**1550**



- **Ed:** Μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)
- **EM:** Μέση μηνιαία παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)
- **Hd:** Μέσο ημερήσιο άθροισμα της ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο (kWh/m2)
- **Hm:** Μέση άθροισμα της ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο (kWh/m2)

PVGIS © European Communities, 2001-2010

Κλιματικά δεδομένα PVGIS Classic

3.1.3 3η περίπτωση - με κλιματικά δεδομένα από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010

3.1.3.1 Θέση εγκατάστασης

Γεωγραφικό πλάτος: 40°37'19"

Γεωγραφικό μήκος: 22°26'46"

Ονομαστική μέγιστη ισχύς προς εγκάταταση: 8kWp

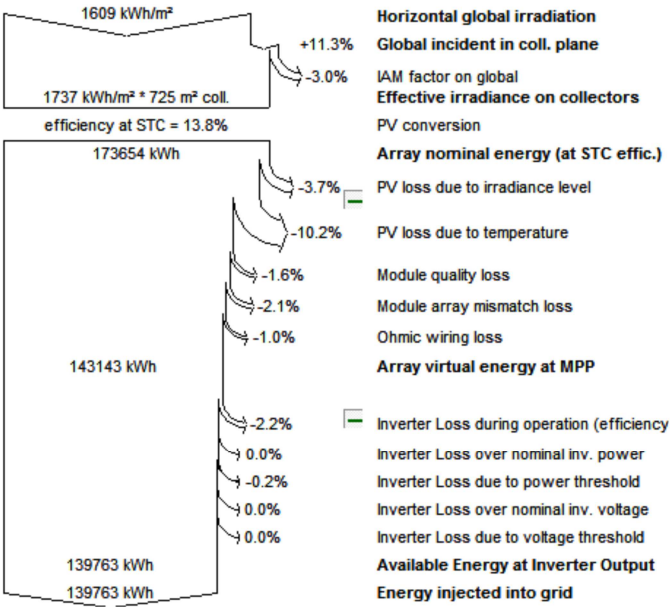
Κλίση: 17°.

Αζιμούθιο: -17°.

Τα δεδομένα όμως προέρχονται από τον κοντινότερο σταθμό μέτρησης που είναι στην Θεσσαλονίκη

3.1.3.2 Στοιχεία εγκατάστασης απώλειες συστήματος

- Ονομαστική ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος 8.0kW (crystalline silicon)
- Εκτιμώμενες απώλειες λόγο θερμοκρασίας και χαμηλής ακτινοβολίας, λόγο ανάκλασης και γωνίας πρόσπτωσης, και λοιπές απώλειες όπως καλώδια, απώλειες στον μετατροπέα 25% που είναι οι συνολικές μέσες ετήσιες απώλειες του φωτοβολταϊκού συστήματος: 25.0%



Διάγραμμα Απωλειών Sankey

3.1.3.3 Αποδιδόμενη ενέργεια

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ							
	Μεση μηνιαία ακτινοβολία στον νότο						
	Ht(kWh/m2/mo)						
	Κλίση β (0°)	Κλίση β (45°)	Κλίση β (90°)	Κλίση β (9-16°)	P (kWpp)	PR μέσο	Εσ
Ι	53	91	85	62	8	75,00%	372
Φ	68	95	79	75	8	75,00%	450
Μ	103	120	87	105	8	75,00%	630
Α	141	140	86	140	8	75,00%	840
Μ	179	160	86	174	8	75,00%	1044
Ι	199	169	85	183	8	75,00%	1098
Ι	209	182	93	203	8	75,00%	1218
Α	185	176	100	182	8	75,00%	1092
Σ	137	152	103	141	8	75,00%	846
Ο	91	123	99	101	8	75,00%	606
Ν	57	94	87	69	8	75,00%	414
Δ	45	85	83	58	8	75,00%	348
Ε	1467	1587	1073	1493			8958

Η *εκτιμώμενη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια* από την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη την συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ***Es (kWh)***, την ισχύ αιχμής της εγκατάστασης ***Pp (kWp),*** τον λόγο επίδοσης της εγκατάστασης ***PR***, τη μέση μηνιαία πυκνότητα ολικής ηλιακής ενέργειας στο επίπεδο του πλαισίου ***Ht (kWh/m2/m)*** και την πυκνότητα ισχύος ηλιακής ακτινοβολίας σε συνθήκες εργαστηρίου ***Gstc (1kW/m2)***.Η σχέση που συνδέει όλες αυτές τις παραμέτρους είναι:

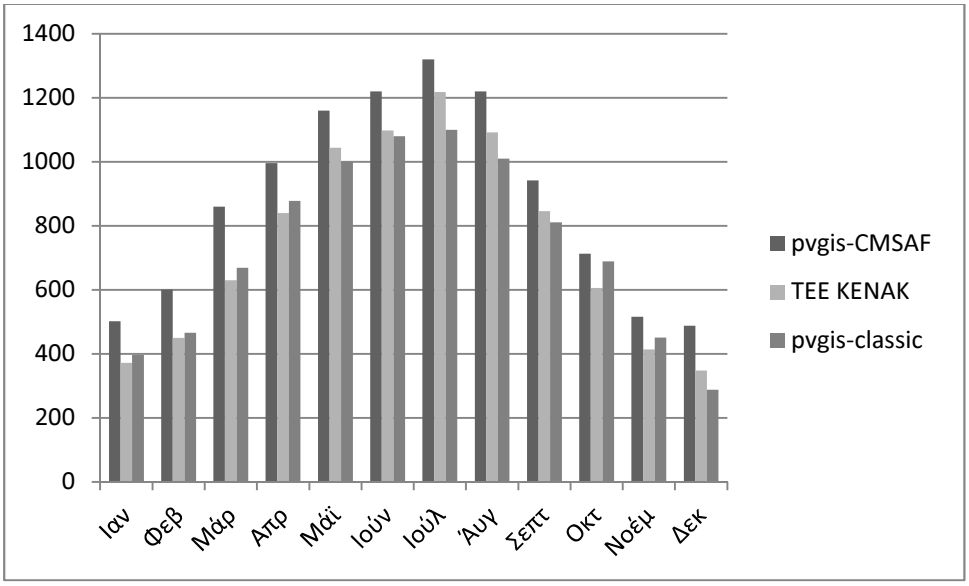
$$E_\sigma = P_p * PR_s * \frac{\overline{H}_t}{G_{stc}}$$

Ο λόγος επίδοσης της εγκατάστασης εκφράζεται αναλυτικά με βάση τον συντελεστή ανάκλασης **PRρ**, τον συντελεστή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας **PRφ**, τον συντελεστή χαμηλών τιμών ακτινοβολίας **PRλ**, τον συντελεστή διαφοροποίησης πόλωσης της ακτινοβολίας **PRχ**, τον συντελεστή απωλειών λόγο μη σύμπτωσης του σημείου λειτουργίας του στοιχείου με το σημείο μέγιστης λειτουργίας της συστοιχίας **PRnit**, το λόγο επίδοσης διαφοροποίησης θερμοκρασίας κυψέλης **PRt** και τον συντελεστή απωλειών λόγο ανομοιογένειας στοιχείων, διόδων αντεπιστροφής, καλωδιώσεων και απόδοσης μετατροπέα **Ηαα**.
Στην προκειμένη μελέτη και για τα σενάρια τα οποία θα αναλύσουμε θα έχουμε ως παραδοχή για το λόγο επίδοσης, τα ακόλουθα:
- PR σταθερό περίπου ίσο με 0,75 (Βλέπε ενότητα 1.3.2)

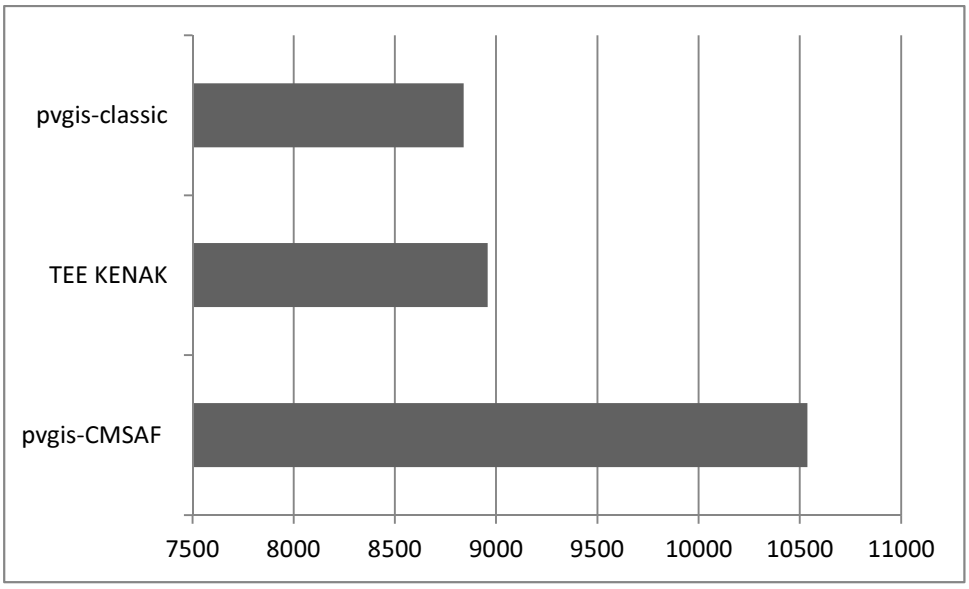
3.1.4 Σύγκριση μεθόδων υπολογισμού απόδοσης φωτοβολταϊκού συστήματος

Μήνας	κλιματικά δεδομένα		
	pvgis-CMSAF	TEE KENAK	pvgis-classic
Ιαν	502	372	397
Φεβ	601	450	466
Μάρ	860	630	669
Απρ	996	840	878
Μάϊ	1160	1044	1000
Ιούν	1220	1098	1080
Ιούλ	1320	1218	1100
Άυγ	1220	1092	1010
Σεπτ	942	846	811
Οκτ	713	606	689
Νοέμ	516	414	451
Δεκ	488	348	288
Ετήσιο	**10538**	**8958**	**8839**

Πίνακας απόδοσης Φ/Β συστήματος ανά μήνα και ανά κλιματικά δεδομένα



Διάγραμμα απόδοσης Φ/Β συστήματος ανά μήνα και ανά κλιματικά δεδομένα



Διάγραμμα απόδοσης Φ/Β συστήματος ανά έτος και ανά κλιματικά δεδομένα

3.1.5 Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω διαγράμματα προκύπτει ότι ο υπολογισμός της απόδοσης του Φ/Β συστήματος μπορεί να γίνει με ασφάλεια χρησιμοποιώντας τα κλιματικά δεδομένα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και μέσω συντελεστή απωλειών συστήματος 75%. Έτσι η ετήσια αποδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το σύστημά μας ανέρχεται περίπου σε 9000kWh.

3.2 Αυτόνομο Φ/Β σύστημα

3.2.1 Υπολογισμός μπαταριών και πλήθους πλαισίων

Πλαίσιο					
β_{Pmp}:	0,46%				
n_c:	15,21%				
$H_{πλιασίου}$	1680,00	mm			
$W_{πλαισίου}$	990,00	mm			
β_{Pmp}: θερμοκρασιακός συντελεστής για τη μέγιστη ισχύ Pmp					
T_{mod}: η θερμοκρασία του panel = εξωτερική θερμοκρασία + 25K					
n_c: ο βαθμός απόδοσης του πανελ σε STC					
Δ_n: Μεταβολή του βαθμού απόδοσης με την θερμοκρασία					
Δn = - βPmp * (25 - Tmod) * nc					
n: βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκού					

μετατροπέας		**Sunny Boy 3000**			
$n_{ρυθμ.φορτ.}$	93,30%				
$n_{καλωδίων}$	98,00%				
$n_{ρυθμ.φορτ.}$:Βαθμός απόδοσης ρυθμιστή φόρτισης ή inverter					
$n_{καλωδίων}$:Βαθμός απόδοσης λόγω απωλειών στα καλώδια					

Κατανάλωση					
$E_{el/day}$	31000	Wh/day			
αυτονομία	1	days			
$E_{el/day}$: Ηλεκτρική κατανάλωση κατά την διάρκεια της ημέρας					

μετατροπέας		**Sunny Island 5048**	
$I_{BATTERY}$	84,98	A	
n_{inv}	95,00%		
$I_{BATTERY}$: μέγιστο ρεύμα φόρτισης = C(Ah)/10h			
n_{inv}: βαθμός απόδοσης inverter			

Μπαταρίες		
$n_{εκφ}$:	80,00%	
$n_{μπατ}$	85,00%	
$n_{μπατ}$: βαθμός απόδοσης μπταριών		
$n_{εκφ}$:βάθος εκφόρτισής		
$E_{battery}$	40789,47	
V_{DC}	48	V
C(Ah)	**850**	**Ah**
V_{DC}: Τάση DC συστήματος		
C(Ah): χωρητικότητα σε Ah		

Πίνακας 3.2.1 *Πίνακας εκλογής μπαταριών OPzV 2V cells (βαθιάς εκφόρτισης)*

OPzV 2V Cells

Τύπος	Θετική πλάκα Μέγεθος (Ah)	Χωρητικότητα (Ah) C_{10} V/Cell (1.80 Vpc στους 20°C)	Μέγιστες διαστάσεις στοιχείου (mm) a	b	h1	h2	e	βάρος (kg)	Ρεύμα βραχυκύκλωσης (A)
4 OPzV 200		213	103	206	354	378	-	19.5	2010
5 OPzV 250	50	267	124	206	354	378	-	23.5	2470
6 OPzV 300		319	145	206	354	378	-	28.0	2930
5 OPzV 350		383	124	206	471	495	-	31.0	3080
6 OPzV 420	70	453	145	206	471	495	-	36.5	3880
7 OPzV 490		520	166	206	471	495	-	42.0	4080
6 OPzV 600		654	145	206	643	667	-	50.0	4170
8 OPzV 800	100	891	191	210	644	668	80	68.0	5840
10 OPzV 1000		1105	233	210	646	670	110	82.0	7170
12 OPzV 1200		1340	275	210	645	669	140	97.0	8540
12 OPzV 1500		1611	275	210	796	820	140	120.0	9360
16 OPzV 2000	125	2148	399	214	771	795	2 x 110	165.0	12200
20 OPzV 2500		2687	487	212	769	793	3 x 110	200.0	15190
24 OPzV 3000		3326	576	212	769	793	3 x 140	240.0	18300

Πίνακας 3.2.2 *Πίνακας επιλογής πλήθους πλασίων*

Αλεξάνδρεια Ημαθίας												
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας	6,0	7,6	11,0	16,5	22,2	27,3	29,0	27,8	24,5	18,1	11,7	7,8
Hd: Μέσο ημερήσιο άθροισμα της ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο (kWh/m2)	2,57	3,45	4,60	5,68	6,63	7,46	7,80	7,26	5,57	3,92	2,81	2,49
T_{mod}:	31,0	32,6	36,0	41,5	47,2	52,3	54,0	52,8	49,5	43,1	36,7	32,8
Δ_n:	0,00419796	0,005317	0,007696	0,011544	0,015532	0,019101	0,02029	0,019451	0,017142	0,012664	0,008186	0,005457
n:	14,790%	14,678%	14,440%	14,056%	13,657%	13,300%	13,181%	13,265%	13,496%	13,944%	14,391%	14,664%
E_s: ενέργεια προσπίπτουσα στο πλαίσιο σε μία ημέρα	4,274	5,738	7,651	9,447	11,027	12,407	12,973	12,075	9,264	6,520	4,674	4,141
E_p: Ενέργεια ανά ημέρα	0,632	0,842	1,105	1,328	1,506	1,650	1,710	1,602	1,250	0,909	0,673	0,607
$E_{p\text{-}bat}$: Ενέργεια στους συσσωρευτές για κάθε πλαίσιο	0,578	0,770	1,010	1,214	1,377	1,509	1,563	1,465	1,143	0,831	0,615	0,555
ποσοστό της ονομαστικής χωρητικότητας που έχουν οι μπαταρίες για συγκεκριμένη θερμοκρασία	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%	98,00%
$E_{battery}$	39973,68421	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68	39973,68
N_{panel}	69,15	51,91	39,57	**32,92**	29,03	26,49	25,57	27,29	**34,97**	48,09	65,00	**71,99**

3.2.3 Υπολογισμός συστοιχιών Φ/Β πλαισίων στον μετατροπέα δικτύου

System overview

11 x Bosch Solar Energy c-Si M60 EU30017 245 Wp (03/12) (PV array 1)
Azimuth angle: 17°, Inclination: 17°, Mounting type: Roof, PV peak power: 2,70 kWp

11 x Bosch Solar Energy c-Si M60 EU30017 245 Wp (03/12) (PV array 2)
Azimuth angle: 17°, Inclination: 17°, Mounting type: Roof, PV peak power: 2,70 kWp

11 x Bosch Solar Energy c-Si M60 EU30017 245 Wp (03/12) (PV array 3)
Azimuth angle: 17°, Inclination: 17°, Mounting type: Roof, PV peak power: 2,70 kWp

1 x SB 3000 **1 x SB 3000**

1 x SB 3000

Technical data

Total number of PV modules:	33	Energy usability factor:	100 %
PV peak power:	8,09 kWp	Performance ratio (approx.)*:	82,2 %
Number of inverters:	3	Spec. energy yield (approx.)*:	1250 kWh/kWp
Nominal AC power:	8,25 kW	Line losses (in % of PV energy):	---
AC active power:	9,00 kW	Unbalanced load:	0,00 kVA
Active power ratio:	111,3 %	Self-consumption:	10104,90 kWh
Annual energy yield (approx.)*:	10104,90 kWh	Self-consumption quota:	100 %

1 x SB 3000

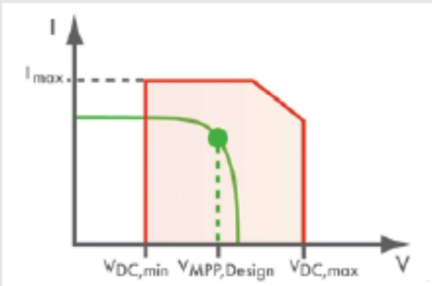
PV peak power:	2,70 kWp
Total number of PV modules:	11
Number of inverters:	1
Max. DC power:	3,20 kW
Max. AC power:	3,00 kW
Grid voltage:	230 V
Nominal power ratio:	119 %

SB 3000

Technical data

Input A: PV array 1
11 x Bosch Solar Energy c-Si M60 EU30017 245 Wp (03/12), Azimuth angle: 17°, Inclination: 17°, Mounting type: Roof

	Input A:
Number of strings:	1
PV modules per string:	11
Peak power (input):	2,70 kWp
Typical PV voltage:	298 V
Min. PV voltage:	271 V
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	268 V
Max. PV voltage:	462 V
Max. DC voltage (Inverter):	600 V
Max. current of PV array:	8,2 A
Max. DC current:	12,0 A



PV/Inverter conditionally compatible

1 x SB 3000

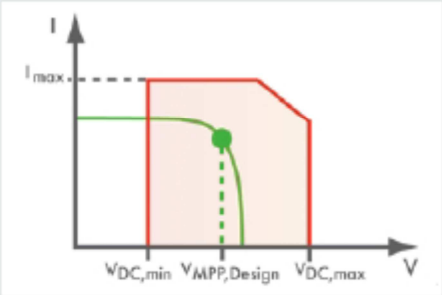
PV peak power:	2,70 kWp
Total number of PV modules:	11
Number of inverters:	1
Max. DC power:	3,20 kW
Max. AC power:	3,00 kW
Grid voltage:	230 V
Nominal power ratio:	119 %

SB 3000

Technical data

Input A: PV array 2
11 x Bosch Solar Energy c-Si M60 EU30017 245 Wp (03/12), Azimuth angle: 17°, Inclination: 17°, Mounting type: Roof

	Input A:
Number of strings:	1
PV modules per string:	11
Peak power (input):	2,70 kWp
Typical PV voltage:	298 V
Min. PV voltage:	271 V
Min. DC voltage (Grid voltage 230 V):	268 V
Max. PV voltage:	462 V
Max. DC voltage (Inverter):	600 V
Max. current of PV array:	8,2 A
Max. DC current:	12,0 A

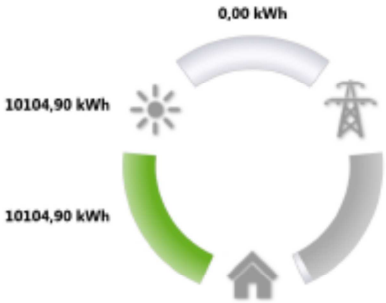


PV/Inverter conditionally compatible

Result

Energy yield of the PV plant	**10104,90 kWh**
Grid feed-in	**0,00 kWh**
Consumption	**189,90 MWh**
Self-consumption	**10104,90 kWh**
Self-consumption quota (in % of PV energy)	**100 %**

Self-consumption quota 100 %



The displayed results are estimated values which are derived mathematically. SMA Solar Technology AG accepts no liability for the actual self-consumption which may deviate from the values displayed here. The potential self-consumption essentially depends on individual load patterns, which may deviate from the load profile on which the calculation is based.

Επιλέγεται η εγκατάσταση τριών συστοιχιών των 11 πλαισίων κάθε μία από τις οποίες θα τροφοδοτεί ένα μονοφασικό μετατροπέα δικτύου ενδ. Τύπου Sanny Boy 3000 της SMA ή ισοδυνάμου. Κάθε ένας από τους τρεις μετατροπείς θα είναι συνδεδεμένος σε ξεχωριστή φάση του συστήματος στον νέο υποπίνακα.

3.2.4 Επιλογή DC καλωδίων σύνδεσης πλαισίων – μετατροπέων δικτύου

Τα DC καλώδια, σύνδεσης των πλαισίων με τους μετατροπείς δικτύου έχουν υπολογιστεί από το πρόγραμμα της SMA και είναι διατομής $6mm^2$.

3.2.5 Μονοφασικοί μετατροπείς τάσης DC/AC για αυτόνομο σύστημα

Οι μετατροπείς τάσης DC/AC για αυτόνομο σύστημα θα έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά | V(είσ.): 48Vdc | V(εξ.): 230Vac | Ισχύς ον./30min: 5000W θα διαθέτουν θύρα επικοινωνίας με BMS και θα είναι ενδ. τυπου: SMA Sunny Island 5048 ή ισοδυνάμου.

3.2.6 Μπαταρίες

Οι μπαταρίες θα είναι 24 σε αριθμό, βαθιάς εκφόρτισης τύπου OPzV GEL 2V των 900Ah.

3.2.7 Περιγραφή εγκατάστασης

3.2.7.1 Πλαίσια

Στην κεκλιμένη σκεπή του κτιρίου θα εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια (panels) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο τύπος των ΦΒ θα είναι κρυσταλλικού πυριτίου με 60 στοιχεία (κυψέλες) ανά πλαίσιο. Κάθε πλαίσιο θα διαθέτει ονομαστική ισχύ ίση με 245Wp σε τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου, δηλαδή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας $1000W/m^2$, θερμοκρασία 25°C, και μάζα αέρα (AM) 1,5.

Οι διαστάσεις των πλαισίων θα είναι περίπου 1650mm x 990 mm x 50mm, ενώ οι κυψέλες θα εγκλείονται σε προφίλ αλουμινίου για περιορισμό του συνολικού βάρους. Το βάρος κάθε πλαισίου θα είναι περίπου ίσο με 19,8kg. Όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων θα έχουν μετρηθεί βάσει των διεθνών προτύπων IEC EN 61215 και IEC EN 61730.

Συνολικά προβλέπεται να εγκατασταθούν περίπου 33 φωτοβολταϊκά πλαίσια ισχύος περίπου 245Wp το καθένα. Η ονομαστική ισχύς της εγκατάστασης θα είναι περίπου 8kWpp.

Τα πλαίσια θα διαχωριστούν σε δύο συστοιχίες. Η μία θα έχει 17 πλαίσια και η άλλη 16. Κάθε μια συστοιχία θα συνδεθεί σε διαφορετική DC είσοδο του αντιστροφέα.

3.2.7.2 Βάσεις στήριξης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν επάνω σε κατάλληλες βάσεις αλουμινίου. Οι βάσεις αλουμινίου προτιμώνται για τους εξής λόγους:

- Έχουν χαμηλότερο βάρος και καταπονούν λιγότερο την οροφή του κτιρίου.
- Είναι ευκολότεροι στον χειρισμό και την συναρμολόγηση κατά την εγκατάσταση του συστήματος.
- Παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή σε βεβαρυμμένα περιβάλλοντα όπως στην περίπτωση κατοικιών κοντά στην θάλασσα.

Οι βάσεις θα στηριχθούν επί της κεκλιμένης σκεπής και θα ακολουθούν την κλίση (18°) και τον προσανατολισμό (Νότιος) αυτής.

Οι βάσεις στήριξης θα αποτελούνται από τα εξής υλικά:

- Αγκύρια στήριξης επί της μεταλλικής στέγης.
- Ράγες αλουμινίου οριζόντιας τοποθέτησης.
- Ενδιάμεσοι συγκρατητές φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- Ακραίοι συγκρατητές φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- Κοχλίες και περικόχλια συνδέσεων.

Τα αγκύρια στήριξης θα είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε στέγη ασφαλτικού κεραμιδιού. Κάθε αγκύριο θα διαθέτει 3 οπές M10, δύο κοντινών καθώς και μιας απομακρυσμένης για επιπρόσθετη σταθεροποίηση. Το αγκύριο θα είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο ατσάλι κατηγορίας A2 (1.4301).

Οι αποστάσεις στις οποίες θα εγκατασταθούν τα αγκύρια καθώς και όλη η μεταλλική κατασκευή θα είναι υπολογισμένες από πολιτικό μηχανικό για κάθε κατοικία ξεχωριστά, ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης του συστήματος και τα περιβαλλοντικά δεδομένα. Τα φορτία αντοχής των βάσεων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,75 kN/m2 για χιόνι και 0,80 kN/m2 για άνεμο.

Οι ράγες αλουμινίου θα είναι μεσαίου τύπου και θα διατίθενται σε τυποποιημένα μήκη (2.10m, 2.65m, 3.43m, 4.35m, 5.40m, 6.10m). Σε κάθε εγκατάσταση οι ράγες αλουμινίου θα πρέπει να προεξέχουν κατά 150mm από τα άκρα του τελευταίου ΦΒ πλαισίου. Όταν δεν επαρκεί μια ράγα αλουμινίου μέγιστου μήκους 6.10m, για να στηριχθεί το σύνολο των πλαισίων θα ενώνεται με ειδικό συνδετήρα-σύνδεσμο με δεύτερη. Το περίσσιο τμήμα ράγας θα κόβεται επιτόπου από τον εγκαταστάτη με την βοήθεια ηλεκτρικών τροχών. Κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα στηρίζεται επάνω σε δύο ράγες αλουμινίου στα σημεία L /4-L1/5 και 3L1/4-3L1/5. Η έδραση τους επάνω στα αγκύρια στήριξης θα γίνεται μέσω ειδικών κοχλιών και συνδέσμων. Στο σχήμα 3 παρουσιάζεται η μορφή μιας ράγας αλουμινίου.

Οι ενδιάμεσοι και ακραίοι συγκρατητές φωτοβολταϊκών πλαισίων θα είναι κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και θα είναι κατάλληλοι για στήριξη φωτοβολταϊκών πλαισίων με διαστάσεις έως 50mm επάνω στις ράγες αλουμινίου. Οι συγκρατητές θα διαθέτουν ειδικό σύνδεσμο για να μπαίνουν χωνευτά στο κατάλληλο κανάλι της ράγας αλουμινίου και μέσω ημίσειας στροφής θα συγκρατούνται στέρεα στην θέση τους. Κάθε πλαίσιο θα στηρίζεται με τα πλευρικά φωτοβολταϊκά πλαίσια από 4 ενδιάμεσους συγκρατητές πλην των ακριανών κάθε σειρά, όπου θα στηρίζονται από 2 ενδιάμεσους και δύο ακραίους συγκρατητές.

3.2.7.3. Καλώδια DC

Όλες οι καλωδιώσεις που θα αναχωρούν από τα ΦΒ πλαίσια, θα διαθέτουν προδιαγραφές καταλληλότητας τόσο για την μέγιστη τάση του συστήματος όσο και για συνεχή έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία. Τα DC καλώδια θα οδεύουν εντός της στέγης και μέχρι το βορεινό κλιμακοστάσιο και από εκεί θα κατέρχονται μέχρι και τον χώρο εγκατάστασης του

γενικού πίνακα. Το τμήμα των καλωδίων εντός της στέγης θα οδεύει επί μεταλλικής διάτρητης εσχάρας με καπάκι πλάτους 100mm ενώ το κατακόρυφο τμήμα εντός χαλύβδινων ηλεκτρικών σωλήνων. Ειδικά για το τμήμα που διέρχεται από την αίθουσα ξένων γλωσσών θα κλειστούν οι σωλήνες με γυψοσανίδα.

3.2.7.4 Αντιστροφέας δικτύου

Τα παραπάνω ΦΒ πλαίσια θα συνδεθούν μέσω ειδικών καλωδιώσεων DC (για χρήση σε φωτοβολταϊκά συστήματα "Solar Type") με μονοφασικό αντιστροφέα ισχύος 3kW (AC) για τη μετατροπή της συνεχούς τάσης/ρεύματος σε εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα. Ο αντιστροφέας θα έχει μέγιστη τάση κατάλληλη για την σύνδεση των ΦΒ πλαισίων ενώ θα διαθέτει και την υψηλότερη δυνατή απόδοση για μεγιστοποίηση της ενεργειακής απολαβής.

Η συνολική έξοδος του συστήματος ΦΒ θα είναι τριφασική, τάσης 230V(πολική) και συχνότητας 50Hz. Κατά την ρύθμιση των τιμών λειτουργίας των αντιστροφέων θα πρέπει, για λόγους προστασίας, στην περίπτωση που η τάση μειωθεί κάτω από το -20% του ονομαστικού ή αυξηθεί πάνω από το +15%, ο αντιστροφέας να τίθεται εκτός λειτουργίας. Το ίδιο θα συμβαίνει σε περίπτωση που η συχνότητα μεταβληθεί κατά ±0,5Hz επί της ονομαστικής. Η ολική αρμονική παραμόρφωση (THD) του ρεύματος του αντιστροφέα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%. Επιπρόσθετα, κάθε αντιστροφέας θα πρέπει να είναι εναρμονισμένος με το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1 για προστασία έναντι νησιδοποίησης. Ο αντιστροφέας θα διαθέτει πιστοποιήσεις και κατά εκπομπών ή λήψεων ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών όπως απαιτούν οι αντίστοιχες ευρωπαϊκές οδηγίες.

Οι αντιστροφείς θα διαθέτουν βαθμό προστασίας IP 55 και θα λειτουργούν σε θερμοκρασίες μεταξύ -20oC έως +55oC.

Ο αντιστροφέας θα είναι τοποθετημένος στον χώρο του γενικού πίνακα του κτιρίου.

Από την έξοδο του inverter θα αναχωρεί καλώδιο πέντε αγωγών (R- -N-PE). Το καλώδιο θα συνδέεται σε έναν τριφασικό υποπίνακα χαμηλής τάσης, ο οποίος θα περιλαμβάνει τα μέσα προστασίας των καλωδιώσεων και του εξοπλισμού.

3.2.7.4 Αντιστροφέας αυτόνομου συστήματος

Από τον γενικό πίνακα του κτιρίου θα τροφοδοτούνται τρεις αντιστροφείς αυτόνομου δικτύου οι οποίοι θα είναι συνδεδεμένοι στον υποπίνακα του αυτόνομου Φ/Β συστήματος αλλά και με συστοιχία 24 μπαταριών των 2V των 900Ah.

3.2.4 Περιγραφή λειτουργίας

Η περιγραφή του συστήματος έχει ως εξής .Όταν παράγεται ρεύμα από τα Φ/Β πλαίσια και ταυτόχρονα υπάρχει ζήτηση από τα συνδεδεμένα στο σύστημα φορτία του κτιρίου τότε η παραγόμενη ενέργεια καταναλίσκεται απευθείας. Σε περίπτωση που η ζήτηση είναι χαμηλότερη της παραγόμενης ενέργειας τότε η πλεονάζουσα ενέργεια παρέχεται στούς μετατροπείς τάσης οι οποίοι φορτίζουν την συστοιχία μπαταριών. Όταν όμως δεν υπάρχει παραγωγή ενέργειας αλλά υπάρχει ζήτηση ή όταν η δεύτερη είναι μεγαλύτερη από την πρώτη τότε συμβαίνουν τα εξής. Εφόσον οι μπαταρίες είναι επαρκώς φορτισμένες παρέχουν ρεύμα προς τις καταναλώσεις διαφορετικά η και συμπληρωματικά η ζητούμενη ενέργεια απορροφάται από το δίκτυο της ΔΕΗ.

3.2.5 Γείωση Συστήματος

Το σύστημα γείωσης αυτό θα υλοποιείται σε συνεννόηση με τους επισκοπιστές της ΔΕΗ.

3.2.6 Σύστημα Αποθήκευσης δεδομένων

Θα υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης των δεδομένων ηλεκτρικής παραγωγής της εγκατάστασης. Σε κάθε περίπτωση ο κάθε inverter θα διαθέτει θύρα δεδομένων USB για την αποθήκευση των δεδομένων σε μνήμη τύπου flash.

Επιπρόσθετα, θα υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός για τη σύνδεση όλων των inverter μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας RS485 και για τη σύνδεση με το BMS του κτιρίου.

3.3 Διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα ως αυτοπαραγωγός

3.3.1 Υπολογισμός συστοιχιών και καλωδίων Φ/Β συστήματος

3.3.1.1 Υπολογισμός συστοιχιών Φ/Β πλαισίων στον μετατροπέα

Δεδομένα πλαισίου και inverter

Inverter	Ονομαστική ισχύς inverter	*Pmax.inv* =	8250	W
	Μέγιστη τάση εισόδου inverter	*Vmax* =	950	V
	Μέγιστο ρεύμα εισόδου inverter		25	A
Πλαίσια	Ονομαστική ισχύς πλαισίου	*Pmpp.ονομ* =	245	Wp
	Ονομαστική τάση πλαισίου	*Vmpp* =	29,8	V
	Ονομαστική ένταση	*Immp* =	8,25	A
	Ένταση βραχυκυκλώσεως	*Isc* =	8,6	A
	η τάση ανοιχτού κυκλώματος σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας (από τον κατασκευαστή του ΦΒ πλαισίου)	VoC,stc =	36,8	V
	ο θερμοκρασιακός συντελεστής μεταβολής τάσης ανοικτού κυκλώματος ΦΒ πλαισίου	βVoC =	-0,34%	%/°C
	Παράγων Πλήρωσης FF (Fill Factor),	FF =	77,41%	ΚΑΛΟ

Υπολογισμός πλήθους Φ/Β πλαισίων και συστοιχιών σύνδεσης

Μέγιστος αριθμός πλαισίων ανα συστοιχία για θ = -10°C	η επιθυμητή θερμοκρασία 1	θc =	-10	°C
	η ονομαστική θερμοκρασία 25°C	θstc =	25	°C
	η τάση ανοιχτού κυκλώματος του ΦΒ πλαισίου για θερμοκρασία - 10°C	Voc,-10 =	41,18	V
	Μέγιστος επιτρεπτός αριθμός πλαισίων ανα συστοιχία	Nα <=	23	
Μέγιστος αριθμός πλαισίων ανα συστοιχία θ = 60°C	η επιθυμητή θερμοκρασία 2	θc =	60	°C
	η τάση ανοιχτού κυκλώματος του ΦΒ πλαισίου για θερμοκρασία - 10°C	Voc,+60 =	32,42	V
	Μέγιστος επιτρεπτός αριθμός πλαισίων ανα συστοιχία	Nα <=	29	
	Μέγιστος επιτρεπτός αριθμός πλαισίων ανα συστοιχία	Nπλ.max	23	
	Πλήθος συστοιχιών/ Inverter		2	
συστοιχία 1	Επιλέγονται Nπλ/συστοιχίες	Nπλ.	16	
	Τάση συστοιχίας στους -10	Vσυστ	658,88	V
	Πρέπει Vσυστ<Vmax		OK	
	Τάση συστοιχίας Vmmp (V)	Vmmp	476,8	V
συστοιχία 2	Επιλέγονται Nπλ/συστοιχίες	Nπλ.	17	
	Τάση συστοιχίας στους -10	Vσυστ	700,06	V
	Πρέπει Vσυστ<Vmax		OK	
	Τάση συστοιχίας Vmmp (V)	Vmmp	506,6	V
	Πλήθος πλαισίων προς τοποθέτηση		33	
	Ο λόγος της μέγιστης ισχύος DC του μετατροπέα ως προς την ονομαστική ισχύ της ΦΒ γεννήτριας		1,02	OK

3.3.1.2 Υπολογισμός DC καλωδίων ανά συστοιχία

Υπολογισμός καλωδίου συστοιχίας 1				
Στοιχεία γραμμής	πλαίσια ανα συστοιχία	*Νπλ*	16	
	μήκος γραμμής	*L=*	50	m
	Τάση πλαισίου	*Vmpp*	29,8	V
	Ονομαστική ένταση	Immp	8,25	A
	Ένταση βραχυκύκλωσης	Isc	8,6	A
	τάση συστοιχίας	*Vmpp.συστ*	476,8	V
	R/L (Ω/km)	R/L =	4,45	Ω/km
Επιλογή καλωδίου	Imax = 1,25*Isc		**10,75**	A
	Επιλεγμένη διατομή mm2		6	mm^2
	πτώση τάσης Vd		3,69	V
	Vd/Vmpp.συστ <1		**0,77**	OK

Υπολογισμός καλωδίου συστοιχίας 2				
Στοιχεία γραμμής	πλαίσια ανα συστοιχία	*Νπλ*	17	
	μήκος γραμμής	*L=*	60	m
	Τάση πλαισίου	*Vmpp*	29,8	V
	Ονομαστική ένταση	Immp	8,25	A
	Ένταση βραχυκύκλωσης	Isc	8,6	A
	τάση συστοιχίας	*Vmpp.συστ*	506,6	V
	R/L (Ω/km)	R/L =	4,72	Ω/km
Επιλογή καλωδίου	Imax = 1,25*Isc		**10,75**	A
	Επιλεγμένη διατομή mm2		6	mm^2
	πτώση τάσης Vd		4,43	V
	Vd/Vmpp.συστ <1		**0,87**	OK

3.3.2 Περιγραφή εγκατάστασης

3.3.2.1 Πλαίσια

Στην κεκλιμένη σκεπή του κτιρίου θα εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια (panels) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο τύπος των ΦΒ θα είναι κρυσταλλικού πυριτίου με 60 στοιχεία (κυψέλες) ανά πλαίσιο. Κάθε πλαίσιο θα διαθέτει ονομαστική ισχύ ίση με 245Wp σε τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου, δηλαδή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας 1000W/m², θερμοκρασία 25°C, και μάζα αέρα (AM) 1,5.

Οι διαστάσεις των πλαισίων θα είναι περίπου 1650mm x 990 mm x 50mm, ενώ οι κυψέλες θα εγκλείονται σε προφίλ αλουμινίου για περιορισμό του συνολικού βάρους. Το βάρος κάθε πλαισίου θα είναι περίπου ίσο με 19,8kg. Όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων θα έχουν μετρηθεί βάσει των διεθνών προτύπων IEC EN 61215 και IEC EN 61730.

Συνολικά προβλέπεται να εγκατασταθούν περίπου 33 φωτοβολταϊκά πλαίσια ισχύος περίπου 245Wp το καθένα. Η ονομαστική ισχύς της εγκατάστασης θα είναι περίπου 8kWpp.

Τα πλαίσια θα διαχωριστούν σε δύο συστοιχίες. Η μία θα έχει 17 πλαίσια και η άλλη 16. Κάθε μια συστοιχία θα συνδεθεί σε διαφορετική DC είσοδο του αντιστροφέα.

3.3.2.2 Βάσεις στήριξης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν επάνω σε κατάλληλες βάσεις αλουμινίου. Οι βάσεις αλουμινίου προτιμώνται για τους εξής λόγους:

- Έχουν χαμηλότερο βάρος και καταπονούν λιγότερο την οροφή του κτιρίου.
- Είναι ευκολότεροι στον χειρισμό και την συναρμολόγηση κατά την εγκατάσταση του συστήματος.
- Παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή σε βεβαρυμμένα περιβάλλοντα όπως στην περίπτωση κατοικιών κοντά στην θάλασσα.

Οι βάσεις θα στηριχθούν επί της κεκλιμένης σκεπής και θα ακολουθούν την κλίση (18°) και τον προσανατολισμό (Νότιος) αυτής.

Οι βάσεις στήριξης θα αποτελούνται από τα εξής υλικά:

- Αγκύρια στήριξης επί της μεταλλικής στέγης.
- Ράγες αλουμινίου οριζόντιας τοποθέτησης.
- Ενδιάμεσοι συγκρατητές φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- Ακραίοι συγκρατητές φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- Κοχλίες και περικόχλια συνδέσεων.

Τα αγκύρια στήριξης θα είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε στέγη ασφαλτικού κεραμιδιού. Κάθε αγκύριο θα διαθέτει 3 οπές M10, δύο κοντινών καθώς και μιας απομακρυσμένης για επιπρόσθετη σταθεροποίηση. Το αγκύριο θα είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο ατσάλι κατηγορίας A2 (1.4301).

Οι αποστάσεις στις οποίες θα εγκατασταθούν τα αγκύρια καθώς και όλη η μεταλλική κατασκευή θα είναι υπολογισμένες από πολιτικό μηχανικό για κάθε κατοικία ξεχωριστά, ανάλογα με την περιοχή εγκατάστασης του συστήματος και τα περιβαλλοντικά δεδομένα. Τα φορτία αντοχής των βάσεων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,75 kN/m2 για χιόνι και 0,80 kN/m2 για άνεμο.

Οι ράγες αλουμινίου θα είναι μεσαίου τύπου και θα διατίθενται σε τυποποιημένα μήκη (2.10m, 2.65m, 3.43m, 4.35m, 5.40m, 6.10m). Σε κάθε εγκατάσταση οι ράγες αλουμινίου θα πρέπει να προεξέχουν κατά 150mm από τα άκρα του τελευταίου ΦΒ πλαισίου. Όταν δεν επαρκεί μια ράγα αλουμινίου μέγιστου μήκους 6.10m, για να στηριχθεί το σύνολο των πλαισίων θα ενώνεται με ειδικό συνδετήρα-σύνδεσμο με δεύτερη. Το περίσσιο τμήμα ράγας θα κόβεται επιτόπου από τον εγκαταστάτη με την βοήθεια ηλεκτρικών τροχών. Κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα στηρίζεται επάνω σε δύο ράγες αλουμινίου στα σημεία L /4-L1/5 και 3L1/4-3L1/5. Η έδραση τους επάνω στα αγκύρια στήριξης θα γίνεται μέσω ειδικών κοχλιών και συνδέσμων. Στο σχήμα 3 παρουσιάζεται η μορφή μιας ράγας αλουμινίου.

Οι ενδιάμεσοι και ακραίοι συγκρατητές φωτοβολταϊκών πλαισίων θα είναι κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και θα είναι κατάλληλοι για στήριξη φωτοβολταϊκών πλαισίων με διαστάσεις έως 50mm επάνω στις ράγες αλουμινίου. Οι συγκρατητές θα διαθέτουν ειδικό σύνδεσμο για να μπαίνουν χωνευτά στο κατάλληλο κανάλι της ράγας αλουμινίου και μέσω ημίσειας στροφής θα συγκρατούνται στέρεα στην θέση τους. Κάθε πλαίσιο θα στηρίζεται με τα

πλευρικά φωτοβολταϊκά πλαίσια από 4 ενδιάμεσους συγκρατητές πλην των ακριανών κάθε σειρά, όπου θα στηρίζονται από 2 ενδιάμεσους και δύο ακραίους συγκρατητές.

3.3.2.3. Καλώδια DC

Όλες οι καλωδιώσεις που θα αναχωρούν από τα ΦΒ πλαίσια, θα διαθέτουν προδιαγραφές καταλληλότητας τόσο για την μέγιστη τάση του συστήματος όσο και για συνεχή έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία. Τα DC καλώδια θα οδεύουν εντός της στέγης και μέχρι το βορεινό κλιμακοστάσιο και από εκεί θα κατέρχονται μέχρι και τον χώρο εγκατάστασης του γενικού πίνακα. Το τμήμα των καλωδίων εντός της στέγης θα οδεύει επί μεταλλικής διάτρητης εσχάρας με καπάκι πλάτους 100mm ενώ το κατακόρυφο τμήμα εντός χαλύβδινων ηλεκτρικών σωλήνων. Ειδικά για το τμήμα που διέρχεται από την αίθουσα ξένων γλωσσών θα κλειστούν οι σωλήνες με γυψοσανίδα.

3.3.3 Αντιστροφέας διασυνδεδεμένου συστήματος

Τα παραπάνω ΦΒ πλαίσια θα συνδεθούν μέσω ειδικών καλωδιώσεων DC (για χρήση σε φωτοβολταϊκά συστήματα "Solar Type") με τριφασικό αντιστροφέα ισχύος 8 kW (AC) για τη μετατροπή της συνεχούς τάσης/ρεύματος σε εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα. Ο αντιστροφέας θα έχει μέγιστη τάση κατάλληλη για την σύνδεση των ΦΒ πλαισίων ενώ θα διαθέτει και την υψηλότερη δυνατή απόδοση για μεγιστοποίηση της ενεργειακής απολαβής.

Η συνολική έξοδος του συστήματος ΦΒ θα είναι τριφασική, τάσης 400V(πολική) και συχνότητας 50Hz. Κατά την ρύθμιση των τιμών λειτουργίας των αντιστροφέων θα πρέπει, για λόγους προστασίας, στην περίπτωση που η τάση μειωθεί κάτω από το -20% του ονομαστικού ή αυξηθεί πάνω από το +15%, ο αντιστροφέας να τίθεται εκτός λειτουργίας. Το ίδιο θα συμβαίνει σε περίπτωση που η συχνότητα μεταβληθεί κατά ±0,5Hz επί της ονομαστικής. Η ολική αρμονική παραμόρφωση (THD) του ρεύματος του αντιστροφέα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%. Επιπρόσθετα, κάθε αντιστροφέας θα πρέπει να είναι εναρμονισμένος με το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1 για προστασία έναντι νησιδοποίησης. Ο αντιστροφέας θα διαθέτει πιστοποιήσεις και κατά εκπομπών ή λήψεων ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών όπως απαιτούν οι αντίστοιχες ευρωπαϊκές οδηγίες.

Ο αντιστροφέας θα είναι τοποθετημένος στον χώρο του γενικού πίνακα του κτιρίου.

Από την έξοδο του inverter θα αναχωρεί καλώδιο πέντε αγωγών (R-S-T-N-PE). Το καλώδιο θα συνδέεται σε έναν τριφασικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης, ο οποίος θα περιλαμβάνει τα μέσα προστασίας των καλωδιώσεων και του εξοπλισμού.

3.3.4 Γείωση Συστήματος

Το σύστημα γείωσης αυτό θα υλοποιείται σε συνεννόηση με τους επισκοπιστές της ΔΕΗ.

3.3.5Σύστημα Αποθήκευσης δεδομένων

Θα υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης των δεδομένων ηλεκτρικής παραγωγής της εγκατάστασης. Σε κάθε περίπτωση ο inverter διαθέτει θύρα δεδομένων USB για την αποθήκευση των δεδομένων σε μνήμη τύπου flash.

Επιπρόσθετα, θα υπάρχει κατάλληλος εξοπλισμός για τη σύνδεση μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας RS485 και για τη σύνδεση με το BMS του κτιρίου.

3.4 Καλωδιώσεις και οδεύσεις καλωδίων

Οι καλωδιώσεις και οι σωληνώσεις του δικτύου Φ/Β θα είναι σύμφωνες με τα πρότυπα

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01 «Χαλύβδινες σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02 «Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-03 «Εσχάρες και σκάλες καλωδίων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01 «Αγωγοί - καλώδια διανομής ενέργειας»

3.5 Υποχρεώσεις αναδόχου

Ο ανάδοχος θα κάνει όλες τις απαραίτητες ενέργειες για την σύνδεση του Φ/Β με την ΔΕΗ ως αυτοπαραγωγού συμπεριλαμβανομένου του κόστους των μελετών αλλά και της προμήθειας και αντικατάστασης του μετρητή.

4. Κεντρικό σύστημα ελέγχου και χειρισμού κτιριακών εγκαταστάσεων Building Management System (BMS)

4.1 Γενικά

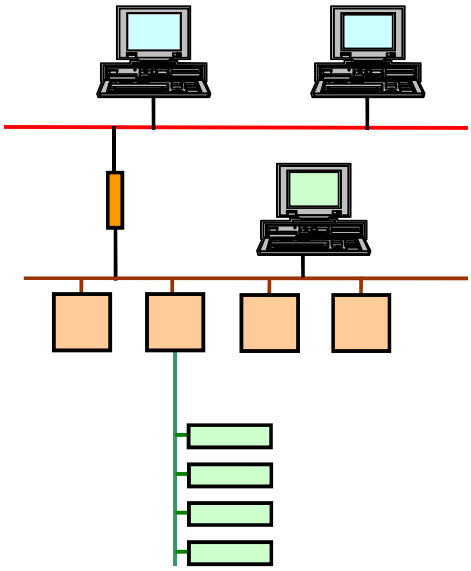
Το Σύστημα είναι σχεδιασμένο για να παρέχει από ένα κεντρικό σημείο την παρακολούθηση της λειτουργίας, την ανίχνευση σφαλμάτων και βλαβών, την μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας, πληροφορίες για την καταναλισκόμενη ενέργεια στο κτίριο και τις πληροφορίες προληπτικής συντήρησης των ηλεκτρολογικών, μηχανολογικών και άλλων εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Η λειτουργία των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θα απεικονίζεται δυναμικά σε οθόνη ηλεκτρονικού υπολογιστή, εξοπλισμένου με κατάλληλο λογισμικό που θα προσφέρει περιβάλλον εργασίας εύκολο και φιλικό προς τον χειριστή.

Επίσης από τον κεντρικό υπολογιστή θα υπάρχει έξοδος και προς οθόνη προβολής στην είσοδο του κτιρίου. όπου θα απεικονίζονται τα διαγράμματα λειτουργίας, οι θερμοκρασιακές συνθήκες εντός και εκτός του κτιρίου, η πυκνότητα της προσπίπτουσα ηλιακής ενέργειας, οι στιγμιαίες και μέσες καταναλώσεις καθώς και οι στιγμιαίες και μέσες αποδόσεις του λέβητα, της αντλίας θερμότητας και των φωτοβολταϊκών. Επίσης θα αναγράφεται και η μέση και στιγμιαία ηλεκτρική κατανάλωση τόσο στο λεβητοστάσιο όσο και στο σύνολο του κτιρίου. Τέλος θα αναγράφεται και θα δίνεται σε διαγράμματα η ημερήσια, μηνιαία, και ετήσια κατανάλωση σε πρωτογενή ενέργεια και οι εκπεμπόμενοι ρίποι σε CO_2.

4.2 Δομή συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων

Το Σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων θα αναπτύσσεται σε τρία διακριτά λειτουργικά επίπεδα :



Επίπεδο διαχείρισης.

Αποτελείται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές με λειτουργικό περιβάλλον Microsoft Windows XP, λογισμικό διαχείρισης , κεντρικές μονάδες επεξεργασίας και δικτύου.

Επίπεδο αυτοματισμού εγκαταστάσεων.

Αποτελείται από προγραμματιζόμενους ελεγκτές (τεχνολογίας DDC) που ρυθμίζουν τις λειτουργίες των εγκαταστάσεων βάση συγκεκριμένων σεναρίων και χρονοπρογραμμάτων, δημιουργούν αναφορές βλαβών, εκτελούν υπολογισμούς, καταγραφές κλπ.

Επίπεδο αυτοματισμού συσκευών.

Αποτελείται από προγραμματιζόμενους ελεγκτές που εκτελούν τις τυποποιημένες λειτουργίες των συσκευών και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (όπως τοπικών κλιματιστικών μονάδων, λεβήτων, ψυκτών νερού, φωτιστικών σωμάτων κλπ.)

Τα όργανα και οι συσκευές Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων που θα είναι συνδεδεμένα σε δίκτυο, θα ανταλλάσσουν τις πληροφορίες μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο (επικοινωνία τύπου «σημείο προς σημείο»).

Οι ηλεκτρονικές συσκευές και το λογισμικό που θα σχηματίζουν το λειτουργικό επίπεδο διαχείρισης θα αποτελούν τα Κέντρα Διαχείρισης (MS) του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές του λειτουργικού επιπέδου αυτοματισμού εγκαταστάσεων θα τοποθετούνται σε μεταλλικούς ηλεκτρικούς πίνακες μαζί με τις απαραίτητες διατάξεις ηλεκτρικής τροφοδοσίας, προστασίας, ηλεκτρικών συνδέσεων και δικτυακής επικοινωνίας. Οι ηλεκτρικοί πίνακες θα αποτελούν τα Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ). Τα ΑΚΕ θα έχουν δικτυακή επικοινωνία μεταξύ τους, θα συνδεθούν με αισθητήρια, με περιφερειακά όργανα ή συσκευές ελέγχου και με τον εξοπλισμό των διαχειριζόμενων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Η τοπολογία του δικτύου των ΑΚΕ θα είναι ελεύθερη, δηλαδή, θα επιτρέπεται η σύνδεση τους σε σειρά, αξονικά, ή σε συνδυασμό των παραπάνω. Σε περίπτωση οποιαδήποτε διακοπής του καλωδίου του δικτύου επικοινωνίας, το κάθε ένα ΑΚΕ θα πρέπει να συνεχίζει να λειτουργεί αυτόνομα και να ανταλλάσσει πληροφορίες με τα ΑΚΕ του εναπομείναντος δικτύου.

Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές του λειτουργικού επιπέδου αυτοματισμού συσκευών θα μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα και θα έχουν δικτυακή επικοινωνία μεταξύ τους. Θα συνδεθούν με αισθητήρια, με χειριστήρια και με τα όργανα των συσκευών που θα ελέγχουν. Η τοπολογία του δικτύου τους είναι θα είναι ελεύθερη, δηλαδή, θα επιτρέπεται η σύνδεση τους σε σειρά, αξονικά, ή σε συνδυασμό των παραπάνω. Επίσης, το δίκτυό τους θα επικοινωνεί είτε απευθείας, είτε μέσω των κατάλληλων μεταφραστών πρωτοκόλλων επικοινωνίας με το δίκτυο των ΑΚΕ.

Το δίκτυο των ΑΚΕ θα συνδεθεί με κεντρικές μονάδες επεξεργασίας του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

Τα Κέντρα Διαχείρισης θα συνδεθούν με τις κεντρικές μονάδες επεξεργασίας σε δίκτυο, το οποίο θα είναι σύμφωνο με τα πρότυπα πρωτόκολλα επικοινωνίας Ethernet και TCP / IP και θα υποστηρίζει τις τελευταίες τεχνολογίες LAN, WAN.

4.3 Κέντρο διαχείρισης συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων

Το κάθε Κέντρο Διαχείρισης του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων θα περιλαμβάνει τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, το λειτουργικό σύστημα και το λογισμικό λειτουργίας, καθώς και τον εκτυπωτή, την συσκευή τηλεπικοινωνίας (modem), τα ηχεία και την κεντρική μονάδα επεξεργασίας, εφόσον απαιτούνται από την μελέτη. Θα συνδέεται με το δίκτυο του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων σε οποιοδήποτε σημείο του. Στο ίδιο δίκτυο θα μπορούν να συνδεθούν περισσότερα από ένα Κέντρα Διαχείρισης, ώστε να γίνεται ο έλεγχος της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου παράλληλα από πολλά σημεία.

Επίσης από τον κεντρικό υπολογιστή θα υπάρχει έξοδος και προς οθόνη προβολής στην είσοδο του κτιρίου. όπου θα απεικονίζονται τα διαγράμματα λειτουργίας, οι

θερμοκρασιακές συνθήκες εντός και εκτός του κτιρίου, η πυκνότητα της προσπίπτουσα ηλιακής ενέργειας, οι στιγμιαίες και μέσες καταναλώσεις καθώς και οι στιγμιαίες και μέσες αποδόσεις του λέβητα, της αντλίας θερμότητας και των φωτοβολταϊκών. Επίσης θα αναγράφεται και η μέση και στιγμιαία ηλεκτρική κατανάλωση τόσο στο λεβητοστάσιο όσο και στο σύνολο του κτιρίου. Τέλος θα αναγράφεται και θα δίνεται σε διαγράμματα η ημερήσια, μηνιαία, και ετήσια κατανάλωση σε πρωτογενή ενέργεια και οι εκπεμπόμενοι ρίποι σε CO_2.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του Κέντρου διαχείρισης θα έχει (ενδεικτικά και κατ' ελάχιστον) :

Επεξεργαστή Intel i5 2.5GHz.

Μνήμη 4 GB DDR3 / 1600MHz.

Σκληρό δίσκο 160GB Solid state

Δεύτερο Σκληρό δίσκο 3,5" SATA 500GB 7200στροφών

Κάρτα γραφικών PCIx, 2 GB, με ανάλυση 1920x1080, Full HD

Μία παράλληλη θύρα.

Δύο σειριακές θύρες.

Κάρτες δικτύου 2xPCI faste type Ethernet adapter.

DVD RW SuperMulti SATA.

Πληκτρολόγιο

Ποντίκι USB / PS2.

Έγχρωμη οθόνη LED 24", 1920x1080/ 60Hz.

Εκτυπωτή Laser ασπρόμαυρο διπλής όψης δικτυακό.

Λειτουργικό περιβάλλων Microsoft Windows 7 ή 8 professional

Λογισμικό Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

Η οθόνη προβολής στην είσοδο του κτιρίου θα είναι τεχνολογίας plasma και θα έχει:

Διαγώνιο: 50",

Ανάλυση: 1920x1080,

Full HD,

Αναλογία: 16:9,

Φωτεινότητα: 1500 cd/m2,

Συχνότητα Ανανέωσης: 600 Hz,

Αντίθεση: 3000000:1

4.3.1 Λογισμικό κέντρου διαχείρισης

Το λογισμικό του Κέντρου Διαχείρισης θα έχει τις παρακάτω βασικές λειτουργίες :

- Εμφάνιση συνοπτικών αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου, ταξινομημένων σε τρεις ομάδες ανάλογα με την σημαντικότητα της βλάβης.

- Αποστολή αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου στον εκτυπωτή, στο φαξ, σε κινητό τηλέφωνο, στο σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή προς άλλη προγραμματισμένη συσκευή ανάγνωσης μηνυμάτων.

- Προστασία πρόσβασης.

- Διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης, ανάλογα με των κωδικό του χειριστή.

- Αυτόματη εκτέλεση προγραμματισμένων διεργασιών.

- Πραγματοποίηση και διακοπή σύνδεσης με το Σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων.

- Ταυτόχρονη σύνδεση με Συστήματα Ελέγχου Εγκαταστάσεων άλλων κτιρίων.

- Δυναμική γραφική απεικόνιση και γραφικό περιβάλλον ελέγχου των εγκαταστάσεων του κτιρίου.

- Εμφάνιση των διαφορετικών εγκαταστάσεων του κτιρίου υπό μορφή δέντρου δεδομένων και εύκολη περιήγηση ανάμεσα σε αυτές.

- Αρχείο καταγραφής των βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου, των συνδέσεων με το Σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων, των χειριστών του Κέντρου Διαχείρισης και των αντίστοιχων χειρισμών που αυτοί πραγματοποίησαν.

- Ημερολόγιο για των προγραμματισμό και τον χειρισμό των χρονικών προγραμμάτων λειτουργίας των εγκαταστάσεων του κτιρίου.

- Απομακρυσμένο έλεγχος του Κέντρου Διαχείρισης, που θα υποστηρίζει τις λειτουργίες AutoDial Links, ISDN, Ethernet TCP / IP LAN, Ethernet TCP / IP WAN.

- Δυνατότητα δημιουργίας και απεικόνισης Γραφικών τύπου Web Graphics για απομακρυσμένο έλεγχο μέσω Internet ή μέσω οθονών αφής (Touch Panels).

Το λογισμικό θα έχει την δυνατότητα να δίνει πρόσθετα τις κάτωθι πληροφορίες οι οποίες θα απεικονίζονται και στην οθόνη προβολής.

- Εσωτερικές Συνθήκες
  Θερμοκρασία / υγρασία / συγκέντρωση CO2
- Μετεωρολογικά δεδομένα
  ηλιακή ακτινοβολία / θερμοκρασία / υγρασία / ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου
- Αποδόσεις λειτουργίας εγκαταστάσεων
  κατανάλωση καυσίμου λέβητα (αθροιστική και στιγμιαία)
  ηλεκτροπαραγωγή Φ/Β συστήματος (αθροιστική και στιγμιαία)
  ηλεκτροπαραγωγή Ανεμογεννήτριας (αθροιστική και στιγμιαία)

θερμική απόδοσης Γεωθερμικού Συστήματος (αθροιστική και στιγμιαία)
βαθμός απόδοσης Γεωθερμικού Συστήματος
μείωση παραγωγής CO2 από τη λειτουργία του Φ/Β συστήματος (αθροιστική και ημερήσια)
μείωση παραγωγής CO2 από τη λειτουργία της Ανεμογεννήτριας (αθροιστική και ημερήσια)
μείωση παραγωγής CO2 από τη λειτουργία του Γεωθερμικού συστήματος (αθροιστική και ημερήσια)

συνολική και ποσοστιαία εξοικονόμηση ενέργειας συστημάτων

4.4 Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου (ΑΚΕ)

Τα ΑΚΕ θα είναι μεταλλικοί ηλεκτρικοί πίνακες που περιλαμβάνουν όλα τα διασυνδεδεμένα τοπικά σημεία ελέγχου. Αποτελούνται από το σύνολο των ψηφιακών και αναλογικών εισόδων - εξόδων καθώς επίσης και από τον ελεγκτή, έτσι ώστε το σύνολο να ανταποκρίνεται και εκτελεί κατ' ελάχιστο τις παρακάτω λειτουργίες:

- Αποκωδικοποίηση των τεχνικών διευθύνσεων του συστήματος.
- Συνεχής παρακολούθηση όλων των σημείων ελέγχου.
- Συνεχής έλεγχος μέσω προγραμμάτων, των διαδικασιών λειτουργίας της εγκατάστασης.
- Συνεχής αυτοδιαγνωστικός έλεγχος όλων των εξαρτημάτων που αποτελούν τον πίνακα.

4.4.1 Προγραμματιζόμενοι Ελεγκτες (Controllers) – στοιχεια εισοδων/εξοδων

Διακρίνονται σε δύο τύπους απόλυτα συμβατούς μεταξύ τους:

- τις modular προγραμματιζόμενες μονάδες ελέγχου και
- τις compact μονάδες.

Τα στοιχεία εισόδων - εξόδων (modules), είναι ηλεκτρονικές κάρτες που τοποθετούνται στα ΑΚΕ ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Υπάρχουν οι παρακάτω 3 βασικές κατηγορίες modules:

- Στοιχείο ψηφιακής εισόδου. (τύπος SIEMENS TXM1.8D)
- Στοιχείο ψηφιακής εξόδου. (τύπος SIEMENS TXM1.6R)
- Στοιχείο προγραμματιζόμενων εισόδων-εξόδων. Σαν σήματα αναλογικών εισόδων και εξόδων μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα γνωστά σήματα,(0-10 VDC, RTD resistors, 4-20 mA) , κ.λ.π. (τύπος SIEMENS TXM1.8U, TXM1.8X)

Οποιαδήποτε δυσλειτουργία, οποιουδήποτε module του Συστήματος, που θα μπορεί να οφείλεται είτε στο ίδιο το module είτε σε οποιονδήποτε άλλον παράγοντα, (κακές συνδέσεις, βραχυκυκλώματα, κ.λ.π.), δεν επηρεάζει τις υπόλοιπες λειτουργίες και σημεία του συστήματος, παρά μόνον τα σημεία και τις λειτουργίες αυτών που είναι συνδεδεμένα στο συγκεκριμένο module.

Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι ελεγκτών από άποψη χωρητικότητας σημείων ελέγχου έτσι ώστε να είναι δυνατή η επιλογή της κατάλληλης μονάδας αναλόγως του μεγέθους της εγκατάστασης. Ανάλογα με τις απαιτήσεις μια ή περισσότερες μονάδες ελέγχου συνδυάζονται για τον σχηματισμό ενός περιφερειακού πίνακα ελέγχου ο οποίος τοποθετείται κοντά στην ή στις ελεγχόμενες εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια οι περιφερειακοί πίνακες Α.Κ.Ε. συνδέονται σε ένα κοινό δίκτυο επικοινωνίας (καλώδιο UTP Category 5) στο οποίο μπορεί να συνδεθεί ένας προσωπικός υπολογιστής MS Windows συμβατός, είτε μέσω κατάλληλων ελεγκτών, οθόνες αφής (Touch Panels).

Τύποι ελεγκτών modular είναι οι παρακάτω:

- PXC100.D Ελεγκτής έως 200 σημεία ελέγχου.
- PXC200.D Ελεγκτής έως 350 σημεία ελέγχου.

Τύποι ελεγκτών compact είναι οι παρακάτω:

- PXC12.D Προγραμματιζόμενη μονάδα ελέγχου 12 σημείων.
- PXC22.D Προγραμματιζόμενη μονάδα ελέγχου 22 σημείων.
- PXC36.D Προγραμματιζόμενη μονάδα ελέγχου 36 σημείων.
- PXC52 Προγραμματιζόμενη μονάδα ελέγχου 52 σημείων.

Ο κάθε ένας προγραμματιζόμενος ελεγκτής θα πρέπει κατ' ελάχιστο να πραγματοποιεί τα παρακάτω :

- Έλεγχο διαδικασιών και μανδαλώσεων.
- Αναφορές συναγερμών εσφαλμένης λειτουργίας.
- Προκαθορισμένα σενάρια λειτουργίας και χρονοπρογράμματα.
- Απαρίθμηση πραγματικού χρόνου.
- Βέλτιστη στάση – εκκίνηση των εγκαταστάσεων.
- Υπολογισμούς και διαχείριση ενέργειας.
- Καταγραφή μετρούμενων φυσικών μεγεθών.
- Αυτόνομη λειτουργία, χωρίς να απαιτούνται τα Κέντρα Διαχείρισης.
- Αποθήκευση πληροφοριών και εφαρμογών ελέγχου.
- Σύνδεση με τερματική μονάδα χειρός, με την οποία θα μπορούν να γίνονται οι αλλαγές στις παραμέτρους λειτουργίας, χωρίς να απαιτείται η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

4.5 Δίκτυο συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων

Οι κεντρικοί ελεγκτές των Κέντρων Διαχείρισης θα συνδέονται με το δίκτυο των ΑΚΕ. Οι υποσταθμοί μέσω τηλεφωνικού καλωδίου διασυνδέονται σε δίκτυο, έτσι ώστε να είναι εύκολη η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους καθώς επίσης και η συνολική παρακολούθηση όλων

των εγκαταστάσεων μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών οι οποίοι συνδέονται σαν κόμβοι σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου.

Η επικοινωνία των υποσταθμών μέσω του δικτύου είναι peer to peer, έτσι ώστε σε οποιαδήποτε διακοπή του δικτύου, τα ΑΚΕ να συνεχίζουν σε αυτόνομη λειτουργία, καθώς επίσης να ανταλλάσσουν δεδομένα με τους ΑΚΕ του εναπομείναντος δικτύου.

Σε περίπτωση διακοπής του δικτύου όλα τα ΑΚΕ συνεχίζουν σε αυτόνομη λειτουργία και ο κεντρικός Η/Υ εμφανίζει κατάσταση alarm.

Η τοπολογία του δικτύου των ΑΚΕ θα είναι ελεύθερη, δηλαδή, θα επιτρέπεται η σύνδεση τους σε σειρά, αξονικά, ή σε συνδυασμό των παραπάνω.

4.6 Διασύνδεση συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων με άλλα συστήματα

Το Σύστημα Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων θα έχει τη δυνατότητα να ανταλλάσσει πληροφορίες με άλλα αυτόνομα συστήματα ελέγχου ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων που θα έχουν δικτυακή επικοινωνία, όπως τα διάφορα συστήματα μέτρησης, το σύστημα πυρανίχνευσης και κατάσβεσης, το σύστημα ασφαλείας, το σύστημα παράλληλης λειτουργίας ψυκτών, το σύστημα ελέγχου φωτισμού κλπ. Η διασύνδεση, δηλαδή, η σύνδεση των συστημάτων αυτών με το δίκτυο του Συστήματος Ελέγχου και Χειρισμού Εγκαταστάσεων, θα γίνεται μέσω ηλεκτρονικών συσκευών μετάφρασης πρωτοκόλλων.

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας θα είναι τυποποιημένα, όπως :

BACNet - πρωτόκολλο επικοινωνίας καθιερωμένο από την ASHRAE, υιοθετημένο και υποστηριζόμενο από το ANSI (αριθμός τυποποίησης 135-1995, σύμφωνα με το CEN αποτελεί σχέδιο τυποποίησης ENV 1805-1 / 1997).

MODBus / JBus - τυποποιημένο πρωτόκολλο επικοινωνίας του ISA (Instrument Society of America) το οποίο αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της ρομποτικής και της βιομηχανίας.

PROFIBus - τυποποιημένο πρωτόκολλο γερμανικής προέλευσης (EN 50170 Vol.2, σύμφωνα με το CEN αποτελεί σχέδιο τυποποίησης ENV 13321).

LONMark - ιδιόκτητο πρωτόκολλο ανεπτυγμένο από την εταιρεία Echelon Corporation με βάση τους νευρωνικούς μικροεπεξεργαστές (σύμφωνα με το CEN αποτελεί σχέδιο τυποποίησης ENV 13154-2).

EIB - τυποποιημένο πρωτόκολλο γερμανικής προέλευσης (DIN V VDE 0829, σύμφωνα με το CEN αποτελεί σχέδιο τυποποίησης ENV 13154-2).

4.7 Αρχιτεκτονική συστήματος ελέγχου και χειρισμού εγκαταστάσεων

Το σύστημα B.M.S. θα επιτηρεί ή και ελέγχει τα ακόλουθα σημεία.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ BMS												
Α/Α	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		ΕΛΕΓΧΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ	DI	DO	AIP	AIA	AO	ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ	ΚΑΛΩΔΙΑ
ΑΚΕ 1 - ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ											
1	ΕΣΩΤ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ	1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜ/ΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ				3		QFA3160+AQF3100	Li YCY 4x1,5
2		2	ΜΕΤΡΗΣΗ CO_2					3			Li YCY 4x1,5
3	ΕΞΩΤ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ 1	1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜ/ΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ				1		QFA3160+AQF3100	Li YCY 4x1,5
4		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
5	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	1	ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F4x1,5
6		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	
7		3	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ		1				ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
8		4	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ CONDENCER		1				ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
9		5	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ CONDENCER	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
10		6	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ CONDENCER	1					ΘΕΡΜΙΚΟ	H03VV-F2x1,5
11		7	ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ CONDENCER	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
12		8	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ	2					QVE1901 / WNS-C102	H03VV-F2x1,5
13		9	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ EVAPORATOR		1				ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
14		10	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ EVAPORATOR	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
15		11	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ EVAPORATOR	1					ΘΕΡΜΙΚΟ	H03VV-F2x1,5
16		12	ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	IN LINE ΑΝΤΛΙΑΣ Α.Θ EVAPORATOR	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
17		13	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ	2					QVE1901 / WNS-C102	H03VV-F2x1,5
18		14	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ			6			QAE2120.010	Li YCY 2x1,5
19		15	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΨΥΚΤΗ			6			QAE2120.010	Li YCY 2x1,5
20		16	ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	1 INT					ΕΞΟΔΟΣ CONTROLER ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ	Li YCY 2x4x1,5
21		17	ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ	ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	1 INT						
22		18	ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΨΥΞΗ	ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	1 INT						
23		19	ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	1 INT						
24		20	ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΛΕΙΣΙΜΟ	3-ΟΔΕΣ Χ-Θ		4				ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΒΑΝΑΣ	Li YCY 3x1,5
25		21	ΕΝΔΕΙΞΗ ΘΕΣΗΣ	3-ΟΔΕΣ Χ-Θ	4					ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΒΑΝΑΣ	Li YCY 2x1,5
26	ΔΟΧΕΙΟ ΗΡΕΜΙΑΣ	1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ				1			QAE2120.010	Li YCY 2x1,5
27	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΠΑΛΙΟΣ	1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ			1			QAE2120.010	Li YCY 2x1,5
28		2	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ			1			QAE2120.010	Li YCY 2x1,5
29	ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΝΕΟΣ ΤΡΙΟΔΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΝΟΜΗ	1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ			1			QAE2120.010	Li YCY 2x1,5
30		2	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΙΕΣΗΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ			1			QAE2120.010	Li YCY 2x1,5
31		1	ΑΝΟΙΓΜΑ ΚΛΕΙΣΙΜΟ	3-ΟΔΕΣ Χ-Θ		1				ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΒΑΝΑΣ	Li YCY 3x1,5
32		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΘΕΣΗΣ	3-ΟΔΕΣ Χ-Θ	1					ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΒΑΝΑΣ	Li YCY 2x1,5
33	ΑΝΤΛΕΣ IN LINE ΑΠΟ ΝΕΟ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΠΡΟΣ ΔΙΚΤΥΟ	1	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΤΛΙΑ		2				ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
34		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ	2					ΘΕΡΜΙΚΟ	H03VV-F2x1,5
35		3	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ	2					QVE1901 / WNS-C102	H03VV-F2x1,5
36		4	ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΑΝΤΛΙΑ	2					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
37	ΑΝΤΛΑ IN LINE ΑΠΟ ΠΑΛΙΟ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΠΡΟΣ ΔΟΧΕΙΟ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ	1	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΤΛΙΑ		1				ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
38		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ	1					ΘΕΡΜΙΚΟ	H03VV-F2x1,5
39		3	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ	1					QVE1901 / WNS-C102	H03VV-F2x1,5
40		4	ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΑΝΤΛΙΑ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
41	ΑΝΤΛΕΣ IN LINE ΑΠΟ ΠΑΛΙΟ ΣΥΛΛΕΚΤΗ	1	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΑΝΤΛΙΑ		5				ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
42		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΘΕΡΜΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ	5					ΘΕΡΜΙΚΟ	H03VV-F2x1,5
43		3	ΕΝΔΕΙΞΗ Η-Ο-Α	ΑΝΤΛΙΑ	5					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
44	Π.Χ.Τ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ	2					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F6X1,5
45			ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΙΑΚ.	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	
46			ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ	ΑΝΑ ΦΑΣΗ	1 INT					ΠΟΛΥΟΡΓΑΝΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	LiYCY 4X1,5
47			ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΑΝΑ ΦΑΣΗ	1 INT						
48			ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ		1 INT						
49			ΕΝΔΕΙΞΗ COSΦ		1 INT						
50			ΕΝΔΕΙΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		1 INT						
51			ΕΝΔΕΙΞΗ ΙΣΧΥΟΣ		1 INT						
52	ΛΕΒΗΤΑΣ	1	ΕΚΚΙΝΗΣΗ / ΣΤΑΣΗ	ΛΕΒΗΤΑΣ		1				ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2X1,5
53		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΛΑΒΗΣ	ΛΕΒΗΤΑΣ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2X1,5
54		3	ΕΝΔΕΙΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΛΕΒΗΤΑΣ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2X1,5
55		4	ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΡΟΗΣ	1					QVE1901	H03VV-F2X1,5
56		5	ΠΑΡΟΧΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2X1,5
57		6	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ			1			QAE2120.010	LiYCY 2X1,5
58		7	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΑΠΟ ΛΕΒΗΤΕΣ			1			QAE2120.010	LiYCY 2X1,5

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ BMS												
Α/Α	**ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**		**ΕΛΕΓΧΟΣ**	**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ**	**DI**	**DO**	**AIP**	**AIA**	**AO**	**ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ**	**ΚΑΛΩΔΙΑ**
ΑΚΕ 2 - ΧΩΡΟΣ Γ.Π.Χ.Τ.												
59	Γ.Π.Χ.Τ		ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ	2					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F6X1,5
60			ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΔΙΑΚ.	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	
61			ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ	ΑΝΑ ΦΑΣΗ	1 INT					ΠΟΛΥΟΡΓΑΝΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ	LiYCY 4X1,5
62			ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΑΣΗΣ	ΑΝΑ ΦΑΣΗ	1 INT						
63			ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ		1 INT						
64			ΕΝΔΕΙΞΗ COSΦ		1 INT						
65			ΕΝΔΕΙΞΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		1 INT						
66			ΕΝΔΕΙΞΗ ΙΣΧΥΟΣ		1 INT						
67	ΕΞΩΤ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ 2	1	ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ				1			Li YCY 4x1,5
68		2	ΤΑΧΥΤΗΤΑ/ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΩΝ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ				1			Li YCY 4x1,5
69	ΕΞΩΤ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ 3	1	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜ/ΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ				1		QFA3160+AQF3100	Li YCY 4x1,5
70		2	ΕΝΔΕΙΞΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΛΕΙΣΤΟ	1					ΒΟΗΘ. ΕΠΑΦΗ	H03VV-F2x1,5
71	Φ/Β		ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (ΑΠΟΔΙΔΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ κλπ)	INVERTER Φ/Β	1 INT					ΕΞΟΔΟΣ CONTROLER ΤΟΥ INVERTER	Li YCY 2x4x1,5

* Οι τύποι των αισθητηρίων στην στήλη περιφερειακά είναι τύπου Siemens ή ισοδυνάμου

4.7.1 Περιγραφή λειτουργίας ενδεικτικων η/μ εγκαταστασεων

Λέβητες

Η εκκίνηση και η παύση των λεβήτων θα γίνεται αυτόματα σύμφωνα με το χρονοπρόγραμμα που θα ορισθεί, ή χειροκίνητα, κατόπιν ενεργοποίησης από τον χειριστή της αντίστοιχης επιλογής από το Κέντρο Διαχείρισης. Σε περίπτωση βλάβης του λέβητα (από το θερμικό του λέβητα) θα εμφανίζεται μήνυμα συναγερμού στο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου. Θα γίνεται επιτήρηση της θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής των λεβήτων καθώς και των συλλεκτών, μέσω των αισθητηρίων θερμοκρασίας εμβαπτίσεως. Στους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής θα μετράται και η πίεση μέσω του εμβαπτιζόμενου αισθητηρίου απόλυτης πίεσης. Επίσης, θα γίνεται ένδειξη των κρίσιμων σταθμών των δεξαμενών καυσίμου που θα συνοδεύονται από τα αντίστοιχα συναγερμού στο Κεντρικό Διαχείρισης.

Αντλία θερμότητας

Η εκκίνηση και η παύση της ΑΘ θα γίνεται αυτόματα σύμφωνα με το χρονοπρόγραμμα που θα ορισθεί, ή χειροκίνητα, κατόπιν ενεργοποίησης από τον χειριστή της αντίστοιχης επιλογής από το Κέντρο Διαχείρισης. Σε περίπτωση βλάβης του ψύκτη θα εμφανίζεται μήνυμα συναγερμού στο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου. Επίσης, θα γίνεται επιτήρηση της θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής.

Αντλίες κυκλοφορίας νερού

Η εκκίνηση και η παύση των αντλιών όλης της εγκατάστασης θα γίνεται αυτόματα σύμφωνα με το χρονοπρόγραμμα που θα ορισθεί, ή χειροκίνητα, κατόπιν ενεργοποίησης από τον χειριστή της αντίστοιχης επιλογής από το Κέντρο Διαχείρισης. Σε περίπτωση βλάβης των αντλιών θα εμφανίζεται μήνυμα συναγερμού στο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου. Επίσης, θα γίνεται επιβεβαίωση της λειτουργίας τους.

Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ)

Στον πίνακα χαμηλής τάσης θα γίνεται μέτρηση των ηλεκτρικών μεγεθών (μέτρηση τάσης, έντασης, συνημίτονου, ισχύος) και επίβλεψη των τιμών τους.

4.8 Περιφερειακά όργανα ελέγχου

4.8.1 Αισθητήριο θερμοκρασίας εμβάπτισης

Το αισθητήριο διαθέτει την κατάλληλη θήκη για την εμβάπτιση σε σωλήνα.

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP54.

Το στέλεχος του αισθητηρίου είναι μία θερμοαντίσταση. Το εύρος του είναι : -10...125 °C, η δε επιτρεπόμενη απόκλιση του αισθητηρίου είναι ±1%.

Ενδεικτικός Τύπος : SIEMENS QAE21... ή ισοδυνάμου.

4.8.2 Αισθητήριο πίεσης υγρών

Για την μέτρηση της πίεσης των υγρών θα χρησιμοποιηθούν αναλογικά αισθητήρια πιέσεως, τα οποία είναι κατάλληλα για τοποθέτηση σε σωλήνα.

Δέχονται τροφοδοσία 24VAC και δίνουν έξοδο 0...10VDC γιά σύνδεσή τους στο κεντρικό σύστημα ελέγχου.

Η περιοχή μέτρησής τους είναι:

0...100kPa

ή 0...500kPa

ή 0...1Mpa έως και 0..4Mpa.

Η δε ακρίβειά τους είναι της τάξεως του 0,5% της κλίμακας.

Τύπος: SIEMENS QBE2002-P... (1 η 10 κλπ) ή ισοδυνάμου.

4.8.3 αισθητήριο ποιότητας αέρα

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες θα είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP54.

Το αισθητήριο τροφοδοτείται με 24Vac και η έξοδός του είναι 0-10Vdc, ανάλογα με την καθαρότητα του μετρούμενου αέρα.

4.8.4 αισθητήριο θερμοκρασίας - υγρασίας

Τα ηλεκτρονικά στοιχεία και οι ακροδέκτες είναι σε κιβώτιο με βαθμό προστασίας IP54.

Το αισθητήριο τροφοδοτείται με 24VAC και έχει σήμα εξόδου 0-10VDC, ανάλογα με το μέγεθος της μετρούμενης θερμοκρασίας και υγρασίας του αέρα.

4.8.5 Διακόπτης ροής υγρών

Για την επιτήρηση λειτουργίας των κυκλοφορητών, αντλιών της εν λόγω εγκατάστασης θα χρησιμοποιηθούν διακόπτες ροής οι οποίοι είναι κατάλληλοι για τοποθέτηση σε σωλήνα DN32…DN200 (σύνδεση 1”), διαθέτουν δε γλωσίδιο με την απαραίτητη ευαισθησία για την ανίχνευση ροής. Το γλωσίδιο είναι κατασκευασμένο από υλικό κατάλληλο για την χρήση.

Διαθέτουν μία μεταγωγική επαφή (SPDT) για την σύνδεσή τους στο κεντρικό σύστημα

ελέγχου.

Ενδεικτικός Τύπος: QVE1900 ή ισοδυνάμου

4.8.6 Βαλβίδες ελέγχου

Οι βαλβίδες είναι τύπου έδρας. Το σώμα των βαλβίδων είναι gun metal ή από χυτοσίδηρο, ενώ το εσωτερικό τους από χρώμιο, νικέλιο και ατσάλι.

Οι βαλβίδες διαμέτρου μέχρι και 1+1/2" ίντσες είναι κοχλιωτής σύνδεσης, ενώ οι βαλβίδες διαμέτρου από 2" ίντσες και πάνω, είναι φλαντζωτής σύνδεσης. Η μέγιστη πίεση των βαλβίδων θα είναι PN10.

Οι κινητήρες των βαλβίδων είναι προοδευτικής λειτουργίας με τάση λειτουργίας 24VAC, και σήμα ελέγχου 0...10VDC.

Ενδεικτικός Τύπος: SIEMENS VXG44.../ SQS6… - VXF31…/SQX6…ή ισοδυνάμου

4.9 Όδευση καλωδίων

Η όδευση όλων των καλωδίων θα γίνεται εντός ευθύγραμμων πλαστικών σωλήνων βαρέως τύπου. Οι καλωδιώσεις και οι σωληνώσεις του δικτύου BMS θα είναι σύμφωνες με τα πρότυπα

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01 «Χαλύβδινες σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02 «Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-03 «Εσχάρες και σκάλες καλωδίων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01 «Αγωγοί - καλώδια διανομής ενέργειας»

5. Ανεμιστήρες οροφής

Ανεμιστήρας οροφής σε λευκό χρώμα, με κινητήρα εξωτερικού δρομέα προσδίδοντας μεγαλύτερη ισχύ σε χαμηλότερες ταχύτητες περιστροφής, ιδιαίτερα χαμηλού θορύβου λειτουργίας. Ο ανεμιστήρας θα ακολουθεί τα ευρωπαϊκά πρότυπα όπως το EN6035-2-80.

Στον πίνακα 8 δίνονται τα χαρακτηριστικά των ανεμιστήρων οροφής (διάμετρος και παροχή) για κάθε έναν από τους εξυπηρετούμενους χώρους. Η ηλεκτρική απορροφούμενη ισχύς ανά ανεμιστήρα δεν θα ξεπερνάει τα 100W.

Οι ανεμιστήρες θα τροφοδοτηθούν με νέες γραμμές με καλώδια H05VV3G2.5 τα οποία θα εκκινούν από νέους μικροαυτόματους των 16A τοποθετημένους στον γενικό πίνακα . Η όδευση των καλωδίων θα γίνει στην οροφή εντός ευθύγραμμων πλαστικών σωλήνων βαρέως τύπου. Για τα κατακόρυφα τμήματα που χρησιμοποιούνται για την διέλευση από όροφο σε όροφο θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινες σωλήνες ηλεκτρικών γραμμών. Οι ανεμιστήρες θα ανάβουν με κατάλληλο χειριστήριο σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή ανεμιστήρων. Η γραμμή από την οροφή μέχρι και τον διακόπτη θα είναι χωνευτή στον τοίχο και εντός πλαστικού σπιράλ σωλήνα. Το τμήμα κατά το οποίο θα γίνει χωνευτή εγκατάσταση θα αποκατασταθεί πλήρως.

Οι καλωδιώσεις και οι σωληνώσεις θα είναι σύμφωνες με τα πρότυπα

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01 «Χαλύβδινες σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02 «Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων»

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01 «Αγωγοί - καλώδια διανομής ενέργειας»

Πίνακας 8. *χαρακτηριστικά των ανεμιστήρων οροφής (διάμετρος και παροχή) ανά χώρο εγκατάστασης*

					Αρ. ανεμ	εμβαδό/ ανεμιστήρα	διάμετρος ανεμιστήρα cm	Παροχή αέρα m3/h
ΙΣΟΓΕΙΟ	Γραματεία	5,5	2,7	14,85	1	14,85	132	13000
	Ξένη γλώσσα 1	7,9	4,6	36,34	2	18,17	137	13000
	Ξένη γλώσσα 2	7,9	4,85	38,315	2	19,1575	137	13000
	Βιβλιοθήκη	11,15	7,8	86,97	5	17,394	132	13000
	Εργαστήριο Χημείας	11,55	8,65	99,9075	4	24,976875	147	14000
	Αίθουσα αισθητικής αγωγής	11,8	4,05	47,79	2	23,895	137	13000
	Ξένη γλώσσα 3	6,05	4,15	25,1075	1	25,1075	147	14000
	Αιθοουσα γυμνασίου 12	7,85	4,75	37,2875	2	18,64375	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 11	9,15	4,25	38,8875	2	19,44375	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 10	9,15	4,1	37,515	2	18,7575	137	13000
					Αρ. ανεμ	εμβαδό/ ανεμιστήρα	διάμετρος ανεμιστήρα cm	Παροχή αέρα m3/h
Α' ΟΡΟΦΟΣ	Εργαστήριο καλλιτεχνικών	8,6	8,8	75,68	4	18,92	137	13000
	Γραφείο καθηγητών	8,5	8,75	74,375	4	18,59375	137	13000
	Γυμνασιάρχης	6,45	2,8	18,06	1	18,06	137	13000
	Γραματεία	6,45	3,62	23,349	1	23,349	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 2	6,25	6,45	40,3125	2	20,15625	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 3	6,45	6,35	40,9575	2	20,47875	137	13000
	Εργαστήριο Η/Υ	9,15	4,85	44,3775	2	22,18875	137	13000
	Εργαστήριο Η/Υ	7,4	4,1	30,34	1	30,34	157	14000
	Αιθοουσα γυμνασίου 4	8,75	4,2	36,75	2	18,375	137	16000
	Αιθοουσα γυμνασίου 5	6,35	6,7	42,545	2	21,2725	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 6	6,5	6,7	43,55	2	21,775	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 7	7,15	6,2	44,33	2	22,165	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 8	6,9	6,2	42,78	2	21,39	137	13000
	Αιθοουσα γυμνασίου 9	9,8	4,85	47,53	2	23,765	137	13000
					Αρ. ανεμ	εμβαδό/ ανεμιστήρα	διάμετρος ανεμιστήρα cm	Παροχή αέρα m3/h
Β' ΟΡΟΦΟΣ	Εργαστήριο τεχνικών	8,6	8,8	75,68	4	18,92	137	13000
	Γραφείο καθηγητών	8,5	8,65	73,525	4	18,38125	137	13000
	Λυκιάρχης	7,04	6,35	44,704	2	22,352	137	13000
	Αιθοουσα λυκείου 2	6,25	6,45	40,3125	2	20,15625	137	13000
	Αιθοουσα λυκείου 3	7,35	6,35	46,6725	2	23,33625	137	13000
	Εργαστήριο Η/Υ	9,15	6,25	57,1875	2	28,59375	157	14000
	Αιθοουσα λυκείου 4	6,7	6,03	40,401	2	20,2005	137	13000
	Αιθοουσα λυκείου 5	6,7	6,7	44,89	2	22,445	137	13000
	Αιθοουσα λυκείου 6	6,7	6,33	42,411	2	21,2055	137	13000
	Αιθοουσα λυκείου 7	6,2	5,95	36,89	2	18,445	137	13000
	Αιθοουσα λυκείου 8	7,71	5,95	45,8745	2	22,93725	137	13000
	Αιθοουσα λυκείου 9	10,34	4,75	49,115	2	24,5575	147	14000

6. Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου

6.1 Έλεγχος υπερδιαστασιολόγησης

Για την αντικατάσταση του λέβητα το πρώτο πράγμα που ελέγχθηκε και έχει ιδιαίτερη σημασία ενεργειακά είναι κατά πόσο υπερβαίνει σε ισχύ τις πραγματικές απαιτήσεις του κτιρίου.

Ο έλεγχος έγινε λαμβάνοντας υπόψη

α) τις απώλειες του κτιρίου

β) την μέγιστη δυνατή αποδιδόμενη ισχύ από τα εγκατεστημένα θερμαντικά σώματα.

6.2 Απώλειες κτιρίου

Αρχικά υπολογίστηκαν οι απώλειες του κτιρίου σύμφωνα με τον EN12831 και το αναλυτικό φύλλο υπολογισμών δίνεται στο αντίστοιχο τεύχος.

Για τον υπολογισμό ελήφθησαν οι παρακάτω συνθήκες:

Οι συνθήκες υπολογισμού:		
Ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία		$-5^{o}C$
Εσωτερική θερμοκρασία		$20^{o}C$
Ετήσια μέση εξωτερική θερμοκρασία		$15,6^{o}C$
Θερμοκρασία εδάφους		$10^{o}C$
Θερμοκρασία μη θερμενόμενων χώρων		$10^{o}C$
Ελάχιστος αριθμός εναλλαγών ανά ώρα (για λόγους υγιεινής ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη μηχανικού αερισμού)	Αίθουσες	2
	Γραφεία	1
	Διάδρομοι	0,5
Συνελεστής Επαναθέρμανση f_{RH}		23

Ενώ για τα δομικά στοιχεία και τα ανοίγματα ελήφθησαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πίνακα που ακολουθεί

	U (W/m^2K)
Εξωτερικές τοιχοποιίες	2,2
Εξωτερικά δοκάρια και κωλώνες	3,4
Οροφές	0,4
Δάπεδα	3,1
Ανοίγματα διπλά	4,5

*Σημειώνεται ότι οι οροφή του κτιρίου θα μονωθεί με πλάκες υδροφοβισμένου ορυκτοβάμβακα 8,5cm.

Από τους υπολογισμούς προέκυψε ότι για το σύνολο του κτιρίου οι ανάγκες ανέρχονται σε 318kW. Αφαιρώντας τους χώρους που εξυπηρετούνται από την γεωθερμική αντλίας (58kW) οι ανάγκες περιορίστηκαν στα 260kW.

6.3 Μέγιστη δυνατή αποδιδόμενη ισχύ από τα εγκατεστημένα θερμαντικά σώματα

Οι τύποι των εγκατεστημένων σωμάτων φαίνονται στα σχέδια της μελέτης. Στον πίνακα 1 δίδονται οι θερμοκρασίες ονομαστικής απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων και στον πίνακα 2 οι συνήθεις θερμοκρασίες σχεδιασμού και λειτουργίας των λεβητών για τέτοιου τύπου εγκατάσταση κα ι για τον χρόνο κατά τον οποίο εκπονήθηκε η μελέτη.

Πίνακας 1 *θερμοκρασίες ονομαστικής απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων*

θερμοκρασία προσαγωγής	t_V	90
θερμοκρασία επιστροφής	t_R	70
Θερμοκρασία χώρου	t_L	20
	Δt	60

Πίνακας 2. *συνήθεις θερμοκρασίες σχεδιασμού*

θερμοκρασία προσαγωγής	t_V	80
θερμοκρασία επιστροφής	t_R	65
θερμοκρασία χώρου	t_L	20
	Δt	52,5

Στον πίνακα 3 δίνονται ανά χώρο, το εμβαδό, οι απαιτήσεις όπως προκύψαν από την μελέτη απωλειών, το πλήθος των εγκατεστημένων σωμάτων, ο τύπος αυτών, η ονομαστική τους ισχύς, και η τελική τους απόδοση για θερμοκρασίες σχεδιασμού του πίνακα 2.

Πίνακας 3. *Ισχύς θερμαντικών σωμάτων ανά χώρο*

όροφος	Χώρος	Εμβαδό	Ισχύς από απώλειες	Σώματα						Ισχύς ονομαστική σωμάτων στον χώρο (W)	$q_{\Delta t} = q_{60} /[(60/\Delta t)^{1.3}]$		Ισχύς σωμάτων (W)
				πλήθος	Στήλες	ύψος (αξονικό)	φέτες	W/φέτα	q_{60}		Δt	$q_{\Delta t}$	
Β όροφος	Αιθ. Λυκείου 2	32	5080	3	III	655	23	116,3	2674,9	8024,7	52,5	2248,63	6.745,89
	Αιθ. Λυκείου 3	47	7154	3	III	655	24	116,3	2791,2	8373,6	52,5	2346,397	7.039,19
	Αιθ. Λυκείου 4	40	5568	3	III	655	21	116,3	2442,3	7326,9	52,5	2053,097	6.159,29
	Αιθ. Λυκείου 5	45	6250	3	III	655	21	116,3	2442,3	7326,9	52,5	2053,097	6.159,29
	Αιθ. Λυκείου 6	42	7427	3	III	655	24	116,3	2791,2	8373,6	52,5	2346,397	7.039,19
	Αιθ. Λυκείου 7	37	5690	3	III	655	23	116,3	2674,9	8024,7	52,5	2248,63	6.745,89
	Αιθ. Λυκείου 8	46	5740	3	III	655	23	116,3	2674,9	8024,7	52,5	2248,63	6.745,89
	Αιθ. Λυκείου 9	49	9664	5	III	655	19	116,3	2209,7	11048,5	52,5	1857,564	9.287,82
	Διάδοδρομος	167	24752	9	III	655	24	116,3	2791,2	25120,8	52,5	2346,397	21.117,57
	Εργαστήριο τεχνικών	75	9469	5	III	655	24	116,3	2791,2	13956	52,5	2346,397	11.731,98
		580	86794							105600,4			88.772,01
Α όροφος	Αιθ. Γυμνασίου 2	40	5127	3	III	655	20	116,3	2326	6978	52,5	1955,331	5.865,99
	Αιθ. Γυμνασίου 3	41	5270	3	III	655	22	116,3	2558,6	7675,8	52,5	2150,864	6.452,59
	Αιθ. Γυμνασίου	30	3977	2	III	505	22	93,04	2046,88	4093,76	52,5	1720,691	3.441,38
	Αιθ. Γυμνασίου 4	37	4538	2	III	655	22	116,3	2558,6	5117,2	52,5	2150,864	4.301,73
	Αιθ. Γυμνασίου 5	43	5649	3	III	655	20	116,3	2326	6978	52,5	1955,331	5.865,99
	Αιθ. Γυμνασίου 6	43	7312	3	III	655	22	116,3	2558,6	7675,8	52,5	2150,864	6.452,59
	Αιθ. Γυμνασίου 7	44	5743	3	III	655	24	116,3	2791,2	8373,6	52,5	2346,397	7.039,19
	Αιθ. Γυμνασίου 8	42	5353	3	III	655	19	116,3	2209,7	6629,1	52,5	1857,564	5.572,69
	Αιθ. Γυμνασίου 9	47	8096	5	III	655	18	116,3	2093,4	10467	52,5	1759,797	8.798,99
	Διάδοδρομος	161	22332	10	III	655	24	116,3	2791,2	27912	52,5	2346,397	23.463,97
	Εργαστήριο τεχνικών	75	9115	5	III	655	24	116,3	2791,2	13956	52,5	2346,397	11.731,98
		603	82512							105856,26			88.987,09
Ισόγειο	Γραματεία	15	4144	2	III	655	18	116,3	2093,4	4186,8	52,5	1759,797	3.519,59
	Ξένη γλώσσα 1	36	6546	3	III	655	24	116,3	2791,2	8373,6	52,5	2346,397	7.039,19
	Ξένη γλώσσα 2	38	6477	3	III	655	22	116,3	2558,6	7675,8	52,5	2150,864	6.452,59
	Αίθουσα	20	2335	2	III	655	18	116,3	2093,4	4186,8	52,5	1759,797	3.519,59
	Εργαστήριο Χημείας	99	12718	5	III	655	20	116,3	2326	11630	52,5	1955,331	9.776,65
	Αίθουσα αισθητικής αγωγής	48	9239	4	III	655	24	116,3	2791,2	11164,8	52,5	2346,397	9.385,59
	Ξένη γλώσσα 3	25	3794	2	III	655	24	116,3	2791,2	5582,4	52,5	2346,397	4.692,79
	Αιθοουσα γυμνασίου 12	37	7534	3	III	655	22	116,3	2558,6	7675,8	52,5	2150,864	6.452,59
	Αιθοουσα γυμνασίου 11	39	5311	3	III	655	18	116,3	2093,4	6280,2	52,5	1759,797	5.279,39
	Αιθοουσα γυμνασίου 10	37	5172	3	III	655	18	116,3	2093,4	6280,2	52,5	1759,797	5.279,39
	Διάδρομος	220	24991	9	III	1000	24	151,19	3628,56	32657,04	52,5	3050,316	27.452,84
	WC	14	3073	3	II	1000	18	104,67	1884,06	5652,18	52,5	1583,818	4.751,45
		628	91334							111345,62			88.850,22
	Συγκεντρωτικά κτιρίου	**1811**	**260640**	**124**						**322802,28**			**266.609,32**

Από τον πίνακα 3 προκύπτει, ότι η εγκατάσταση είναι οριακά σχεδιασμένη για την κάλυψη των απωλειών ήτοι σημαίνει ότι για την κάλυψη του 100% των φορτίων για την δυσμενέστερη ημέρα σχεδιασμού ο λέβητας θα πρέπει να προσάγει στο δίκτυο νερό θερμοκρασίας 80°C.

6.4 Επιλογή ισχύος λέβητα

Από τις δύο προηγούμενες ενότητες προκύπτει ότι

α) οι πραγματικές απώλειες για τις δυσμενέστερες συνθήκες ανέρχονται σε 260kW

β) τα θερμαντικά σώματα της υφιστάμενης εγκατάστασης είναι ικανά να καλύψουν τις ανάγκες των θερμαινόμενων χώρων και έχουν ονομαστική αποδιδόμενη ισχύ 322kW και σε συνήθεις συνθήκες σχεδιασμού 267kW.

Στην υφιστάμενη κατάσταση, αν προσθέσουμε τα 58kW των χώρων που εξυπηρετούνται από την αντλία θερμότητας και δεν περιλαμβάνονται στον πίνακα 3, προκύπτει ότι συνολικά για το κτίριο αν εξυπηρετούταν στο σύνολό του από λέβητα πετρελαίου θα έπρεπε η ισχύς του να ήταν κατά μέγιστο 318kW + 25% ήτοι 400kW και όχι 525kW που είναι η ισχύς του υφιστάμενου λέβητα.

Για την νέα εγκατάσταση υπολογίζοντας 25% για απώλειες στον λέβητα αλλά και στο δίκτυο διανομής, το οποίο σημειώνεται ότι θα μονωθεί, προκύπτει απαίτηση για εγκατεστημένη ισχύ στον λέβητα 260kW+25% = 325kW.

Επιλέγεται λέβητας ονομαστικής ισχύς 325kW.

Για την εγκατάσταση του λέβητα θα γίνουν οι παρακάτω ενέργειες .

α) θα απεγκατασταθεί ο υφιστάμενος και μαζί με τον κυκλοφορητή θα μεταφερθούν σε σημείο που θα ορίσει η επιβλέπουσα αρχή, σε οποιαδήποτε απόσταση αλλά εντός των γεωγραφικών ορίων του Δήμου Αλεξάνδρειας

β) θα μεταφερθεί ο ηλεκτρικός πίνακας σε νέα θέση αριστερά της αριστερής πόρτας του λεβητοστασίου

γ) θα εγκατασταθεί ο νέος λέβητας (θα πρέπει να τηρούνται τα αναφερόμενα στον κτιριοδομικό κανονισμό για τον χώρο εγκατάστασης του λέβητα)

δ) θα συνδεθεί ο λέβητας με τους υφιστάμενους συλλέκτες και θα γίνουν οι απαραίτητες μετακινήσεις και αλλαγές κατεύθυνσης των σωλήνων όπου αυτό απαιτηθεί.

ε) θα συνδεθεί ο λέβητας με το ηλεκτρικό δίκτυο, με την δεξαμενή πετρελαίου, με την αντιστάθμιση, και με το BMS.

6.5 Επιλογή τύπου λέβητα

Από τον πίνακα 3, και θεωρώντας ότι οι απώλειες είναι ανάλογες της διαφοράς θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων με το εξωτερικό περιβάλλον ΔΘ=20 -(-5)=25°C προκύπτει ότι για κάθε Κέλβιν διαφοράς θερμοκρασίας οι απαιτήσεις του κτιρίου ανέρχονται σε 10500W/K.

Υπολογίζοντας την απόδοση των υφιστάμενων σωμάτων για θερμοκρασία προσαγωγής 60°C και επιστροφής 50°C προκύπτει, ότι στο σύνολο των χώρων που θερμαίνονται με σώματα ακτινοβολίας αυτά μπορούν να αποδώσουν 158kW.

Η ισχύς αυτή θα ήταν ικανοποιητική για να καλύψει διαφορές θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου με εξωτερικό περιβάλλον ΔΘ = 158.000(W)/[10.500(W/K)]= 15K ήτοι για εσωτερική θερμοκρασία 20°C, εξωτερική 5°C.

Πίνακας 4 *Θερμοκρασιακά στοιχεία (θέση Τρίκαλα Ημαθίας)*

Τρίκαλα Ημαθίας												
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24 ώρου	4,7	6,1	9,6	14,4	19,7	24,3	25,9	25,0	21,1	15,8	9,7	5,5
Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας	6,0	7,6	11,0	16,5	22,2	27,3	29,0	27,8	24,5	18,1	11,7	7,8
Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία	9,1	11,1	11,2	16,0	21,3	25,9	27,6	26,9	23,1	17,6	11,1	6,8
Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία	1,5	2,6	5,2	8,,5	13,3	17,2	18,9	18,3	15,2	11,2	6,4	2,8
Μέση απολύτως μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία	18,4	19,5	23,5	26,5	32,4	36,9	38,7	36,8	34,5	29,9	22,6	18,7
Μέση απολύτως ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία	-4,8	-3,3	-0,7	3,3	8,1	12,5	14,9	14,2	10,5	4,9	0,0	-3,6

Από τον πίνακα 4 και από την μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας προκύπτει ότι το σύστημά μας θα λειτουργεί για μεγάλο χρονικό διάστημα του έτους σε θερμοκρασίες προσαγωγής της τάξης των 60°C.

Γίνεται λοιπόν σαφές ότι η επιλογή ενός λέβητα χαμηλών θερμοκρασιών, είναι από ενεργειακής άποψης επιθυμητή. Η προσθήκη δε και εναλλάκτη συμπύκνωσης στην έξοδο των καυσαερίων θα αύξανε περισσότερο την απόδοση του συστήματος αλλά η ιδιαίτερα υψηλή του τιμή στην παρούσα χρονική στιγμή δεν θα μπορούσε να αποσβεστεί με την χρήση.

Συνεπώς για το έργο ***επιλέγεται λέβητας ονομαστικής ισχύς 325kW, χαμηλών θερμοκρασιών, με δυνατότητα μελλοντικής προσθήκης εναλλάκτη συμπύκνωσης στην έξοδο των καυσαερίων.***

Η καμινάδα του λέβητα θα είναι διπλού τοιχώματος από ανοξείδωτο χάλυβα με εσωτερική μόνωση πάχους 30mm. Η καμινάδα του λέβητα θα είναι εσωτερικής διαμέτρου Φ250 διπλού τοιχώματος από ανοξείδωτο χάλυβα με εσωτερική μόνωση πάχους 30mm, θερμικής αγωγιμότητας σε θερμοκρασίες καυσαερίων λ<0,04W/mK. Στο σημείο σύνδεσης της καπνοδόχου με τον λέβητα θα υπάρχει damper που θα κλείνει μόλις σταματάει ο λέβητας. Ο ανάδοχος θα απεγκαταστήσει την υφιστάμενη καμινάδα και θα εγκαταστήσει την νέα με συνολικό μήκος μέχρι 15m. Προσοχή θα δοθεί στην προστασία της καμινάδας και την σύνδεσή της με τον απαραίτητο εξοπλισμό στο σύστημα αντικεραυνικής του κτιρίου.

6.6 Σύνδεση υφιστάμενου συστήματος αντιστάθμισης

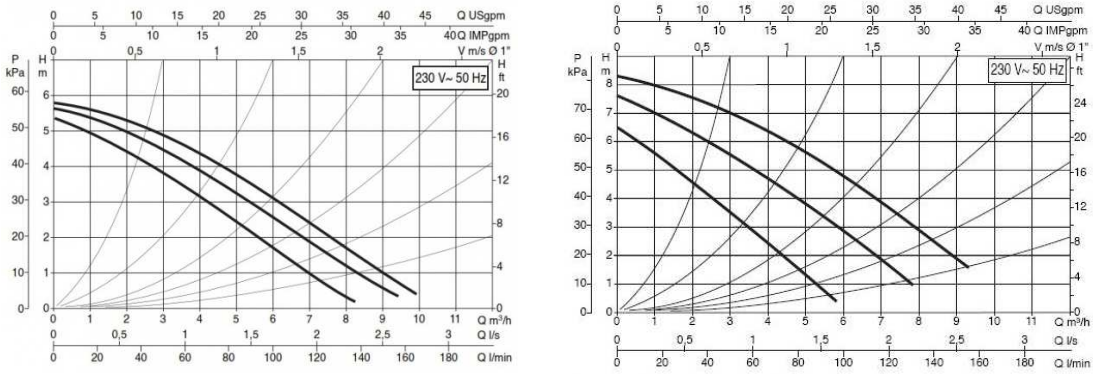
Για τον νέο λέβητα θα εγκατασταθεί το υφιστάμενο σύστημα αντιστάθμισης το οποίο θα δίνει εντολές στον καυστήρα και στην τρίοδο βαλβίδα ενώ θα δέχεται εντολές από αισθητήρια θερμοκρασίας εντός και εκτός του κτιρίου. Τέλος η αντιστάθμιση θα τροποποιηθεί εφόσον χρειαστεί ώστε να διαθέτει πρωτόκολλο επικοινωνίας με BMS.

7. Αντικατάσταση κυκλοφορητών

Για την βελτίωση της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης θα αντικατασταθούν οι κυκλοφορητές σταθερής παροχής με αντίστοιχους μεταβλητής παροχής οι οποίοι θα είναι κατ ελάχιστον ενεργειακής κλάσης Α και θα συνδεθούν στο BMS του κτιρίου.

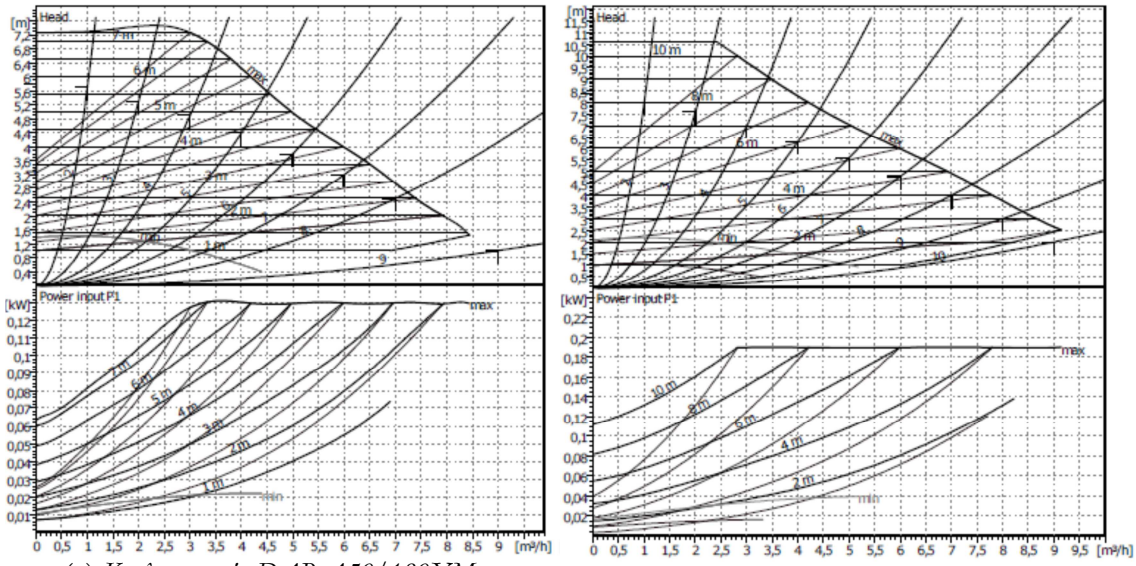
Οι κυκλοφορητές που είναι εγκατεστημένοι στον υφιστάμενο συλλέκτη είναι δύο τύπων. Ο DAB A50/180XM και ο DAB A80/180XM. Στην εικόνα 1 δίνονται οι χαρακτηριστικές των δύο αυτών κυκλοφορητών. Στην εικόνα 2 δίνονται οι χαρακτηριστικές των νέων κυκλοφορητών έχοντας σημειωμένα ανά μονάδα παροχής (1 m^3/h) σημεία της μέγιστης χαρακτηριστικής καμπύλης του κυκλοφορητή.

Εικόνα 1. *Χαρακτηριστικές καμπύλες υφιστάμενων κυκλοφορητών*



(α) *DAB A50/180XM* (β) *DAB A80/180XM*

Εικόνα 2. *Χαρακτηριστικές καμπύλες νέων κυκλοφορητών με inverter (Στην χαρακτηριστική καμπύλη του inverter κυκλοφορητή είναι σημειακά δοσμένη (ανά 1 m3/h) η μέγιστη χαρακτηριστική καμπύλη του αντίστοιχου υφιστάμενου κυκλοφορητή DAB A50/180XM και DAB A80/180XM αντίστοιχα)*



(α) *Κυκλοφορητής DAB A50/180XM* (β) *DAB A80/180XM*

Πίνακας 5. *Τύποι παλαιών αντλιών και χαρακτηριστικά νέων*

Α/Α σχεδίου	Υφιστάμενη αντλία	Χαρακτηριστικά νέας in line αντλίας με inverter		
		Qmax	Hmax	Pmax
	Τύπος	m3/h	mΥΣ	W
K3	DAB A80/180X	10,8	9	190
K4	DAB A50/180X	8,5	7,2	130
K5	DAB A50/180X	8,5	7,2	130
K6	DAB A80/180X	10,8	9	190
K7	DAB A80/180X	10,8	9	190
K8	Νέα αντλία	8,5	7,2	130

Στον πίνακα 5 δίνονται οι τύποι των παλαιών κυκλοφορητών και τα χαρακτηριστικά των νέων in line αντλιών.

Οι νέοι κυκλοφορητές θα συνδεθούν με το ηλεκτρικό δίκτυο, και με τους αυτοματισμούς του λέβητα και με το BMS.

8. Θερμοστατικές κεφαλές στα θερμαντικά σώματα

Στα θερμαντικά σώματα όλων των χώρων, όπως φαίνεται και στα σχέδια της μελέτης θα τοποθετηθούν θερμοστατικές κεφαλές με δίοδη ηλεκτροκίνητη βαλβίδα. Οι θερμοστατικές κεφαλές θα φέρουν κομβίο εξοικονόμησης στους 20°C και θέση off, με κλίμακα ρύθμισης 8-28°C. Οι θερμοστατικοί διακόπτες, οι κεφαλές και τα αισθητήρια θα φέρουν σήμανση CE και θα συνοδεύονται από εγγύηση τουλάχιστον 5 ετών.

9. Θερμική μόνωση δικτύων

Τα υφιστάμενα δίκτυα οι διάμετροι των οποίων φαίνονται στα σχέδια (μπορεί να υπάρχει απόκλιση +/- ¼" κάτι που θα πρέπει να λάβει υπόψη του ο ανάδοχος πριν την προσφορά και δεν θα εγείρει πρόσθετες αξιώσεις),

Όλες οι σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής ζεστού ή/και κρύου νερού θα μονωθούν προς αποφυγή τόσο θερμικών απωλειών, όσο και εμφάνισης συμπυκνωμάτων πάνω στις ψυχρές επιφάνειές τους. Η μόνωση των σωληνώσεων θα εκτελεστεί με κογχύλια από ειδικό συνθετικό μονωτικό υλικό και επικάλυψη αλουμινίου

Το μονωτικό υλικό θα έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ< 0,040W/(mK) (στους 20°C)

Για το τμήμα του δικτύου που οδεύει εκτός του κτιρίου το πάχος των μονωτικών κογχυλιών θα είναι 9mm για διαμέτρους μέχρι DN20, 11mm για διαμέτρους μέχρι DN40, 13mm για διαμέτρους DN80 και 19mm για μεγαλύτερες.

10. Σημείωση

Τα αναγραφόμενα στην μελέτη θέρμανσης και ψύξης καθώς και οι υπολογισμοί των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου, ισχύουν μόνο και εφόσον γίνουν οι επεμβάσεις στην θερμομόνωση του κελύφους ήτοι προσθήκη θερμομόνωσης με ορυκτοβάμβακα πάχους 10cm με λ=0,037W/mK στην οροφή εντός της στέγης και βαφή του συνόλου του κελύφους με θερμομονωτική βαφή. Χαρακτηριστικά των ανωτέρω υπάρχουν σε μελέτη που έχει κατατεθεί στον Δήμο Αλεξάνδρειας.

Ο συντάκτης Μηχανικός

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΘΕΟΦΙΛΟΓΙΑΝΝΑΚΟΣ
Δρ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ & ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Η/Υ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. / ΑΡ. ΜΗΤΡ. 94009
ΕΥΡΥΒΙΑΣ 2 - 54250 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΤΗΛ. 2310/302700 & 6972 776567
Α.Φ.Μ. 128055602 - Δ.Ο.Υ. Ζ' ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ