



Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ
ΣΕ ΕΝΑ ΣΤΑΘΜΟ ΜΕΤΡΟ

Επιβλέπων Καθηγητής: ΚΑΜΙΝΑΡΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ, Επίκουρος Καθηγητής

Σπουδαστές: ΤΣΙΡΕΠΙΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ AM: 36193
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ AM: 35932

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΑΙΓΑΛΕΩ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2014

Copyright © Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε από τους φοιτητές Τσιρέπα Ιωάννη και Αλεξόπουλο Αθανάσιο στο Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά (Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ) κάτω από την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή, Καμινάρη Σταύρο, του τμήματος της ηλεκτρολογίας.

Στον κύριο Καμινάρη Σταύρο οφείλουμε τις θερμότερές μας ευχαριστίες για την καθοδήγηση και την υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια της διεκπεραίωσης της παρούσας πτυχιακής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να απευθύνουμε σε όλο το προσωπικό του τμήματος μελετών του Μετρό και ιδιαίτερα στους κυρίους, Μουρλά Κωνσταντίνο και Σοκολάκη Ιωάννη για το αμείωτο ενδιαφέρον, την συμπαράσταση και την προθυμία τους να μας βοηθήσουν σε οποιοδήποτε πρόβλημα προέκυπτε είτε αυτό αφορούσε το θεωρητικό είτε το τεχνικό κομμάτι.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς και τα αδέρφια μας για όλη την συνεχή συμπαράσταση, την αγάπη και την κατανόηση που έδειξαν όλον αυτό τον καιρό.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	3
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	6
SUMMARY	7
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ ΟΡΟΛΟΓΙΣ	8
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ.....	10
1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΣΥΡΜΟΥΣ, ΕΠΙΒΑΤΕΣ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	11
1.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΗVAC ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ / ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	19
2.1 Διάρκεια Ζωής του Συστήματος.....	19
2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ.....	19
2.2.1 Γενική Περιγραφή.....	19
2.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ – (ΠΡΟΤΥΠΑ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ).....	20
2.3.1 Απαιτήσεις μελέτης φρεάτων αερισμού.....	20
2.3.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού φρεάτων αερισμού.....	22
2.3.3 Απαιτήσεις Συστημάτων Ανεμιστήρων Απαγωγής Αέρα κάτω από την Αποβάθρα (UPE) και Απαγωγής Αέρα Επάνω από την Τροχιά (OTE).....	23
2.3.4 Απαιτήσεις αερισμού σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.....	25
2.3.5 Απαιτήσεις αερισμού σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης - Έλεγχος καπνού.....	25
2.4 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ / ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΣΗΡΑΓΓΩΝ – ΗVAC.....	28
2.4.1 Συνθήκες αέρα μελέτης εξωτερικών χώρων.....	28
2.4.2 Συνθήκες αέρα μελέτης εσωτερικών χώρων.....	28
2.4.3 Νωπός Αέρας και Ρυθμός Αλλαγών Αέρα.....	30
2.4.4 Ταχύτητες Αέρα.....	31
2.4.5 Πιέσεις Αέρα.....	33
2.4.6 Φιλτράρισμα αέρα.....	33
2.4.7 Πυραντοχή.....	33
2.4.8 Απαιτήσεις Μελλοντικής Ψύξης – Κλιματισμού.....	34
2.4.9 Αποδοτικότητα συστήματος UPE / OTE.....	34
2.4.10 Λειτουργία υπό συνθήκες συνωστισμού.....	34
2.4.11 Λειτουργία σε κατάσταση συντήρησης.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	40
5.1 ΨΥΚΤΕΣ ΝΕΡΟΥ (CU1) – ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΙ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ	40
5.1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	40
5.1.2 ΥΛΙΚΑ.....	41
5.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HP)- ΑΕΡΑ / ΝΕΡΟΥ, ΑΕΡΑ / ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	42
5.2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	42
5.2.2 ΥΛΙΚΑ.....	42
5.3 ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (CCU).....	44
5.3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	44
5.3.2 ΥΛΙΚΑ.....	44
5.4 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ – ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ (FCU).....	45
5.4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	45
5.4.2 ΥΛΙΚΑ.....	46
5.5 ΜΕΓΑΛΟΙ ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ.....	47
5.5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	47
5.5.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ.....	51
5.5.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ.....	51
5.6 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΙ ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ, ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ.....	53
5.6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	53
5.7 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ.....	55
5.7.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	55
5.7.2 ΠΥΡΑΝΤΟΧΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΡΕΩΣ ΤΥΠΟΥ (MFD).....	55
5.7.3 ΠΥΡΑΝΤΟΧΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΕΛΑΦΡΟΥ ΤΥΠΟΥ (FD-M).....	56
5.8 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗΣ.....	58
5.8.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	58
5.8.2 ΥΛΙΚΑ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	58
5.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	61
5.9.1 Ισχύς Κινητήρων.....	62
5.9.2 Ονομαστική Ένταση Ρεύματος ανά Γραμμή.....	62
5.9.3 Μέθοδος προσδιορισμού της διατομής αγωγών.....	64
5.9.4 Πτώση τάσης τριφασικής γραμμής.....	66
5.9.5 Υπολογισμός ειδικής αντίστασης χαλκού.....	66
5.9.6 Μέγιστη πτώση τάσης.....	66

5.9.7	Διατομή αγωγών σε φορτία κίνησης.....	66
5.9.8	Ελάχιστη διατομή αγωγών.....	68
5.9.9	Διατομή αγωγών ουδετέρου και γείωσης.....	68
5.10	Προσδιορισμός της διατομής και του είδους των αγωγών.....	69
5.10.1	ΓΡΑΜΜΗ #1 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.1).....	69
5.10.2	ΓΡΑΜΜΗ #2 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.2).....	70
5.10.3	ΓΡΑΜΜΗ #3 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFB.1).....	71
5.10.4	ΓΡΑΜΜΗ #4 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFB.1).....	72
5.10.5	ΓΡΑΜΜΗ #5 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTEΑ.1).....	73
5.10.6	ΓΡΑΜΜΗ #6 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTEΑ.2).....	74
5.10.7	ΓΡΑΜΜΗ #7 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTEΒ.1).....	75
5.10.8	ΓΡΑΜΜΗ #8 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTEΒ.2).....	76
5.10.9	ΓΡΑΜΜΗ #9 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.1).....	77
5.10.10	ΓΡΑΜΜΗ #10 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.2).....	78
5.11	Πίνακας με τις διατομές διατομής και το είδους αγωγών.....	79
5.12	Εισαγωγή στα όργανα προστασίας και ελέγχου.....	80
5.12.1	Ασφάλειες.....	80
5.12.2	Διακόπτες γραμμών.....	81
5.12.3	Θερμικά ρελέ.....	81
5.12.4	Σύστημα εκκίνησης κινητήρων.....	83
5.12.5	Αυτόματοι διακόπτες.....	83
5.13	Υπολογισμός οργάνων προστασία και ελέγχου.....	84
5.13.1	ΓΡΑΜΜΗ #1 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.1).....	84
5.13.2	ΓΡΑΜΜΗ #2 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.2).....	84
5.13.3	ΓΡΑΜΜΗ #3 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSF B.1).....	85
5.13.4	ΓΡΑΜΜΗ #4 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSF B.2).....	85
5.13.5	ΓΡΑΜΜΗ #5 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTE A.1).....	86
5.13.6	ΓΡΑΜΜΗ #6 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTE A.2).....	86
5.13.7	ΓΡΑΜΜΗ #7 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTE B.1).....	87
5.13.8	ΓΡΑΜΜΗ #8 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (OTE A.1).....	87
5.13.9	ΓΡΑΜΜΗ #9 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.1).....	88
5.13.10	ΓΡΑΜΜΗ #10 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.1).....	88
5.13.11	Πίνακας οργάνων προστασία και ελέγχου.....	89
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΣΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.....		90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ.....		95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :.....		99

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Στοιχεία Εξοπλισμού.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Απαιτήσεις Ισχύος Εξοπλισμού.....	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Απαιτήσεις Εντάσεων Εξοπλισμού.....	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (ΕΛΟΤ HD384/52-K1).....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Συντελεστής διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος (ΕΛΟΤ HD384/52-Δ1).....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Συντελεστής διόρθωσης για ομαδοποίηση κυκλωμάτων (ΕΛΟΤ HD384/52-E1).....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Διατομή αγωγού ουδετέρου ή γείωσης σε σχέση με τη διατομή των αγωγών φάσης.....	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Διατομή και είδος αγωγών.....	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. Ονομαστικές εντάσεις ρεύματος ασφαλειών για αντίστοιχες διατομές αγωγών.....	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 10. Περιοχή ρύθμιση και τύπος θερμικών ρελέ.....	82
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. Μέγιστο ρεύμα για απευθείας εκκίνηση κινητήρων.....	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 12. Τα όργανα προστασίας των γραμμών και των κινητήρων.....	89

SUMMARY

The purpose of this study is to define minimum electrical requirements of tunnel ventilation systems and HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) in a random subway station (tunnels and shafts).

The tunnel ventilation systems and HVAC are referred as Main Project Environmental Control Systems (ECS). System Automation and Control Building (BACS) are used for monitoring and control of tunnel ventilation systems and HVAC, and other electrical / mechanical systems.

Facilities and Tunnel Ventilation System HVAC will control the environmental conditions within the infrastructure of Metro facilities, which should be suitable for easy movement of passengers and staff, and the proper functioning of all equipment installed in all Sites. The facilities of the system will also provide ventilation and smoke extraction in stations and tunnels in emergencies when needed.

Keywords: metro, tunnel ventilation, HVAC, ECS, BACS, ELOT HD384.

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ ΟΡΟΛΟΓΙΕΣ

- A/C**- Κλιματισμός (AirCondition)
- ATIM**- Αυτόματο Μηχάνημα Έκδοσης Εισιτηρίων
- BACS**- Σύστημα Αυτοματισμού και Ελέγχου Κτηρίων
(BuildingAutomationControlSystem)
- BSF** - Ανεμιστήρες Φρεάτων Εκτόνωσης (BlastShaftFans)
- DFD**- Μελέτη Εφαρμογής (DataFlowDiagram)
- ECS**- Σύστημα Ελέγχου Περιβάλλοντος (EnvironmentalControlSystem)
- FB** - Κιτίο Πυροσβέστη
- HVAC**- Θέρμανση, Αερισμός, Κλιματισμός (HeatingVentilationAirCondition)
- JET**- Απαγωγή αέρα / καπνού από τις σήραγγες
- LAS**- Υποσταθμός Φωτισμού & Βοηθητικών Εγκαταστάσεων
(Lighting&AuxiliarySubstation)
- MVP** - Πίνακες Μέσης τάσης (Middle Voltage Plant)
- OTE**- Απαγωγή αέρα / καπνού Πάνω από τις Τροχιές
- SAC**- Απαγωγή καπνού / Προσαγωγή μελλοντικού κλιματισμού
- SMR** - Αίθουσα Υπεύθυνου Σταθμού (σταθμαρχείο)
- UPE**- Απαγωγή αέρα Κάτω από τις Αποβάθρες
- AMEE** - Αυτόματα Μηχανήματα Έκδοσης Εισιτηρίων)
- ΚΕΛ** - Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας ηλεκτρολογικής μελέτης είναι να καθορίσει τις ελάχιστες απαιτήσεις των συστημάτων Αερισμού Σηράγγων και HVAC (Θέρμανσης, Αερισμού και Κλιματισμού) εντός ενός τυχαίου σταθμού του μετρό (των σηράγγων, και των φρεάτων).

Τα συστήματα Αερισμού Σηράγγων και HVAC αναφέρονταν στο Βασικό Έργο ως Συστήματα Ελέγχου Περιβάλλοντος (ECS). Το Σύστημα Αυτοματισμού και Ελέγχου Κτηρίων (BACS) χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συστημάτων Αερισμού Σηράγγων και HVAC, καθώς και για άλλα Η/Μ συστήματα.

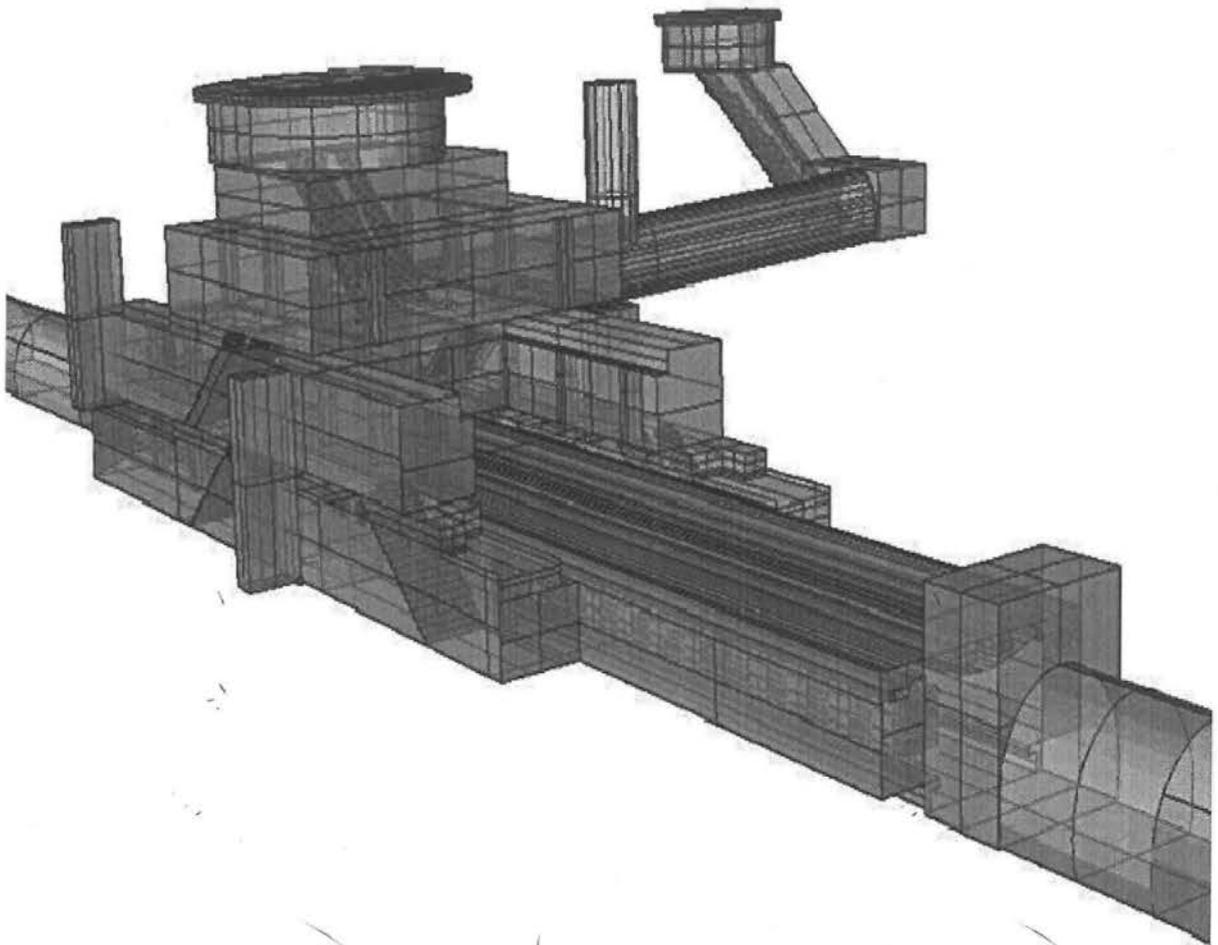
Οι εγκαταστάσεις του Συστήματος Αερισμού Σηράγγων και HVAC θα ελέγχουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες μέσα στις εγκαταστάσεις υποδομής του Μετρό, οι οποίες θα πρέπει να είναι κατάλληλες για την άνετη διακίνηση των επιβατών και του προσωπικού, καθώς και την ορθή λειτουργία του συνόλου του εγκατεστημένου εξοπλισμού σε όλες τις τοποθεσίες. Οι εγκαταστάσεις του συστήματος θα παρέχουν επίσης αερισμό και απαγωγή καπνού σε σταθμούς και σήραγγες σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης όποτε αυτό απαιτείται.

Λέξεις κλειδιά: μετρό, εξαερισμός σήραγγας, έλεγχος περιβάλλοντος, αυτοματισμός κτηρίων, ΕΛΟΤ HD384.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ.

Οι χώροι των σταθμών χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: Κοινόχρηστοι χώροι, χώροι Προσωπικού και χώροι Εξοπλισμού ή Τεχνικών Εγκαταστάσεων. Οι χώροι αυτοί περιγράφονται παρακάτω:

- Οι Κοινόχρηστοι χώροι αποτελούνται από τις αποβάθρες, τους χώρους έκδοσης και ελέγχου εισιτηρίων, τα κλιμακοστάσια, τις προσβάσεις, ημιώροφους, κλπ., και χρησιμοποιούνται από τους επιβάτες του Μετρό. Οι χώροι αυτοί αερίζονται έμμεσα από το σύστημα Αερισμού Σηράγγων και από τη συνεχή διακίνηση του αέρα λόγω του φαινομένου του εμβόλου από τα τρένα.
- Οι χώροι Προσωπικού αποτελούνται από τους χώρους των σταθμών που καταλαμβάνονται από το προσωπικό του Μετρό, συμπεριλαμβανομένων των χώρων ανάπαυσης και τυχόν καταστημάτων. Οι εν λόγω χώροι θα διαθέτουν συστήματα αερισμού και κλιματισμού (HVAC) όπως ορίζεται. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται και οι χώροι προσωπικού συντήρησης.
- Οι χώροι Εξοπλισμού ή Τεχνικών Εγκαταστάσεων είναι χώροι στους οποίους έχουν εγκατασταθεί μηχανήματα και εξοπλισμός ελέγχου για τη λειτουργία του Μετρό, σε σταθμούς, σε φρέατα και εσοχές σήραγγας. Οι χώροι αυτοί θα διαθέτουν σύστημα αερισμού. Ορισμένοι χώροι ευαίσθητου εξοπλισμού θα διαθέτουν και σύστημα κλιματισμού, όπως απαιτείται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές λειτουργίας εξοπλισμού.



1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΣΥΡΜΟΥΣ, ΕΠΙΒΑΤΕΣ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Τα παρακάτω στοιχεία αφορά τους συρμούς.

Στοιχεία Συρμών :

• Χρονοαπόσταση μελέτης	180 sec
• Χρονοαπόσταση συρμών (εργάσιμες ημέρες)	600 sec (05:30 έως 06:00 hrs) 300 sec (06:00 έως 07:30 hrs) 180 sec (07:30 έως 10:00 hrs) 300 sec (10:00 έως 14:00 hrs) 180 sec (14:00 έως 16:30 hrs) 300 sec (16:30 έως 22:30 hrs) 600 sec (22:30 έως 24:00 hrs) ώρες μη λειτουργίας (24:00 έως 5:30 hrs)
• Αριθμός οχημάτων ανά συρμό	6 (4 κατευθυντήρια οχήματα και 2 ρυμουλκά)
• Μήκος Συρμού	106m
• Περίμετρος Συρμού	11,8m

• Μετωπική επιφάνεια συρμού	9.2 m ²	
• Συντελεστής απώλειας πίεση της μύτης του συρμού	0.25	
• Ταχύτητα Συρμού (αεροδυναμική)	30mm	
• Μέγιστη ταχύτητα	80 km/h	
• Μάζα Συρμού	248000 kg	(χρονοαπόσταση 180 sec)
	221000 kg	(χρονοαπόσταση 300 sec)
	197000 kg	(χρονοαπόσταση 600 sec)
	182000 kg	(άδειος)
• Χρόνος Παραμονής Συρμού	25 sec	
• Ποσοστό ενέργειας έλξης παρεχομένης ως θερμότητας	10%	
• Ποσοστό ενέργειας πέδησης παρεχόμενης ως θερμότητας	84%	(16% αναπαραγωγή ισχύος)
• Βοηθητικό φορτίο θερμότητας συρμού	70 KW	
• Φορτία θερμότητας κλιματισμού συρμού	48 KW ανά όχημα	(288 KW ανά συρμό)
• Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κλιματισμού συρμού	20 KW ανά όχημα	(120 KW ανά συρμό)
• Θόρυβος φερόμενος από τους συρμούς	83 dBA	(κινούμενος με 65 km/h)
	65 dBA	(σε στάση)

Στοιχεία Επιβατών :

• Αριθμός επιβατών ανά σύρμό	1036 (μέγιστος αριθμός σε ώρες αιχμής με 5 επιβάτες/m ²)
• Μέσος χρόνος αναμονής επιβατών σε σταθμό(χρονοαπόσταση 180 sec)	90 sec
• Μέγιστος αριθμός επιβατών σε αναμονή στις αποβάθρες σε ώρες αιχμής	500
• Μέγιστος αριθμός επιβατών σε αναμονή στο χώρο υποδοχής κοινού σε ώρες αιχμής	50

1.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΗΝΒΑC ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Οι ακόλουθοι χώροι των σταθμών θα αερίζονται και θα κλιματίζονται όπως απαιτείται. Λεπτομέρειες παρέχονται παρακάτω.

Χώροι

- Αίθουσα ΑΜΕΕ (Αυτόματα Μηχανήματα Εκδοσης Εισιτηρίων)
- Χώροι υγιεινής (WC) κοινού
- Εκδοτήριο εισιτηρίων
- Αίθουσα Υπευθύνου Σταθμού
- Αίθουσα ανάπαυσης προσωπικού
- Αίθουσα αποδυτηρίων προσωπικού
- Χώροι υγιεινής (WC) προσωπικού
- Αίθουσα καθαριστριών
- Αποθήκες
- Αίθουσα οδηγών τερματικού σταθμού
- Αίθουσες Υποσταθμού Φωτισμού & Βοηθητικής Ισχύος (LAS)

και Αίθουσες Πινάκων

- Αίθουσες σηματοδότησης και τηλεπικοινωνιών
- Αίθουσες κινητής τηλεφωνίας
- Αντλιοστάσιο
- Δεξαμενή υπόγεια
- Μηχανοστάσιο κλιματισμού
- Αίθουσα συσσωρευτών
- Αίθουσα Υποσταθμού Ανορθωτών
- Αίθουσα ΔΕΗ
- Αίθουσα Πυρόσβεσης
- Αίθουσα Διακοπών Μέσης Τάσης (MVP) 20 KV
- Αίθουσα Παροχής Ύδατος
- Εφεδρικές αίθουσες
- Φρέαρ ή/και Μηχανοστάσιο Ανελκυστήρα
- Αίθουσα ηλεκτρολογικών πινάκων
- Αίθουσα συνεργείων συντήρησης
- Εσοχές σήραγγας
- Κλιμακοστάσια διαφυγής
- Διάκενα διαφραγματικών τοίχων

Αίθουσα ΑΜΕΕ : Απαιτείται απαγωγή αέρα με ελεύθερη προσαγωγή φιλτραρισμένου νεπού αέρα πάνω από τα ΑΜΕΕ.

Χώροι υγιεινής : Ξεχωριστός ανεμιστήρας θα απάγει τον αέρα από τους χώρους υγιεινής του κοινού και του προσωπικού. Το άνοιγμα απόρριψης αέρα στο επίπεδο οδού θα πρέπει να τοποθετηθεί με ιδιαίτερη φροντίδα, λόγω του γεγονότος ότι ο αέρας που απορρίπτεται δεν

είναι καθαρός. Ο συνδυασμός του αεραγωγού απόρριψης αυτού του συστήματος απαγωγής αέρα, με άλλους, για τη μείωση του ποσοστού του ακάθαρτου αέρα είναι αποδεκτός.

Αίθουσα Υπεύθυνου Σταθμού : Οι αίθουσες αυτές θα κλιματίζονται μέσω μονάδων ανεμιστήρων-στοιχείων που θα βρίσκονται καλυμμένες πάνω από την αναρτημένη ψευδοροφή και θα είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο ψυχρού/θερμού ύδατος που εξυπηρετείται από αντλία θερμότητας αέρα / νερού, συνήθως τοποθετημένη στο χώρο (3.7). Ο απαιτούμενος νωπός αέρας θα φιλτράρεται και θα παρέχεται στην αίθουσα ή θα συνδέεται απ' ευθείας στην μονάδα ανεμιστήρα στοιχείου, με απόρριψη μέσω επίτοιχου στομίου, ή με σύστημα απαγωγής που συνδυάζεται και με άλλες αίθουσες προσωπικού. Δεν επιτρέπεται η χρήση ηλεκτρικής θέρμανσης (με αντιστάσεις ρύθμιση της θερμοκρασίας και η επιλογή θέρους / χειμώνα θα διενεργείται από το σύστημα BACS. Απαιτείται η χρήση πυροδιαφραγμάτων.

Εκδοτήριο εισιτηρίων : ισχύει ότι και για την Αίθουσα Υπεύθυνου Σταθμού χωρίς να απαιτείται η χρήση πυροδιαφραγμάτων.

Αίθουσα ανάπαυσης προσωπικού : ισχύει ότι και για την Αίθουσα Υπεύθυνου Σταθμού .

Αίθουσα αποδυτηρίων προσωπικού : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού.

Αίθουσα καθαριστριών : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού.

Αποθήκες : θα διαθέτουν βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού.

Αίθουσα οδηγών τερματικού σταθμού : ισχύει ότι και για την Αίθουσα Υπεύθυνου Σταθμού

Υποσταθμός Φωτισμού & Βοηθητικής Ισχύος και Αίθουσες Πινάκων : Οι ανεμιστήρες απαγωγής αέρα στις αίθουσες ηλεκτρολογικού εξοπλισμού θα αποβάλουν την θερμότητα που εκλύεται από τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό. Η θερμοκρασία των χώρων θα ελέγχεται θερμοστατικά μέσω αισθητήρων θερμοκρασίας στις αίθουσες Υποσταθμού Φωτισμού και Βοηθητικής Ισχύος καθώς και στις αίθουσες Ανορθωτών και θα συνδέονται με τα συστήματα πυρανίχνευσης και αυτόματης πυρόσβεσης των ανωτέρω αιθουσών όπως απαιτείται. Η απαγωγή αέρα στις αίθουσες αυτές θα πραγματοποιείται μέσω μεταλλικών αεραγωγών απαγωγής με ικανό αριθμό στομίων, ομοιόμορφα κατανεμημένων. Ο φιλτραρισμένος νωπός αέρας της αίθουσας θα διοχετεύεται σε αυτήν μέσω ανοίγματος προσαγωγής αέρα που θα διαθέτει φίλτρα. Ο ανεμιστήρας απαγωγής για την αίθουσα αυτή μπορεί να προορίζεται αποκλειστικά για την αίθουσα αυτή ή να συνδυάζει την λειτουργία του με απαγωγή αέρα και από άλλες αίθουσες τεχνικού εξοπλισμού, όπως ο υποσταθμός ανόρθωσης, οι αίθουσες σηματοδότησης / τηλεπικοινωνιών, οι παρακείμενες αίθουσες συσσωρευτών, και άλλες. Ο ανεμιστήρας μπορεί να τοποθετηθεί εντός της αίθουσας αυτής. Θα υπάρχει μανδάλωση μεταξύ του αερισμού της αίθουσας αυτής και των συστημάτων πυρανίχνευσης και αυτόματης πυρόσβεσης. Μέσα στους δύο αυτούς χώρους υπάρχουν μεγάλοι ηλεκτρολογικοί πίνακες διανομής, μεγάλοι μετασχηματιστές και πληθώρα εσχάρων καλωδίων, και για αυτόν τον λόγο οι υπερκείμενοι αεραγωγοί αερισμού πρέπει να έχουν τις μικρότερες δυνατές διατομές και έτσι η ταχύτητα αέρα προβλέπεται έως 10m/s για τους χώρους αυτούς. Ο κύριος ανεμιστήρας απαγωγής αέρα,

απαιτείται να λειτουργεί με δύο ταχύτητες και συνεπώς θα είναι εξοπλισμένος με μετατροπέα συχνότητας. Ο ανεμιστήρας παροχής αέρα, όπου υπάρχει, θα είναι επίσης εξοπλισμένος με μετατροπέα συχνότητας για λειτουργία με μεταβλητή ταχύτητα. Οι κινητήρες των ανεμιστήρων θα έχουν 25% περισσότερη διαθέσιμη ισχύ από την απορροφώμενη ισχύ του ανεμιστήρα στην υψηλή ταχύτητα.

Αίθουσα Σηματοδότησης και Τηλεπικοινωνιών : Η Αίθουσα Σηματοδότησης και Τηλεπικοινωνιών θα κλιματίζεται από αυτόνομη κλιματιστική μονάδα κλειστού ελέγχου απ' ευθείας εκτόνωσης. Ο αέρας θα διοχετεύεται στον χώρο με θερμομονωμένο δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής και ο επιστρεφόμενος αέρας θα γίνεται από το χαμηλότερο σημείο της μονάδας. Ο απαιτούμενος νωπός αέρας θα φιλτράρεται και θα διοχετεύεται στην κλιματιστική μονάδα. Ο απορριπτόμενος αέρας θα διοχετεύεται στη διπλανή αίθουσα συσσωρευτών μέσω στομίου μεταφοράς αέρα, ώστε να ψύχεται και αερίζεται εμμέσως και η αίθουσα συσσωρευτών. Ο αερισμός και ο κλιματισμός της αίθουσας αυτής θα σχεδιαστεί από κοινού και θα υπάρχει μανδάλωση με τα συστήματα πυρανίχνευσης και αυτόματης πυροπροστασίας. Ο συμπυκνωτής της κλιματιστικής μονάδας μπορεί να εγκατασταθεί μέσα στο φρέαρ απαγωγής του συστήματος UPE.

Αίθουσα κινητής τηλεφωνίας : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φίλτραρισμένου νωπού αέρα.

Αντλιοστάσιο όμβριων και λυμάτων : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φίλτραρισμένου νωπού. Ο ανεμιστήρας θα έχει την ικανότητα να λειτουργεί σε 24ωρη βάση και να συμμορφώνεται προς τις απαιτήσεις στάθμης θορύβου. Το άνοιγμα απόρριψης αέρα στη στάθμη οδού θα πρέπει να τοποθετηθεί με ιδιαίτερη φροντίδα, λόγω του γεγονότος ότι ο αέρας που απορρίπτεται δεν είναι καθαρός.

Αίθουσα μελλοντικής ψύξης : Η αίθουσα αυτή περιλαμβάνει συνήθως αντλία θερμότητας ή ψύκτη νερού για την αίθουσα προσωπικού και επιλεγμένες αίθουσες τεχνικού εξοπλισμού, τούς ανεμιστήρες UPE/OTE, έναν ανεμιστήρα προσαγωγής σταθμού με αέρα για την αίθουσα προσωπικού και άλλες αίθουσες, ανεμιστήρα χώρων υγιεινής, ηλεκτρικό πίνακα για ανεμιστήρες και άλλο βοηθητικό εξοπλισμό καθώς και προβλέψεις για την εγκατάσταση του μελλοντικού εξοπλισμού κλιματισμού για τις αποβάθρες του σταθμού.

Αίθουσα συσσωρευτών : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα. Ο κλιματιζόμενος αέρας θα παρέχεται μέσω μεταφοράς από τους γειτονικούς κλιματιζόμενους χώρους. Σε μερικές περιπτώσεις, η αίθουσα αυτή θα είναι εξοπλισμένη με αυτόνομο διαιρούμενο ψυκτικό μηχάνημα απ' ευθείας εκτόνωσης. Όλοι οι συσσωρευτές θα είναι ξηρού, σφραγισμένου τύπου. Σε περίπτωση συσσωρευτών μολύβδου με τοξικά υγρά, θα τοποθετηθεί ξεχωριστός ανεμιστήρας και σύστημα αγωγών με προστασία έναντι διάβρωσης. Ο αερισμός της αίθουσας αυτής θα μανδαλώνεται με το σύστημα πυρανίχνευσης.

Αίθουσα Υποσταθμού Ανόρθωσης : θα διαθέτει μεταλλικούς αεραγωγούς απαγωγής αέρα με ικανό αριθμό στομίων ομοιόμορφα κατανομημένων. Ο νωπός αέρας στην αίθουσα θα εισάγεται από στόμιο προσαγωγής που διαθέτει φίλτρο και διάφραγμα απομόνωσης. Ο ανεμιστήρας απαγωγής αέρα μπορεί να τοποθετηθεί μέσα στην αίθουσα αυτή και πιθανώς θα ενσωματώνει τις απαιτήσεις απαγωγής αέρα και άλλων αιθουσών Τεχνικού / ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Ο αερισμός της αίθουσας αυτής θα πρέπει αν συνδέεται με τα συστήματα πυρανίχνευσης και αυτόματης πυρόσβεσης.

Αίθουσα ΔΕΗ : η ΔΕΗ απαιτεί μόνο φυσικό αερισμό. Παρ' όλα αυτά εάν η αίθουσα είναι χωροθετημένη υπογείως και επιβάλλεται από τις συνθήκες σχεδιασμού, θα εγκατασταθεί βεβιασμένη απαγωγή ή προσαγωγή αέρα, με ποσότητες αέρα τυπικές για τεχνικούς χώρους.

Αίθουσα Πυρόσβεσης : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού, η οποία θα μπορούσε να εξυπηρετεί και άλλες αίθουσες με τεχνικό εξοπλισμό.

Αίθουσα Διακοπών Μέσης Τάσης (MVP) 20 KV: θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού.

Αίθουσα Παροχής Ύδατος : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού.

Εφεδρικές αίθουσες : Γενικά θα διαθέτουν βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού.

Φρέαρ ή/και μηχανοστάσιο ανελκυστήρα : τα μηχανοστάσια αυτά θα διαθέτουν βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα περιορισθεί στους 5°C πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος ή στους 3°C από αυτή του αέρα του σταθμού.

Αίθουσα ηλεκτρολογικών πινάκων : θα διαθέτει βεβιασμένη απαγωγή αέρα με ελεύθερη εισαγωγή φιλτραρισμένου νωπού εκτός εάν η αίθουσα είναι πολύ μεγάλη έτσι ώστε η αύξηση της θερμοκρασίας της αίθουσας δεν θα δημιουργήσει λειτουργικά προβλήματα. Η λειτουργία του ανεμιστήρα θα ελέγχεται θερμοστατικά ώστε η θερμοκρασία μέσα στην αίθουσα να μην υπερβαίνει τους 40°C. Η προσαγωγή αέρα δεν μπορεί να πραγματοποιείται από το φρέαρ ελεύθερης εκτόνωσης αέρα της σήραγγας.

Αίθουσα συνεργείων συντήρησης : ισχύει ότι και για την Αίθουσα Υπεύθυνου Σταθμού.

Εσοχές σήραγγας: Οι εσοχές στην σήραγγα θα αερίζονται με την χρήση αποκλειστικού για τον σκοπό αυτό ανεμιστήρα απαγωγής και αεραγωγούς με επαρκή αριθμό στομιών και με πυροδιάφραγμα που θα απομονώνει την εσοχή από την σήραγγα. Η προσαγωγή φιλτραρισμένου αέρα θα πρέπει να πραγματοποιείται μέσω ανοιγμάτων στα τοιχώματα της σήραγγας μέσω πυροδιαφράγματος, ενώ ο ρυπαρός αέρας θα απορρίπτεται στη σήραγγα. Η άνοδος της θερμοκρασία θα περιορίζεται στους 4°C πάνω από την θερμοκρασία του αέρα στην σήραγγα. Ο ανεμιστήρας θα είναι μονής ταχύτητας, φυγοκεντρικός, με ικανή στατική πίεση για να προστατεύεται από τις διακυμάνσεις της πίεσης που προκαλούνται από το φαινόμενο του εμβόλου, θα ελέγχεται μέσω θερμοστάτη και θα είναι σύμφωνος με τα οριζόμενα επίπεδα θορύβου. Οι ανεμιστήρες αυτοί θα ελέγχονται από το σύστημα BACS

Κλιμακοστάσια Διαφυγής: Όπου υπάρχουν κλιμακοστάσια διαφυγής επιβατών από την αποβάθρα προς άλλο ασφαλές επίπεδο ή το επίπεδο οδού, αυτά πρέπει να είναι εξοπλισμένα με ένα σύστημα υπερπίεσης νωπού αέρα με ανεξάρτητο ανεμιστήρα. Στον προθάλαμο του κλιμακοστασίου που δημιουργείται από τις τοιχοποιίες, θα προσάγεται ικανή ποσότητα φιλτραρισμένου νωπού αέρα ώστε να δημιουργηθεί, δια μέσου των 2 ανοιγμάτων, μία μετωπική ταχύτητα αέρα μεγαλύτερη των 2m/s, που να αποτρέπει την είσοδο του καπνού από την αποβάθρα.

Ο αερισμός και κλιματισμός των αιθουσών προσωπικού θα λειτουργούν για το χρονικό διάστημα που γίνεται χρήση των αιθουσών αυτών. Νωπός αέρας για τις αίθουσες προσωπικού και για οπουδήποτε αλλού χρειάζεται θα εισέρχεται από: φρέατα πρόσληψης νωπού των σταθμών, από άλλα ανοίγματα στην στάθμη της οδού που καλύπτονται από εσχάρες, ή από τους χώρους έκδοσης και ελέγχου εισιτηρίων. Στα στόμια εισαγωγής αέρα θα εγκατασταθούν κατάλληλα, πλενόμενα φίλτρα αέρος, με την χρήση προφίλτρων όπου είναι αναγκαίο. Όλα τα σημεία εισαγωγής και απόρριψης αέρα θα φέρουν στόμια, πτερύγια κατεύθυνσης και κώνους διάχυσης όπως απαιτείται. Οι εξωτερικές περσίδες απόρριψης αέρα θα είναι σχεδιασμένες για χαμηλές ταχύτητες αέρα και θα τοποθετηθούν σε θέσεις όπου δεν θα εμποδίζουν τους εργαζόμενους ή τους περαστικούς.

Οι εσχάρες αερισμού στη στάθμη οδού θα σχεδιαστούν και θα τοποθετηθούν έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη όλα τα στοιχεία στήριξης. Οι απαιτήσεις αποστράγγισης και αντιπλημμυρικής προστασίας που προαναφερθήκαμε ισχύουν και στην περίπτωση αυτή. Ωστόσο, οι βασικές παράμετροι αναφέρονται στο σημείο αυτό για ενημέρωση και έχουν ως εξής:

- Οι οριζόντιες εσχάρες ομοεπίπεδες με το πεζοδρόμιο και πλήρως προσβάσιμες στους πεζούς θα διαθέτουν πλέγμα εσχάρας.
- Οι ημι-προσβάσιμες στους πεζούς οριζόντιες εσχάρες θα διαθέτουν πλέγμα εσχάρας.
- Το φορτίο που προβλέπεται από τη μελέτη εσχάρας θα πρέπει να είναι:
 - ❖ 5 KN/m^2 ομοιόμορφα κατανεμημένο
 - ❖ εσχάρες ικανές να αντέχουν φορτίο οχημάτων 5 KN

Τα ανωτέρω ισχύουν επίσης και για τα ανοίγματα φρεάτων αερισμού, ανοίγματα φρεάτων μεταξύ σταθμών, ανοίγματα της απαγωγής UPE, και γενικά κάθε άνοιγμα αερισμού του Μετρό στο επίπεδο οδού. Σε περίπτωση που τα στόμια εισαγωγής ή απαγωγής αέρα είναι κατακόρυφα τοποθετημένα σε τοίχους με εκτεθειμένη την εξωτερική τους πλευρά, η ελεύθερη επιφάνεια θα παραμείνει στο 70%, ενώ η στατική αντοχή τους μπορεί να αυξηθεί ανάλογα με την περίπτωση.

Σε σταθμούς και φρέατα, στις προσαγωγές αερισμού που οδηγούν στις διάφορες τεχνικές αίθουσες θα εγκατασταθεί πυρανιχνευτής, ανάντι ή κατάντι του φίλτρου αέρα. Η συσκευή αυτή θα διασυνδέεται με τέτοιο τρόπο ώστε να ακυρώνει τη λειτουργία των ανεμιστήρων, σε περίπτωση ανίχνευσης καπνού προερχόμενο από εξωτερική μη σχετιζόμενη με το Μετρό πηγή. Ο κύριος λόγος αυτής της εφαρμογής είναι να μην υπάρξει άσκοπη και αλόγιστη ενεργοποίηση συστήματος αυτόματης κατάσβεσης. Για τον ίδιο λόγο τα πυροδιαφράγματα που σφραγίζουν τα ανοίγματα στους περιμετρικούς τοίχους των χώρων θα είναι τουλάχιστον 99% στεγανά στον καπνό.

Η εγκατάσταση των αεραγωγών του συστήματος HVAC στις αίθουσες του προσωπικού θα ακολουθούν την αρχιτεκτονική και εργονομική μελέτη των χώρων αυτών. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι αρχιτεκτονικοί περιορισμοί για την εγκατάσταση των συστημάτων HVAC στις αίθουσες με τεχνικό εξοπλισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

2.1 Διάρκεια Ζωής του Συστήματος

Το σύνολο του εξοπλισμού Αερισμού Σηράγγων θα προβλεφτεί ώστε να εξασφαλίσει διάρκεια ζωής και καλής λειτουργίας τουλάχιστον (minimum) 50 έτη, ενώ το σύνολο του εξοπλισμού HVAC τουλάχιστον 25 χρόνια.

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΙ ΣΗΡΑΓΓΕΣ

2.2.1 Γενική Περιγραφή

Ο αερισμός των σηράγγων και έμμεσα των κοινόχρηστων χώρων των σταθμών θα πραγματοποιείται υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας από την κίνηση του αέρα που προκαλείται από την κίνηση των συρμών και το “φαινόμενο του εμβόλου”, καθώς και από την λειτουργία των ανεμιστήρων απαγωγής αέρα UPE/OTE που έχουν εγκατασταθεί στους σταθμούς. Σε τυπικό τμήμα σταθμού – σήραγγας - σταθμού, το σύστημα θα περιλαμβάνει τα εξής:

- Δύο φρέατα αερισμού στον σταθμό, ένα σε κάθε άκρο του σταθμού ή κοντά σε αυτό, το καθένα εκ των οποίων θα είναι εξοπλισμένο με δύο ανεμιστήρες έκτακτης ανάγκης και μία δίοδο ελεύθερης εκτόνωσης του αέρα.
- Ένα ενδιάμεσο φρέαρ μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών με δίοδο ελεύθερης εκτόνωσης του αέρα, με ρολό διάφραγμα απομόνωσης και χωρίς ανεμιστήρες.
- Ένα σύστημα απαγωγής αέρα κάτω από την αποβάθρα (UPE) στον σταθμό.
- Ένα σύστημα απαγωγής αέρα / απαγωγής καπνού πάνω από τις τροχιές (OTE) στον σταθμό.
- Ένα σύστημα απαγωγής καπνού αλλά και μελλοντικής παροχής κλιματισμού (SAC) πάνω από τις αποβάθρες στον σταθμό.
- Διάφορα συστήματα HVAC για κάθε σταθμό ή/και φρέατα.

Οι εγκαταστάσεις Αερισμού Σηράγγων και HVAC παρακολουθούνται και ελέγχονται από το κεντρικό μηχανοργανωμένο σύστημα BACS στο ΚΕΛ (Κέντρο Ελέγχου Λειτουργίας) στον κεντρικό σταθμό του μετρό καθώς και από την τοπική μονάδα BACS σε κάθε σταθμό.

Τα συστήματα Αερισμού Σηράγγων και HVAC, μαζί με τον σχετικό εξοπλισμό τους του συστήματος BACS, βρίσκονται κυρίως σε σταθμούς, αλλά επίσης και στα φρέατα, εσοχές

σηράγγων ή σε άλλα σημεία του Μετρώ, ή όπως υπαγορεύεται από την μελέτη. Οι απαιτήσεις και οι προδιαγραφές μελέτης για κάθε χώρο παρατίθενται στα παρακάτω κεφάλαια. Το σύστημα Αερισμού Σηράγγων θα παρασχεθεί για τους εξής σκοπούς:

- Αερισμό σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας για έλεγχο της θερμοκρασίας και παροχή νωπού αέρα στις σήραγγες
- Αερισμό σε συνθήκες λειτουργίας έκτακτης ανάγκης για τον έλεγχο του καπνού σε περίπτωση πυρκαγιάς εντός των σηράγγων ή σταθμών
- Αερισμό σε συνθήκες συνωστισμού συρμών εντός τμήματος σήραγγας, για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και παροχή νωπού αέρα στις σήραγγες, καθώς και για την διασφάλιση της λειτουργίας του κλιματισμού των συρμών.
- Αερισμό για εργασίες συντήρησης, που παρέχει νωπό αέρα στο προσωπικό που εκτελεί εργασίες συντήρησης.

Η ολοκληρωμένη Μελέτη Εφαρμογής (DFD) θα περιλαμβάνει όλα τα ακόλουθα:

- I. Όλους τους απαιτούμενους υπολογισμούς για την ορθή διαστασιολόγηση και επιλογή όλων των ειδών εξοπλισμού (ανεμιστήρες, ψύκτες, αντλίες θερμότητας, αεραγωγοί, ηχοαποσβεστήρες, φίλτρα, σωληνώσεις, αντλίες, εναλλάκτες, κλπ.), βάσει των απαιτούμενων χαρακτηριστικών του συστήματος και βάσει των κριτηρίων εξοικονόμησης ενέργειας.
- II. Σχηματικά διαγράμματα ολόκληρου του συστήματος Αερισμού Σήραγγας και HVAC με όλον τον εξοπλισμό.
- III. Προσδιορισμός σεναρίων αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης.
- IV. Ηλεκτρολογικά σχέδια

2.3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ (ΠΡΟΤΥΠΑ – ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ)

2.3.1 Απαιτήσεις μελέτης φρεάτων αερισμού

Το φρέαρ του σταθμού περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον μια δίοδο ελεύθερης εκτόνωσης αέρα από τη σήραγγα έως τη στάθμη οδού, καθώς και μηχανοστάσιο με διάταξη δύο ανεμιστήρων εκτάκτου ανάγκης. Η δίοδος ελεύθερης εκτόνωσης του αέρα ή οι ανεμιστήρες έκτακτης ανάγκης επιλέγονται να λειτουργούν το ένα ή το άλλο κατ' αποκλειστικότητα, όσον αφορά τη ροή του αέρα. Είναι απαραίτητη η τοποθέτηση ανεξάρτητων ηλεκτροκίνητων πυροδιαφραγμάτων για την εκτροπή της ροής του αέρα είτε μέσω της δίοδου ελεύθερης εκτόνωσης αέρα, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, είτε μέσω των ανεμιστήρων έκτακτης ανάγκης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Σε κάθε τέτοιο φρέαρ, για τη διαφυγή του προσωπικού συντήρησης σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, πρέπει να προβλεφθεί διαδρομή

διαφυγής από τα μηχανοστάσια των φρεάτων εκτόνωσης έως το εγγύτερο ασφαλές σημείο. Στη δίοδο ελεύθερης εκτόνωσης του αέρα, δεν θα υπάρχει καμία απευθείας σύνδεση (ευθεία γραμμή) μεταξύ της σήραγγας και της στάθμης οδού, έτσι ώστε:

- Αντικείμενα από την επιφάνεια να μην μπορούν να πέσουν στις τροχιές είτε τυχαία, είτε σκοπίμως.
- Να μην είναι δυνατή η συγκέντρωση όμβριων υδάτων σε κλειστά διαφράγματα.
- Ο θόρυβος που προκαλείται στη σήραγγα να έχει καλύτερη απόσβεση.
- Η στέψη της σήραγγας να μην χρειάζεται να ενισχυθεί ώστε να φέρει το βάρος της κατασκευής του φρέατος.

Ως εκ τούτου, η διάταξη της κατασκευής του φρέατος εκτόνωσης θα πρέπει να έχει τουλάχιστον δύο στροφές από τη σήραγγα έως την επιφάνεια. Κάθε φρέαρ εκτόνωσης θα έχει μια διάταξη δύο ανεμιστήρων έτσι ώστε κάθε ένας από τους ανεμιστήρες αυτούς να μπορεί να παρέχει κατ' ελάχιστον το 65-70% του συνολικού απαιτούμενου όγκου αέρα, έχοντας τη δυνατότητα ανάστροφης λειτουργίας σε ποσοστό 100%, ώστε να επιτρέπεται η ίση ροή αέρα στη σήραγγα και προς τις δύο κατευθύνσεις για λόγους μεγιστοποίησης ασφαλείας κατά την εκκένωση του σταθμού από επιβάτες.

Οι εσχάρες φρέατος στο επίπεδο οδού θα πρέπει να τοποθετηθούν σε ικανό ύψος για λόγους αντιπλημμυρικής προστασίας. Αυτό το ύψος ορίζεται συνήθως στα 0,4 μ από το πεζοδρόμιο έως την επιφάνεια όπου είναι τοποθετημένη η εσχάρα. Οι εσχάρες θα μελετηθούν επίσης με τρόπο ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια του κοινού (κίνδυνος παραπατήματος κ.λ.π.).

Η διαστασιολόγηση του ανοίγματος προς τη σήραγγα, με βάση την παροχή του ανεμιστήρα έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να εξασφαλίζει ταχύτητα αέρα, μέσω του ανοίγματος, μικρότερης από 10 m/s. Το μέγεθος αυτό αναφέρεται σε ανοίγματα κοντά στους πεζοδιαδρόμους, όπου οι επιβάτες που εκκενώνουν τον συρμό μπορούν να βαδίζουν χωρίς να διατρέχουν κίνδυνο από το ρεύμα του αέρα.

Όσον αφορά το άνοιγμα στη σήραγγα και το επίπεδο οδού και γενικά το σύνολο της γεωμετρίας που απαρτίζουν το φρέαρ εκτόνωσης, πρέπει να γίνουν υπολογισμοί για τη οριστική διαστασιολόγηση των ανωτέρω στοιχείων κάθε μεμονωμένου φρέατος, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή λειτουργία του φρέατος. Θα πρέπει να γίνουν προσπάθειες για τη μείωση των απωλειών πίεσης στο ελάχιστο, τη μεγιστοποίηση της επιφάνειας των ανοιγμάτων και τη χάραξη των βασικών διαστάσεων των ανοιγμάτων με την κύρια κατεύθυνση της ροής για την αύξηση της αποτελεσματικότητας του φρέατος. Η μελέτη των φρεάτων εκτόνωσης πρέπει να συντονισθεί με αυτή του σταθμού, καθώς ο τύπος και η γεωμετρία των σταθμών επηρεάζουν τον αερισμό της σήραγγας.

Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του φρέατος εκτόνωσης (μήκος στοών, εγκάρσιες διατομές, απώλειες πίεσης), καθώς και ο όγκος του αέρα που περιέχει, θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται η εναλλαγή του αέρα στη σήραγγα με τον αέρα της ατμόσφαιρας λόγω της κίνησης των συρμών. Ως εκ τούτου τα φρέατα εκτόνωσης δεν θα πρέπει να είναι χωροθετημένα σε απόσταση μεγαλύτερη των 60 μ. από την σήραγγα.

Θεωρείται απαραίτητη η προσεκτική αξιολόγηση των ακολούθων στοιχείων κατά τη μελέτη του φρέατος εκτόνωσης:

- Ταχύτητα αέρα στους χώρους του σταθμού (είσοδοι, σταθερές κλίμακες) κατά τη διάρκεια κανονικής λειτουργίας
- Εφικτή ταχύτητα αέρα στη σήραγγα σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης (δυνατότητα απομάκρυνσης καπνού κ.α.)
- Θερμοκρασία σε σταθμούς και σήραγγες
- Περιοχές ανοιγμάτων εκτόνωσης στη στάθμη οδού και σημεία ανοιγμάτων σήραγγας

- Αρχιτεκτονικά θέματα σχετικά με ανοίγματα στη στάθμη οδού
- Συνολική γεωμετρία φρέατος για αποτελεσματική εκτόνωση
- Στάθμες θορύβου / αναγκαιότητα ηχοαποσβεστήρων
- Εγκατάσταση ανεμιστήρων έκτακτης ανάγκης
- Εγκατάσταση ηχοαποσβεστήρων
- Εγκατάσταση και πρόσβαση σε πίνακα διακοπών ανεμιστήρων
- Αερισμός αίθουσας πίνακα διακοπών ανεμιστήρων
- Τοπικές συνθήκες στη στάθμη οδού και την παρακείμενη περιοχή
- Ασφαλής δίοδος διαφυγής του προσωπικού σε περίπτωση ανάγκης
- Προβλέψεις για πλήρη και εύκολη πρόσβαση για λόγους συντήρησης σε όλο τον εξοπλισμό.

2.3.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού φρεάτων αερισμού

Κάθε φρέαρ αερισμού στο σταθμό και θα πρέπει να περιλαμβάνει τον ακόλουθο εξοπλισμό αερισμού:

- Δύο ανεμιστήρες έκτακτης ανάγκης με δυνατότητα αναστροφής λειτουργίας και κάθε ένας από αυτούς να έχει δυνατότητα $82 \text{ m}^3/\text{s}$, όταν λειτουργεί μόνος του. Η ελάχιστη συνολική τυπική παροχή ενός φρέατος σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, για την σήραγγα, εκτιμάται στα $150 \text{ m}^3/\text{s}$ όταν και οι δύο ανεμιστήρες δουλεύουν ταυτόχρονα.
- Ηχοαποσβεστήρες και στις δύο πλευρές των ανεμιστήρων προς συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της στάθμης θορύβου.
- Μηχανοκίνητα διαφράγματα που επιλέγουν τη διαδρομή ελεύθερης εκτόνωσης του αέρα, και τη λειτουργία του ενός ή και των δύο ανεμιστήρων. Τα διαφράγματα στα φρέατα εκτόνωσης θα πρέπει να είναι αλληλομανδλωμένα με τους ανεμιστήρες και να ενεργοποιούνται αυτόματα σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας και σύμφωνα με τα προκαθορισμένα σενάρια σε περίπτωση πυρκαγιάς.
- Ηλεκτρολογικός πίνακας διακοπών για τους δύο ανεμιστήρες και τα σχετικά μηχανοκίνητα διαφράγματα.
- Κατευθυντήρια πτερύγια τοποθετημένα κατάλληλα βάσει της συναφούς μελέτης ώστε να μειώνονται οι απώλειες πίεσης.
- Χαλύβδινη ράγα με χειροκίνητο ανυψωτικό αλυσίδας, καθώς και άλλα σημεία ανάρτησης, τοποθετημένα στην οροφή, για κάθε ανεμιστήρα για λόγους συντήρησης και τυχόν αντικατάστασης.
- Πυράντοχες αεροστεγείς θύρες, οι οποίες απομονώνουν τους χώρους ανεμιστήρων από τη διαδρομή του θερμού καπνού.
- Κλιμακοστάσιο για πρόσβαση του προσωπικού ή μεταλλική κλίμακα με κλωβό που οδηγεί στην εσχάρα του επιπέδου οδού. Οι μεταλλικές κλίμακες θα φέρουν πιστοποιημένο σύστημα προστασίας από πτώση.
- Εξοπλισμός που αφορά τον φωτισμό, ρευματοδότες, πυραυλιχενυτές, τηλεφωνική σύνδεση, εξοπλισμό ελέγχου κ.λ.π.)
- Πυράντοχες καλωδιώσεις παροχής ισχύος και χαμηλής τάσης από ασφαλή πηγή

Επιπλέον της παραπάνω παραγράφου παρατίθενται πιο κάτω και άλλες απαιτήσεις εξοπλισμού και μελετητικά κριτήρια.

Οι ανεμιστήρες έκτακτης ανάγκης θα έχουν τη δυνατότητα πλήρους αναστροφής της λειτουργίας σε ποσοστό πλησίον του 100%, έτσι ώστε να μπορεί να επιτευχθεί η κίνηση του

αέρα και προς τις δύο κατευθύνσεις στη σήραγγα μέσω της λειτουργίας ώθησης-έλξης. Οι ανεμιστήρες θα είναι αξονικοί, με δύο ταχύτητες λειτουργίας για κάθε ανεμιστήρα, η χαμηλή ταχύτητα για κανονικές συνθήκες, ενώ η υψηλή για συνθήκες έκτακτης ανάγκης. Οι δύο ταχύτητες λειτουργίας και η δυνατότητα αναστροφής θα επιτυγχάνεται με μετατροπέα συχνότητας. Οι ανεμιστήρες κάθε φρέατος στην υψηλή και χαμηλή ταχύτητα λειτουργίας και προς οποιαδήποτε κατεύθυνση θα πρέπει να είναι σε θέση να αντέξουν την πίεση από το φαινόμενο του εμβόλου δύο συρμών που πλησιάζουν ή απομακρύνονται από το φρέαρ ταυτόχρονα, με περιθώριο ασφαλείας 10% της ολικής πίεσης σε κατάσταση λειτουργίας ακανόνιστης ροής από υποπίεση ή σε συνθήκες υπέρβασης των στροφών του ανεμιστήρα από υπερπίεση. Οι κινητήρες των ανεμιστήρων θα διαθέτουν εφεδρική ισχύ 25% πέραν της ονομαστικής ισχύος του ανεμιστήρα.

2.3.3 Απαιτήσεις Συστημάτων Ανεμιστήρων Απαγωγής Αέρα κάτω από την Αποβάθρα (UPE) και Απαγωγής Αέρα Επάνω από την Τροχιά (OTE)

Σε κάθε σταθμό θα εγκατασταθεί ένα ενοποιημένο σύστημα απαγωγής αέρα που αποτελείται από δύο διαφορετικούς κλάδους:

- Το σύστημα UPE το οποίο απάγει ρυπαρό αέρα κάτω από τις αποβάθρες.
- Το σύστημα OTE (και SAC) το οποίο απάγει θερμό αέρα αλλά και θερμό καπνό πάνω από τις τροχιές.

Το ενοποιημένο σύστημα UPE/OTE θα διαθέτει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Θα αποτελείται από δύο αξονικούς ανεμιστήρες απαγωγής UPE/OTE που θα εξυπηρετούν αμφότερα τις αποβάθρες
- Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, μέσω πυράντοχων ηλεκτροκίνητων διαφραγμάτων θα επιλέγεται η επιθυμητή απαγωγή αέρα, είτε μέσω του συστήματος UPE ή μέσω του συστήματος OTE ή μέσω αμφοτέρων των ανωτέρω συστημάτων με συγκεκριμένο λόγο των ροών αέρα μεταξύ αυτών (τυπικά 2/3 μέσω του συστήματος UPE και 1/3 μέσω του συστήματος OTE).
- Επειδή λειτουργεί πάντα σε απαγωγή, δημιουργεί υποπίεση στην περιοχή των αποβαθρών, δημιουργώντας έτσι ένα καθοδικό ρεύμα νεπού αέρα από το επίπεδο οδού δια μέσου των κοινοχρήστων χώρων του σταθμού, αερίζοντας έτσι έμμεσα αυτούς τους χώρους.
- Η λειτουργία UPE απάγει και διοχετεύει στην ατμόσφαιρα τη θερμότητα που εκλύεται από το σύστημα πέδησης των συρμών, το σύστημα έλξης και τα άλλα βοηθητικά συστήματα που είναι τοποθετημένα κάτω από το δάπεδο των συρμών.
- Η λειτουργία OTE θα απάγει και θα διοχετεύει στην ατμόσφαιρα την εκλυόμενη θερμότητα από τα μηχανήματα κλιματισμού των συρμών. Σε περίπτωση πυρκαγιάς σε συρμό στην αποβάθρα, θα απάγει και διοχετεύει στην ατμόσφαιρα το θερμό καπνό. Η απαγωγή αυτή του θερμού καπνού θα υποβοηθείται και με την ταυτόχρονη αναστροφή λειτουργία των αεραγωγών SAC.

Για την λειτουργία των συστημάτων UPE και OTE, απαιτούνται κινητήρες ανεμιστήρων που θα λειτουργούν με μία μόνο ταχύτητα, με εκκίνηση μέσω μετατροπέα συχνότητας. Για την κανονική λειτουργία, η επιλογή λειτουργίας ενός ή και των δύο ανεμιστήρων θα ελέγχεται από τον θερμοστάτη που μετράει την εξωτερική θερμοκρασία. Τα όρια της εξωτερικής θερμοκρασίας για την αλλαγή κατάστασης λειτουργίας είναι, κάτω από 8°C οι ανεμιστήρες

δεν θα λειτουργούν, από 8^ο-20^οC θα λειτουργεί ο ένας μόνο ανεμιστήρας και πάνω από 20^οC θα λειτουργούν και οι δύο ανεμιστήρες. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, οι ανεμιστήρες θα λειτουργούν και οι δύο ταυτόχρονα όπως και εάν απαιτείται σύμφωνα με το αντίστοιχο σενάριο, ασχέτως της εξωτερικής θερμοκρασίας. Οι ανεμιστήρες θα διαθέτουν πλήρη πίνακα διακοπών και ελέγχου. Μία ομάδα ηλεκτροκίνητων πυράντοχων διαφραγμάτων θα καθορίζει την επιλεγείσα λειτουργία σε UPE/OTE ή OTE/SAC. Επίσης οι ανεμιστήρες των συστημάτων UPE/OTE θα πρέπει να είναι ικανοί να ανθίστανται στο φαινόμενο του εμβόλου που προκαλείται από δύο συρμούς οι οποίοι εισέρχονται ή αναχωρούν από το σταθμό ταυτόχρονα (συνήθης εκτίμηση ± 150 Pa) με όριο ασφαλείας 10% σε ολική πίεση για κατάσταση λειτουργίας ακανόνιστης ροής από υποπίεση ή σε συνθήκες υπέρβασης των στροφών του ανεμιστήρα από υπερπίεση. Οι κινητήρες των ανεμιστήρων θα έχουν εφεδρική ισχύ 25% πάνω από την ονομαστική ισχύ τους.

Η απαιτούμενη ικανότητα έκαστου ανεμιστήρα UPE/OTE, όταν αυτός λειτουργεί μόνος του, θα είναι περίπου 42m³/s, ενώ σε παράλληλη ταυτόχρονη λειτουργία θα αποδίδουν συνολικά τουλάχιστον 60m³/s με τα ακόλουθα ποσοστά ροής και χαρακτηριστικά για κάθε σύστημα:

- Κατά την κανονική λειτουργία, όταν λειτουργούν αμφότερα τα συστήματα UPE και OTE, το σύστημα UPE θα απάγει περίπου 40m³/s (2/3 του συνολικού) ενώ το σύστημα OTE θα απάγει περίπου 20m³/s (1/3 του συνολικού).
- Σε περίπτωση απαγωγής καπνού, το σύστημα UPE δεν απάγει καθόλου, ενώ το σύστημα OTE, συμπεριλαμβανομένης και της αναστροφής λειτουργίας του SAC, απάγει συνολικά τουλάχιστον 60m³/s.
- Οι ακριβείς ικανότητες του συστήματος UPE/OTE, οι συναφείς απώλειες πίεσης και η κατανάλωση ενέργειας θα καθοριστούν κατά το στάδιο της μελέτης εφαρμογής. Για τον ακριβή προσδιορισμό της απαιτούμενης πτώσης πίεσης των ανεμιστήρων αυτών, θα χρησιμοποιηθεί η υψηλή ταχύτητα και αμφότεροι οι ανεμιστήρες, δηλαδή τα 60m³/s.

Υπογραμμίζεται ότι τα εν λόγω ανοίγματα θα πρέπει να είναι ορθά κατανομημένα σε όλο το μήκος της αποβάθρας και κατά τρόπο ώστε ο θερμός αέρας από τις αντιστάσεις πέδησης των συρμών και του λοιπού υποδαπέδιου εξοπλισμού συρμών να αναρροφάται αποτελεσματικά. Στη συνέχεια ο αέρας οδεύει μέσω αεραγωγών από σκυρόδεμα έως τον χώρο όπου είναι εγκατεστημένοι οι ανεμιστήρες UPE/OTE.

Όλα τα μηχανοκίνητα διαφράγματα θα είναι αλληλομανδαλωμένα με τους ανεμιστήρες UPE/OTE. Σε περίπτωση βλάβης των ανεμιστήρων του συστήματος UPE/OTE, ο κανονικός αερισμός του σταθμού θα επιτυγχάνεται με ενεργοποίηση σε λειτουργία απαγωγής, σε χαμηλή ταχύτητα, ενός ανεμιστήρα σε κάθε φρέαρ εκτόνωσης.

Το σχήμα 6.7β παρουσιάζει ένα παράδειγμα σχηματικού διαγράμματος που δεικνύει τη διάταξη εξοπλισμού αερισμού σε τυπικό σταθμό Ανοικτού Ορύγματος με δύο ανεμιστήρες UPE/OTE.

2.3.4 Απαιτήσεις αερισμού σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας

Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, το σύστημα αερισμού πρέπει να εξασφαλίζει ότι τα στοιχεία που αναφέρονται παρακάτω εμπίπτουν στα προδιαγεγραμμένα όρια, όπως αναφέρεται στο προηγούμενο κεφάλαιο :

- Θερμοκρασία σε σταθμούς και σήραγγες.
- Υγρασία σε σταθμούς (δεν απαιτείται έλεγχος υγρασίας για τους κοινόχρηστους χώρους).
- Ταχύτητα αέρα σε κοινόχρηστους χώρους σταθμών.
- Πίεση αέρα και διακυμάνσεις πίεσης σε σταθμούς και σήραγγες με αναφορά τόσο σε επιβάτες / προσωπικό όσο και σε εξοπλισμό. Επίσης, διακυμάνσεις πίεσης αέρα εντός των συρμών.
- Ρυθμός αλλαγών αέρα.
- Στάθμες θορύβου.

Επισημαίνεται ότι οι ανεμιστήρες στα φρέατα εκτόνωσης θα χρησιμοποιούνται υπό κανονικές συνθήκες στην χαμηλή ταχύτητα, ώστε να υποβοηθούν στον έλεγχο της θερμοκρασίας των σηράγγων και των σταθμών, ιδιαίτερα με τη παρουσία κλιματιζόμενων συρμών. Επίσης, ένας ανεμιστήρας ανά φρέαρ εκτόνωσης μπορεί να χρησιμοποιείται στην χαμηλή ταχύτητα για την μείωση της θερμοκρασίας στις σήραγγες κατά τις νυκτερινές ώρες, ή κατά τις ώρες που εκτελούνται εργασίες συντήρησης, καθώς και στην περίπτωση αστοχίας ανεμιστήρα του συστήματος UPE/OTE.

2.3.5 Απαιτήσεις αερισμού σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης - Έλεγχος καπνού

Η συγκεκριμένη απαίτηση είναι ότι κάπνός μέσης συγκέντρωσης 1% δεν κατεβαίνει κάτω από το ύψος της κεφαλής (1.8 m), όσον αφορά πυρκαγιά σε συρμό της τάξης των 10 MW που αναπτύσσεται από 0 MW μέσα σε 10 λεπτά :

- Για τους χώρους αποβαθρών των σταθμών, η ανωτέρω απαίτηση πρέπει να ικανοποιείται για περίοδο 5 λεπτών κατ' ελάχιστον.
- Για κάθε στάθμη πάνω από τις αποβάθρες στην ανωτέρω πεντάλεπτη περίοδο προστίθενται δύο λεπτά.
- Για τους διαδρόμους διαφυγής ο χρόνος είναι αυτός που περιγράφεται ανωτέρω και σχετίζεται με τη θέση και τη στάθμη του διαδρόμου.
- Για τις σήραγγες, πρέπει να παρεμποδίζεται η επιστροφή καπνού ώστε να διατίθεται ελεύθερος διάδρομος για την εκκένωση των επιβατών. Η κρίσιμη ταχύτητα του αέρα πρέπει να υπολογισθεί με αναγνωρισμένη μέθοδο, λαμβάνοντας υπόψη της διατομή της σήραγγας, την διατομή του συρμού, το μέγεθος της πυρκαγιάς, την κλίση της σήραγγας, τις επιπτώσεις του θερμού καπνού, κλπ. Η θερμοκρασία της πυρκαγιάς δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 60°C. Είναι επιθυμητό οι επιβάτες που διαφεύγουν να αισθάνονται την κατεύθυνση της ροής του νεπού αέρα ώστε να μπορούν να απομακρύνονται ευκολότερα από το συμβάν.

Σε περίπτωση πυρκαγιάς σε συρμό που βρίσκεται σε σήραγγα, τα φρέατα εκτόνωσης των εκατέρωθεν συμβάντων σταθμών, θα ενεργοποιηθούν ανάλογα, στη μία πλευρά σε

προσαγωγή και στην άλλη σε απαγωγή, υιοθετώντας το σύστημα αερισμού «ώθησης / έλξης». Η κατεύθυνση της ροής του αέρα θα επιλέγεται ανάλογα με την θέση της πυρκαγιάς στο συρμό, καθώς και ανάλογα με τη θέση του συρμού εντός της σήραγγας. Για την υποβοήθηση της διαδικασίας αυτής, στο σταθμό που πραγματοποιείται η «έλξη», το σύστημα UPE αδρανοποιείται, ενώ το σύστημα OTE (και SAC) δύναται να ενεργοποιηθεί. Παρακείμενοι σταθμοί πέραν αυτών εκατέρωθεν του συμβάντος μπορεί επίσης να λειτουργήσουν ανάλογα για να βελτιστοποιηθεί η ανωτέρω επιθυμητή διαδικασία αερισμού. Τα σενάρια αερισμού της σήραγγας σε έκτακτη ανάγκη, που θα προκύψουν θα πρέπει να εξακολουθούν να ικανοποιούν τις προδιαγραφές ακόμα και αν ένας οποιοσδήποτε ανεμιστήρας είναι εκτός λειτουργίας (από αυτούς που άμεσα γειτνιάζουν με το συμβάν). Σε περίπτωση πυρκαγιάς σε συρμό στην αποβάθρα σταθμού, το σύστημα απαγωγής καπνού θα πρέπει να έχει μελετηθεί κατάλληλα έτσι ώστε να έχει αναπτυχθεί στρατηγική απαγωγής του καπνού και εκκένωσης του χώρου από τους επιβάτες, προκειμένου να καλυφθούν οι ανωτέρω προδιαγραφές. Η στρατηγική αυτή θα εξαρτάται από τη γεωμετρία του σταθμού και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, καθώς και από την θέση των κλιμακοστασίων, των προσβάσεων και των εξόδων κινδύνου του σταθμού.

Τα δραστικά μέτρα μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Την απενεργοποίηση του συστήματος απαγωγής UPE
- Την ενεργοποίηση του συστήματος απαγωγής OTE καθώς και την ταυτόχρονη απαγωγή μέσω του SAC
- Την ενεργοποίηση άλλων πιθανών πρόσθετων ή εναλλακτικών ανεμιστήρων απαγωγής καπνού
- Την χρήση των ανεμιστήρων των φρεάτων εκτόνωσης του σταθμού, για την απαγωγή του καπνού προς την ατμόσφαιρα.
- Το αυτόματο άνοιγμα παραθύρων που βλέπουν από τους χώρους αποβάθρας / έκδοσης και ελέγχου εισιτηρίων στον εξωτερικό χώρο, εάν αυτά υπάρχουν.
- Την ενεργοποίηση ρολών ασφαλείας ή άλλων πετασμάτων ελέγχου καπνού, τα οποία βοηθούν στην απομόνωση των χώρων στους οποίους έχει εισχωρήσει καπνός.

Σε περίπτωση που η πυρκαγιά βρίσκεται στο χώρο έκδοσης και ελέγχου εισιτηρίων, πρέπει να αναπτυχθεί διαφορετική στρατηγική. Σε αυτήν την περίπτωση, τα μέτρα μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Την παύση λειτουργίας όλων των ανεμιστήρων απαγωγής UPE/OTE κάτω από τη στάθμη του χώρου έκδοσης και ελέγχου εισιτηρίων, έτσι ώστε ο καπνός να μην κατευθύνεται προς τις αποβάθρες.
- Την ενεργοποίηση των ανεμιστήρων απαγωγής καπνού οροφής, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στον χώρο έκδοσης και ελέγχου εισιτηρίων.
- Την ενεργοποίηση των ανεμιστήρων των φρεάτων εκτόνωσης σε λειτουργία προσαγωγής, που λόγω της αυξημένης ποσότητας νεπού, μειώνεται σε αποδεκτά επίπεδα η πυκνότητα του θερμού καπνού.
- Το αυτόματο άνοιγμα παραθύρων, που βλέπουν από τους χώρους έκδοσης και ελέγχου εισιτηρίων στον εξωτερικό χώρο, εάν αυτά υπάρχουν.

Όπου υπάρχουν κλιμακοστάσια διαφυγής επιβατών από τις αποβάθρες προς άλλα ασφαλή επίπεδα, έκαστο από αυτά απαιτείται να διαθέτει ανεξάρτητο σύστημα υπερπίεσης ώστε να αποτρέπεται η είσοδος του καπνού εντός του κλιμακοστασίου όταν ανοίγει η θύρα στο επίπεδο αποβάθρας. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, οι ανεμιστήρες υπερπίεσης των

κλιμακοστασίων δεν θα λειτουργούν. Όταν επιβεβαιωθεί κατάσταση έκτακτης ανάγκης στις αποβάθρες, οι ανεμιστήρες θα ενεργοποιούνται από το σύστημα BACS, δημιουργώντας έτσι υπερπίεση στους προθαλάμους των κλιμακοστασίων. Η παροχή αυτών θα εξαρτάται από τις διαστάσεις του κλιμακοστασίου καθώς και, κυρίως, τα ανοίγματα και τις ανοικτές θύρες που οδηγούν στα κλιμακοστάσια από τις αποβάθρες, ώστε να εμποδίζεται η είσοδος του καπνού. Το στόμιο αναρρόφησης των ανεμιστήρων αυτών θα είναι είτε στο επίπεδο οδού (μέσω φίλτρου), είτε στο χώρο έκδοσης εισιτηρίων, είτε σε άλλο ασφαλές επίπεδο και χωροθετημένο σε ασφαλή απόσταση από ανοίγματα απόρριψης καπνού.

Η μελέτη του συστήματος Αερισμού Σηράγγων και Σταθμών και όλα τα τμήματα αυτής θα βασίζονται σε πρότυπα μερικά από τα οποία είναι τα εξής.

- Μελέτη αερισμού σταθμών και σηράγγων : “SubwayEnvironmentalDesignHandbook” (SEDH)
- Υπολογισμοί θερμικών φορτίων, Αερισμός Σηράγγων και μελέτη HVAC: SEDH, ASHRAE ή CARRIER
- Μελέτη Αεραγωγών :ASHRAE ή SMACNA ή CARRIER ή παρόμοιες και εγκεκριμένες μέθοδοι
- Μελέτη αντιμετώπισης καταστάσεων Έκτακτης Ανάγκης: NFPA 130, NFPA 101, Π.Δ. 71/88
- EN 12101 Smoke and Heat Control Systems
- ISO (όλα τα τεύχη)
- Πιστοποίηση EUROVENT
- Πιστοποίηση CE

Η μελέτη πρέπει επίσης να συμμορφώνεται με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε) και του ΕΛΟΤ.

2.4 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ / ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΣΗΡΑΓΓΩΝ – HVAC

2.4.1 Συνθήκες αέρα μελέτης εξωτερικών χώρων

<ul style="list-style-type: none"> Εξωτερική θερινή ατμόσφαιρα θερμοκρασίας ξηρού βολβού 	35°C (θερινοί μήνες) 36°C (θερινοί μήνες)	– για υπόγειους χώρους – για χώρους και κτίρια στην επιφάνεια
<ul style="list-style-type: none"> Εξωτερική χειμερινή ατμόσφαιρα θερμοκρασίας ξηρού βολβού 	0 οC (χειμερινοί μήνες)	
<ul style="list-style-type: none"> Σχετική υγρασία (μέση) 	50% (θερινοί μήνες) 70% (χειμερινοί μήνες)	
<ul style="list-style-type: none"> Μέση ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας 	10C	

2.4.2 Συνθήκες αέρα μελέτης εσωτερικών χώρων

Η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία σε θερινές συνθήκες, η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία σε χειμερινές συνθήκες που ισχύουν για χώρους εντός του συστήματος του Μετρό και βάσει των εξωτερικών συνθηκών αέρα μελέτης θα είναι οι εξής:

Χώρος	Θερινή Θερμοκρασία	Χειμερινή Θερμοκρασία
<ul style="list-style-type: none"> Χώροι έκδοσης / ελέγχου εισιτηρίων, αποβάθρες, κλιμακοστάσια, προσβάσεις και όλοι οι λοιποί κοινόχρηστοι χώροι 	38 οC (ή + 3°C πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος)	
<ul style="list-style-type: none"> Σήραγγες 	38 οC (ή + 3°C πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος)	
<ul style="list-style-type: none"> Γενικά χώροι προσωπικού των σταθμών και χώροι του προσωπικού συντήρησης (εκδοτήρια εισιτηρίων, αίθουσα Υπεύθυνου Σταθμού, αίθουσα ανάπαυσης προσωπικού, αίθουσα προσωπικού τερματικού σταθμού, αίθουσα αστυνομίας, άλλες αίθουσες προσωπικού, χώροι κ.λ.π.) 	26 C 50% RH*	20 οC
<ul style="list-style-type: none"> Χώροι Αυτόματων Μηχανημάτων Έκδοσης Εισιτηρίων (ΑΤΙΜ) 	40 C (ή + 5°C πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος)	

<ul style="list-style-type: none"> • Υποσταθμός Φωτισμού και Βοηθητικής • Ισχύος (LAS) • Υποσταθμός Ανόρθωσης • Αίθουσα Εγκαταστάσεων Ψύξης • Αίθουσα Πίνακα Αερισμού Σηράγγων Αίθουσα μηχανοστασίου ανελκυστήρων • Φρεάτιο Ανελκυστήρων • Αίθουσα Πυρόσβεσης • Αίθουσα κατάσβεσης • Αντλιοστάσια • Αποθήκες • Αίθουσα κινητής τηλεφωνίας • Άλλοι τεχνικοί χώροι 	(ή + 5° C πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος)	
<ul style="list-style-type: none"> • Αποδυτήρια 	40° C (ή + 5° C πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος)	20° C
<ul style="list-style-type: none"> • Αίθουσα Κεντρικού Ελέγχου Ελέγχου Λειτουργίας 	Συνεχώς 25-26° C Έλεγχος Υγρασίας 55 % ± 5 %	
<ul style="list-style-type: none"> • Αίθουσα Εσοχών Σηράγγας 	40° C (ή+ 2° C πάνω από θερμοκρασία σηράγγων που δίδεται ανωτέρω)	
Αίθουσα ΔΕΗ(20KV)	Φυσικός αερισμός μόνο	
<ul style="list-style-type: none"> • Αίθουσες Τηλεπικοινωνιών και Σηματοδότησης 	26° C / 50%RH (*)	
<ul style="list-style-type: none"> • Αίθουσα Συσσωρευτών 	28° C	
<ul style="list-style-type: none"> • Καταστήματα άλλοι εμπορικοί χώροι 	25° C/50% RH (*)	20° C
<ul style="list-style-type: none"> • Κλιματισμός Συρμών • Θερμοκρασία και υγρασία εντός των συρμών 	26° C/60 % RH (*)	

Δεν απαιτείται έλεγχος υγρασίας για τους ανωτέρω χώρους εκτός της Αίθουσας Κεντρικού Ελέγχου στο ΚΕΛ.

2.4.3 Νωπός Αέρας και Ρυθμός Αλλαγών Αέρα.

Οι ποσότητες λήψεις νωπού αέρα και οι ρυθμοί αλλαγών αέρα που αναφέρονται παρακάτω είναι οι ελάχιστοι επιτρεπόμενοι ώστε να διατηρείται ένα υγιές και ασφαλές περιβάλλον εντός του συστήματος του Μετρό:

• Χώροι προσωπικού	40 m ³ / hr / άτομο + 4 m ³ /hr νωπού αέρα ανά m ² εμβαδού
• Χώροι εξοπλισμού	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Εφεδρικοί χώροι	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Αίθουσες Τηλεπικοινωνιών Σηματοδότησης	10 % προσαγωγή νωπού αέρα επί της παροχής ανακυκλοφορίας
• Αίθουσα Πυρόσβεσης	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Καταστήματα -εμπορικοί χώροι	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα εάν δεν κλιματίζονται, ή εάν κλιματίζονται, 20 % προσαγωγή νωπού αέρα επί της παροχής ανακυκλοφορίας
• Φρεάτια Ανελκυστήρων(σε προσαγωγή)	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα (θερμοστατικά ελεγχόμενες)
• Απαγωγή αέρα κάτω από τις αποβάθρες (UPE)	20m ³ /s κατ' ελάχιστον ανά αποβάθρα
• Απαγωγή αέρα πάνω από την Τροχιά (OTE)	10 m ³ /s κατ' ελάχιστον ανά αποβάθρα
• Προσαγωγή ψυχρού αέρα (SAC) (μελλοντική)	12.5 m ³ /s κατ' ελάχιστον ανά αποβάθρα
• Αίθουσα καθαριστών	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Μηχανοστάσιο Υδραυλικών Ανελκυστήρων	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα (θερμοστατικά ελεγχόμενες)
• Αίθουσες συσσωρευτών	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα για σφραγισμένους συσσωρευτές και 6 αλλαγές αέρα ανά ώρα για συσσωρευτές άλλου τύπου.
• Άλλοι χώροι	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Αποδυτήρια προσωπικού	8 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Αντλιοστάσιο Διάκενα διαφραγματικών τοίχων	10 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Τουαλέτες(δημόσιες και προσωπικού)	10 αλλαγές αέρα ανά ώρα
• Εσοχές Σηράγγων	3 αλλαγές αέρα ανά ώρα

(θερμοστατικά ελεγχόμενες)

2.4.4 Ταχύτητες Αέρα

(i) Μέγιστη ταχύτητα αέρα για κανονική λειτουργία:

<ul style="list-style-type: none"> Κοινόχρηστοι χώροι-κριτήρια άνεσης 	5 m/s
<ul style="list-style-type: none"> Οριζόντιες εσχάρες αερισμού στο επίπεδο οδού(οι εσχάρες των φρεάτων εκτόνωσης εξαιρούνται) 	Βατές από πεζούς 3 m/s (ονομαστική), 4.3 m/s (απόλυτη) Μη βατές από πεζούς 5 m/s (ονομαστική), 7.1 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Στόμια προσαγωγής αέρα στους χώρους προσωπικού σταθμού, προσωπικού συντήρησης και κοινού 	2.0 m/s (ονομαστική), 2.9 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Στόμια προσαγωγής αέρα στους τεχνικούς χώρους 	3.0 m/s (ονομαστική), 4.3 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Στόμια απαγωγής αέρα από τους χώρους προσωπικού σταθμού, προσωπικού συντήρησης και κοινού 	2.5 m/s (ονομαστική), 3.6 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Στόμια απαγωγής αέρα από τους τεχνικούς χώρους 	3.5 m/s (ονομαστική), 5.0 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Στόμια απαγωγής αεραγωγών UPE και OTE 	3.0 m/s (ονομαστική), 4.3 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Στόμια προσαγωγής/απαγωγής αεραγωγών SAC 	2.5 m/s (ονομαστική), 3.6 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Κατακόρυφα στόμια απόρριψης στο ύπαιθρο(χώροι όπου κυκλοφορούν πεζοί) 	2.0 m/s (ονομαστική), 2.9 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Κατακόρυφα στόμια απόρριψης στο ύπαιθρο(χώροι όπου δεν κυκλοφορούν πεζοί) 	3.5 m/s (ονομαστική), 5.0 m/s (απόλυτη)
<ul style="list-style-type: none"> Κατακόρυφα στόμια απόρριψης στο ύπαιθρο (σε μεγάλο ύψος) 	4.0m/s (ονομαστική), 5.7 m/s (απόλυτη)

• Αεραγωγοί από σκυρόδεμα	10 m/s
• Αεραγωγοί HVAC κατά την κανονική λειτουργία	Για χώρους προσωπικού 5 m/s Για τεχνικούς χώρους 8 m/s
• Αεραγωγοί ΟΤΕ κατά την απαγωγή καπνού	11 m/s
• Αεραγωγοί SAC	8 m/s

Η «ονομαστική» ταχύτητα είναι η ταχύτητα στην ολική επιφάνεια του στομίου / εσχάρας, ενώ η «απόλυτη» ταχύτητα είναι η ταχύτητα στην ελεύθερη επιφάνεια του στομίου / εσχάρας. Οι ανωτέρω επιθυμητές ταχύτητες πρέπει ταυτόχρονα να πληρούν και τις ανάλογες απαιτήσεις θορύβου του χώρου που εξυπηρετούν. Σε καμία περίπτωση βεβαιωμένου αερισμού του συστήματος HVAC, η απόλυτη ταχύτητα αέρα δεν θα υπερβαίνει τα 6 m/s σε οποιοδήποτε είδος οριζόντιου, κάθετου ή γωνιακού ανοίγματος στάθμης οδού, δεδομένου ότι κάτι τέτοιο θα προκαλούσε όχληση και ανεπιθύμητο θόρυβο.

(ii) Μέγιστη ταχύτητα αέρα διαμέσου εξοπλισμού :

• Μέσω διαφραγμάτων	10 m/s (ονομαστική ταχύτητα)
• Μέσω ηχοαποσβεστήρων	5 m/s (ονομαστική ταχύτητα)
• Μέσω φίλτρων αέρα	2.5 m/s (ονομαστική ταχύτητα)

(iii) Ελάχιστη ταχύτητα αέρα για λειτουργία υπό συνθήκες έκτακτης ανάγκης:

• Σήραγγες	Η ελάχιστη ταχύτητα αέρα θα υπολογίζεται με τη χρήση καθιερωμένης και αναγνωρισμένης μεθόδου, λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος της πυρκαγιάς, τη διατομή της σήραγγας, τη διατομή του συρμού, την κλίση της σήραγγας, κλπ. Το μέγεθος αυτό θα ενισχυθεί αντίστοιχα από το φαινόμενο έμφραξης θερμού καπνού.
• Κύρια κλιμακοστάσια από επίπεδο αποβαθρών προς αμέσως ανώτερο επίπεδο	Η ταχύτητα του αέρα δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 2 m/s στα κύρια κλιμακοστάσια των αποβαθρών μετρημένη στην ελάχιστη κατακόρυφη διατομή του κλιμακοστασίου στη περιοχή του κάτω πλατύσκαλου
• Κλιμακοστάσια διαφυγής επιβατών από τις αποβάθρες	Σύστημα υπερπίεσης κλιμακοστασίου, όπου η μετωπική ταχύτητα του αέρα στο άνοιγμα της θύρας εισόδου στην αποβάθρα δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 2 m/s με μία στατική πίεση περίπου 60Pa (με κλειστή θύρα) και περίπου 10Pa (με ανοικτή θύρα)

2.4.5 Πιέσεις Αέρα

Κατά το φαινόμενο επαναλαμβανόμενων διακυμάνσεων της πίεσης του αέρα λόγω της κίνησης των συρμών, όταν η συνολική μεταβολή της πίεσης υπερβαίνει τα 700 Pa, τότε ο ρυθμός διακύμανσης της πίεσης πρέπει να μην είναι μεγαλύτερος από 410 Pa/sec.

Όλοι οι ανεμιστήρες του συστήματος Αερισμού Σηράγγων θα πρέπει να διαθέτουν ελάχιστο περιθώριο ασφαλείας 10% σε ολική πίεση πέρα από τα μέγιστα όρια διακυμάνσεων πίεσης, είτε θετικά ή αρνητικά, που προκαλούνται από την κίνηση των συρμών και εξασκούνται στους ανεμιστήρες, υποχρεώνοντάς τους είτε να εισέλθουν σε λειτουργία ακανόνιστης ροής ή να υπερβούν τις στροφές κανονικής λειτουργίας (όπου η πίεση κατά μήκος του ανεμιστήρα είναι περίπου ίση με μηδέν). Οι περιοριστικές περιπτώσεις δύο συρμών που προσεγγίζουν και στη συνέχεια απομακρύνονται από τους επηρεαζόμενους ανεμιστήρες θα πρέπει να διερευνηθούν ως προς τη συμμόρφωση. Όλοι οι ανεμιστήρες του συστήματος HVAC που εξυπηρετούν αίθουσες με τεχνικό εξοπλισμό, αίθουσες προσωπικού, καταστήματα, κ.λ.π., θα πρέπει να διαθέτουν ελάχιστο περιθώριο ασφαλείας 10% σε ολική πίεση. Ο υπόλοιπος εξοπλισμός και τα αρχιτεκτονικά στοιχεία σταθμού (π.χ. φωτιστικά σώματα, CCTV, θύρες, ψευδοροφές, κλπ.) πρέπει να ανθίστανται σε θετικές και αρνητικές διακυμάνσεις πίεσης, όπως θα προκύπτουν από τις προσομοιώσεις, αλλά όχι μικρότερες από 200 Pa στις αποβάθρες και 100 Pa σε άλλους χώρους κοινού.

2.4.6 Φιλτράρισμα αέρα

Ο νωπός αέρας εισέρχεται από φρέατα προσαγωγής αέρα ή από τους χώρους κοινού των σταθμών και από τις προσβάσεις. Απαιτείται φιλτράρισμα του νωπού αέρα σε όλες τις αίθουσες με τεχνικό εξοπλισμό καθώς και στις αίθουσες προσωπικού. Όταν η προσαγωγή νωπού αέρα γίνεται από τα φρέατα αερισμού και από άλλα ανοίγματα στο ύπαιθρο, θα υπάρχουν εγκατεστημένα προφίλτρα μακράς διάρκειάς και κυρίως φίλτρα. Όταν η προσαγωγή νωπού αέρα γίνεται από κοινόχρηστους χώρους και από σήραγγες θα υπάρχουν εγκατεστημένα μόνο κυρίως φίλτρα. Δεν απαιτείται φιλτράρισμα του αέρα σε συστήματα Αερισμού Σηράγγων (μεγάλοι αξονικοί ανεμιστήρες, ανεμιστήρες συστημάτων UPE και OTE, ανεμιστήρες τύπου jet, κ.λ.π.).

2.4.7 Πυραντοχή

Το σύνολο του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης και εκτίθεται σε ροή απαγωγής θερμού καπνού θα μελετηθεί ώστε να λειτουργεί για ελάχιστη περίοδο δύο ωρών σε θερμοκρασία 2500°C σε περιβάλλον με θερμό καπνό. Σε αυτό συμπεριλαμβάνονται οι ανεμιστήρες της κύριας σήραγγας που βρίσκονται σε φρέατα εκτόνωσης σταθμών ή άλλα φρέατα, οι ανεμιστήρες UPE/OTE, οποιοσδήποτε άλλος αποκλειστικός ανεμιστήρας απαγωγής καπνού σε σταθμούς, οι ανεμιστήρες τύπου jet στις σήραγγες και όλος ο σχετικός με τους ανωτέρω ανεμιστήρες εξοπλισμός όπως ηλεκτροκίνητα διαφράγματα και οι κινητήρες αυτών, κώνοι διάχυσης, ηχοαποσβεστήρες και αεραγωγοί. Όλα τα καλώδια των συστημάτων αερισμού έκτακτης ανάγκης θα πρέπει επίσης να

συμμορφώνονται προς την ανωτέρω απαίτηση. Δεν επιτρέπεται η γενική όδευση οποιουδήποτε είδους καλωδιώσεως μέσα από τις οδεύσεις απαγωγής καπνού, πέρα από ειδικές περιπτώσεις τοπικών καλωδίων (για ανεμιστήρες, διαφράγματα κ.λ.π.).

2.4.8 Απαιτήσεις Μελλοντικής Ψύξης – Κλιματισμού

Σε όλους τους σταθμούς της επέκτασης θα υπάρχει η πρόβλεψη σε χώρους για μελλοντική εγκατάσταση μηχανημάτων ψύξης αποκλειστικά του χώρου αποβάθρων, με συνθήκες 28°C / 60 % RH. Οι τιμές της σχετικής υγρασίας (RH) παρατίθενται για λόγους επιλογής των στοιχείων ψύξης του εξοπλισμού κλιματισμού

2.4.9 Αποδοτικότητα συστήματος UPE / ΟΤΕ

Αποδοτικότητα αφαίρεσης θερμότητας, που εκλύεται από τον συρμό, όταν λειτουργούν τα συστήματα UPE και ΟΤΕ μαζί.	
• Απαγωγή από το σύστημα UPE	Με τα 40 m ³ /s το 30%
• Απαγωγή ΟΤΕ	Με τα 20 m ³ /s το 60.0%
• Συνολική αποδοτικότητα της συνδυασμένης λειτουργίας	Με τα 60 m ³ /s το 40.0%

2.4.10 Λειτουργία υπό συνθήκες συνωστισμού

Κατά την λειτουργία υπό κανονικές συνθήκες, στην περίπτωση κατά την οποία ένας ή περισσότεροι συρμοί ακινητοποιηθούν σε ένα τμήμα της σήραγγας, κατά την κρίση του Χειριστή Ισχύος στο ΚΕΛ, θα ενεργοποιούνται οι ανεμιστήρες φρεάτων αερισμού σε χαμηλή ταχύτητα, αυτοί που είναι εκατέρωθεν του συγκεκριμένου τμήματος σήραγγας. Η λειτουργία αυτή δεν θα είναι αυτόματη, αλλά οι απαιτούμενοι ανεμιστήρες θα επιλέγονται χειροκίνητα από τον χειριστή του συστήματος BACS στο ΚΕΛ.

2.4.11 Λειτουργία σε κατάσταση συντήρησης

Κατά τις περιόδους που εκτελούνται εργασίες συντήρησης εντός των σηράγγων, μπορεί να ενεργοποιούνται οι ανεμιστήρες σε χαμηλή ταχύτητα για να παρέχουν νωπό αέρα στις σήραγγες. Η λειτουργία αυτή θα είναι χειροκίνητη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφονται οι απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά παρακολούθησης και ελέγχου των συστημάτων Αερισμού Σηράγγας και HVAC. Το Σύστημα Αυτοματισμού και Ελέγχου Κτιρίων (BACS) στο κεφάλαιο αυτό συμπεριλαμβάνεται για να πληροφορήσει τα πλήρη χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις συμβατότητας του εξοπλισμού Αερισμού Σηράγγων και HVAC που θα διασυνδεθούν με το Σύστημα BACS, όπως αυτό θα προμηθευθεί και εγκατασταθεί.

Η υπάρχουσα κεντρική εγκατάσταση του Συστήματος Ελέγχου Περιβάλλοντος (ECS), ήδη εγκατεστημένη στο ΚΕΛ του σταθμού, θα ελέγχει όλα τα συστήματα Αερισμού Σηράγγων και HVAC δια μέσου δύο ανεξάρτητων και παράλληλων συστημάτων. Μεμονωμένα χειριστήρια ανεμιστήρων και άλλων μηχανημάτων HVAC υπάρχουν επίσης σε κάθε σταθμό, στους τοπικούς πίνακες εξαερισμού (με ενσωματωμένα PLC), στο Κιτίο Πυροσβέστη (FB), και στο Σταθμαρχείο (SMR).

Στο έργο, τα προκαθορισμένα σενάρια έχουν ήδη προγραμματισθεί στα PLC που ενσωματώνονται στους πίνακες των τοπικών ανεμιστήρων SAF. Επίσης, στο Σταθμαρχείο του έργου, οι συναγερμοί εμφανίζονται και οι μόνοι χειρισμοί που μπορούν να εκτελεστούν είναι σταμάτημα ανεμιστήρων UPE και SAF, εκκίνηση SAF με αντίστροφη περιστροφή). Η παρακολούθηση και ο μερικός έλεγχος των Η/Μ μηχανημάτων του σταθμού (π.χ. αντλίες, κυλιόμενες) περιλαμβάνεται στο σύστημα Τηλεελέγχου PRCS, που είναι ένα ξεχωριστό σύστημα εγκατεστημένο στο ΚΕΛ.

Στην φάση αυτή του Μετρώ τα προκαθορισμένα σενάρια έχουν ήδη προγραμματισθεί στα PLC που ενσωματώνονται στους τοπικούς πίνακες UPE/OTE. Επίσης στην φάση αυτή του Μετρώ όλα τα μηχανήματα αερισμού σήραγγας και HVAC καθώς επίσης τα Η/Μ μηχανήματα που αφορούν το σταθμό (π.χ. ανελκυστήρες, κυλιόμενες, φωτισμός, βαλβίδες πυρόσβεσης και αντλίες) μπορούν να παρακολουθηθούν και να ελεγχθούν από ένα τοπικό σύστημα που θα βρίσκεται σε κάθε σταθμαρχείο, και που είναι επίσης συνδεδεμένο με το κεντρικό σύστημα στο ΚΕΛ.

Ολόκληρη η παρακολούθηση και ο έλεγχος των συστημάτων Αερισμού Σηράγγων και HVAC του σταθμού και των αναπόσπαστων γειτονικών φρεάτων θα ενωθούν με τους πίνακες PLC του τοπικού BACS, το οποίο έχει τις εγκαταστάσεις παρακολούθησης και ελέγχου του (θέση εργασίας χειριστού), εγκατεστημένες στο σταθμαρχείο.

Διαμέσου του δικτύου επικοινωνίας δεδομένων WAN, η παρακολούθηση και ο έλεγχος όλων των κυρίων ανεμιστήρων και μηχανημάτων HVAC (ανεμιστήρων εκτόνωσης, άλλων ανεμιστήρων φρεάτων, ανεμιστήρων UPE/OTE, ανεμιστήρων ηλεκτρικών χώρων, ανεμιστήρων τουαλετών, ψυκτών κλπ.) θα οδηγείται επίσης σε κεντρικές εγκαταστάσεις BACS στο ΚΕΛ του σταθμού.

Ο ακριβής αριθμός των απαραίτητων ψηφιακών σημείων παρακολούθησης και ελέγχου θα οριστικοποιηθεί κατά τη φάση της Εφαρμογής. Η καλωδίωση και οι συνδέσεις όλων των βοηθητικών καλωδίων ισχύος και ελέγχου από τους τοπικούς πίνακες εξαερισμού προς όλα τα ανάλογα μηχανήματα και προς τους πίνακες PLC έως τις κλέμμες των τοπικών πινάκων, συμπεριλαμβάνονται στο αντικείμενο εργασιών.

Το Κιτίο Πυροσβέστη FB θα εγκατασταθεί στο επίπεδο εισιτηρίων ή στο επίπεδο της οδού, με εύκολη πρόσβαση από την Πυροσβεστική Υπηρεσία. Η λειτουργική του φιλοσοφία διαφέρει από αυτή των FB των υπάρχόντων σταθμών, μιας και τα διαθέσιμα σενάρια από το Κιτίο Πυροσβέστη (FB) θα αφορούν μόνο τον τοπικό σταθμό.

Τα προκαθορισμένα σενάρια κατά μήκος των σηράγγων θα εξελιχθούν και θα περιλαμβάνουν όλες τις απαραίτητες διεργασίες (πίνακες σεναρίων και κατάσταση κινδύνου) για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση όλων των σχετιζόμενων ανεμιστήρων.

Οποτεδήποτε ενεργοποιηθεί σενάριο, θα υπάρχει μία φωτεινή ένδειξη «FB-Ενεργό» στον αντίστοιχο τοπικό πίνακα και στο τοπικό FB και ένα μήνυμα στο σταθμό εργασίας του χειριστή στο κεντρικό και τοπικό BACS.

Κάθε εγκατάσταση συστήματος Αερισμού Σηράγγων και συστήματος HVAC, οπουδήποτε στο Έργο, θα έχει το δικό του πίνακα. Η καλωδίωση και οι συνδέσεις όλων των βοηθητικών καλωδίων ισχύος και ελέγχου από τους τοπικούς πίνακες εξαερισμού προς όλα τα ανάλογα μηχανήματα και προς τους πίνακες PLC έως τις κλέμμες των τοπικών πινάκων, συμπεριλαμβάνονται στο αντικείμενο των εργασιών.

Οι πίνακες SWB θα έχουν στη πρόσοψή τους όλους τους απαραίτητους διακόπτες παρακολούθησης και χειρισμού καθώς επίσης ενδείξεις σφαλμάτων/ συναγερμών/ εμπλοκών που αφορούν τα μηχανήματα που σχετίζονται με τον πίνακα. Οι ενδεικτικές λυχνίες των συναγερμών θα ενεργοποιούνται μέσω του PLC. Οι πίνακες θα είναι κατάλληλα γειωμένοι.

Ο λειτουργικός σχεδιασμός (Κανονική Λειτουργία και προκαθορισμένα σενάρια πυρκαγιάς / ανάγκης) θα αναπτυχθεί με σκοπό να ενσωματωθεί και στο λογισμικό του τοπικού BACS στο FB/PLC και στην κεντρική εγκατάσταση στο BACS του ΚΕΛ.

Η λειτουργία κάθε σεναρίου θα επαληθευθεί από μια δυναμική προσομοίωση, η οποία θα επιβεβαιώνει ότι ο καπνός στη σήραγγα δεν μεταφέρεται ποτέ σε γειτονικούς σταθμούς.

Οι ακόλουθες λειτουργίες και ενέργειες θα γίνουν κατά την Κανονική Λειτουργία και όλες οι σχετιζόμενες πληροφορίες θα παρασχεθούν από τον Αερισμό Σηράγγων και τα μηχανήματα HVAC στο σύστημα BACS :

- Ώρες λειτουργίας: Θα καταγράφεται αθροιστικά ο συνολικός αριθμός των ωρών λειτουργίας του κάθε ανεμιστήρα. Κατά την αρχική εκκίνηση των ανεμιστήρων, ο ανεμιστήρας με τις λιγότερες ώρες λειτουργίας θα εκκινεί πρώτος. Μετά την παύση της λειτουργίας ενός ανεμιστήρα, ή μετά από αστοχία ενός ανεμιστήρα, θα ενεργοποιείται η μεταγωγή από την κατάσταση λειτουργίας σε κατάσταση αναμονής.
- Κατάσταση λειτουργίας / αναμονής: Εάν κάποιος εν λειτουργία ανεμιστήρας παρουσιάσει βλάβη, τότε θα δοθεί στο σύστημα BACS σήμα βλάβης εξοπλισμού και θα ξεκινήσει η λειτουργία του εν αναμονή ανεμιστήρα.
- Επιβεβαίωση λειτουργίας του ανεμιστήρα: Εάν κάποιος ανεμιστήρας βρίσκεται σε λειτουργία αλλά δεν επιβεβαιωθεί η ροή του αέρα εντός 30 δευτερολέπτων, τότε ο ανεμιστήρας θα τεθεί εκτός λειτουργίας και θα εκκινήσει ο εφεδρικός ανεμιστήρας,

ενώ παράλληλα θα δοθεί το ανάλογο σήμα συναγερμού. Ο συναγερμός αυτός θα παρακάμπτεται εάν ο ανεμιστήρας λειτουργεί σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

- **Συνδυασμοί Ανεμιστήρων - Διαφραγμάτων:** Με το αίτημα εκκίνηση του ανεμιστήρα, θα ανοίγει το μηχανοκίνητο διάφραγμα. Αφού επιβεβαιωθεί ότι το διάφραγμα έχει ανοίξει πλήρως, (όλα τα τμήματα), θα επιτρέπεται η εκκίνηση του ανεμιστήρα. Εάν ο ανεμιστήρας δεν εκκινήσει εντός της δεδομένης χρονικής περιόδου, τότε θα δοθεί εντολή στον ανεμιστήρα να σταματήσει και να κλείσει το σχετικό διάφραγμα. Η αρχή του θα χρησιμοποιηθεί είναι αυτή της εναλλαγής από κατάσταση λειτουργίας σε κατάσταση αναμονής. Επίσης, θα δοθεί το σχετικό σήμα συναγερμού εντός του συστήματος. Εάν το διάφραγμα δεν ανοίξει πλήρως εντός ενός ρυθμιζόμενου χρονικού διαστήματος, τότε η εντολή ανοίγματος του διαφράγματος θα ανακληθεί, θα δοθεί η εντολή να κλείσει το διάφραγμα και θα ανακληθεί η εντολή εκκίνησης του ανεμιστήρα, ενώ παράλληλα θα δοθεί το σχετικό σήμα συναγερμού εντός του συστήματος. Σημείωση: Υπό συνθήκες λειτουργίας έκτακτης ανάγκης το σχετικό μηχανοκίνητο διάφραγμα και ο Ανεμιστήρας θα ξεκινούν ταυτόχρονα, ανεξάρτητα από το εάν ανοίξει πλήρως ή όχι το μηχανοκίνητο διάφραγμα, ενώ θα παρακαμφθούν και θα απενεργοποιηθούν όλες οι αλληλομανδάλωσεις ασφαλείας (π.χ. συναγερμοί θερμοκρασίας τυλιγμάτων – τριβέων ή συναγερμοί δονήσεων).
- **Αυτόματος έλεγχος:** Όταν ένας ανεμιστήρας λειτουργεί υπό αυτόματο έλεγχο (π.χ. ανεμιστήρες EXF ελεγχόμενοι από την θερμοκρασία στο χώρο, τότε μόλις η θερμοκρασία φθάσει στο σημείο ρύθμισης του πρώτου σταδίου, θα αρχίσει να λειτουργεί ο κανονικός ανεμιστήρας. Μόλις η θερμοκρασία φθάσει στο σημείο ρύθμισης του δεύτερου σταδίου, τότε θα εκκινήσει ο εφεδρικός ή ο δεύτερος ανεμιστήρας. Με την πτώση της θερμοκρασίας, θα σταματά πρώτα ο δεύτερος μικρότερος ανεμιστήρας. Μόλις η πτώση της θερμοκρασίας φθάσει στο πρώτο στάδιο ρύθμισης, θα σταματήσει και ο πρώτος ανεμιστήρας. Τα όρια ρύθμισης των θερμοστατών θα μελετηθούν έτσι ώστε να αποτραπεί η εμφάνιση του φαινομένου της υστέρησης, προκειμένου να αποτρέπεται η συχνή και άσκοπη παύση/εκκίνηση των ανεμιστήρων.
- **Χειροκίνητος έλεγχος:** Επιλέγοντας τον χειροκίνητο τρόπο σε έναν ανεμιστήρα, όλα τα χαρακτηριστικά του αυτόματου τρόπου (π.χ. έλεγχος βάσει θερμοκρασίας, πίνακες χρόνου/περιστατικών) θα απενεργοποιούνται, ωστόσο τα διάφορα στάδια των συναγερμών θα συνεχίσουν να εμφανίζονται στο σύστημα.
- **Έλεγχος εξ' αποστάσεως:** Εάν επιλεγεί ο τρόπος λειτουργίας εξ' αποστάσεως ενός συστήματος ανεμιστήρων από τον διακόπτη επιλογής στον τοπικό πίνακα, τότε δεν θα υπάρχει δυνατότητα ελέγχου από τον τοπικό πίνακα. Στην περίπτωση αυτή, ο εξοπλισμός βρίσκεται υπό τον άμεσο έλεγχο των Συστημάτων Αερισμού Σηράγγων και HVAC και Η/Μ συστημάτων.
- **Τοπικός έλεγχος:** Επιλέγοντας τον τοπικό - κανονικό έλεγχο για ένα σύστημα ανεμιστήρων από τον τοπικό πίνακα, όλα τα χαρακτηριστικά του αυτόματου τρόπου (π.χ. έλεγχος βάσει θερμοκρασίας) θα απενεργοποιούνται, ωστόσο τα διάφορα στάδια συναγερμών θα συνεχίσουν να εμφανίζονται στο BACS. Όταν για ένα σύστημα ανεμιστήρων έκτακτης ανάγκης (π.χ. ανεμιστήρας BSF, UPE/OTE) επιλεγεί ο τοπικός έλεγχος έκτακτης ανάγκης, τότε παρακάμπτεται η αλληλομανδάλωση ασφαλείας, αλλά

οι συναγερμοί από τον εν λόγω εξοπλισμό θα εξακολουθούν να ελέγχονται από το σύστημα BACS.

- Συντήρηση: Όλος ο εξοπλισμός θα μπορεί να τίθεται σε κατάσταση συντήρησης, μέσω του διακόπτη επιλογής συντήρησης, πλησίον της θέσης εγκατάστασης του ανεμιστήρα. Σε αυτή την κατάσταση, ο εξοπλισμός θα απενεργοποιείται και δεν θα υπάρχει η δυνατότητα αυτόματου ή χειροκίνητου ή απομακρυσμένου ελέγχου του εξοπλισμού.

Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, που επιβάλλει την λειτουργία των ανεμιστήρων (έλεγχος της πυρκαγιάς με προκαθορισμένα σενάρια πυρκαγιάς) θα γίνουν οι ακόλουθες ενέργειες:

- Το προσωπικό του σταθμού και του τρένου θα ειδοποιήσουν αμέσως τους χειριστές του ΚΕΛ, οι οποίοι θα ενεργοποιήσουν τα ανάλογα σενάρια πυρκαγιάς και θα ελέγξουν το συμβάν. Μετά την άφιξη της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας επί τόπου, αυτοί μπορεί να αλλάξουν τα σενάρια τοπικά μέσω του FB ή από τις θέσεις εργασίας στις Αίθουσες Υπεύθυνου Σταθμού.
- Σε κάθε περίπτωση, η λειτουργία έκτακτης ανάγκης θα υπερτερεί έναντι της λειτουργίας του εξοπλισμού υπό κανονικές συνθήκες.
- Σε περίπτωση αστοχίας οποιουδήποτε εξοπλισμού που συμμετέχει στο σενάριο, δε θα επηρεάζει τη λειτουργία του σεναρίου, ενώ παράλληλα θα δίδεται σήμα συναγερμού προς το BACS.
- Ο τρόπος λειτουργίας σε έκτακτη ανάγκη επιλέγεται με την χρήση διακοπών επιλογής που βρίσκονται εντός του FB, στον τοπικό πίνακα ανεμιστήρων, ή στην οθόνη με την διάταξη της FB στον Σταθμό Εργασίας του χειριστή στο ΚΕΛ / Σταθμαρχείο.
- Υπό όλους τους τρόπους λειτουργίας έκτακτης ανάγκης, θα παρακάμπτονται όλες οι αλληλομανδάλωσεις ασφαλείας (π.χ. συναγερμοί θερμοκρασίας τυλιγμάτων – τριβών ή συναγερμοί δονήσεων) για τους ανεμιστήρες και δεν οδηγούν στον τερματισμό της λειτουργίας του σχετικού ανεμιστήρα.

Σε όλες τις αποβάθρες των σταθμών θα υπάρχει παρακολούθηση της θερμοκρασίας μέσω αισθητήρων, ένας σε κάθε αποβάθρα. Επίσης, θα υπάρχει ένας αισθητήρας, ο οποίος θα είναι κατάλληλα τοποθετημένος και ο οποίος θα παρακολουθεί την εξωτερική θερμοκρασία (θερμοκρασία περιβάλλοντος). Τα στοιχεία θα παρέχονται στο τοπικό BACS και στο κεντρικό BACS στο ΚΕΛ, το οποίο θα θέτει σε λειτουργία τους ανεμιστήρες ανάλογα με τις ανάγκες.

Το σύστημα θα συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά υπό συνθήκες ηλεκτρικών διαταραχών προερχομένων από τα κυκλώματα φωτισμού, αιχμές και διακυμάνσεις τάσεων, υπερβολικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία οφειλόμενα στην λειτουργία εξοπλισμού όπως μετασχηματιστές ή σε κεραυνούς, κ.λ.π.

Η ελαττωματική λειτουργία του τοπικού BACS, ή του πίνακα ανεμιστήρων, η του σχετικού πίνακα PLC δεν θα πρέπει να παρεμποδίζει την κατάλληλη και ανεξάρτητη λειτουργία του

υπολοίπου συστήματος. Επιπλέον, πρέπει να διαβιβάζεται στο ΚΕΛ σαφές σήμα συναγερμού επισημαίνοντας ότι υπάρχει ανώμαλη κατάσταση σε κάποιο σημείο. Σε περίπτωση αστοχίας ή ζημιάς στο σύστημα BACS στο ΚΕΛ ή και ολική αστοχίας της γραμμής μετάδοσης επικοινωνίας, δεν θα επηρεάζονται οι λειτουργίες σε τοπικό επίπεδο (του σταθμού και των παρακείμενων σηράγγων και φρεάτων).

Απαιτείται από τον εξοπλισμό αερισμού και απαγωγής καπνού ο οποίος εμπλέκεται στα διάφορα σενάρια έκτακτης ανάγκης, όπως αυτά έχουν προγραμματιστεί στα PLC του συστήματος Εξαερισμού Σηράγγων και HVAC και στα Κιττία Πυροσβέστη, να έχει την δυνατότητα πλήρους ενεργοποίησης του σεναρίου έκτακτης ανάγκης εντός χρονικής περιόδου 3 λεπτών της ώρας. Η χρονική αυτή περίοδος συμπεριλαμβάνει και πιθανή αλλαγή από υπάρχουσα κατάσταση ή ήδη ενεργοποιημένο σενάριο σε νέο σενάριο, το οποίο απαιτεί αλλαγές λειτουργίας σε ήδη ενεργοποιημένα στοιχεία (πχ. αναστροφή ανεμιστήρων). Επισημαίνεται ότι ο σχετικός εξοπλισμός περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία ελέγχου και ενεργοποίησης όπως διακόπτες, διατάξεις ομαλής εκκίνησης (inverters) κτλ.

Σε ανεμιστήρες μεγαλύτερους των $10 \text{ m}^3/\text{s}$, ο αυτόματος ελεγκτής του μηχανοκίνητου διαφράγματος του ανεμιστήρα θα περιλαμβάνει μία ρυθμιζόμενη χρονική περίοδο καθυστέρησης 30-120 sec μεταξύ της απενεργοποίησης του κινητήρα του ανεμιστήρα και του κλεισίματος του διαφράγματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Λόγω της συνεχούς ανάπτυξης του δικτύου του Μετρό, χρειάζεται να συντηρείται προληπτικά κατά τακτά χρονικά διαστήματα όλες τις Η/Μεγκαταστάσεις. Για να διευκολυνθούν οι εργασίες συντήρησης, πρέπει να σχεδιαστεί και να εγκατασταθεί ο εξοπλισμός με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Πρέπει να παρέχεται άριστη και ασφαλή μελλοντική προσβασιμότητα για το σύνολο του εξοπλισμού. Για οποιοδήποτε τμήμα του εξοπλισμού που επιδέχεται προληπτική συντήρηση ή έλεγχο και είναι εγκατεστημένο σε ύψος μεγαλύτερο των 3 μέτρων από το δάπεδο, θα υπάρχει μόνιμο και ασφαλή συστήματα πρόσβασης, όπως σκάλες, μεταλλικά πατάκια, αναρτήσεις και άλλα. Όλα αυτά περιλαμβάνονται στο κατ' αποκοπή τίμημα του Έργου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

Οι προδιαγραφές υλικών και εργασιών του εξοπλισμού των Συστημάτων Αερισμού Σηράγγων και HVAC, παρατίθενται στο παρόν κεφάλαιο. Οι εν λόγω προδιαγραφές καλύπτουν τα εξής :

1	ΨΥΚΤΕΣ ΝΕΡΟΥ (CU1) – ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΙ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ
2	ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (HP)- ΑΕΡΑ / ΝΕΡΟΥ, ΑΕΡΑ /ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ
3	ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ (AHU)
4	ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (CCU)
5	ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ – ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ (FCU)
6	ΜΕΓΑΛΟΙ ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ
7	ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΙ ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ, ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ
8	ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ
9	ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗΣ

5.1 ΨΥΚΤΕΣ ΝΕΡΟΥ (CU1) – ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΙ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

5.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.1.1.1 Περιγραφή εργασιών

Η παρούσα τεχνική προδιαγραφή περιγράφει τις τεχνικές απαιτήσεις για την προμήθεια και εγκατάσταση ψυκτών νερού για το σύστημα H.V.A.C. Αυτοί θα είναι αερόψυκτοι.

5.1.1.2 Πρότυπα

Οι ψύκτες νερού θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

5.1.2 ΥΛΙΚΑ

5.1.2.1 Γενικές απαιτήσεις

Οι ψύκτες νερού θα είναι κατάλληλοι για εξωτερική ή εσωτερική εγκατάσταση ανάλογα με τον τρόπο και θέση εγκατάστασης. Το πρωτεύον κριτήριο για την επιλογή του κατασκευαστή και του τύπου μηχανήματος ήταν η μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση και αντίστοιχα ο μεγαλύτερος δείκτης αποδοτικότητας. Οι ψύκτες νερού φέρουν πλήρη ενδεικτική πινακίδα με το όνομα της κατασκευάστριας εταιρείας, αριθμό παραγωγής, χρονολογία παραγωγής, τύπο και μέγεθος μηχανήματος, και εγκατεστημένη ισχύ.

Θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας, με επικάλυψη όλων των περιστρεφόμενων μερών με προφυλακτήρες (όπως άξονες, τροχαλίες, ανεμιστήρες κλπ.), ώστε να είναι δυνατή η επιθεώρηση και προσπέλαση στο συγκρότημα χωρίς κίνδυνο ατυχήματος. Όλα τα εξαρτήματα είναι μονωμένα και προστατεύονται από παγοποίηση σε θερμοκρασίες μέχρι -10°C . Η θερμική μόνωση όλων των εσωτερικών σωληνώσεων και εξαρτημάτων, αποτελείται από υλικά βραδύκαυστα. Όλες οι επαφές διαφορετικών μετάλλων θα απομονωθούν για την αποτροπή γαλβανικών φαινομένων και επίσης θα πρέπει να προστατευτούν ιδιαίτερα όλα τα τμήματα που υπόκεινται σε διάβρωση. Η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων που χρειάζονται συντήρηση ή πρέπει να αντικαθίστανται, θα γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολα προσιτά και αφαιρετά.

Τα σημεία λίπανσης στα έδρανα είναι εύκολα προσπελάσιμα, ενώ σε αντίθετη περίπτωση, να τοποθετούνται κατάλληλες προεκτάσεις ώστε να γίνονται προσπελάσιμα. Η στάθμη θορύβου (dBA) που παράγεται από τον συγκεκριμένο εξοπλισμό πρέπει να είναι εντός των ορίων όπως αυτά διατυπώνονται σε ανωτέρω παράγραφο. Σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά ο ψύκτης νερού που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ο παρακάτω:

Uniflair BCEC



Με χαρακτηριστικά λειτουργίας : 400 / 3 / 50 στα 1100 KW

5.1.2.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με:

- Οδηγίες εγκατάστασης
- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίες συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (ΗΡ)- ΑΕΡΑ / ΝΕΡΟΥ, ΑΕΡΑ / ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΥΠΟΥ

5.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.2.1.1 Περιγραφή εργασιών

Η παρούσα τεχνική προδιαγραφή περιγράφει τις τεχνικές απαιτήσεις για την προμήθεια και εγκατάσταση αντλιών θερμότητας για το σύστημα H.V.A.C. Αυτές θα είναι είτε αέρα / νερού, είτε αέρα / αέρα.

5.2.1.2 Πρότυπα

Οι αντλίες θερμότητας θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

5.2.2 ΥΛΙΚΑ

5.2.2.1 Γενικές απαιτήσεις

Η αντλία θερμότητας θα είναι κατάλληλη για εξωτερική ή εσωτερική εγκατάσταση ανάλογα με τον τρόπο και θέση εγκατάστασης. Το πρωτεύον κριτήριο για την επιλογή του κατασκευαστή και του τύπου μηχανήματος θα είναι η μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση ή αντίστοιχα ο μεγαλύτερος δείκτης αποδοτικότητας. Η αντλία θερμότητας θα φέρει πλήρη ενδεικτική πινακίδα με το όνομα της κατασκευάστριας εταιρείας, αριθμό παραγωγής, χρονολογία παραγωγής, τύπο και μέγεθος μηχανήματος, και εγκατεστημένη ισχύ.

Θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας, με επικάλυψη όλων των περιστρεφόμενων μερών με προφυλακτήρες (όπως άξονες, τροχαλίες, ανεμιστήρες κλπ.), ώστε να είναι δυνατή η επιθεώρηση και προσπέλαση στο συγκρότημα χωρίς κίνδυνο ατυχήματος. Όλα τα εξαρτήματα θα είναι μονωμένα και θα προστατεύονται από παγοποίηση σε θερμοκρασίες μέχρι -10°C . Η θερμική μόνωση όλων των εσωτερικών σωληνώσεων και εξαρτημάτων, θα αποτελείται από υλικά βραδύκαυστα. Όλες οι επαφές διαφορετικών μετάλλων θα απομονωθούν για την

αποτροπή γαλβανικών φαινομένων και επίσης θα πρέπει να προστατευτούν ιδιαίτερα όλα τα τμήματα που υπόκεινται σε διάβρωση. Η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων που χρειάζονται συντήρηση ή πρέπει να αντικαθίστανται, θα γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολα προσιτά και αφαιρετά.

Τα σημεία λίπανσης στα έδρανα θα είναι εύκολα προσπελάσιμα, ενώ σε αντίθετη περίπτωση, να τοποθετούνται κατάλληλες προεκτάσεις ώστε να γίνονται προσπελάσιμα. Η στάθμη θορύβου (dBA) που παράγεται από τον συγκεκριμένο εξοπλισμό πρέπει να είναι εντός των ορίων όπως αυτά διατυπώνονται σε ανωτέρω παράγραφο. Τα σημεία μέτρησης της στάθμης θορύβου θα βρίσκονται σε απόσταση 1 μέτρου από την εξωτερική επιφάνεια της μονάδας και σε ύψος 1 μέτρο από τον σκελετό της βάσης. Οι αντλίες θερμότητας θα παραδοθούν πλήρως συναρμολογημένες από το εργοστάσιο κατασκευής τους και θα περιλαμβάνουν, πάνω σε κοινή χαλύβδινη βάση, τους συμπιεστές συμπλεγμένους με τους κινητήρες τους, τον συμπυκνωτή, τον εξατμιστή, τον εκκινητή, τις σωληνώσεις, τις καλωδιώσεις, και τον πίνακα ελέγχου. Οι αντλίες θερμότητας θα μπορούν να ξεκινήσουν και να λειτουργήσουν σε πλήρες φορτίο σε εξωτερικές θερμοκρασίες από -5°C έως 45°C , με νερό εξόδου από τον εξατμιστή από 5°C έως 10°C . Σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά οι αντλίες θερμότητας που θα χρησιμοποιήσουμε είναι οι παρακάτω:

Αντλία θερμότητας TONONFORTY HydraHP 39.7Kw



Με χαρακτηριστικά λειτουργίας : 400 / 3 / 50 στα 39,7 KW

5.2.2.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με :

- Οδηγίες εγκατάστασης
- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίες συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.3 ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (CCU)

5.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.3.1.1 Περιγραφή εργασιών

Η παρούσα τεχνική προδιαγραφή περιγράφει τις τεχνικές απαιτήσεις για την προμήθεια και εγκατάσταση κλιματιστικών μονάδων κλειστού ελέγχου για το σύστημα H.V.A.C., και θα είναι αερόψυκτες, διαιρούμενου τύπου, απ'ευθείας εκτόνωσης. Αυτές που προορίζονται για τους χώρους 3.4s και 3.4t, θα έχουν έξοδο αέρα προς τα κάτω και μέσα στο ψευδοπάτωμα.

5.3.1.2 Πρότυπα

Οι κλιματιστικές μονάδες κλειστού ελέγχου θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

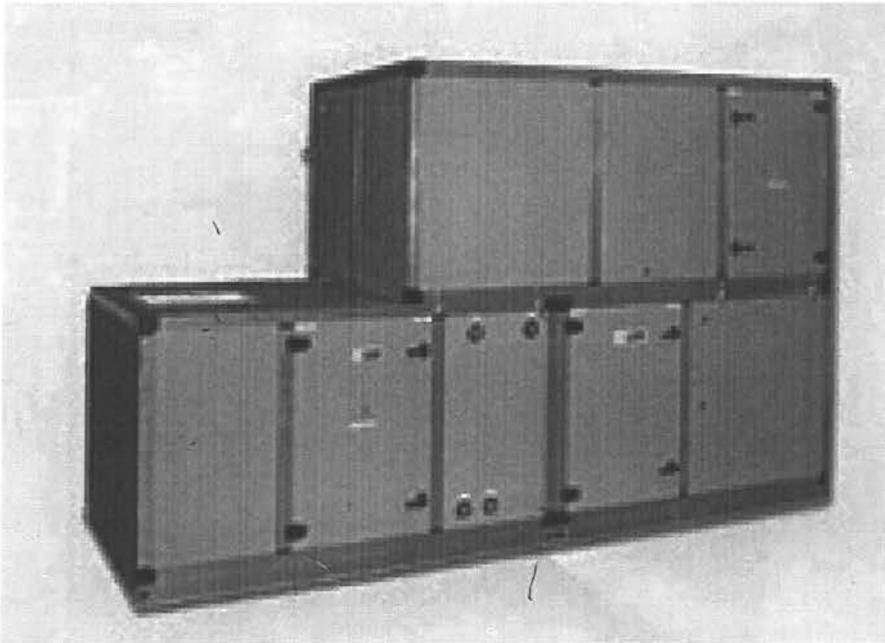
5.3.2 ΥΛΙΚΑ

5.3.2.1 Γενικές απαιτήσεις

Οι κλιματιστικές μονάδες κλειστού ελέγχου θα είναι κατάλληλες για εσωτερική εγκατάσταση. Το πρωτεύον κριτήριο για την επιλογή του κατασκευαστή και του τύπου μηχανήματος θα είναι η μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση ή αντίστοιχα ο μεγαλύτερος δείκτης αποδοτικότητας. Οι κλιματιστικές μονάδες κλειστού ελέγχου θα φέρουν πλήρη ενδεικτική πινακίδα με το όνομα της κατασκευάστριας εταιρείας, αριθμό παραγωγής, χρονολογία παραγωγής, τύπο και μέγεθος μηχανήματος, και εγκατεστημένη ισχύ. Θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας, με επικάλυψη όλων των περιστρεφόμενων μερών με προφυλακτήρες (όπως άξονες, τροχαλίες, ανεμιστήρες κλπ.), ώστε να είναι δυνατή η επιθεώρηση και προσπέλαση στο συγκρότημα χωρίς κίνδυνο ατυχήματος. Η θερμική μόνωση όλων των εσωτερικών σωληνώσεων και εξαρτημάτων, θα αποτελείται από υλικά βραδύκαυστα. Όλες οι επαφές διαφορετικών μετάλλων θα απομονωθούν για να προστατευτούν ιδιαίτερα όλα τα τμήματα που υπόκεινται σε διάβρωση. Η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων που χρειάζονται συντήρηση ή πρέπει να αντικαθίστανται, θα γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολα προσιτά και αφαιρετά. Τα σημεία λίπανσης στα έδρανα θα είναι εύκολα προσπελάσιμα, ενώ σε αντίθετη περίπτωση, θα τοποθετούνται κατάλληλες προεκτάσεις ώστε να γίνονται προσπελάσιμα. Η στάθμη θορύβου (dBA) που παράγεται από τον συγκεκριμένο εξοπλισμό θα είναι εντός των ορίων όπως αυτά διατυπώνονται σε προηγούμενη παράγραφο. Τα σημεία μέτρησης της στάθμης θορύβου θα βρίσκονται σε απόσταση 1 μέτρου από την εξωτερική επιφάνεια της μονάδας και σε ύψος 1 μέτρο από τον σκελετό της βάσης. Οι κλιματιστικές μονάδες κλειστού ελέγχου θα παραδοθούν πλήρως συναρμολογημένες από το εργοστάσιο κατασκευής τους και θα περιλαμβάνουν,

σεενιαίο κέλυφος, τους συμπιεστές με ενσωματωμένους τους κινητήρες τους, τονεξατμιστή, τις σωληνώσεις, τις καλωδιώσεις, και τον πίνακα ελέγχου. Οσυμπυκνωτής θα είναι ξεχωριστός και θα εγκατασταθεί σε υπαίθριο χώρο.Οι κλιματιστικές μονάδες κλειστού ελέγχου, λόγω της απαραίτητης συνεχούςλειτουργίας τους, θα είναι οι πλέον αξιόπιστεςκαι τεχνολογικά προηγμένες τηςαγοράς, και θα είναι κατάλληλες για λειτουργία σε θερμοκρασιακές συνθήκες, χειμώνα από -5⁰C και θέρους έως 45⁰C.Οι κλιματιστικές μονάδες κλειστού ελέγχου θα συμμορφώνονται με τους κανονισμούςτης TOTEE. Σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες κλειστού ελέγχου (CCU) που θα χρησιμοποιήσουμε είναι οι παρακάτω:

serie L



Με χαρακτηριστικά λειτουργίας : 400 / 3 / 50 στα 22 KW (θερμική ισχύ 672kw και ψυκτική ισχύ 527kw)

5.3.2.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με :

- Οδηγίες εγκατάστασης
- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίες συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.4 ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ – ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ (FCU)

5.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.4.1.1 Περιγραφή Εργασιών

Ο σκοπός αυτής της προδιαγραφής αφορά τις τεχνικές απαιτήσεις για την προμήθεια και εγκατάσταση των Μονάδων Ανεμιστήρα – Στοιχείου.

5.4.1.2 Πρότυπα

Οι μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

5.4.1.3 Συντομογραφίες

Οι συντομογραφίες που θα χρησιμοποιηθούν στις μελέτες και στα σχέδια θα είναι:

· FCU... Μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου

5.4.2 ΥΛΙΚΑ

5.4.2.1 Μονάδες Ανεμιστήρα - Στοιχείου

Θα υπάρχουν οι ακόλουθοι τύποι μονάδων : Δαπέδου (εμφανούς ή κρυφού), τοίχου (εμφανούς ή κρυφού), οροφής (εμφανούς ή κρυφού), κασέτας. Ολόκληρη η κατασκευή θα είναι από γαλβανισμένη λαμαρίνα ποιότητας Z-275 και βαμμένη με ηλεκτροστατική βαφή, για τις εμφανείς μονάδες. Οι ανεμιστήρες θα είναι φυγοκεντρικού τύπου με εμπρόσθιος κεκλιμένα πτερύγια, και θα είναι είτε από γαλβανισμένη λαμαρίνα, είτε από αλουμίνιο, είτε από ίνες νάιλον είτε από άκαμπτο πλαστικό. Τα στοιχεία ψύξης-θέρμανσης θα είναι τουλάχιστον τριών σειρών, κατασκευασμένα από σωλήνες χαλκού 3/8" με πτερύγια αλουμινίου, και στον πλαϊνό συλλέκτη θα φέρουν χειροκίνητο εξαεριστικό. Η παροχή ψύξης – θέρμανσης θα είναι δισωλήνια. Όλες οι μονάδες θα έχουν φίλτρα, εύκολα αφαιρούμενα και αντικαταστάσιμα, ικανά να επεξεργάζονται την συνολική ποσότητα του αέρα. Τα φίλτρα αέρα μπορεί να είναι είτε από ίνες νάιλον, είτε ίνες ύαλου είτε από πλαστικό υλικό κυψελώδους μορφής, και η ελάχιστη ικανότητα τους θα ελέγχεται. Τα φίλτρα θα είναι πλενόμενου τύπου. Οι λεκάνες συμπυκνωμάτων θα είναι είτε από λαμαρίνα προστατευμένες με αντισκωριακή βαφή, είτε από πλαστικό, είτε από ενισχυμένες ίνες ύαλου και θα είναι μονωμένες κατά τέτοιο τρόπο που θα εξασφαλίζουν, ότι δεν υπάρχει δημιουργία συμπυκνωμάτων. Η λεκάνη συμπυκνωμάτων θα είναι τέτοιου μεγέθους, ικανού να συλλέγει όλα τα συμπυκνώματα από το στοιχείο, τις σωληνώσεις κλπ, και θα έχει κατάλληλη κλίση προς τη σύνδεση της αποχέτευσης. Οι κινητήρες θα είναι διπλού άξονα, αθόρυβης λειτουργίας, τριών ταχυτήτων στα 230V, 50Hz και θα εδράζονται σε λαστιχένια βάση. Κάθε χρήση ηλεκτρικής αντίστασης ως μέθοδος θέρμανσης απαγορεύεται. Όπου απαιτείται μόνωση της μονάδας, αυτή θα είναι όπως περιγράφεται σε παρακάτω παράγραφο της προδιαγραφής MW 15540. Επίσης Κάθε μονάδα θα φέρει πινακίδα με :

- Όνομα κατασκευαστή
- Αριθμό και ημερομηνία κατασκευής
- Τύπος μονάδας
- Παροχή αέρα
- Ισχύς – Τάση

5.4.2.2 Λειτουργία – Ρυθμίσεις

Οι μονάδες που θα τοποθετηθούν σε χώρους προσωπικού θα είναι εφοδιασμένες μόνο με επίτοιχο αισθητήρα θερμοκρασίας. Οι επιλογές: θερμοκρασία, άνοιγμα – κλείσιμο,

χειμώνας- θέρος, και οι 3 ταχύτητες θα ελέγχονται αποκλειστικά από το σύστημα BACS. Οι μονάδες που θα τοποθετηθούν σε ενοικιαζόμενα καταστήματα εντός των χώρων της ΑΜ, θα είναι εφοδιασμένες με επίτοιχο χειριστήριο επιλογής θερμοκρασίας, άνοιγμα – κλείσιμο, και των 3 ταχυτήτων. Η επιλογή άνοιγμα – κλείσιμο τροφοδοσίας και χειμώνας – θέρος θα γίνεται από το τοπικό BACS. Στα αποδυτήρια προσωπικού κατά τους θερινούς μήνες, οι μονάδες θα λειτουργούν μόνο σε διάταξη ανακυκλοφορίας χωρίς ψύξη, ενώ κατά τους χειμερινούς η θέρμανση θα λειτουργεί κανονικά. Τα καλύμματα θα φέρουν εσωτερικά κατάλληλο υλικό για θερμική και ακουστική μόνωση. Ο ανεμιστήρας και ο κινητήρας θα φέρουν αντιδονητικά στηρίγματα. Η στάθμη θορύβου δεν θα υπερβαίνει τα 35dB στη μεσαία ταχύτητα.

5.4.2.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με :

- Οδηγίες εγκατάστασης
- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίες συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.5 ΜΕΓΑΛΟΙ ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ

5.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.5.1.1 Περιγραφή εργασιών

Η παρούσα τεχνική προδιαγραφή περιγράφει τις τεχνικές απαιτήσεις για την κατασκευή και εγκατάσταση μεγάλων αξονικών ανεμιστήρων.

5.5.1.2 Πρότυπα

Οι μεγάλοι αξονικοί ανεμιστήρες θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο

5.5.1.3 Συντομογραφίες

Οι συντομογραφίες που θα χρησιμοποιηθούν στις μελέτες και στα σχέδια θα είναι :

- BSF... Ανεμιστήρες Φρεάτων Εκτόνωσης
- UPE... Ανεμιστήρες Απαγωγής κάτω από Πλατφόρμα
- ΟΤΕ... Ανεμιστήρες Απαγωγής πάνω από Τροχιά
- EXF-ER... Ανεμιστήρες Απαγωγής LAS, RS

- EXF-E... Ανεμιστήρες Απαγωγής LAS
- EXF-R... Ανεμιστήρες Απαγωγής RS
- SAF... Ανεμιστήρας Προσαγωγής Αέρα

5.5.1.4 Γενικά

Οι αξονικοί ανεμιστήρες θα είναι του τύπου απευθείας ζεύξης με τον κινητήρα και θα τοποθετηθούν σε οριζόντια διάταξη. Αυτοί που προορίζονται για τα φρεάτια εκτόνωσης θα μπορούν να τοποθετηθούν και σε κατακόρυφη διάταξη, όπως το επιβάλλει η μελέτη. Οι αξονικοί ανεμιστήρες με τα παρελκόμενα τους που προορίζονται για τα φρεάτια εκτόνωσης (BSF), για το σύστημα UPE/OTE, καθώς και οι ανεμιστήρες προώθησης των σπράγγων, θα είναι πυράντοχοι σε θερμοκρασία 250⁰C επί 2 ώρες τουλάχιστον, σύμφωνα με το NFPA 90A. Όλοι οι αξονικοί ανεμιστήρες θα πρέπει να σχεδιαστούν με ειδικούς κώνους διάχυσης του αέρα με σκοπό την ανάκτηση της δυναμικής πίεσης στην έξοδο του ανεμιστήρα έτσι ώστε να ελαττώνεται η συνολική απορροφόμενη ισχύς του κινητήρα του ανεμιστήρα, εκτός των ανεμιστήρων προώθησης σπράγγων. Η χρήση τέτοιων κώνων διάχυσης είναι απαραίτητη στους ανεμιστήρες με δυνατότητα αναστροφής της ροής, καθώς και στους ανεμιστήρες που είναι συνδεδεμένοι με αεραγωγούς ή με ηλεκτροκίνητα διαφράγματα. Εάν η επιλογή των μεγάλων αξονικών ανεμιστήρων κρίνεται οριακή ως προς τη διαθέσιμη στατική πίεση, τότε πρέπει να τοποθετηθούν κατευθυντήρια πτερύγια στο εσωτερικό του περιβλήματος, για να μετατρέπουν την περιστροφική ροή του αέρα σε αξονική ροή και να συμβάλλουν στην καλύτερη απόδοση του ανεμιστήρα. Η τακτική αυτή μπορεί να ακολουθηθεί και για τους ανεμιστήρες με δυνατότητα αναστροφής ροής. Η λειτουργία όλων αυτών των αξονικών ανεμιστήρων θα ελέγχεται από μετατροπέα συχνότητας, για να γίνεται εύκολα η επιλογή των 2 ή περισσότερων ταχυτήτων, όπως απαιτεί η μελέτη. Η στάθμη θορύβου (dBA) που παράγεται από τον συγκεκριμένο εξοπλισμό πρέπει να είναι εντός των ορίων όπως αυτά διατύπώνονται στη παράγραφο ανωτέρω. Τα σημεία μέτρησης της στάθμης θορύβου θα βρίσκονται σε απόσταση 1 μέτρου από την εξωτερική επιφάνεια της μονάδας και σε ύψος 1 μέτρο από τον σκελετό της βάσης.

5.5.1.5 Κέλυφος ανεμιστήρα

Το κυλινδρικό κέλυφος του ανεμιστήρα θα είναι χαλύβδινο ποιότητας AE-235 B. Για κέλυφη με διάμετρο μεγαλύτερη από 1500 mm, το πάχος του ελάσματος θα είναι τουλάχιστον 5 mm, ενώ για μικρότερες διαμέτρους 3-4 mm. Το κέλυφος του ανεμιστήρα θα είναι αρκετά στιβαρό ώστε να αντέχει σε χτυπήματα από τυχόν αστοχία κάποιου πτερύγιου της πτερωτής κατά την διάρκεια της λειτουργίας. Οι φλάντζες θα συμφωνούν με τα πρότυπα κατά DIN και θα είναι είτε διαμορφωμένες μαζί με το κέλυφος ή συγκολλημένες στην περιφέρεια του κελύφους. Οι κολλητές φλάντζες θα έχουν ελάχιστο πάχος 8 mm. Το κέλυφος θα περιλαμβάνει εσωτερικά το σύστημα στήριξης του κινητήρα και εξωτερικά τα στηρίγματα ολόκληρου του ανεμιστήρα. Ο κινητήρας και η πτερωτή θα είναι μέσα στο κέλυφος του ανεμιστήρα και δεν θα προεξέχουν. Τα στηρίγματα του κινητήρα θα είναι συγκολλημένα και κανά να παρέχουν την απαιτούμενη στιβαρότητα και αντοχή. Επίσης θα είναι σχεδιασμένα αεροδυναμικά. Στους ανεμιστήρες μονής κατεύθυνσης ροής, όσοι από τους οποίους έχουν ελεύθερη αναρρόφηση, θα έχουν αεροδυναμικό στόμιο αναρρόφησης και προστατευτικό πλέγμα και εάν έχουν αναρρόφηση απ' ευθείας από αεραγωγό, θα έχουν κώνο διάχυσης του αέρα. Στους ανεμιστήρες προώθησης των σπράγγων, το κέλυφος θα καταλήγει σε φλάντζες και σταδύο άκρα, όπου θα

υπάρχει προσαρμοσμένος ο κάθε ηχοαποσβεστήρας. Μεταξύκελύφους ανεμιστήρα και ηχοαποσβεστήρα δεν θα υπάρχει εύκαμπτος σύνδεσμος. Για όλους τους άλλους ανεμιστήρες, μεταξύ κελύφους ανεμιστήρα και κώνουδιάχυσης θα παρεμβάλλεται πάντα εύκαμπτος σύνδεσμος αποτελούμενος απόσυνθετικό υλικό ανθεκτικό σε θερμοκρασία 250⁰C για 2 ώρες, σύμφωνα με το NFPA90A. Τέτοιο υλικό μπορεί να έχει σύνθεση από καουτσούκ, σιλκόνη καιαιαλόπλεγμα. Το εύκαμπτο υλικό θα στερεώνεται πάνω στις αντικριστές φλάντζεξεμμενό ή διπλό σφιγκτήρα από ανοξειδωτο χάλυβα AISI 304. Θα τοποθετηθούν μόνιμα σημεία ανύψωσης του ανεμιστήρα για την διευκόλυνση της τοποθέτησης, συναρμολόγησης, και εργασιών συντήρησης. Θα υποβληθούν πιστοποιητικά για την αντοχή τουγαλβανίσματος εν θερμώ και της βαφής σε θερμοκρασία 250⁰C για 2 ώρες, χωρίς ναπαρουσιάσουν έκλυση καπνού ή άλλων τοξικών αερίων. Σε όλους τους ανεμιστήρες, ζεύγη τόξων από ανοξειδωτο χάλυβα θαδείχουν την κατεύθυνση ροής του αέρα και τη φορά περιστροφής της φτερωτής, μετην ένδειξη «προσαγωγή» και «απαγωγή» , ανά κατεύθυνση. Μια ανοξειδωτη ενδεικτική πινακίδα με τον αριθμό του ανεμιστήρα θα είναι τοποθετημένη με πριτσίνια στο κέλυφος του ανεμιστήρα. Όλοι οι ανεμιστήρες θα έχουν ενδεικτικές πινακίδες από ανοξειδωτο χάλυβαπροσαρμοσμένες με ανοξειδωτα πριτσίνια στο κέλυφος του ανεμιστήρα.

Οι ενδεικτικές πινακίδες θα περιέχουν τις εξής πληροφορίες:

- όνομα και διεύθυνση της κατασκευάστριας εταιρείας
- αριθμός κατασκευής
- τύπος ανεμιστήρα
- διάμετρος ανεμιστήρα
- γωνία πτερυγίων
- ημερομηνία κατασκευής
- παροχή αέρα
- ολική και στατική πίεση
- ταχύτητα περιστροφής
- εγκατεστημένη ισχύς κινητήρα

5.5.1.6 Φτερωτή ανεμιστήρα

Η φτερωτή του ανεμιστήρα και η πλήμνη θα είναι κατασκευασμένα από χυτό κράμααλουμινίου, σύμφωνα με το πρότυπο EN 1706. Θα είναι τοποθετημένη απ'ευθείαςστον άξονα του ηλεκτροκινητήρα με παραλληλόγραμμη σφήνα και ασφαλισμένη μεμετωπική βίδα. Η φτερωτή δεν θα είναι βαμμένη. Για τους ανεμιστήρες με δυνατότητα αναστροφής της ροής, τα πτερύγια τηςφτερωτής θα έχουν προφίλ συμμετρικό για να επιτυγχάνεται το 100% στη παροχήτης ανάστροφης ροής. Τα πτερύγια θα ρυθμίζονται εν στάση. Για τους ανεμιστήρες μονής κατεύθυνσης ροής, τα πτερύγια της φτερωτής θα έχουνπροφίλ αεροδυναμικό. Τα πτερύγια θα ρυθμίζονται εν στάση. Ο τελικός αριθμός εγκατεστημένων πτερυγίων καθώς και οι μοίρες κλίσης θα έχουνπροεπιλεγεί από τον κατασκευαστή με σκοπό τη βέλτιστη επίδοση του ανεμιστήρα. Η ρύθμιση των πτερυγίων θα επιτυγχάνεται χωρίς την αφαίρεση της φτερωτής απότον ανεμιστήρα. Όλα τα πτερύγια μίας φτερωτής, ανεξαρτήτως μεγέθους, θα ελεγχθούν μεραδιογράφημα, σύμφωνα με το πρότυπο ASTM E155, στο εργοστάσιο κατασκευήςπριν τη συναρμολόγηση, παρουσία και εκπροσώπου της ΑΜ. Τα πιστοποιητικάελέγχου θα υποβληθούν στην ΑΜ. Κάθε συναρμολογημένη φτερωτή θα υποβληθεί σε στατική και δυναμικήζυγοστάθμιση, σύμφωνα με το ISO 14694 και το VDI 2060. Το φυλλάδιο ελέγχουζυγοστάθμισης θα υποβληθεί στην ΑΜ. Όλες οι βίδες των

φτερωτών των ανεμιστήρων θα είναι αποκλειστικά χαλύβδινες γαλβανισμένες εν θερμό. Επιψευδαργυρωμένες ή επικαδμιωμένες βίδες απαγορεύονται.

5.5.1.7 Ηλεκτροκινητήρες

Οι ηλεκτροκινητήρες θα είναι ερμητικού τύπου, βραχυκυκλωμένου δρομέα, επαγωγικοί, αερόψυκτοι με ανεμιστήρα και θα είναι κατασκευασμένοι από χυτοσίδηρο κέλυφος. Το ρεύμα λειτουργίας τους θα είναι 400V, 3PH, 50Hz. Θα έχουν προστασία IP-55 και μόνωση κλάσης Η. Όλοι οι κινητήρες θα είναι υποχρεωτικά υψηλής απόδοσης κατηγορίας IE2 κατά IEC 60034-30. Οι κινητήρες θα είναι σύμφωνοι με τα πρότυπα EN 60034-1, 2, 5, 6, 7, 9 και τα IEC34. Τα τροφοδοτικά καλώδια προς τον κινητήρα θα είναι τοποθετημένα μέσα σε χαλύβδινους σωλήνες για μηχανική προστασία. Το κουτί σύνδεσης των καλωδίων του ανεμιστήρα, θα είναι χαλύβδινο, κολλημένο στο κέλυφος, και αρκετά ευρύχωρο για να γίνονται εύκολα και με ασφάλεια όλες οι συνδέσεις των καλωδίων. Η καθορισμένη ψύξη του κινητήρα με φυσικό αερισμό θα είναι επαρκής για λειτουργία του κινητήρα σε 250°C για 2 ώρες τουλάχιστον. Η μόνωση των κινητήρων θα είναι ανθεκτική σε λειτουργία στους 250°C για 2 ώρες τουλάχιστον. Τα ρουλεμάν θα αντέχουν στα συνήθη λειτουργικά, θερμικά, στατικά και δυναμικά φορτία που δημιουργούνται καθώς και στο φαινόμενο του εμβολισμού του αέρα. Για λόγους εύκολης συντήρησης, η λίπανση των ρουλεμάν θα γίνεται από το έξω μέρος του κελύφους, και τα σωληνάκια λίπανσης έως τον κινητήρα θα είναι ανοξείδωτα INOX. Τα σημεία λίπανσης θα προστατεύονται ώστε να μην εισέρχονται νερά ή ακαθαρσίες στο λιπαντικό σύστημα. Τα ρουλεμάν, με το κατάλληλο λιπαντικό, θα είναι ανθεκτικά σε λειτουργία για 2 ώρες τουλάχιστον σε θερμοκρασία 250°C. Το λιπαντικό θα διατηρεί τις ιδιότητές του κάτω από αυτές τις συνθήκες. Η διάρκεια ζωής κάτω από κανονικές συνθήκες λειτουργίας θα είναι 200,000 ώρες σύμφωνα με τον κανόνα L10 (στατιστική μέθοδος για υπολογισμό της διάρκειας ζωής των εδράνων, δηλαδή 90% των εδράνων θα πρέπει να φθάσουν το όριο

ζωής), σύμφωνα με το πρότυπο ISO 281. Ο κινητήρας θα είναι εξοπλισμένος με αισθητήρα θερμοκρασίας για τα δύο ρουλεμάν και για τα τυλίγματα. Επίσης, θα έχει και θερμαντικό στοιχείο κατά της συσσώρευσης της υγρασίας. Κατά την διάρκεια λειτουργίας σε κατάσταση ανάγκης τα συστήματα θερμικής προστασίας θα παρακάμπτονται. Και τα δύο τερματικά καπάκια των κινητήρων θα φέρουν μία οπή αποχέτευσης συμπυκνωμάτων στο κατώτατο σημείο με κάλυμμα. Η ονομαστική ισχύς του κινητήρα θα είναι τουλάχιστον 25% μεγαλύτερη από την απαιτούμενη από τους υπολογισμούς ισχύ. Οι ενδεικτικές πινακίδες του κινητήρα (2 για κάθε κινητήρα, μία πάνω στον κινητήρα και μία στο κέλυφος του ανεμιστήρα) θα περιέχουν τις εξής πληροφορίες:

- όνομα της κατασκευάστριας εταιρείας
- τύπος και αριθμός κινητήρα
- ονομαστική ισχύς (KW)
- ταχύτητα περιστροφής (rpm)
- ηλεκτρολογικά χαρακτηριστικά (τάση/φάσεις/συχνότητα)
- τύπος προστασίας και μόνωσης
- κατηγορία θερμοκρασίας
- κατηγορία απόδοσης

Όλες οι βίδες των κινητήρων των ανεμιστήρων θα είναι αποκλειστικά χαλύβδινες γαλβανισμένες εν θερμό. Επιψευδαργυρωμένες ή επικαδμιωμένες βίδες απαγορεύονται.

5.5.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

Η απόδοση του ανεμιστήρα βασισμένη στην ολική πίεση θα είναι μεγαλύτερη από 70% στο σημείο της κανονικής λειτουργίας. Οι ανεμιστήρες θα είναι εργοστασιακά δοκιμασμένοι σύμφωνα με το πρότυπο ISO. Ο χρόνος που χρειάζεται για την επιτάχυνση των ανεμιστήρων από μηδενική ταχύτητα στη μέγιστη ταχύτητα (ή την χαμηλή ταχύτητα) θα είναι μικρότερος από 40 δευτερόλεπτα. Ο χρόνος που χρειάζεται για τον ανεμιστήρα μεταξύ μέγιστης ταχύτητας προς τη μία κατεύθυνση και μέγιστης ταχύτητας στην αντίστροφη κατεύθυνση θα είναι μικρότερος από 150 δευτερόλεπτα. Το μέγιστο επιτρεπτό όριο θορύβου του ανεμιστήρα είναι 95 dB(A). Εκτός των κινητήρων των ανεμιστήρων σηράγγων οι οποίοι έχουν απ' ευθείας εκκίνηση, η εκκίνηση των υπόλοιπων κινητήρων θα επιτυγχάνεται με τη χρήση συσκευής μετατροπής συχνότητας (frequency converter), σε επαναλαμβανόμενους κύκλους λειτουργίας σε συνεχή βάση χωρίς να υπερθερμαίνονται. Ο ελάχιστος χρόνος μεταξύ των διαδοχικών εκκινήσεων θα είναι 4 λεπτά και με μέγιστο 6 εκκινήσεις ανά ώρα. Ανεμιστήρες δύο ταχυτήτων θα εξαρτώνται από τη προεπιλογή ρύθμισης του μετατροπέα συχνότητας. Ανεμιστήρες, που βάσει της μελέτης, απαιτούνται να λειτουργούν με περισσότερες από δύο ταχύτητες, θα είναι εξοπλισμένοι με συστήματα μετατροπής συχνότητας. Για την επιβεβαίωση της λειτουργίας του ανεμιστήρα στη επιθυμητή κατεύθυνση, θα υπάρχουν δύο διακόπτες διαφορικής πίεσης με σιλικονούχα ελαστικά σωληνάκια, οι οποίοι θα είναι συνδεδεμένοι με το σύστημα BACS.

5.5.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

5.5.3.1 Γενικά

Για κινητήρες που απαιτείται να λειτουργήσουν με δύο ή περισσότερες ταχύτητες, θα χρησιμοποιηθεί συσκευή Ρύθμισης Στροφών με Μετατροπή Συχνότητας (ΜΣ). Οι Ρυθμιστές Στροφών θα είναι ικανοί να εκκινήσουν και να λειτουργήσουν φορτία μεγάλης αδράνειας, όπως η φτερωτή ενός μεγάλου αξονικού ανεμιστήρα. Οι Ρυθμιστές Στροφών και οι ηλεκτροκινητήρες είναι προτιμότερο να είναι του ίδιου κατασκευαστή έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη συμβατότητα και απόδοση του τελικού συστήματος. Οι Ρυθμιστές Στροφών θα έχουν επαρκή ικανότητα και θα παράγουν μια ποιοτική κυματομορφή εξόδου χαμηλού θορύβου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται πλήρως η ονομαστική ισχύς εξόδου στον άξονα του κινητήρα (όπως αναφέρεται στην πινακίδα του κινητήρα). Οι Ρυθμιστές Στροφών θα είναι ικανοί να λειτουργούν όλους τους συνήθεις ασύγχρονους επαγωγικούς τριφασικούς κινητήρες που αντιστοιχούν στην ονομαστική ισχύ τους χωρίς ανάγκη μετατροπών στον κινητήρα.

5.5.3.2 Σχεδίαση

Ο Ρυθμιστής Στροφών θα είναι πλήρως ελεγχόμενος ψηφιακά, χρησιμοποιώντας τεχνολογία κατασκευής ηλεκτρονικών πλακετών PCB και ηλεκτρονικά κυκλώματα πολύ μεγάλης ολοκλήρωσης (VLSI). Ο Ρυθμιστής Στροφών θα έχει μεγάλη ικανότητα μετατροπής ισχύος και ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης. Θα παρέχει μια μεταβαλλόμενη συχνότητα και τάση εξόδου βάσει των αρχών της Διαμόρφωσης Πλάτους Παλμού (Pulse Width Modulation, PWM). Η τεχνική αυτή θα παρέχει την ονομαστική τάση του κινητήρα (όπως αναγράφεται στην πινακίδα του κινητήρα), όπως και ελεύθερα θορύβου ημιτονικά ρεύματα στους πόλους του

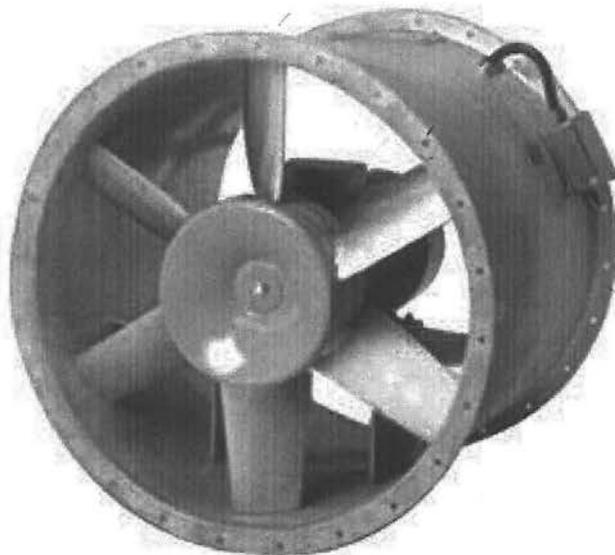
κινητήρα ώστε να είναι διαθέσιμη η ονομαστική ροπή του κινητήρα υπό την ονομαστική συχνότητα. Η διαμόρφωση PWM θα είναι του τύπου Διαμόρφωσης Διανύματος Χώρου, υλοποιούμενη από μικροεπεξεργαστή και ολοκληρωμένα κυκλώματα, ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη ισχύς και ικανότητα απόδοσης, να ελαχιστοποιούνται οι ακουστικοί θόρυβοι από τον κινητήρα και να μειώνονται οι θερμικές απώλειες στον κινητήρα που παράγονται από αρμονικές συχνότητες στην έξοδο του Ρυθμιστή Στροφών. Οι χαρακτηριστικές λειτουργίες δεν θα υπερβαίνουν αυτές που καθορίζονται από τον κατασκευαστή του κινητήρα.

5.5.3.3 Απαιτήσεις Λειτουργίας

Οι Ρυθμιστές Στροφών θα είναι σχεδιασμένοι για σωστή λειτουργία σύμφωνα με τις παρακάτω συνθήκες:

- Υψόμετρο: Ως τα 1000 μέτρα υψόμετρο χωρίς ανάγκη υπερδιαστασιολόγησης.
- Θερμοκρασία Λειτουργίας : 0oC ως 40oC
- Θερμοκρασία Αποθήκευσης : -25oC ως 70oC
- Σχετική Υγρασία : Ως 9% χωρίς συγκέντρωση
- Τάση Εισόδου : 380-480 VAC +/-10%, 3PH
- Διακύμανση Συχνότητας Εισόδου : 48 ως 63Hz
- Σταθερότητα Τάσης Εξόδου : +/- 1%
- Συντελεστής Ισχύος : Τουλάχιστον 0.97 ή καλύτερος.
- Σταθερότητα Ψηφιακού Σήματος : < 1%
- Σταθερότητα Αναλογικού Σήματος : < 0.02%
- Ικανότητα Υπερφόρτισης : 110% της ονομαστικής για 60 δευτερόλεπτα

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω οι μεγάλοι αξονικοί ανεμιστήρες που θα χρησιμοποιήσουμε είναι :



5.5.3.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με :

- Οδηγίες εγκατάστασης

- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίας συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.6 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΙ ΑΞΟΝΙΚΟΙ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝΑΕΡΙΣΜΟ, ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ

5.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.6.1.1 Περιγραφή Εργασιών

Το παρόν κεφάλαιο περιγράφει τις τεχνικές προδιαγραφές για την προμήθεια και εγκατάσταση μικρών αξονικών ανεμιστήρων μιας ταχύτητας, δύο ταχυτήτων καθώς και φυγοκεντρικών ανεμιστήρων, οι οποίοι δεν είναι αυτόνομα μηχανήματα, αλλά αποτελούν τμήμα εγκατάστασης απαγωγής αέρα.

5.6.1.2 Πρότυπα

Οι μικροί αξονικοί και φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

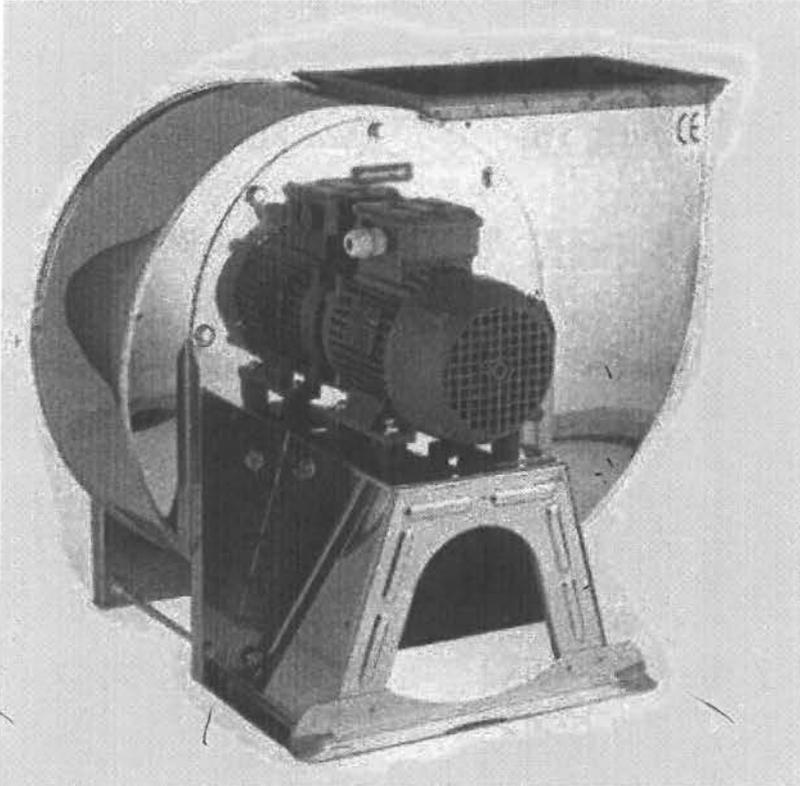
5.6.1.3 Γενικά

Όλοι οι ανεμιστήρες θα είναι μονής κατεύθυνσης ροής και μίας ταχύτητας. Οι αναρροφήσεις ή οι καταθλίψεις των ανεμιστήρων που δεν συνδέονται με αεραγωγούς θα είναι εξοπλισμένοι με προστατευτικά πλέγματα. Τα προστατευτικά πλέγματα θα είναι στερεωμένα με ασφαλή τρόπο. Οι κινητήρες θα είναι ερμητικού τύπου, βραχυκυκλωμένου δρομέα, επαγωγικοί, αερόψυκτοι, με χυτοσίδηρο ή αλουμινένιο κέλυφος, σε διάταξη Β-3. Το ρεύμα λειτουργίας είναι 400V, 3PH, 50Hz. Θα έχουν προστασία IP-55 και μόνωση. Όλοι οι κινητήρες θα είναι υποχρεωτικά υψηλής απόδοσης. Η ονομαστική ισχύς κάθε κινητήρα θα είναι τουλάχιστον 25% μεγαλύτερη από την απαιτούμενη από τους υπολογισμούς ισχύ. Η στάθμη θορύβου (dBA) που παράγεται από τον συγκεκριμένο εξοπλισμό πρέπει να είναι εντός των ορίων. Οι ανεμιστήρες θα φέρουν ενδεικτική πινακίδα με τις ακόλουθες πληροφορίες:

- όνομα της κατασκευάστριας εταιρίας
- τύπος ανεμιστήρα
- αριθμός κατασκευής
- ημερομηνία κατασκευής
- παροχή αέρα
- ολική και στατική πίεση

- ταχύτητα περιστροφής
- εγκατεστημένη ισχύς κινητήρα

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω οι φυγοκεντρικοί και μικροί αξονικοί ανεμιστήρες για τον αερισμό , θέρμανση και κλιματισμού που θα χρησιμοποιήσουμε είναι :



5.6.1.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με :

- Οδηγίες εγκατάστασης
- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίας συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.7 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ

5.7.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.7.1.1 Περιγραφή Εργασιών

Το παρόν κεφάλαιο περιγράφει τις τεχνικές προδιαγραφές για την προμήθεια και εγκατάσταση ηλεκτροκίνητων διαφραγμάτων, είτε πυράντοχων που ελέγχουν την απαγωγή καπνού, είτε απλών που ελέγχουν τον αερισμό.

5.7.1.2 Πρότυπα

Τα ηλεκτροκίνητα διαφράγματα θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

5.7.1.3 Συντομογραφίες

Οι συντομογραφίες που θα χρησιμοποιηθούν στις μελέτες και στα σχέδια θα είναι :

- MFD... Πυράντοχο Ηλεκτροκίνητο Διάφραγμα Βαρέως Τύπου
- FD-M... Πυράντοχο Ηλεκτροκίνητο Διάφραγμα Ελαφρού Τύπου
- SD... Ηλεκτροκίνητο Διάφραγμα Απομόνωσης

5.7.2 ΠΥΡΑΝΤΟΧΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΒΑΡΕΩΣ ΤΥΠΟΥ (MFD)

5.7.2.1 Υλικά

Η κατασκευή τους θα είναι τέτοια ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε θερμοκρασία 250⁰C για 2 ώρες, και να αντέχουν στατικά σε θερμοκρασία 1000⁰C για τέσσερις ώρες. Τέτοια διαφράγματα θα τοποθετηθούν στα συστήματα Αερισμού Σηράγγων (BSF) και στο σύστημα UPE/OTE που χρησιμεύουν για απαγωγή καπνού, και οι ενεργοποιητές τους θα είναι διπλής ενέργειας. Λόγω του μεγάλου μεγέθους, θα κατασκευάζονται σε μορφή υπομονάδων και θα έχουν τη δυνατότητα να συναρμολογούνται επί τόπου. Θα είναι κατάλληλα είτε για οριζόντια είτε για κατακόρυφη τοποθέτηση, όπως απαιτείται από τη μελέτη. Όλο το σύστημα των πυροδιαφραγμάτων (φύλλα, πλαίσιο, μηχανισμός κίνησης, παρελκόμενα εξαρτήματα) θα προέρχονται από τον ίδιο κατασκευαστή. Τα πλαίσια θα είναι εξαιρετικά στιβαρά για να κρατούν τα φύλλα στην σωστή ευθυγράμμιση και να αποτρέπουν τον θόρυβο και την εμπλοκή ώστε να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη λειτουργία του διαφράγματος.

Σε κάθε πυροδιαφράγμα θα τοποθετηθεί μια ενδεικτική πινακίδα από ανοξείδωτοχάλυβα. Η πινακίδα θα είναι σε μια θέση που θα είναι φανερή μετά την εγκατάσταση και θα δείχνει:

- Το όνομα του κατασκευαστή.
- Την ημερομηνία κατασκευής
- Τον τύπο του διαφράγματος
- Τον αριθμό σειράς
- Το βάρος σε Kg
- Την κατεύθυνση της ροής του αέρα
- Το μέγεθος του διαφράγματος

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω τα Πυράντοχα Ηλεκτροκίνητα Διαφράγματα Βαρέως Τύπου που θα χρησιμοποιήσουμε είναι :



5.7.3 ΠΥΡΑΝΤΟΧΑ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΑ ΕΛΑΦΡΟΥ ΤΥΠΟΥ (FD-M)

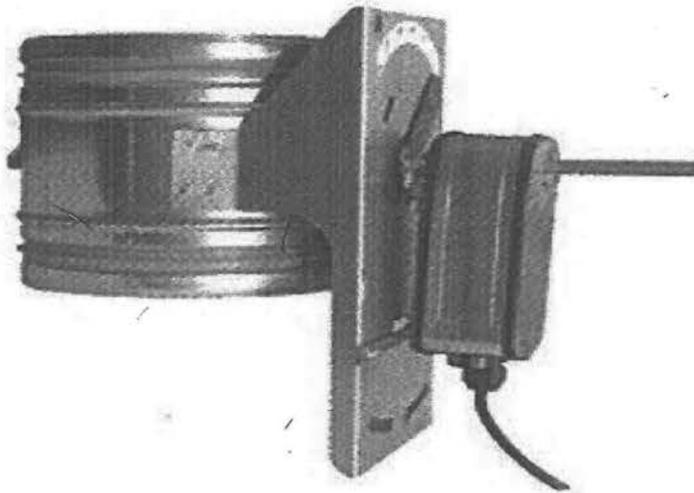
5.7.3.1 Υλικά

Τα πυροδιασφράγματα FD-M θα χρησιμοποιηθούν γενικά στο σύστημα HVAC, και ειδικά στους χώρους 3.2/3.3, 3.4 και 3.9 όπου γίνεται κατάσβεση. Τα πυροδιαφράγματα αυτά θα μπορούν να εγκατασταθούν κάθετα ή οριζόντια. Τα πυροδιαφράγματα FD-M θα είναι είτε μονού φύλλου ή πολύφυλλα. Τέτοια διαφράγματα θα σφραγίζουν τα ανοίγματα στους περιμετρικούς τοίχους των χώρων 3.2/3.3, 3.4 και 3.9 στα συστήματα HVAC, διότι προσφέρουν υψηλότερη στεγανότητα στον καπνό σε σύγκριση με τα πυροδιαφράγματα τύπου κουρτίνας. Αυτά θα είναι, Κανονικά Ανοικτά (N.O.), θα ενεργοποιούνται μηχανικά με την τάση και θα επανέρχονται στην κλειστή θέση με τη βοήθεια ελατηρίων με τη διακοπή της τάσης, και μπορεί επίσης να ενεργοποιούνται με χρονοκαυστήρηση.

5.7.3.2 Λειτουργικά Χαρακτηριστικά

Τα πυράντοχα ηλεκτροκίνητα διαφράγματα FD-M θα είναι ανοικτά εν ηρεμία καιεφοδιασμένα με ειδικό ηλεκτρικό κινητήρα 24V ή 230V. Με την ενεργοποίηση τηςτάσης, ο κινητήρας θα ανοίγει το διάφραγμα, ενώ με τη διακοπή ή απώλεια της τάσηςτο διάφραγμα θα κλείνει με τη βοήθεια του ελατηρίου. Θα έχουν προστασία IP 67 καιθα αντέχουν στους 250°C για 2 ώρες. Όπου απαιτείται, η απενεργοποίηση της τάσηςτου κινητήρα γίνεται με καθυστέρηση ορισμένων δευτερολέπτων. Ειδικά για τον χώρο 3.4, υπάρχει και ένα FD-M το οποίο είναι Κλειστό σε Ηρεμία(N.C.) που ενεργοποιείται χειροκίνητα μετά από φωτιά για την απαγωγή του καπνούαπό το χώρο. Ο ενεργοποιητής αυτού του διαφράγματος είναι τοποθετημένος μέσασε πυράντοχο προστατευτικό κουτί.Επιπλέον των τερματικών επαφών που διαθέτει ο ενεργοποιητής, στο τελευταίοπεριστροφόμενο φύλλο, θα υπάρχει ένας τερματικός διακόπτης με μεταγωγική επαφήγια την επιβεβαίωση της κλειστής θέσης. Το κάθε διάφραγμα συνδέεται με τοσύστημα πυρανίχνευσης και με το τοπικό σύστημα BACS. Επιπλέον, στο κατώτατοσημείο του πλαισίου του διαφράγματος θα υπάρχει και μία οπτική ένδειξη ότι τοδιάφραγμα είναι κλειστό.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω τα Πυράντοχα Ηλεκτροκίνητα Διαφράγματα ελαφρού Τύπου που θα χρησιμοποιήσουμε είναι :



5.7.3.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με :

- Οδηγίες εγκατάστασης
- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίας συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.8 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗΣ

5.8.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.8.1.1 Περιγραφή Εργασιών

Η παρούσα τεχνική προδιαγραφή περιγράφει τις τεχνικές απαιτήσεις για την προμήθεια και εγκατάσταση αισθητήρων θερμοκρασίας και διαφορικής πίεσης, οι οποίοι θα είναι συμβατοί για τηλεπαρακολούθηση μέσω του συστήματος BACS.

5.8.1.2 Πρότυπα

Τα αισθητήρια θα πληρούν τις απαιτήσεις και τα πρότυπα όπως αυτά διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

5.8.2 ΥΛΙΚΑ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

5.8.2.1 Αισθητήρας Εξωτερικής Θερμοκρασίας Αέρα

Τα ελάχιστα χαρακτηριστικά που απαιτούνται είναι τα εξής :

- □Εύρος λειτουργίας: -50° έως 90°C
- Ακρίβεια: κατά DIN IEC 751 Class B
- Βαθμός προστασίας: IP54 σύμφωνα με το EN 60529
- Κέλυφος: Πλαστικό ABS
- Ρυθμίσεις: με τηλεχειρισμό
- Συμβατό με το σύστημα ελέγχου BACS

Η θέση του αισθητήρα θα είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται τα παρακείμενα εμπόδια που επηρεάζουν το ρυθμό ροής αέρα, π.χ. περβάζια, μπαλκόνια και άλλες πηγές θερμότητας όπως κλιματιστικά μηχανήματα, ανοίγματα απαγωγής αέρα, κ.α. Ο αισθητήρας δεν θα είναι άμεσα εκτεθειμένος στην ηλιακή ακτινοβολία.

5.8.2.2 Αισθητήρας Εσωτερικής Θερμοκρασίας

Τα ελάχιστα χαρακτηριστικά που απαιτούνται είναι τα εξής:

- Εύρος λειτουργίας: 0° έως 50°C
- Ακρίβεια: κατά DIN IEC 751 Class B
- Βαθμός προστασίας: IP30 σύμφωνα με το EN 60529
- Κέλυφος: Πλαστικό ABS

- Ρυθμίσεις: με τηλεχειρισμό
- Συμβατό με το σύστημα ελέγχου BACS

Δύο αισθητήρες θα τοποθετούνται στην κάθε αποβάθρα και από ένας σε όλουςγενικά τους χώρους που απαιτείται ο έλεγχος της ψύξης και της θέρμανσης. Η θέση τοποθέτησης θα είναι μακριά από πηγές θερμότητας. Οι αισθητήρες της αποβάθρας θα τοποθετούνται σε ύψος 2,50 μέτρων από το δάπεδο, ενώ οι αισθητήρες των άλλων χώρων σε ύψος 1,50 μέτρων.

5.8.2.3 Αισθητήρας Διαφορικής Πίεσης Αέρα

Ο αισθητήρας θα χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κατάστασης των φίλτρων αέρα και για την επιβεβαίωση λειτουργίας όλων των ανεμιστήρων του έργου, μετρώντας τη διαφορά πίεσης πριν και μετά το κάθε φίλτρο ή ανεμιστήρα. Τα ελάχιστα χαρακτηριστικά που απαιτούνται είναι τα εξής:

- Μέσο: Αέρας σύμφωνα με τα EN 1854 και VDE 0630
- Εύρος λειτουργίας: Έως 200 Pa για τα φίλτρα αέρα Έως 2500 Pa για τους ανεμιστήρες
- Διαφορά εναλλαγής: 10 Pa για τα φίλτρα αέρα (Υστέρησης) 150 Pa για τους ανεμιστήρες
- Θερμοκρασία λειτουργίας: -20° έως $+85^{\circ}$ C
- Βαθμός προστασίας: IP54 σύμφωνα με το EN 60529
- Κέλυφος: Πλαστικό ABS

Ο αισθητήρας θα τοποθετείται κοντά στο μηχανήμα που ελέγχει. Τα σωληνάκια θα τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η εισχώρηση συμπυκνωμάτων και σκόνης στα ανοικτά τους άκρα.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω οι Αισθητήρας πίεσης & Θερμοκρασίας που θα χρησιμοποιήσουμε είναι : Bosch Αισθητήρας πίεσης & Θερμοκρασίας SENSORE P-T ELTEK



5.8.2.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑ

Θα παραδοθούν εκ μέρους του κατασκευαστή έντυπα με :

- Οδηγίες εγκατάστασης
- Οδηγίες λειτουργίας
- Οδηγίες συντήρησης
- Κατάλογο ανταλλακτικών με κωδικούς αριθμούς και λεπτομερή σχέδια

5.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#Γραμμής	Κωδ. Φορτίου	Ισχύς	συνφ	#Φάσεων	Μήκος Γραμμής	Μεγ. Επιτρ. Πτώση τάσης	Βαθμός Απόδοσης
1	BSF A.1	132KW	0,90	3	30m	4%	0,94
2	BSF A.2	132KW	0,90	3	30m	4%	0,94
3	BSF B.1	132KW	0,90	3	30m	4%	0,94
4	BSF B.2	132KW	0,90	3	30m	4%	0,94
5	ΟΤΕ Α.1	75KW	0,91	3	40m	4%	0,92
6	ΟΤΕ Α.2	75KW	0,91	3	40m	4%	0,92
7	ΟΤΕ Β.1	75KW	0,91	3	40m	4%	0,92
8	ΟΤΕ Β.2	75KW	0,91	3	40m	4%	0,92
9	JET-FAN A.1	37KW	0,92	3	100m	4%	0,90
10	JET-FAN A.2	37KW	0,92	3	100m	4%	0,90

Πίνακας 1. Στοιχεία Εξοπλισμού

5.9.1 Ισχύς Κινητήρων

Η Ισχύς των κινητήρων είναι η ισχύς που αποδίδεται στο φορτίο. Η Ισχύς που απορροφούν από το δίκτυο είναι :

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$$

Όπου P_{out} : Η ισχύς που αποδίδεται στο φορτίο

η : Ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα

έτσι ο παραπάνω πίνακας επεκτείνεται σε :

#Γραμμής	Κωδ. Φορτίου	Ισχύς P_{out}	Βαθμός Απόδοσης	Ισχύς P_{in}	συνφ	#Φάσεων	Μήκος Γραμμής	Μεγ. Επιτρ. Πτώση τάσης
1	BSF A.1	132KW	0,94	140,43KW	0,90	3	30m	4%
2	BSF A.2	132KW	0,94	140,43KW	0,90	3	30m	4%
3	BSF B.1	132KW	0,94	140,43KW	0,90	3	30m	4%
4	BSF B.2	132KW	0,94	140,43KW	0,90	3	30m	4%
5	ΟΤΕ Α.1	75KW	0,92	81,52KW	0,91	3	40m	4%
6	ΟΤΕ Α.2	75KW	0,92	81,52KW	0,91	3	40m	4%
7	ΟΤΕ Β.1	75KW	0,92	81,52KW	0,91	3	40m	4%
8	ΟΤΕ Β.2	75KW	0,92	81,52KW	0,91	3	40m	4%
9	JET-FAN A.1	37KW	0,90	41,11KW	0,92	3	100m	4%
10	JET-FAN A.2	37KW	0,90	41,11KW	0,92	3	100m	4%

Πίνακας 2. Απαιτήσεις Ισχύος Εξοπλισμού

5.9.2 Ονομαστική Ένταση Ρεύματος ανά Γραμμή

ΓΡΑΜΜΗ #1 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.1)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 1 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{συνφ}} = \frac{140430}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 225,21 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #2 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.2)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 2 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{συνφ}} = \frac{140430}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 225,21 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #3 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSF B.1)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 3 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{συνφ}} = \frac{140430}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 225,21 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #4 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSF B.2)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 4 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{140430}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 225,21 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #5 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Α.1)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 5 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{81520}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 129,30 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #6 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Α.2)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 6 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{81520}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 129,30 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #7 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Β.1)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 7 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{81520}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 129,30 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #8 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Β.2)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 8 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{81520}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 129,30 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #9 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JEN-FANA.1)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 9 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{41110}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 64,50 \text{ A}$$

ΓΡΑΜΜΗ #10 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.2)

Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 10 είναι :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{41110}{\sqrt{3} * 400 * 0,90} = 64,50 \text{ A}$$

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας.

#Γραμμής	Κωδ. Φορτίου	Ισχύς (KW)	Ένταση (A)
1	BSF A.1	140,43	225,21
2	BSF A.2	140,43	225,21
3	BSF B.1	140,43	225,21
4	BSF B.2	140,43	225,21
5	ΟΤΕ Α.1	81,52	129,30
6	ΟΤΕ Α.2	81,52	129,30
7	ΟΤΕ Β.1	81,52	129,30
8	ΟΤΕ Β.2	81,52	129,30
9	JET-FAN A.1	41,11	64,50
10	JET-FAN A.2	41,11	64,50

Πίνακας 3. Απαιτήσεις Εντάσεων Εξοπλισμού

5.9.3 Μέθοδος προσδιορισμού της διατομής αγωγών

Παρακάτω γίνεται υπολογισμός της διατομής αγωγών για την ηλεκτρολογική εγκατάσταση που μελετάμε. Ο υπολογισμός της διατομής αγωγών γίνεται με δύο τρόπους:

- i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας
- ii) μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης.

Με την μέθοδο ασφαλούς λειτουργίας επιλέγεται η διατομή των αγωγών από ειδικό πίνακα σύμφωνα τους κανονισμούς. Ο πίνακας των κανονισμών που δίνει τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή και το είδος της γραμμής φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 52-K1). Στην συνέχεια με την μέθοδο της επιτρεπόμενης πτώσης τάσης εξετάζεται αν οι αγωγοί που επιλέξαμε με την πρώτη μέθοδο ικανοποιούν τα κριτήρια της μέγιστης πτώσης τάσης 4% (ΕΛΟΤ HD 384/525.1). Σε περίπτωση που η πτώση τάσης ξεπερνά το 4% αντίστοιχα επιλέγουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή αγωγού και εξετάζουμε για δεύτερη φορά την πτώση τάσης στους αγωγούς της γραμμής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-K1
Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)
εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοιχείων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος Φορτιζόμενων αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυπολικό καλώδιο						
		Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο	Γυμνό		Σε σωλήνα				
				ο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμένο	Επιτοίχιο			
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
Στήλες										
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
240	261	286	321	346	380	424	-	500	599	
300	298	328	367	396	435	486	-	576	693	
Αλουμίνιο	16	41	43	48	53	58	64	71	72	79
	25	53	57	62	70	73	84	93	90	101
	35	65	70	77	86	90	103	116	112	126
	50	78	84	92	104	110	124	140	136	154
	70	98	107	116	131	140	156	179	174	198
	95	118	129	139	157	170	188	217	211	241
	120	135	149	160	180	197	216	251	245	280
	150	155	170	189	206	226	253	-	283	324
	185	176	194	215	233	256	288	-	323	371
	240	207	227	252	273	300	338	-	382	439
	300	237	261	289	313	344	387	-	440	508

5.9.4 Πτώση τάσης τριφασικής γραμμής

Η πτώση τάσης στους αγωγούς των τριφασικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S}$$

5.9.5 Υπολογισμός ειδικής αντίστασης χαλκού

Η ειδική αντίσταση του χαλκού για θερμοκρασία $\theta=20^{\circ}\text{C}$ είναι $\rho=0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Για οποιαδήποτε άλλη θερμοκρασία η ειδική αντίσταση του χαλκού υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\rho_{\theta} = \rho_0 * [1 + \alpha (\theta - \theta_0)]$$

Όπου ρ_0 : Η ειδική αντίσταση στους 20°C

α : Θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης σε $^{\circ}\text{C}^{-1}$

θ : Η θερμοκρασία που θέλουμε να υπολογίσουμε την ειδική αντίσταση σε $^{\circ}\text{C}$

θ_0 : Θερμοκρασία ίση με 20°C

Η παραπάνω σχέση ισχύει για κάθε υλικό όπως είναι το αλουμίνιο κ.α. απλώς πρέπει να εφαρμόζουμε τις κατάλληλες τιμές για ρ_0 και α .

5.9.6 Μέγιστη πτώση τάσης

Σε τριφασικά φορτία κίνησης η πτώση τάσης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 4% δηλαδή στα 400 V πόλικής τάσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 16 V.

5.9.7 Διατομή αγωγών σε φορτία κίνησης

Στην περίπτωση φορτίων κίνησης για τον προσδιορισμό της διατομής η ονομαστική ένταση ρεύματος πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή 1,25 και με βάση την τιμή που θα βρούμε προσδιορίζουμε την διατομή των αγωγών από τον πίνακα 1.

Επίδραση θερμοκρασία στη διατομή αγωγών

Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από 30°C η επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς λειτουργίας των μονωμένων αγωγών του πίνακα 4 λαμβάνεται μικρότερη σύμφωνα με τον συντελεστή n_2 που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 52-Δ1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Δ1
 Συντελεστές διόρθωσης για θερμοκρασία περιβάλλοντος διαφορετική των 30°C
 Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται στους Πίνακες 52-K1, και 52-K2

Θερμοκρασία Περιβάλλοντος °C	Μόνωση	
	PVC	EPR ή XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Όταν οι ενεργοί αγωγοί μέσα στον ίδιο σωλήνα ή μέσα στο ίδιο καλώδιο είναι περισσότεροι από τρεις τότε η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση φόρτισης των αγωγών του πίνακα 4 μειώνεται σύμφωνα με τον συντελεστή n_3 που φαίνεται παρακάτω στον πίνακα :

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Ε1
 Συντελεστές διόρθωσης για την ομαδοποίηση περισσότερων από ένα κυκλωμάτων ή περισσότερων από ένα πολυπολικών καλωδίων σε επαφή ή σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Εφαρμόζονται για τη διόρθωση των τιμών του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που στους Πίνακες 52-K1 και 52-K2

α/α	Τρόπος τοποθέτησης μονωμένων αγωγών ή καλωδίων	Πλήθος κυκλωμάτων ή πολυπολικών καλωδίων											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	- Ελεύθερα στον αέρα ή - επάνω στην επιφάνεια δομικού υλικού ή - επιτοίχια γυμνά ή σε σωλήνα ή - εντοιχισμένα γυμνά ή σε σωλήνα	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
2	Σε απλή στρώση, σε επαφή με τοίχο ή με δάπεδο ή επάνω σε συμπαγή φορέα καλωδίων	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
3	Σε απλή στρώση, στερεωμένη απευθείας κάτω από οροφή	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61

Σημειώσεις: 1 Αυτοί οι συντελεστές εφαρμόζονται σε ομοιομορφες ομάδες ισοφορτισμένων καλωδίων
 2 Όταν η οριζόντια απόσταση γειτονικών καλωδίων υπερβληί το διπλάσιο της διαμέτρου τους δεν απαιτείται καμία διόρθωση
 3 Οι ίδιοι συντελεστές χρησιμοποιούνται για ομάδες δύο ή τριών μονοπολικών καλωδίων και πολυπολικά καλώδια
 4 Αν ένα σύστημα περιλαμβάνει διπολικά και τριπολικά καλώδια, το συνολικό πλήθος των καλωδίων λαμβάνεται ως πλήθος κυκλωμάτων και ο αντίστοιχος συντελεστής πολλαπλασιάζεται επί της τιμής του μέγιστου επιτρεπόμενου ρεύματος που δίνονται από τους Πίνακες για διπολικά και για τριπολικά καλώδια αντίστοιχως
 5 Αν μια ομάδα αποτελείται από n μονοπολικά καλώδια μπορεί να θεωρηθεί είτε ως n/2 κυκλώματα δύο φορτιζόμενων αγωγών είτε ως n/3 κυκλώματα τριών φορτιζόμενων αγωγών.

5.9.8 Ελάχιστη διατομή αγωγών

Για την εξασφάλιση της μηχανικής αντοχής των αγωγών σύμφωνα με τους κανονισμούς των ΕΗΕ η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για φορτία φωτισμού είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και για φορτία κίνησης είναι $2,5 \text{ mm}^2$.

5.9.9 Διατομή αγωγών ουδετέρου και γείωσης

Σε μονοφασικές γραμμές ο αγωγός του ουδετέρου είναι ίσης διατομής με τον αγωγό της φάσης, τα ίδια ισχύουν και για τον αγωγό της γείωσης.

Παρακάτω στον πίνακα 7 φαίνεται η διατομή του ουδετέρου αγωγού ή της γείωσης σε σχέση με τη διατομή των φάσεων σε τριφασική γραμμή.

A/A	Διατομή αγωγού φάσης (mm^2)	Διατομή αγωγού ουδετέρου ή γείωσης μέσα σε σωλήνα ή καλώδιο (mm^2)
1	1,5	1,5
2	2,5	2,5
3	4	4
4	6	6
5	10	10
6	16	16
7	25	16
8	35	16
9	50	25
10	70	35
11	95	50
12	120	70
13	150	70
14	185	95
15	240	120
16	300	150
17	400	240

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Διατομή αγωγού ουδετέρου ή γείωσης σε σχέση με τη διατομή των αγωγών φάσης

5.10 Προσδιορισμός της διατομής και του είδους των αγωγών

Παρακάτω προσδιορίζεται η διατομή και το είδος των αγωγών για κάθε γραμμή της ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης. Επισημαίνεται ότι στην εγκατάσταση που μελετάμε όλες οι γραμμές είναι χωνευτές και οι αγωγοί τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες.

5.10.1 ΓΡΑΜΜΗ #1 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.1)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=225,51 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 όπως ορίζουν οι πίνακες και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 225,21 = 281,59 \text{ A}$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{281,59}{0,87} = 323,67 \text{ A}$$

Από τον πίνακα 52-K2 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 300mm^2 .

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 30 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 30 * 323,67 * 0,90}{300} = 0,91 \text{ V} < 16 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=300 \text{ mm}^2$.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 150 mm^2
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X300 mm² +1X150 mm² H07V-R**

5.10.2 ΓΡΑΜΜΗ #2 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.2)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=225,51 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 225,21 = 281,59 \text{ A}$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{281,59}{0,87} = 323,67 \text{ A}$$

Από τον πίνακα 52-K1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **300mm²**.

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 30 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 30 * 323,67 * 0,90}{300} = 0,91 \text{ V} < 16 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=300 mm²**.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 150 mm²
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X300 mm² + 1X150 mm² H07V-R**

5.10.3 ΓΡΑΜΜΗ #3 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFB.1)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=225,51 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 225,21 = 281,59\text{A}$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{281,59}{0,87} = 323,67\text{A}$$

Από τον πίνακα 52-K1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **300mm²**.

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 30 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 30 * 323,67 * 0,90}{300} = 0,91\text{V} < 16\text{V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=300 mm²**.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 150 mm²
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X300 mm² +1X150 mm² H07V-R**

5.10.4 ΓΡΑΜΜΗ #4 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFB.1)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=225,51 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 225,21 = 281,59\text{A}$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{281,59}{0,87} = 323,67\text{A}$$

Από τον πίνακα 52-K1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 300mm^2 .

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 30 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 30 * 323,67 * 0,90}{300} = 0,91\text{V} < 16\text{V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή $S=300 \text{ mm}^2$.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 150 mm^2
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **HO7V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X300 mm² +1X150 mm² HO7V-R**

5.10.5 ΓΡΑΜΜΗ #5 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΑ.1)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=129,3 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 129,3 = 161,63 \text{ A}$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{161,63}{0,87} = 185,78 \text{ A}$$

Από τον πίνακα 52-Κ1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **120mm²**.

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 40 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 40 * 185,78 * 0,91}{120} = 1,76 \text{ V} < 16 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=120 mm²**.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 70 mm²
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X120 mm² + 1X70 mm² H07V-R**

5.10.6 ΓΡΑΜΜΗ #6 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΑ.2)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=129,3 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 129,3 = 161,63\text{A}$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{161,63}{0,87} = 185,78\text{A}$$

Από τον πίνακα 52-K1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **120mm²**.

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης :

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 40 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 40 * 185,78 * 0,91}{120} = 1,76\text{V} < 16\text{V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=120 mm²**.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 70 mm²
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X120 mm² +1X70 mm² H07V-R**

5.10.7 ΓΡΑΜΜΗ #7 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΒ.1)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=129,3 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 129,3 = 161,63\text{A}$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{161,63}{0,87} = 185,78\text{A}$$

Από τον πίνακα 52-K1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **120mm²**.

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 40 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 40 * 185,78 * 0,91}{120} = 1,76\text{V} < 16\text{V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=120 mm²**.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 70 mm²
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X120 mm² +1X70 mm² H07V-R**

5.10.8 ΓΡΑΜΜΗ #8 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΒ.2)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=129,3 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 129,3 = 161,63A$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{161,63}{0,87} = 185,78A$$

Από τον πίνακα 52-Κ1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **120mm²**.

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 40 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 40 * 185,78 * 0,91}{120} = 1,76V < 16V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=120 mm²**.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 70 mm²
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X120 mm² +1X70 mm² H07V-R**

5.10.9 ΓΡΑΜΜΗ #9 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.1)

i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=64,50 \text{ A}$
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 64,50 = 80,625A$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{80,625}{0,87} = 92,67A$$

Από τον πίνακα 52-K1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **35mm^2** .

ii) Μέθοδος-επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 100 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 100 * 92,67 * 0,92}{35} = 7,59V < 16V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **$S=35 \text{ mm}^2$** .

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 16 mm^2
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **$3X35 \text{ mm}^2 + 1X16 \text{ mm}^2 \text{ H07V-R}$**

5.10.10 ΓΡΑΜΜΗ #10 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.2)

iii) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

- Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=64,50$ A
- Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 (όπως όριζαν οι ΚΕΗΕ) και η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_1 = 1,25 * 64,50 = 80,625A$$

- Εισάγοντας τον συντελεστή διόρθωσης n_2 για θερμοκρασία 39°C όπου σύμφωνα με τον πίνακα 52-Δ1 $n_2=0,87$ η ένταση ρεύματος γίνεται:

$$I_2 = \frac{I_1}{n_2} = \frac{80,625}{0,87} = 92,67A$$

Από τον πίνακα 52-Κ1 με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με **35mm²**.

iv) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 100 m είναι :

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \cos\varphi}{S} = \frac{\sqrt{3} * 0,018 * 100 * 92,67 * 0,92}{35} = 7,59V < 16V$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=35 mm²**.

- Η διατομή του αγωγού γείωσης σύμφωνα με τον πίνακα 7 είναι 16 mm²
- Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι τύπου **H07V-R**
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X35 mm² + 1X16 mm² H07V-R**

5.11 Πίνακας με τις διατομές διατομής και το είδους αγωγών

Παρακάτω στον πίνακα 8 είναι συγκεντρωμένα όλα τα στοιχεία των γραμμών που αφορούν την διατομή και το είδος των αγωγών.

Αριθμός Γραμμής	Είδος Γραμμής	Διατομή αγωγών φάσης (mm ²)	Διατομή αγωγών Γείωσης (mm ²)	Είδος Αγωγών	Πλήρης χαρακτηρισμός Αγωγών Γραμμής
1	Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.1)	300	150	H07V-R	3X300 mm ² + 1X150 mm ²
2	Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.2)	300	150	H07V-R	3X300 mm ² + 1X150 mm ²
3	Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFB.1)	300	150	H07V-R	3X300 mm ² + 1X150 mm ²
4	Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFB.2)	300	150	H07V-R	3X300 mm ² + 1X150 mm ²
5	Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΑ.1)	120	70	H07V-R	3X120 mm ² + 1X70 mm ²
6	Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΑ.2)	120	70	H07V-R	3X120 mm ² + 1X70 mm ²
7	Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΒ.1)	120	70	H07V-R	3X120 mm ² + 1X70 mm ²
8	Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕΒ.2)	120	70	H07V-R	3X120 mm ² + 1X70 mm ²
9	Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.1)	35	16	H07V-R	3X35 mm ² + 1X16 mm ²
10	Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.2)	35	16	H07V-R	3X35 mm ² + 1X16 mm ²

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Διατομή και είδος αγωγών.

5.12 Εισαγωγή στα όργανα προστασίας και ελέγχου

Τα όργανα προστασία και ελέγχου μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης προστατεύουν τις γραμμές της εγκαταστάσεις και τους καταναλωτές από ανεπιθύμητες καταστάσεις και βοηθούν στον έλεγχο της γραμμής ή του φορτίου που τροφοδοτεί η γραμμή. Για παράδειγμα ανεπιθύμητες καταστάσεις μπορεί να έχουμε στις περιπτώσεις υπερφόρτισης της γραμμής, βραχυκυκλώματος ή και υπότασης. Ο έλεγχος της γραμμής ή του φορτίου αφορά τη διακοπή της τροφοδοσία της γραμμής ή του φορτίου και την επανατροφοδότηση της γραμμής ή του φορτίου.

Παρακάτω περιγράφονται τα όργανα προστασία και ελέγχου μίας ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης.

5.12.1 Ασφάλειες

Οι ασφάλειες που τοποθετούνται στο πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης και ασφαλίζουν τις γραμμές της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης προκύπτουν σύμφωνα με τον εξής τρόπο:

Γραμμές φωτισμού: Οι ασφάλειες στις γραμμές φωτισμού επιλέγονται σύμφωνα με τη διατομή του αγωγού που θα χρησιμοποιούσαμε στην περίπτωση που δεν λαμβάναμε υπόψη την πτώση τάσης.

Γραμμές κίνησης: Οι ασφάλειες στις γραμμές που τροφοδοτούν ηλεκτρικούς κινητήρες λαμβάνονται με τιμή ίση ή μεγαλύτερη από την ονομαστική ένταση του φορτίου που θα τροφοδοτήσουν. Δηλαδή το μέγεθος της ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε καθορίζεται από το φορτίο που τροφοδοτεί η γραμμή.

Οι διαθέσιμες ασφάλειες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι: 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 35A, 50A, 63A, 80A, 100A, 125A κλπ.

A/A	Διατομή χάλκινων αγωγών (mm ²)	Ονομαστική ένταση Ασφαλειών (A)
2	2,5	(16) 20
3	4	25
4	6	25
5	10	35
6	16	50
7	25	80
8	35	100
9	50	125
10	70	125
11	95	160
12	120	200
13	150	224
14	185	250
15	240	300
16	300	355

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Ονομαστικές εντάσεις ρεύματος ασφαλειών για αντίστοιχες διατομές αγωγών.

5.12.2 Διακόπτες γραμμών

Οι διακόπτες που χρησιμοποιούμε στο πίνακα διανομής επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ίσης ή μεγαλύτερης έντασης από τη μέγιστη ένταση που διαρρέει μία γραμμή.

Οι διαθέσιμοι διακόπτες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι: 16Α, 25Α, 40Α, 63 Α, 100Α, 160Α, 200Α, 250Α, 400Α κλπ.

5.12.3 Θερμικά ρελέ

Τα θερμικά χρησιμοποιούνται για την προστασία των κινητήρων από υπερφορτίσεις (και όχι από βραχυκυκλώματα για τα οποία πρέπει να υπάρχουν ασφάλειες.). Τα θερμικά δέχονται ρύθμιση της ονομαστικής έντασης ρεύματος μέσα σε μία περιοχή ρύθμισης. Παρακάτω στον πίνακα 10 δίνονται οι τυποποιημένες περιοχές ρύθμισης των θερμικών ρελέ ανάλογα με τον τύπο του θερμικού.

5.12.3.1 Ρύθμιση θερμικού:

Η ένταση ρύθμισης του θερμικού ρελέ πρέπει να είναι ίση με την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα που προστατεύει. Στην περίπτωση που ο κινητήρας περιλαμβάνει σύστημα εκκίνησης αστέρα τριγώνου επειδή το θερμικό συνδέεται μετά το κύριο ρελέ το ρεύμα που περνά μέσα από το θερμικό είναι το ρεύμα που διαρρέει τα τυλίγματα του κινητήρα. Στην κανονική λειτουργία του κινητήρα (σύνδεση σε τρίγωνο) το ρεύμα που διαρρέει τα τυλίγματα του κινητήρα είναι ίσο με το 58% της κανονικής έντασης του κινητήρα και για αυτό το λόγο σε αυτή την περίπτωση ρυθμίζουμε το θερμικό στο 58% της κανονικής έντασης λειτουργίας του κινητήρα.

Α/Α	Περιοχή ρύθμισης Θερμικού σε Α		Τύπος Θερμικού ρελέ	Α/Α	Περιοχή ρύθμισης Θερμικού σε Α		Τύπος Θερμικού ρελέ
	Ελάχιστη	Μέγιστη			Ελάχιστη	Μέγιστη	
1	1,9	2,7	RT1	15	54	65	RT2
2	2,5	4		16	64	75	
3	4	6,3		17	70	80	
4	5,5	7,5		18	80	95	
5	7	10		19	90	110	
6	10	13		20	110	140	
7	12	15		21	140	180	
8	14,5	17		22	175	280	RT4
9	17,5	22		23	200	310	
10	21	25		24	250	400	RT5
11	25	32		25	315	500	
12	30	40		26	430	700	RT6
13	39	47	27	500	850		
14	44	54					

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Περιοχή ρύθμιση και τύπος θερμικών ρελέ

5.12.4 Σύστημα εκκίνησης κινητήρων

Κάθε κινητήρας κατά την εκκίνησή του απορροφά μεγάλο ρεύμα που είναι ανεπιθύμητο για το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Για το λόγω αυτό σε κινητήρες που απορροφούν μεγάλο ρεύμα εκκίνησης χρησιμοποιούμε κάποιο σύστημα εκκίνησης για τη μείωση του ρεύματος εκκίνησης. Ένα πολύ διαδεδομένο σύστημα εκκίνησης είναι ο διακόπτης αστέρα τριγώνου. Επίσης σε κινητήρες μεγάλης ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτομετασχηματιστής ή σύστημα εκκίνησης με αντιστάσεις στα τυλίγματα της μηχανής.

Που απαιτείται σύστημα εκκίνησης;

Οι κινητήρες που μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς σύστημα εκκίνησης είναι:

ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ: Επιτρέπεται η απευθείας εκκίνηση για ισχύ έως 1,5 HP για υπόγειο δίκτυο και για ισχύ έως 1 HP για εναέριο δίκτυο.

ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ: Επιτρέπεται η απευθείας εκκίνηση για ισχύ έως 4 HP για υπόγειο δίκτυο και για ισχύ έως 2,5HP για εναέριο δίκτυο.

Στην περίπτωση που οι κινητήρες δεν ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες ισχύος θα πρέπει να υπολογίζεται η ένταση εκκίνησης του κινητήρα και ανάλογα αν οικεικινήσεις του κινητήρα είναι σπάνιες (μία εκκίνηση την ώρα) ή συχνές (περισσότερες από μία εκκινήσεις σε μία ώρα) να προσδιορίζεται αν απαιτείται σύστημα εκκίνησης. Παρακάτω στον πίνακα 11 δίνονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις ρεύματος κινητήρων χωρίς σύστημα εκκίνησης.

A/A	Είδος κινητήρα	Είδος δικτύου	Συχνότητα εκκίνησης	Μεγιστη ένταση Εκκίνησης (A)
1	Μονοφασικός	Εναέριο	-	27
2		Υπόγειο	-	40
3	Τριφασικός	Εναέριο	Συχνές	50
4			Σπάνιες	30
5		Υπόγειο	Συχνές	70
6			Σπάνιες	50

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Μέγιστο ρεύμα για απευθείας εκκίνηση κινητήρων

Στην περίπτωση βιομηχανικών εγκαταστάσεων θεωρούμε ότι το δίκτυο είναι υπόγειο και οι εκκινήσεις όλων των κινητήρων είναι συχνές.

5.12.5 Αυτόματοι διακόπτες

Οι αυτόματοι διακόπτες αποτελούνται από το ρελέ τροφοδοσίας ενός κινητήρα και το θερμικό. Στην περίπτωση μας αυτόματους διακόπτες περιλαμβάνουν όλοι οι κινητήρες. Στην περίπτωση που έχουμε σύστημα εκκίνησης αστέρα τριγώνου χρησιμοποιούμε αυτόματο διακόπτη αστέρα τριγώνου που αποτελείται από τρία ρελέ και ένα θερμικό.

Οι αυτόματοι διακόπτες τοποθετούνται κοντά στον κινητήρα σε ειδικό πίνακα που τροφοδοτεί τον κινητήρα. Οι αυτόματοι διακόπτες περιλαμβάνουν και σύστημα εντολοδότησης που με τη βοήθεια μπουτόν ελέγχουμε την λειτουργία του κάθε κινητήρα. Τα μπουτόν για τον έλεγχο της λειτουργίας του κάθε κινητήρα μπορεί να είναι τοποθετημένα κοντά στον κινητήρα ή σε μία σχετική απόσταση όπου λέμε ότι έχουμε τηλεχειρισμό.

5.13 Υπολογισμός οργάνων προστασία και ελέγχου

(Ασφάλειες, διακόπτες, θερμικά, σύστημα εκκίνησης, αυτόματοι διακόπτες)

5.13.1 ΓΡΑΜΜΗ #1 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.1)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 225,21 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 225,21$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 250 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 400 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT3 με περιοχή ρύθμισης 110-140 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.2 ΓΡΑΜΜΗ #2 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSFA.2)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 225,21 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 225,21$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 250 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 400 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT3 με περιοχή ρύθμισης 110-140 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.3 ΓΡΑΜΜΗ #3 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSF B.1)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 225,21 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 225,21$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 250 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 400 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT3 με περιοχή ρύθμισης 110-140 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.4 ΓΡΑΜΜΗ #4 : Τριφασικός Κινητήρας 132KW (BSF B.2)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 225,21 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 225,21$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 250 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 400 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT3 με περιοχή ρύθμισης 110-140 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.5 ΓΡΑΜΜΗ #5 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Α.1)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 129,30 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 129,30$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 160 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 315 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT2 με περιοχή ρύθμισης 70-80 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.6 ΓΡΑΜΜΗ #6 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Α.2)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 129,30 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 129,30$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 160 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 315 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT2 με περιοχή ρύθμισης 70-80 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.7 ΓΡΑΜΜΗ #7 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Β.1)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 129,30 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 129,30$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 160 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 315 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT2 με περιοχή ρύθμισης 70-80 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.8 ΓΡΑΜΜΗ #8 : Τριφασικός Κινητήρας 75KW (ΟΤΕ Α.1)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 129,30 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 129,30$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 160 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 315 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT2 με περιοχή ρύθμισης 70-80 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A

5.13.9 ΓΡΑΜΜΗ #9 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.1)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 64,50 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 64,50$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 80 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 160 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT1 με περιοχή ρύθμισης 30-40 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 160 A

5.13.10 ΓΡΑΜΜΗ #10 : Τριφασικός Κινητήρας 37KW (JET-FANA.1)

ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 64,50 A.

Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 64,50$ A

Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 80 A Μαχαιρωτή.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 125 A

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι σίγουρα πάνω από τα 50 A που ορίζει ο πίνακας 11 για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

ΘΕΡΜΙΚΟ: Από τον πίνακα 10 επιλέγουμε θερμικό τύπου RT1 με περιοχή ρύθμισης 30-40 A.

Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.

Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 125 A

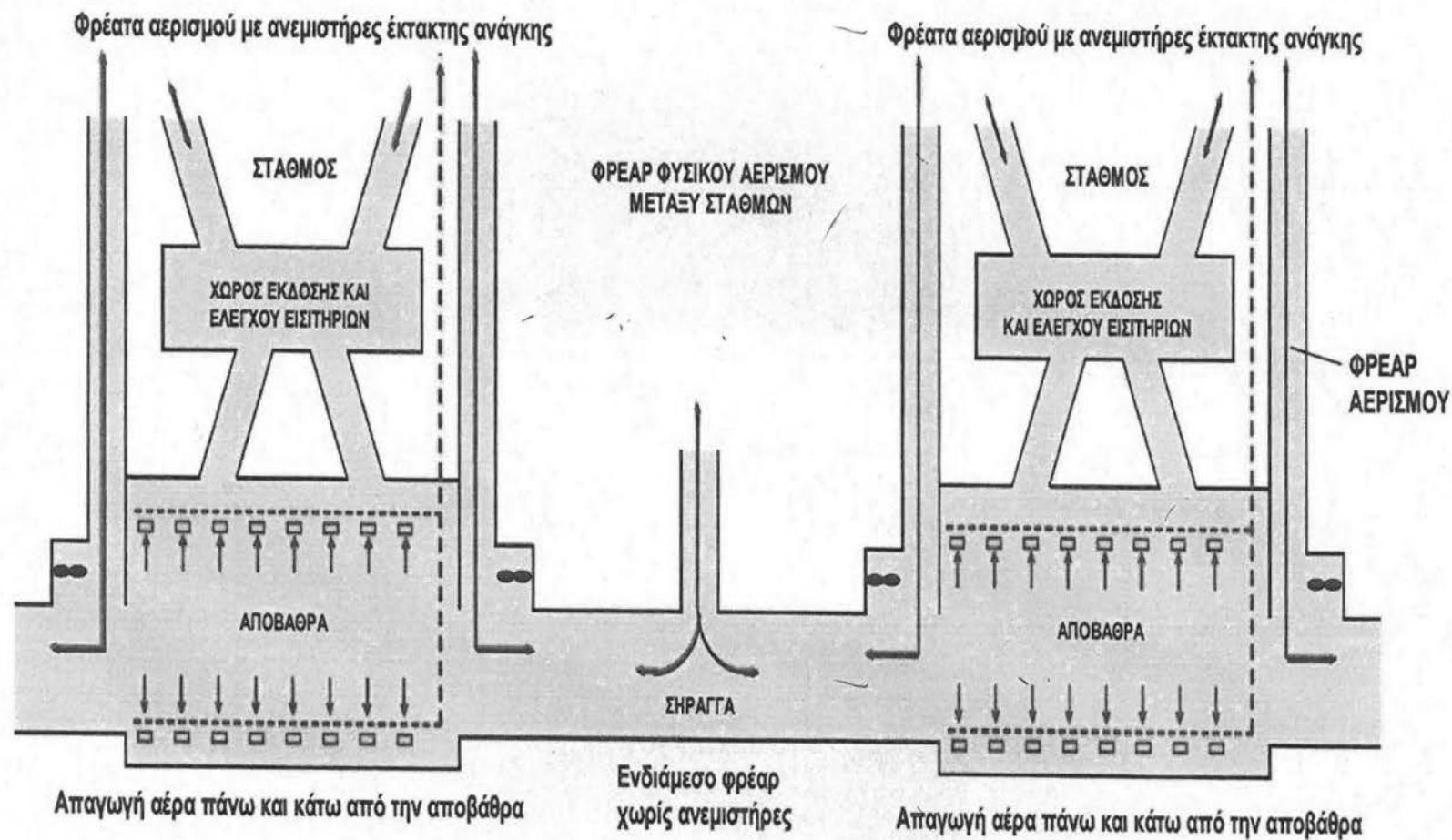
5.13.11 Πίνακας οργάνων προστασία και ελέγχου:

Παρακάτω στον πίνακα 12 είναι συγκεντρωμένα όλα τα όργανα προστασίας για τις γραμμές και τους κινητήρες που τροφοδοτούν οι γραμμές.

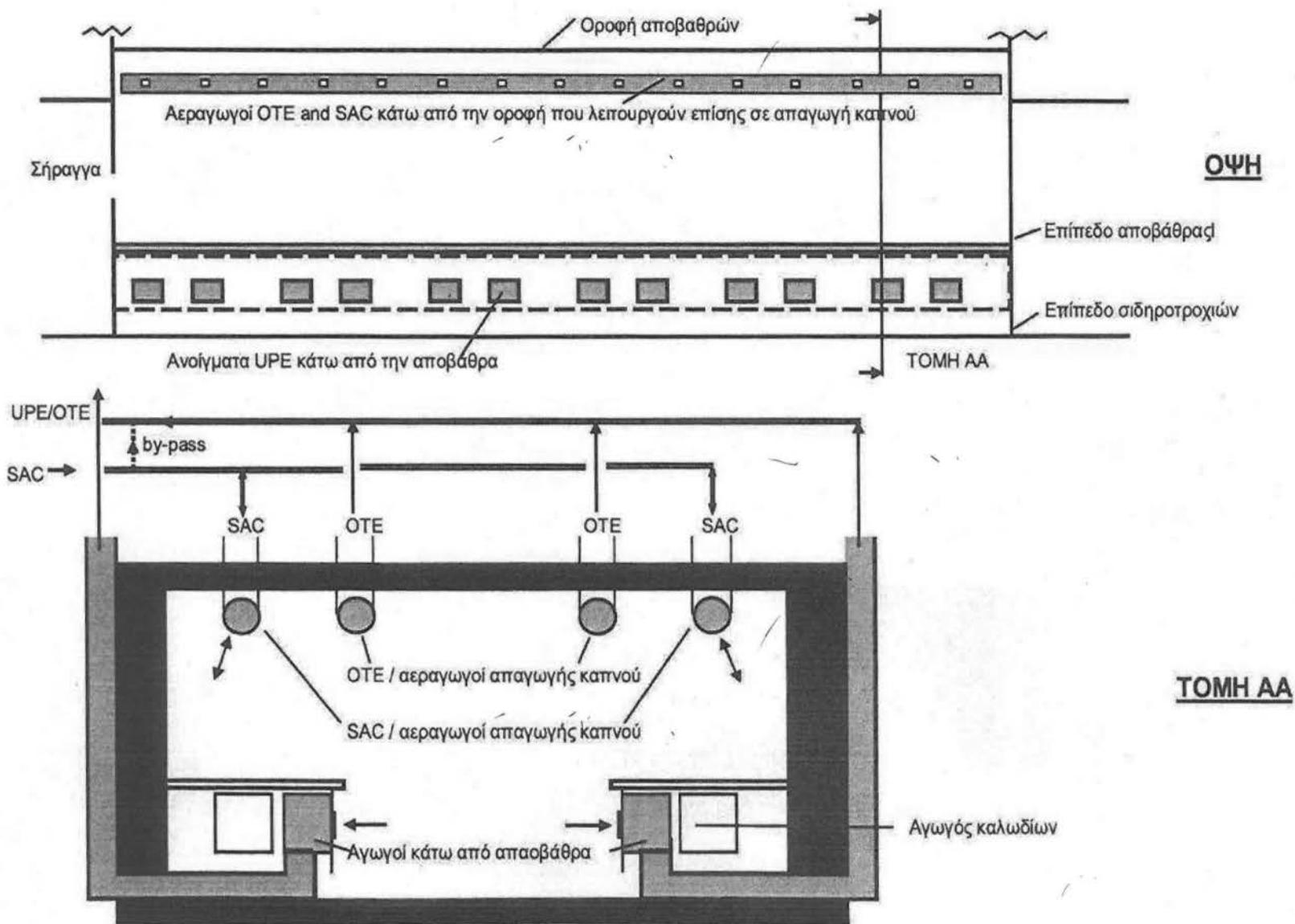
Α/Α	Γραμμή	Ασφάλεια Γραμμής (Α)	Διακόπτης	Σύστημα Εκκίνησης	Θερμικό		Αυτόματος Διακόπτης
					Περιοχή Ρύθμισης (Τύπος) (Α)	Ρύθμιση (Α)	
1	BSF A.1	250	400 Α	Υ-Δ	110-140 (RT3)	130	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
2	BSF A.2	250	400 Α		110-140 (RT3)	130	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
3	BSF B.1	250	400 Α		110-140 (RT3)	130	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
4	BSF B.2	250	400 Α		110-140 (RT3)	130	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
5	OTE A.1	160	315 Α		70-80 (RT2)	75	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
6	OTE A.2	160	315 Α		70-80 (RT2)	75	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
7	OTE B.1	160	315 Α		70-80 (RT2)	75	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
8	OTE B.2	160	315 Α		70-80 (RT2)	75	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 Α 1 Χρονικό
9	JET-FAN A.1	80	160 Α		30-40 (RT1)	38	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 125 Α 1 Χρονικό
10	JET-FAN A.2	80	160 Α		30-40 (RT1)	38	Αυτόματος Υ-Δ 3 Ρελέ 400 V 125 Α 1 Χρονικό

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Τα όργανα προστασίας των γραμμών και των κινητήρων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α :ΣΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.

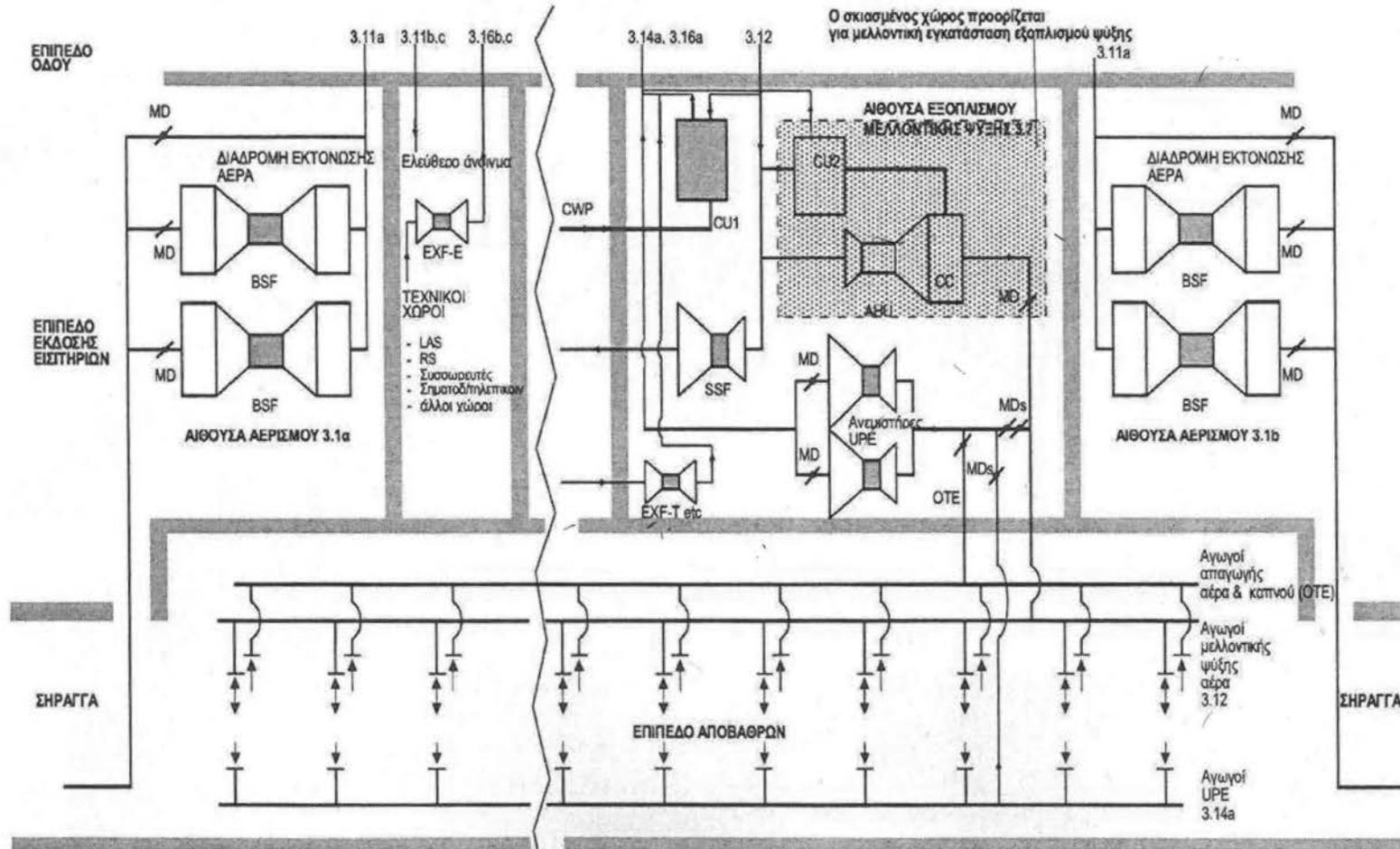


- Βεβιασμένος αερισμός
- Αερισμός μέσω του φαινομένου εμβόλου από τους σύρμούς
- Ανεμιστήρες έκτακτης ανάγκης (διάταξη 2 ανεμιστήρων)



Σχήμα

Τυπική σχηματική διάταξη και τομή αεραγωγών UPE - ΟΤΕ - SAC στον χώρο αποβαθρών
 Κανονική λειτουργία: Αεραγωγοί UPE και ΟΤΕ λειτουργούν ταυτόχρονα
 Λειτουργία έκτακτης ανάγκης: Αεραγωγοί ΟΤΕ και SAC απάγουν καπνό ταυτόχρονα

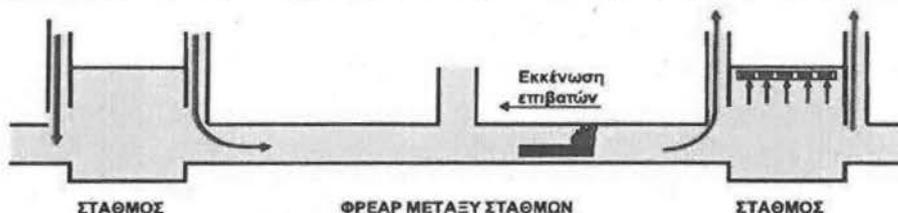


- 3.11a Αερισμός σήραγγας - άνοιγμα παροχής/απαγωγής αέρα/φρέατος εκτόνωσης
- 3.11b Προσαγωγή αέρα σε χώρους ηλεκτρ. εξοπλισμού
- 3.11c Προσαγωγή αέρα σε Υποσταθμό Ανόρθωσης
- 3.12 Κύρια και μελλοντική εισαγωγή ψυχρού αέρα & αεραγωγοί
- 3.14a Απαγωγή αέρα κάτω από την αποβάθρα
- 3.16a Απαγωγή αέρα σε χώρους υγιεινής
- 3.16b Απαγωγή αέρα σε χώρους ηλεκτρ. εξοπλισμού
- 3.16c Απαγωγή αέρα σε Υποσταθμό Ανόρθωσης

- BSF : Ανεμιστήρας φρέατος εκτόνωσης
- UPE : Απαγωγή αέρα κάτω από την αποβάθρα
- OTE : Απαγωγή αέρα πάνω από τις τροχιές
- SSF : Ανεμιστήρας παροχής αέρα σε σταθμό (αίθουσες προσωπι., σηματοδ./τηλεκτικ., ΑΜΕΕ, πυρόσβ., αποθήκ. κλπ.)
- EXF-E : Ανεμιστήρας απαγωγής αέρα σε αίθουσες τεχν. εξοπλ. (Αίθουσες Υ/Σ, Υ/Α, συσσωρευτή, σηματοδ./τηλεκτικ. κλπ.)
- EXF-T : Ανεμιστήρες απαγωγής αέρα (Χώροι υγιεινής, αποθήκ. συνεργείου καθαριστών, αποδυτήρια, αντιλυσία)
- MD : Ηλεκτροκίνητα διαφράγματα
- CU1 : Μονάδα ψυχρού ύδατος για κλιματισμό χώρων προσωπικού/εξοπλισμού σε σταθμούς
- CWP : Σωληνώσεις ψυχρού ύδατος
- CC : Στοιχεία ψύξης (μελλοντική ψύξη)
- HE : Εναλλάκτης θερμότητας (μελλοντική ψύξη)
- AHU : Μονάδα επεξεργασίας αέρα (μελλοντική ψύξη)
- CU2 : Μονάδα ψυχρού ύδατος (μελλοντική ψύξη)

Σχήμα Σχηματικό διάγραμμα και διάταξη εξοπλισμού για συστήματα Αερισμού Σηράγγων

Σενάριο πυρκαγιάς 1: Εκδήλωση πυρκαγιάς σε συρμό εντός σήραγγας, κοντά στο μέτωπο του συρμού

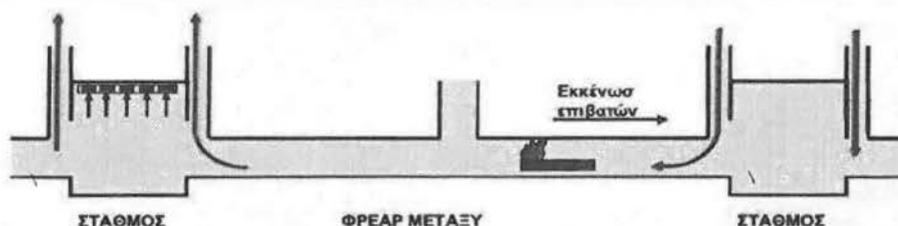


ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤ. ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΠΑΡΟΧΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΠΑΡΟΧΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΥΡΕ/ΟΤΕ ΣΕ ΘΕΣΗ "OFF"

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤ. ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΑΠΑΓΩΓΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΑΠΑΓΩΓΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΥΡΕ/ΟΤΕ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"

ΚΑΝΕΝΑΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ
ΣΕ ΦΡΕΑΡ ΜΕΤΑΞΥ ΣΤΑΘΜΩΝ

Σενάριο πυρκαγιάς 2: Εκδήλωση πυρκαγιάς σε συρμό εντός σήραγγας, κοντά στο οπίσθιο τμήμα του συρμού



ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤ. ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΑΠΑΓΩΓΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΑΠΑΓΩΓΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΥΡΕ/ΟΤΕ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"

ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤ. ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΠΑΡΟΧΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΠΑΡΟΧΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΥΡΕ/ΟΤΕ ΣΕ ΘΕΣΗ "OFF"

ΚΑΝΕΝΑΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ
ΣΕ ΦΡΕΑΡ ΜΕΤΑΞΥ ΣΤΑΘΜΩΝ

Σενάριο πυρκαγιάς 3: Εκδήλωση πυρκαγιάς σε συρμό εντός σήραγγας, σε σήραγγα επίσταθμου



ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤ. ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΠΑΡΟΧΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤ. ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΤΗ ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΠΑΡΟΧΗ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΥΡΕ ΣΕ ΘΕΣΗ "OFF"

/ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΣΕ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΦΡΕΑΡ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"-ΑΠΑΓΩΓΗ ΑΕΡΑ
Ή ΘΕΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ ΤΥΠΟΥ JET ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ"

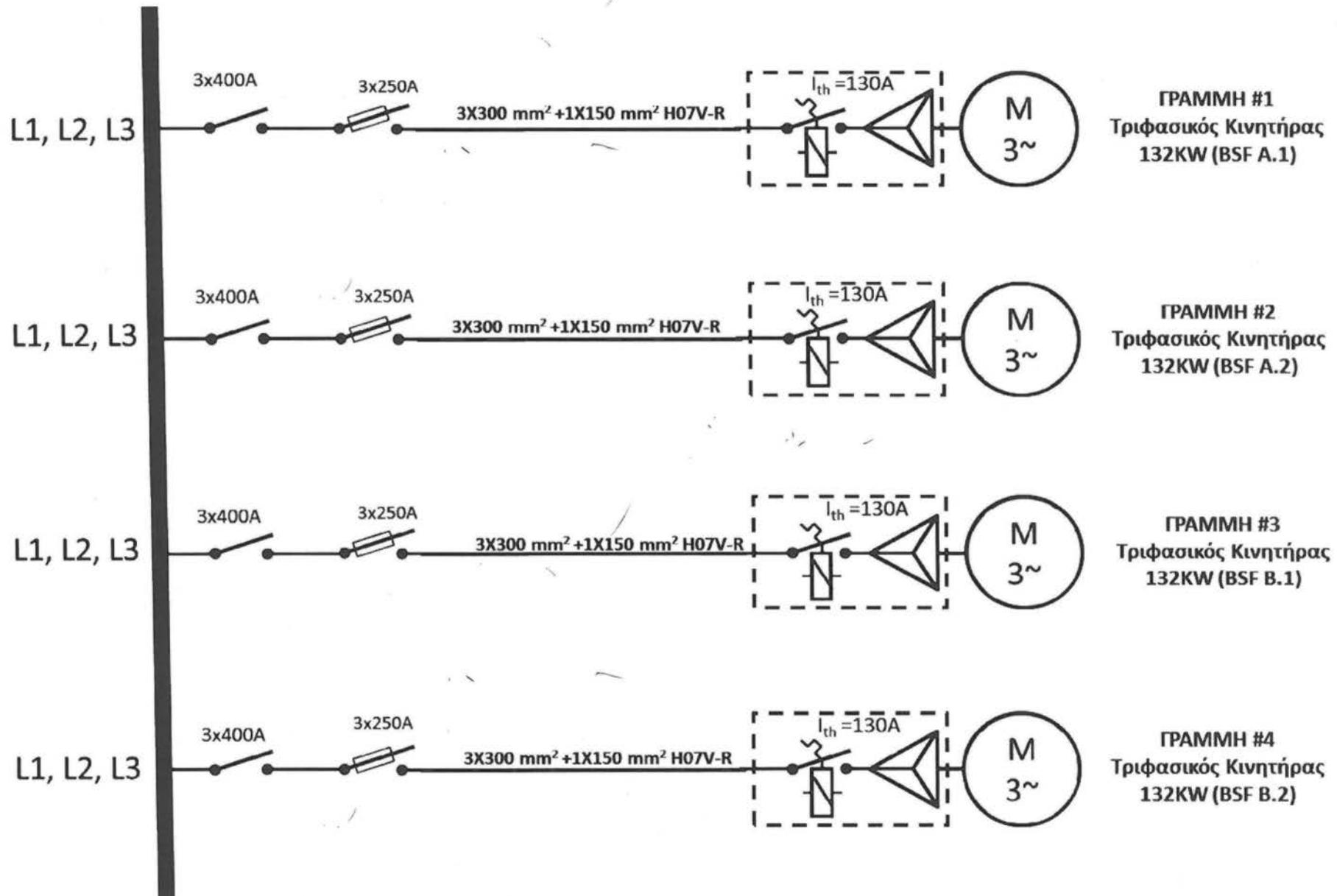
Σενάριο πυρκαγιάς 4 : Εκδήλωση πυρκαγιάς σε αποβάθρα σταθμού

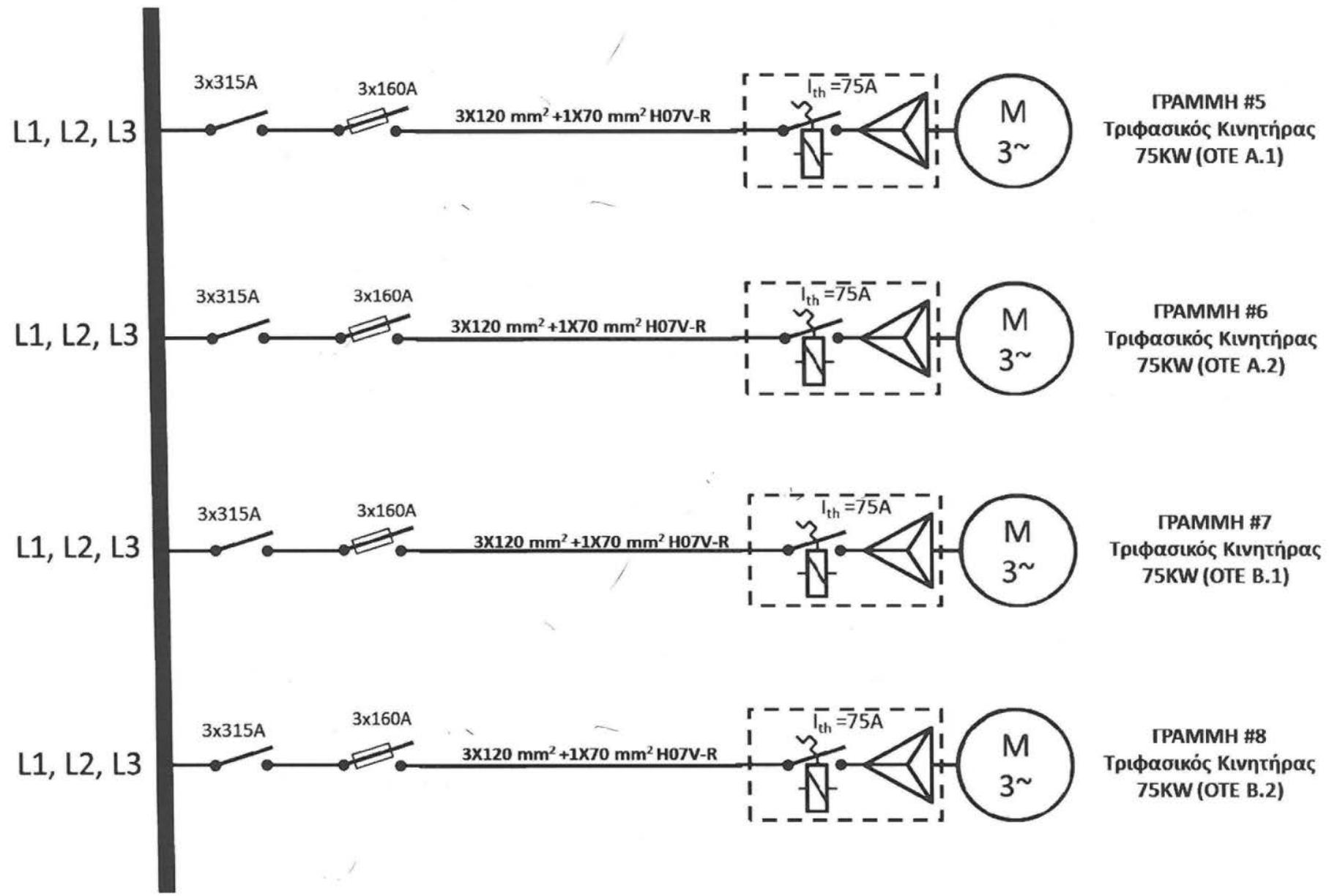


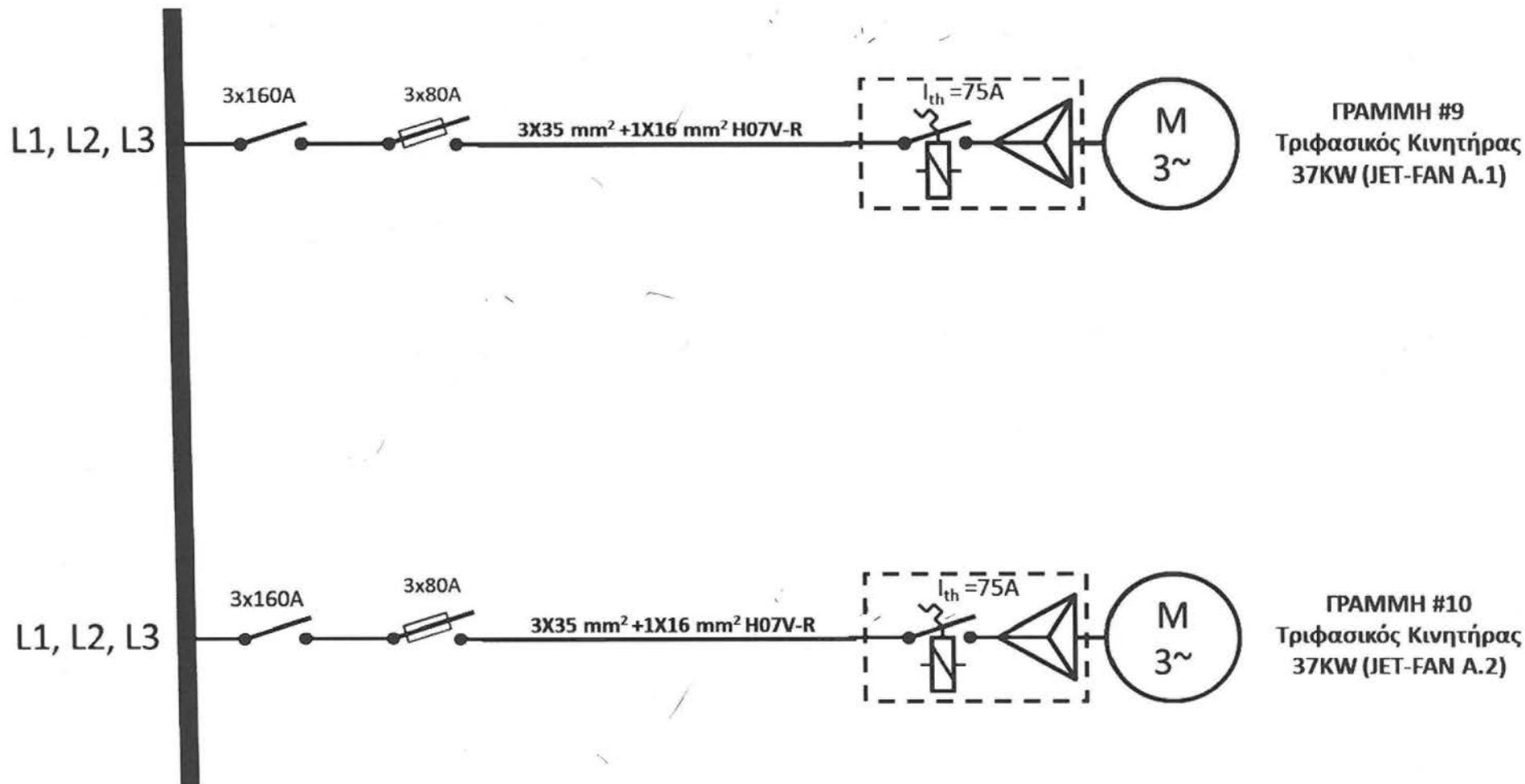
ΑΠΑΓΩΓΗ ΑΕΡΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΒΑΘΡΑ ΜΕΣΩ ΕΝΔΕΡΙΩΝ ΑΓΩΓΩΝ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΦΡΕΑΤΩΝ ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ ΣΕ ΘΕΣΗ "ΟΝ" - ΑΠΑΓΩΓΗ ΑΕΡΑ

Σχήμα Σενάρια απαγωγής καπνού για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης σε σήραγγες και σταθμούς

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

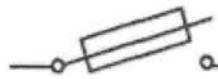




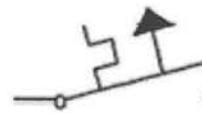


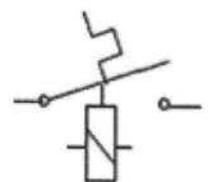
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

 Διακόπτης φορτίου

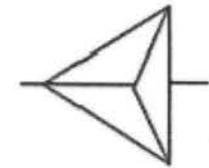
 Μαχαιρωτή ασφάλεια

 Διπολικός διακόπτης φορτίου

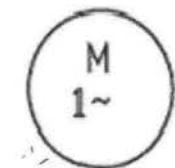
 Αυτόματη ασφάλεια

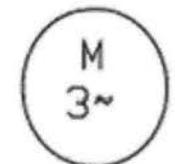
 Αυτόματος διακόπτης υπερφόρτισης

 Ενδεικτική λυχνία

 Διακόπτης αστέρα τριγώνου

 Αυτομετασχηματιστής

 Μονοφασικός κινητήρας

 Τριφασικός κινητήρας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ιωάννης Χρ. Μάτσας 2004. Εγχειρίδιο Εφαρμογών του προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Εκδόσεις Α. Παπασωτηρίου & ΣΙΑ Ο.Ε. , Αθήνα.

Πέτρος Ντοκόπουλος 1992. Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης. Εκδόσεις Π. ΖΗΤΗ & ΣΙΑ Ο.Ε. , Θεσσαλονίκη.

Νίκος Μ. Κιμουλάκης 2006. Κτιριακές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD 384. Εκδόσεις Α. Παπασωτηρίου & ΣΙΑ Ο.Ε. , Αθήνα

Βασίλης Ν. Ξάνθου 2003. Παραγωγή – Μεταφορά – Διανομή Μέτρηση και Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας. Εκδόσεις Π. ΖΗΤΗ & ΣΙΑ Ο.Ε. , Θεσσαλονίκη.

Βάιος Η. Σελλούντος 2002. Θέρμανση και κλιματισμός (Μελέτη, κατασκευή, εγκαταστάσεις, υλικά, δίκτυα, εξοπλισμός). Εκδόσεις Σέλκα - 4Μ, Αθήνα.

Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker 2003. Θέρμανση, Αερισμός και Κλιματισμός (Σχεδιασμός και Ανάλυση). Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.