



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΠΑ.Δ.Α.)
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ
ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ**

**FEASIBILITY STUDY, MAINTENANCE AND
EXTENSION OF AIR SUPPLY NETWORK FOR
MACHINERY SUPPORT**

Κοκολάρας Σωτήριος του Δημητρίου Α.Μ. 43783
Μιχαλάκος Αλέξανδρος του Γεωργίου Α.Μ. 40172

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Στεργίου Κωνσταντίνος

Αιγάλεω, 2019

ΔΕΛΤΙΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
Ακαδ. έτος	2018-2019
Τίτλος Εργασίας	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ
Φοιτητές	Κοκολάρας Σωτήριος του Δημητρίου, Μιχαλάκος Αλέξανδρος του Γεωργίου
Τμήμα	Μηχανολόγων Μηχανικών
Επιβλ. Καθ.	Στεργίου Κωνσταντίνος
Ημερομηνία	23/7/19
Λέξεις κλειδιά	Αεροσυμπιεστές, Συντήρηση, Δίκτυο παροχής αέρα
<p>Περίληψη : Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύονται η έρευνα, η μελέτη και η κατασκευή δικτύου παροχής αέρα, για την υποστήριξη μηχανολογικού εξοπλισμού των εργαστηρίων της Πανεπιστημιούπολης 2 του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (ΠΑ.Δ.Α.), καθώς και η διεκπεραίωση απαραίτητης διαδικασίας συντήρησης του υπάρχοντος εξοπλισμού αέρα που βρίσκεται εντός του ιδρύματος εσωτερικά και εξωτερικά των σχετικών εργαστηρίων, ενώ στο τέλος αναλύεται η αντίστοιχη οικονομική και τεχνική ανάλυση του όλου έργου και παρατίθενται οι κατόψεις των χώρων αυτών.</p>	

PROJECT INFORMATION SHEET	
<i>Academic year</i>	2018-2019
<i>Title</i>	FEASIBILITY STUDY, MAINTENANCE AND EXTENSION OF AIR SUPPLY NETWORK FOR MACHINERY SUPPORT.
<i>Students</i>	Alexandros Michalakos, Sotirios Kokolaras.
<i>Department</i>	Mechanical Engineering
<i>Advisor</i>	Konstantinos Stergiou
<i>Date</i>	23/7/19
<i>Keywords</i>	Air compressors, Maintenance, Air supply network
<p>Abstract: <i>This thesis deals with the research and the process of manufacturing air supply network to support engineering equipment of University Campus 2 laboratories at the University of Western Attica (UNI.W.A.), as well as the necessary maintenance of the existing air supply equipment located within the institution internally and externally of the relevant laboratories, while at the end of the document the corresponding feasibility study of the whole project and the building layout are placed.</i></p>	



Δήλωση ακαδημαϊκής ακεραιότητας

(*Declaration of academic integrity*)

Οι υπογράφοντες υπεύθυνα δηλώνουν ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ, ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ» είναι προϊόν δικής μας δουλειάς και ότι όλες οι πηγές που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη σύνταξη της αναφέρονται πλήρως.

Κοκολάρας Σωτήριος _____

Μιχαλάκος Αλέξανδρος _____



Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τους αξιότιμους καθηγητές Δρ. Στεργίου Κωνσταντίνο και Σαγιά Βασίλειο για την βοήθεια τους καθ' όλη την διάρκεια των απαραίτητων εργασιών στους χώρους και στα εργαστήρια της σχολής, καθώς και για την σχολαστική μέριμνα τους σχετικά με την παραχώρηση των χώρων αυτών ακόμη και σε περιόδους διακοπών και έντονων εργασιακών υποχρεώσεων.

Επίσης επιθυμούμε να αποθέσουμε ιδιαίτερες ευχαριστίες στους καθηγητές κύριο Καρέλλα Γεώργιο και τον κύριο Προεστάκη Εμμανουήλ για την συνεισφορά τους, αλλά και τις συμβουλές τους, οι οποίες μας καθοδήγησαν στην αποτύπωση και δημιουργία των απαραίτητων σχεδίων των αντίστοιχων εργαστηριακών χώρων.

Τέλος, ευχαριστούμε όλους όσους μας στήριξαν και συνέφεραν στην ολοκλήρωση της εργασίας και στην διόρθωση της, καθώς και τις εταιρίες που με την συνεργασία τους και την αρωγή τους προβλέψαμε πιθανά λάθη, διορθώσαμε και εν τέλει ακολουθήσαμε την σωστή πορεία για την ορθή και ακριβή επιτέλεση του έργου.

Σας ευχαριστούμε όλους θερμά!

Κοκολάρας Σωτήριος

Μιχαλάκος Αλέξανδρος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΣΚΟΠΟΣ	1
2	ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	2
3	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
	3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ	4
	3.1.1 Αρχή λειτουργίας εμβολοφόρων αεροσυμπιεστών	5
	3.1.2 Αρχή λειτουργίας κοχλιοφόρων αεροσυμπιεστών	6
	3.2 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ	7
	3.2.1 Παροχή ενέργειας με ηλεκτροκινητήρα	7
4	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΙΚΤΥΟΥ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	10
	4.1 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	10
	4.2 ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΜΕΝΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	12
5	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗΣ	13
	5.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗ	13
	5.2 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	15
6	ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	16
	6.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	16
	6.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	17
7	ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΕΙΣΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ	21
	7.1 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΕΙΣΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗ	21
	7.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	25
	7.3 ΔΙΑΔΙΣΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	26
	7.4 ΜΕΤΡΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	33
8	ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	34
	8.1 ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ	34
	8.1.1 Χρήση αεροσυμπιεστή	34
	8.1.2 Χρήση συγκροτήματος ρυθμιστή πίεσης	38
	8.2 ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	40
	3.1.1 Συντήρηση αεροσυμπιεστή	40
	3.1.1 Συντήρηση συγκροτήματος ρυθμιστή πίεσης	41
9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΣΥΖΗΤΗΣΗ	42
10	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
	10.1 ΒΙΒΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΑ ΕΓΓΡΑΦΑ	44
	10.2 ΝΟΜΟΙ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ	44
	10.3 ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	44
11	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	46
	11.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ-ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΚΑΙ ΥΠΟΜΝΗΜΑ	46
	11.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	51
	11.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	52

1 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσης πτυχιακής εργασίας είναι η αποτύπωση της μελέτης και της υλοποίησης κατασκευής δικτύου παροχής αέρα και η δημιουργία οδηγιών χρήσης και συντήρησης της συνολικής εγκατάστασης. Η διαδικασία αυτή έλαβε χώρα στην Πανεπιστημιούπολη 2 του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής με αφορμή την απαίτηση χρήσης πεπιεσμένου αέρα στην τριαξονική CNC φρέζα της εταιρίας HASS, την οποία προμηθεύθηκε πρόσφατα το ίδρυμα για χρήση στα πλαίσια του αντίστοιχου εργαστηριακού μαθήματος.

Στα προσεχή κεφάλαια ακολουθεί ανάλυση επί της συγκεκριμένης εφαρμογής, ενώ συγχρόνως επιτελείται ο ρόλος της ορθής μηχανολογικής διαδικασίας, μελέτης και κατασκευής δικτύου παροχής αέρα.

2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η χρήση του πεπιεσμένου αέρα κρίνεται απαραίτητη σε όλους τους μηχανολογικούς κλάδους. Αυτό έγινε πρώτη φορά αντιληπτό κατά τον 19^ο αιώνα την περίοδο της κορύφωσης της βιομηχανικής επανάστασης, όπου οι βιομηχανίες χρησιμοποιούσαν με την πάροδο του χρόνου όλο και λιγότερα μηχανικά εργαλεία, λόγω του ότι στρέφονταν στα πνευματικά που απαιτούσαν (κυρίως στη βαριά βιομηχανία) αέρα με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη πίεση.

Η πρώτη αντλία που θεωρείται ο προπάτορας των αντλιών αέρα εφευρέθηκε το 1654 από τον Γερμανό εφευρέτη Otto von Guericke όπου ανέπτυξε μια συσκευή αναρρόφησης αέρος, η οποία την περίοδο εκείνη δεν φαινόταν να έχει καμία πρακτική εφαρμογή, έως τον 18^ο αιώνα όπου ξεκίνησε η βιομηχανική επανάσταση. ^[XXXIII] Ο πρώτος συμπιεστής αέρα που αναπτύχθηκε, ήταν ένας φυσητήρας όπου αρχικά το υλικό κατασκευής του ήταν ξύλο και με την πάροδο των ετών αλλάχθηκε από τις Βρετανικές βιομηχανίες σε χυτοσίδηρο, ενώ αργότερα δόθηκε η μορφή κυλίνδρου και εμβόλου. Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα λόγω της κατασκευαστικά δαπανηρής και δύσκολης κατασκευής λείων κυλινδρικών εμβόλων και κυλίνδρων από χυτοσίδηρο, άρχισαν να κατασκευάζονται τετράγωνα έμβολα τα οποία παλινδρομούσαν εντός των αντίστοιχων τετράγωνα διαμορφωμένων περιβλημάτων.

Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα περί του 1853, ο Ιταλός πολιτικός μηχανικός Giovanni Battista Piatti ανέπτυξε μια κατασκευή πνευματικών τρυπάνων για την εκσκαφή βράχων με στόχο την διάνοιξη της σήραγγας Fréjus Rail Tunnel (ή αλλιώς Mont Cenis Tunnel) στις Άλπεις. ^[XXXIV] Την ευρεσιτεχνία του όμως την πατένταρε ο Γάλλος πολιτικός μηχανικός Germain Sommeiller, ο οποίος συνάμα ηγούνταν της συγκεκριμένης εκσκαφής. Ο Γάλλος πολιτικός μηχανικός έλαβε ιδιαίτερη αναγνώριση για την πατέντα αυτή αφού με την χρήση της ολοκληρώθηκαν οι εργασίες διάνοιξης της σήραγγας 11 χρόνια νωρίτερα από τα προγραμματισμένα (είχαν υπολογίσει ότι θα χρειαστούν 25 χρόνια και την ολοκλήρωσαν μόλις σε 14, από τον Αύγουστο του 1857 έως τον Σεπτέμβρη του 1871). ^[XXXVI] ^[XXXV] Για την χρήση των τρυπάνων αυτών κατασκευάστηκαν μηχανές πεπιεσμένου αέρα που παρείχαν έως και 600kPa (6bar) πίεση στα τρυπάνια. ^[XXIII]

Οι εμβολοφόροι και οι πτερυγιοφόροι αεροσυμπιεστές ήταν οι πρώτοι οι οποίοι αναπτύχθηκαν και παράχθηκαν μαζικά για τον σκοπό της παροχής πεπιεσμένου αέρα, ενώ στην συνέχεια αναπτύχθηκαν οι κοχλιοφόροι και η τεχνολογία Inverter.^[XXVIII] Οι εμβολοφόροι αποτελούν το επί το πλείστον χρησιμοποιούμενο είδος λόγω του πλεονεκτήματος μέγιστης πίεσης που εμφανίζουν έναντι των κοχλιοφόρων που αποτελούν το δεύτερο πιο διαδεδομένο είδος.

Οι εμβολοφόροι δύναται να αναπτύξουν μεγαλύτερες πιέσεις, ενώ οι κοχλιοφόροι μπορούν να λειτουργήσουν σε ένα εύρος 5-15 bar. Οι πρώτοι εμφανίζουν μικρότερη παροχή και χειρότερης ποιότητας αέρα, αλλά στην βιομηχανία σημαντικότερο ρόλο παίζουν οι υψηλές πιέσεις, κυρίως στις περιπτώσεις των βιομηχανιών κατασκευής ή και χρήσης καλουπιών. Γενικώς, οι κοχλιοφόροι έναντι των εμβολοφόρων αεροσυμπιεστών εμφανίζουν περισσότερα πλεονεκτήματα όπως:

- 1) Μεγαλύτερα διαστήματα συντήρησης
- 2) Χαμηλότερο κόστος λειτουργίας
- 3) Μειωμένη ηχορύπανση κ.α.

παρ' όλα αυτά ανάλογα με την εφαρμογή και τα δύο είδη χρησιμοποιούνται κατά κόρων.^[XXVII]

3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΩΝ

Οι αεροσυμπιεστές εντάσσονται στις ρευστοδυναμικές μηχανές και αποτελούν μια από τις σημαντικότερες διατάξεις ενός μηχανολογικού εξοπλισμού, είτε αυτός προορίζεται για χρήση σε βαριά βιομηχανία, είτε προορίζεται για χρήση οδήγησης εργαλείων σε επιχειρήσεις του μηχανολογικού κλάδου, όπως για παράδειγμα οι επιχειρήσεις επισκευής οχημάτων (συνεργεία, φανοποιεία, κ.α.). Συνεπώς, ο αέρας υπό πίεση είναι αναπόσπαστο κομμάτι του κλάδου της μηχανολογίας ανεξάρτητα από τον τομέα ενδιαφέροντος.

Ανά τα χρόνια αναπτύχθηκαν διάφοροι μέθοδοι συμπίεσης του αέρα όπως οι μηχανικοί φυσητήρες, οι πτερυγιοφόροι αεροσυμπιεστές, οι φυγοκεντρικοί αεροσυμπιεστές κ.α.. Οι σημαντικότερες μέθοδοι εξ' αυτών και κατ' εξοχήν χρησιμοποιούμενες είναι:

- 1) Με χρήση διάταξης στροφάλου-διωστήρα-εμβόλου (εμβολοφόροι) και
- 2) Με χρήση περιστροφικών κοχλιών (κοχλιοφόροι).

Η αρχή λειτουργίας τους, αν και πανομοιότυπη επί το πλείστον, καθιστά το κάθε είδος αναγκαίο σε διαφορετικές εφαρμογές ανάλογα με τα απαραίτητα κριτήρια ποσότητας και ποιότητας αποθηκευμένου αέρα, πίεσης, οικονομίας και ποσότητας ροής (παροχής) που καλείται να καλύψει ο αεροσυμπιεστής για την εκάστοτε περίπτωση. Τα κριτήρια αυτά απορρέουν από την αντίστοιχη τεχνική και οικονομική ανάλυση που καλείται να διεκπεραιώσει ο ενδιαφερόμενος.

Για την σύγκριση και επιλογή του κατάλληλου αεροσυμπιεστή λαμβάνονται υπόψιν τα ακόλουθα: ^[XIV]

- 1) Τα απαραίτητα στοιχεία ροής, πίεσης και απόδοσης,
- 2) Η πτώση πίεσης του δικτύου αέρα,
- 3) Το συνολικό κόστος (διαθεσιμότητα και τιμές ανταλλακτικών, κόστος αγοράς, εγκαταστάσεως, συντηρήσεως και λειτουργίας),
- 4) Η αξιοπιστία του και η προσβασιμότητα της κατασκευάστριας εταιρίας,
- 5) Η διαθεσιμότητα ψυκτικών μέσων,
- 6) Η πιθανώς απαραίτητη ελαχιστοποίηση ηχορύπανσης,

- 7) Η πιθανή απαραίτητη ποιότητα αέρα (χρήση φίλτρων, υδατοπαγίδας, μεταψύκτη κ.α.),
- 8) Η αλληλεπίδραση του με την δεξαμενή αποθήκευσης αέρα,
- 9) Η αλληλεπίδραση του με τις ρυθμιστικές διατάξεις (κατανάλωση ισχύος),
- 10) Η απορροφούμενη ιπποδύναμη από τον αεροσυμπιεστή.

3.1.1 Αρχή λειτουργίας εμβολοφόρων αεροσυμπιεστών

Ομοίως με τις Μ.Ε.Κ. στους εμβολοφόρους παλινδρομικούς αεροσυμπιεστές η συμπίεση του αέρα εκτελείται μέσω της παλινδρόμησης εμβόλου εντός κυλίνδρου, κινούμενο από διάταξη στροφάλου-διωστήρα-εμβόλου [βλ. Εικόνα 1.α)]. ^[I]

Τριφασικός ηλεκτροκινητήρας (αστέρα-τριγώνου), ή Μ.Ε.Κ. μικρού κυβισμού περιστρέφουν τροχαλία, η οποία συνδέεται μέσω ιμάντα/ων με την τροχαλία με την οποία συνδέεται ο στροφαλοφόρος άξονας του αεροσυμπιεστή. Με την περιστροφή του στροφάλου ο διωστήρας μετακινεί το έμβολο από μια κατώτατη θέση σε μια ανώτατη και αντιστρόφως. Κατά την μετακίνηση αυτή υπάρχουν τοποθετημένες βαλβίδες επί της κεφαλής του κυλίνδρου, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αναρρόφηση του ατμοσφαιρικού αέρα μέσω της υποπίεσης που δημιουργεί η καθοδική κίνηση του εμβόλου και την εκτόνωση του αέρα αυτού εντός του αεροφυλακίου κατά την ανοδική κίνηση του εμβόλου (μέσω της αντίστοιχης βαλβίδας), υπό πίεση ανάλογη του λόγου συμπίεσεως του αεροσυμπιεστή. ^[XIII]

Οι βαλβίδες αυτές, της εισαγωγής και της εξαγωγής του αέρα από τον κύλινδρο, είναι συνήθως ελάσματα επί της κεφαλής του κυλίνδρου τα οποία επιτρέπουν, ή αποτρέπουν την μετακίνηση αέρα προς και από αυτόν. ^[XIII]

Η λειτουργία του αεροσυμπιεστή διακόπτεται αυτόματα μόλις η πίεση εντός του αεροφυλακίου λάβει την επιθυμητή τιμή και επανατοποθετείται αυτόματα σε λειτουργία όταν μειωθεί ξανά η τιμή αυτή. Ταυτόχρονα θα πρέπει ο ρυθμός πλήρωσης του αεροφυλακίου με αέρα να είναι μεγαλύτερος ή ίσος με τον ρυθμό κατανάλωσης από την οποιαδήποτε διάταξη, ή το συγκρότημα διατάξεων. ^[I]

Τέλος, η παραπάνω αρχή λειτουργίας ισχύει για τους εμβολοφόρους αεροσυμπιεστές μονής ενέργειας, ενώ υπάρχουν και οι αεροσυμπιεστές διπλής ενέργειας, όπου ο αέρας αφού εξέλθει με πίεση περίπου 6-7 bar, μεταφέρεται τοιουτοτρόπως στον κύλινδρο κάτωθεν του εμβόλου, όπου ακολουθείται η ίδια διαδικασία για περαιτέρω συμπίεση του έως και τα 40 bar.

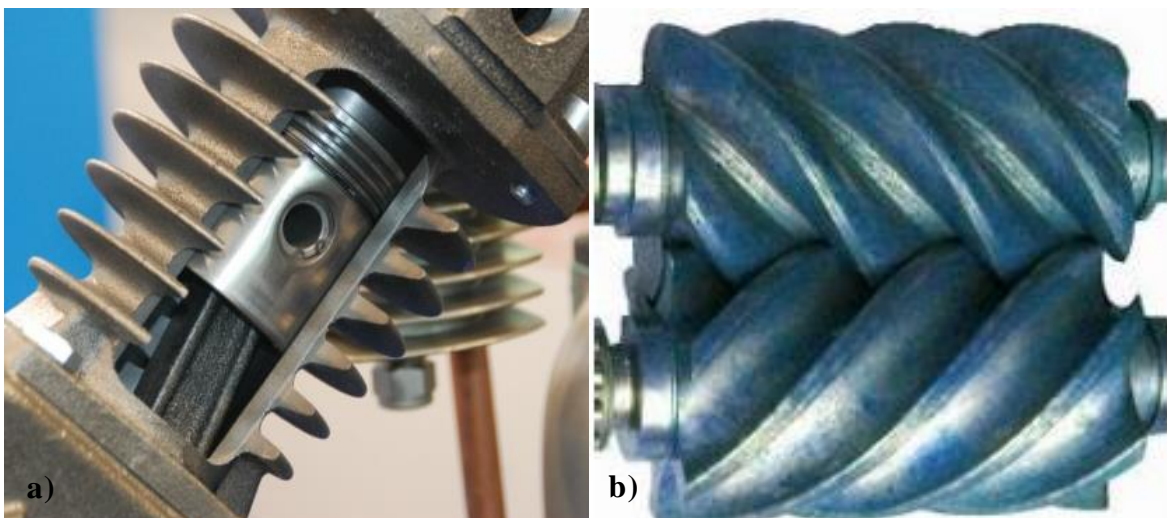
3.1.2 Αρχή λειτουργίας κοχλιοφόρων αεροσυμπιεστών

Οι κοχλιοφόροι αεροσυμπιεστές συμπιέζουν τον αέρα εντός περιβλήματος αντίστοιχο με την μορφή των εμβόλων χρησιμοποιώντας δύο περιστρεφόμενα έμβολα με την μορφή ατέρμονων κοχλιών σε εμπλοκή, ομοίως με τον κοχλία του Αρχιμήδη [βλ. Εικόνα 1.β)]. ^[1]

Ο αέρας εισέρχεται στο σύστημα μέσω απλής διόδου (δεν απαιτούνται βαλβίδες), εγκλωβίζεται μεταξύ των κοχλιών συμπιέζεται στον χώρο ανάμεσα στο περίβλημα και τους κοχλίες και ωθείται προς την διόδο που οδηγεί στο αεροφυλάκιο.

Οι κοχλίες περιστρέφονται με τις μεθόδους που αναφέρθηκαν και στους εμβολοφόρους.

Οι κοχλιοφόροι δύναται να προσφέρουν υψηλές παροχές αέρα, αλλά δεν μπορούν να τον συμπιέσουν σε πολύ υψηλά επίπεδα, ακόμη και αν χρησιμοποιηθούν κοχλιοφόροι αεροσυμπιεστές δύο βαθμίδων.



Εικόνα 1: α) Εμβολοφόρος αεροσυμπιεστής και β) Ατέρμονες περιστροφικοί κοχλίες κοχλιοφόρου αεροσυμπιεστή. ^{[1][xiii]}

3.2 ΠΑΡΟΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω στο §3.1.1, οι αεροσυμπιεστές λαμβάνουν την απαραίτητη ενέργεια για την συμπίεση του αέρα μέσω βοηθητικού κινητήρα, ο οποίος είθισται να είναι τριφασικός ηλεκτροκινητήρας, ενώ υπάρχουν και ελάχιστες περιπτώσεις (παλαιότεροι αεροσυμπιεστές) όπου χρησιμοποιείται Μηχανή Εσωτερικής Καύσης.

3.2.1 Παροχή ενέργειας με ηλεκτροκινητήρα

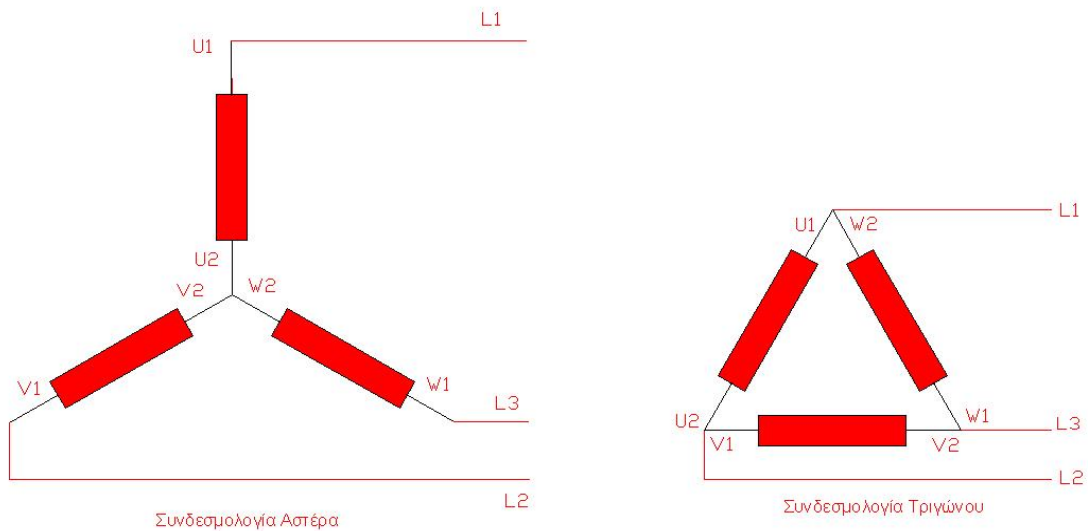
Λόγω της επικράτησης των ηλεκτροκινητήρων στην αγορά, η οποία πηγάζει από την ελαχιστοποίηση των ρύπων, την χαμηλή κατανάλωση ύλης τροφοδοσίας (ρεύμα αντί για καύσιμο), την ελαχιστοποίηση της ηχορύπανσης κ.α., πλέον χρησιμοποιούνται αποκλειστικά αυτοί στους αεροσυμπιεστές.

Οι ηλεκτροκινητήρες χωρίζονται στους μονοφασικούς και τους τριφασικούς (και τους διφασικούς, οι οποίοι όμως δεν βρίσκουν εφαρμογή στους αεροσυμπιεστές) με τους τριφασικούς να χρησιμοποιούνται κατά κόρον κυρίως στις βιομηχανίες και τις μεγάλες επιχειρήσεις. Οι μονοφασικοί προτιμώνται κυρίως στις οικιακές χρήσεις και τις μικρές επιχειρήσεις, ενώ οι τριφασικοί ικανοποιούν απεριόριστο αριθμό σύγχρονων τεχνολογικών εφαρμογών.

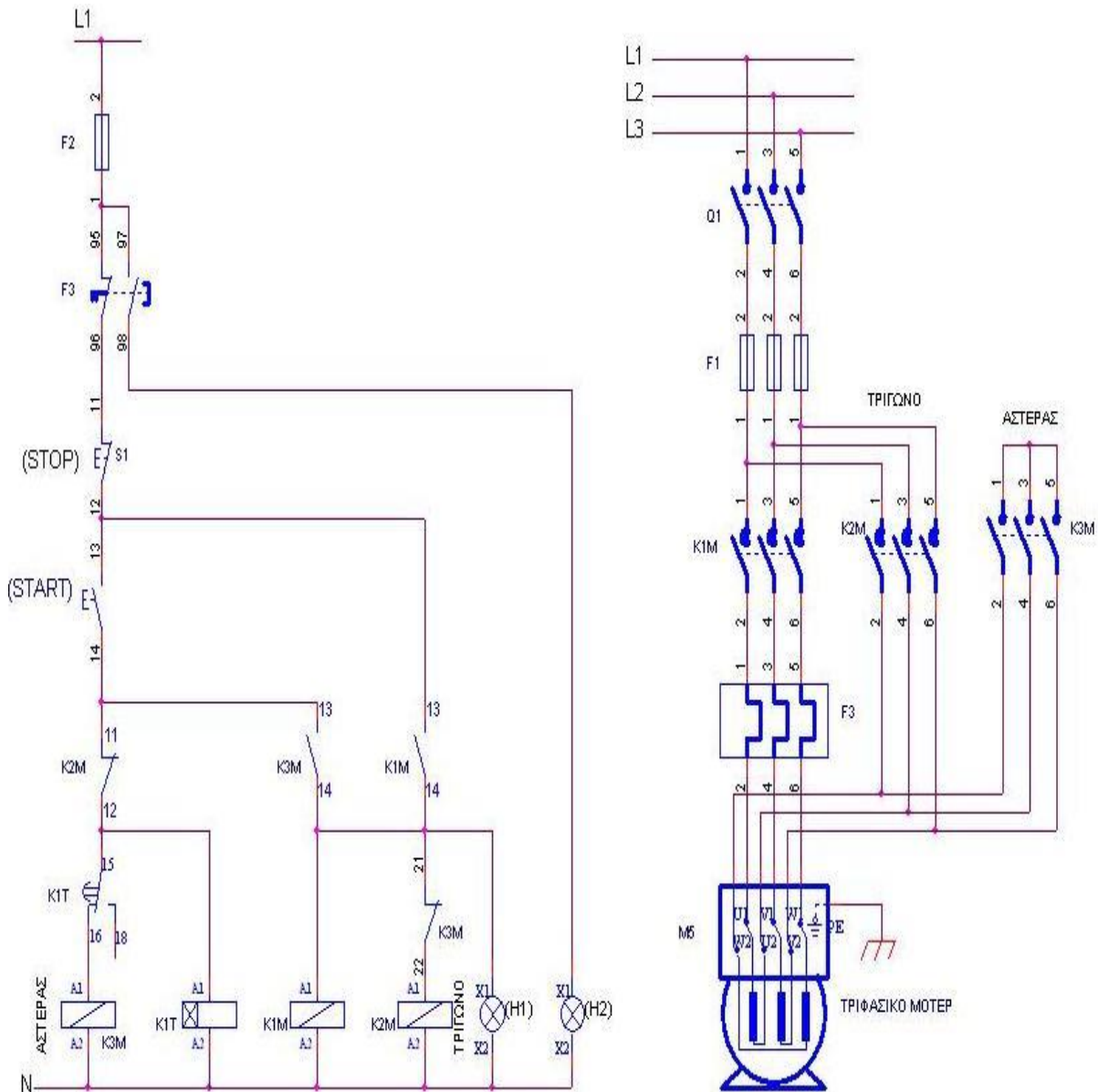
Οι μονοφασικοί είναι κινητήρες χαμηλότερων επιδόσεων (για περιπτώσεις μέγιστης απαιτούμενης ισχύος 3Hp έως το πολύ 4Hp), μιας και έχουν χαμηλότερο βαθμό απόδοσης έναντι των τριφασικών οι οποίοι δύναται να παράγουν έως και 25Hp. Επίσης, οι μονοφασικοί ηλεκτροκινητήρες δεν έχουν την δυνατότητα αυτοεκκίνησης σε αντίθεση με τους τριφασικούς, στοιχείο ιδιαίτερα χρήσιμο για την εφαρμογή αυτή ενώ επιπλέον οι πρώτοι τείνουν να χρησιμοποιούνται περισσότερο σε εφαρμογές όπου είναι απαραίτητη η εξοικονόμηση ενέργειας, ή η μεταβολή της συχνότητας για τον έλεγχο μεταβολής των στροφών. Τέλος, οι τριφασικοί υπερτερούν ως προς την δυνατότητα παραγόμενης ροπής και την ομαλότητα της λειτουργίας τους (μειωμένος θόρυβος), καθώς επίσης δεν απαιτείται σε αυτούς η ύπαρξη πρόσθετου εξοπλισμού για την εκκίνηση γεγονός το οποίο τους καθιστά και λιγότερο περίπλοκους. [X]

Η διάταξη των τριφασικών κινητήρων ποικίλει ανάλογα με την εφαρμογή. Στους αεροσυμπιεστές συναντάται η διάταξη αστέρα-τριγώνου (Y-Δ) ή αλλιώς βραχυκυκλωμένου δρομέα (βλ. Σχήμα 1), η οποία είναι και ευρέως

χρησιμοποιούμενη. Εφαρμόζεται για την δυνατότητα εκκίνησης λειτουργίας του κινητήρα χωρίς την εμφάνιση πτώσης τάσης στο δίκτυο του ηλεκτρισμού και για την ομαλή εκκίνηση και διατήρηση λειτουργίας του κινητήρα. Πιο συγκεκριμένα, κατά την εκκίνηση τα τρία πηνία περιέλιξης των φάσεων είναι συνδεδεμένα σε διάταξη αστέρα με στόχο την συνεχή αύξηση των στροφών του κινητήρα, χωρίς την ύπαρξη κινδύνου βύθισης (πτώσης) της τάσης. Μόλις ο κινητήρας φτάσει στις επιθυμητές στροφές λειτουργίας, η συνδεσμολογία των φάσεων αλλάζει μέσω της χρήσης αυτόματου διακόπτη εναλλαγής της διάταξης σύνδεσης των πηνίων και έτσι η διάταξη μεταλλάσσεται από αστέρα σε τρίγωνο. Η παραπάνω συνδεσμολογία απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται διότι η διάταξη τριγώνου απαιτεί τροφοδότηση ρεύματος κατά την έναρξη λειτουργίας τρεις φορές περισσότερη από ότι απαιτεί η διάταξη αστέρα. [XII]



Σχήμα 1: Σύνδεση πηνίων τριφασικού ηλεκτροκινητήρα σε α) Διάταξη αστέρα β) Διάταξη τριγώνου. [XXIV]



Σχήμα 2: Απεικόνιση συνδεσμολογίας τριφασικού ηλεκτροκινητήρα. [XXIV]

4 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΙΚΤΥΟΥ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Όλες οι μηχανολογικές κατασκευές καθώς και οι διαδικασίες διεκπεραίωσης αυτών ακολουθούνται πάντα από εθνικά, διεθνή, ή στην περίπτωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, από ευρωπαϊκά νομικά πλαίσια και κανονισμούς. Επιπροσθέτως, ανάλογα με την κατασκευή ενδέχεται διεθνής ή εθνικοί οργανισμοί τυποποίησης να έχουν εκδώσει πρότυπα που να σχετίζονται με την ορθή αποπεράτωση των απαραίτητων διαδικασιών της κατασκευής.

Μετά από εκτενή μελέτη του παρακάτω νομικού πλαισίου έγινε η επιλογή των απαραίτητων διαδικασιών έναρξης της εν λόγω κατασκευής, ελήφθησαν υπόψιν οι τεχνικές απαιτήσεις και κατ' επέκτασιν επήλθε η ολοκλήρωση του έργου. Έγιναν οι απαραίτητοι έλεγχοι, ελήφθησαν οι πραγματικές τιμές πίεσης, τοποθετήθηκε ο απαραίτητος εξοπλισμός ασφαλείας και τηρήθηκαν οι κανονισμοί συγκόλλησης χαλκοσωλήνων, ενώ ελέγχθηκαν και διορθώθηκαν οι σωληνώσεις μετά από κάθε συγκόλληση.

4.1 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η κατασκευή δικτύου αέρα καθώς και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για αυτήν [όπως η τροφοδότηση (αεροσυμπιεστές), οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματα σύνδεσης των σωληνώσεων, η συσκευή αποθήκευσης του αέρα (αεροφυλάκια), κ.τ.λ.] κατατάσσεται στο νομοθετικό πλαίσιο που ορίζει το Φύλλο της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως (Φ.Ε.Κ.) υπ' αριθμόν 2278/Β'/22.7.2016 με τίτλο “Υ.Α. οικ. 74124/ΔΤΒΝ 1431/2016 – Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας προς την Οδηγία 2014/68/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15^{ης} Μαΐου 2014 για την εναρμόνιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού υπό πίεση στην αγορά (αναδιατύπωση)”.

Το Φ.Ε.Κ. αυτό αποτελεί προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας στην Ευρωπαϊκή οδηγία υπ' αριθμόν 2014/68/ΕΕ και αναφέρεται στις τεχνικές απαιτήσεις, την ταξινόμηση του εξοπλισμού υπό πίεση, την διαδικασία αξιολόγησης της συμμόρφωσης, καθώς και σε άλλα ζητήματα σχετικά με τον εξοπλισμό υπό πίεση (όπως π.χ. υποχρεώσεις εισαγωγέων, διανομέων κ.α.) τα οποία όμως δεν αναφέρονται διότι δεν σχετίζονται με το παρόν θέμα.

Συνεπώς, η παρούσα κατασκευή εναρμονίζεται με το εν λόγω νομοθετικό πλαίσιο και πιο συγκεκριμένα:

- Το χρησιμοποιούμενο ρευστό (ατμοσφαιρικός αέρας) κατατάσσεται στην Ομάδα 2 των ρευστών που αναφέρονται στο Άρθρο 13 και το οποίο προσδιορίζεται από το Παράρτημα Ι του Ευρωπαϊκού Κανονισμού (Ε.Κ.) υπ' αριθμόν 1272/2008. Στο Άρθρο 13 ορίζεται πώς:

“στην ομάδα 2, περιλαμβάνονται όλες οι ουσίες και τα μείγματα που δεν αναφέρονται στο στοιχείο α)”. [IV]

- Ο παρών εξοπλισμός εντάσσεται στην παράγραφο 3 του Άρθρου 4, η οποία ορίζει πως:

“Ο εξοπλισμός υπό πίεση και τα συγκροτήματα των οποίων τα χαρακτηριστικά είναι κατώτερα ή ίσα προς τα όρια που καθορίζονται στα στοιχεία α),β) και γ) της παραγράφου 1 και στην παράγραφο 2 σχεδιάζονται και κατασκευάζονται σύμφωνα με την ορθή μηχανολογική πρακτική ενός κράτους μέλους, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται απόλυτη ασφάλεια χρήσης. Ο εξοπλισμός υπό πίεση και τα συγκροτήματα συνοδεύονται από επαρκείς οδηγίες χρήσης.

Με την επιφύλαξη άλλης εφαρμοστέας νομοθεσίας εναρμόνισης της Ένωσης που προβλέπει την τοποθέτηση σήματος CE, ο εν λόγω εξοπλισμός ή τα συγκροτήματα δεν φέρουν την σήμανση που αναφέρεται στο άρθρο 18”. [IV]

- Τέλος, ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός και το κατασκευασμένο δίκτυο δύναται να ενταχθούν στην παράγραφο 7 του Άρθρου 14, το οποίο με την σειρά του ορίζει πως:

“Κατά παρέκκλιση από τις παραγράφους 1 έως 6 του παρόντος άρθρου, η αρμόδια αρχή δύναται, εφόσον δικαιολογείται, να επιτρέπει την διάθεση στην αγορά και την θέση σε λειτουργία, μεμονωμένου εξοπλισμού υπό πίεση και μεμονωμένων συγκροτημάτων που αναφέρονται στο Άρθρο 2 τα οποία προορίζονται για πειραματισμούς, για τα οποία οι διαδικασίες που αναφέρονται στις παραγράφους 1 έως 6 του παρόντος άρθρου δεν έχουν εφαρμοστεί”. [IV]

4.2 ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΜΕΝΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

- Προδιαγραφές κατασκευής δικτύου

Μετά από εκτενή έρευνα διαπιστώθηκε πως δεν υπάρχει κάποιο εθνικό πρότυπο που να σχετίζεται με τον σχεδιασμό κατασκευής δικτύου αέρα (με εξαίρεση τα δίκτυα φυσικού αερίου).

Ακολουθήθηκαν όμως ορθές μηχανολογικές πρακτικές [όπως π.χ. 1) η μέγιστη απόσταση τοποθέτησης στήριξης των σωλήνων χαλκού είναι ανά 1.25m για οριζόντια στήριξη και 1.40m για κάθετη στήριξη σωλήνων εξωτερικής διαμέτρου $D=12\text{mm}$, ή 2) στις σωλήνες χαλκού εξωτερικής διαμέτρου μέχρι 22 mm επιτρέπεται σύνδεση τους μόνο με τριχοειδή κόλληση, κ.τ.λ.] για την εξασφάλιση της ασφάλειας του δικτύου, τόσο στην χρήση όσο και στην διάρκεια ζωής του. ^[XV]

- Προδιαγραφές χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού

- **Ρυθμιστής πίεσης**

Χρήση ρυθμιστή πίεσης σύμφωνα με το πρότυπο EN 334.

- **Εξαρτήματα σύνδεσης χαλκοσωλήνων (γωνιές 90°, μούφες)**

Χρήση εξαρτημάτων που ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1254-1.

- **Προστασία σωληνώσεων έναντι διάβρωσης**

Δεν απαιτείται σε περιπτώσεις σωληνώσεων εκτός εδάφους.

- **Υλικό κόλλησης [καλάι (solder)] των σωλήνων**

Υλικό κόλλησης το οποίο είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 9453, σύμφωνα με το prospectus της εταιρίας από την οποία αγοράσθηκε. ^[XI]

5 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΠΙΕΣΗΣ

5.1 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗ

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης (manual) του κατασκευαστή της εργαλειομηχανής CNC (βλ. Σχήμα 3) τα απαραίτητα στοιχεία ροής είναι:

- Πίεση: 6.9bar και
- Παροχή: 113 Lt/min



ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Περιγραφή	Μονάδα μέτρησης	HAAS Mini Mill-EDU
Χώρα κατασκευής	HAAS ΗΠΑ	
Διακρίβωση	ANSI	
Είδος		CNC ΦΡΕΖΑ
Αριθμός αξόνων		τριών αξόνων (X, Y, Z)
ΓΕΝΙΚΑ		
Παροχή και πίεση πεπιεσμένου αέρα	L/min Bar	113 6.9

Σχήμα 3: Τεχνικό εγχειρίδιο χρήσης εταιρίας ERGO CNC σχετικά με την εργαλειομηχανή HAAS Mini Mill-EDU

Ο χρησιμοποιούμενος αεροσυμπιεστής δύναται να αναπτύξει έως και 18 bar πίεση (η οποία όμως δεν συνιστάται να χρησιμοποιηθεί) με ονομαστική πίεση λειτουργίας 0-12 bar, καθώς επίσης η παροχή που προσφέρει ανέρχεται στα 798 L/min.

Γενικότερα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αεροσυμπιεστή είναι:

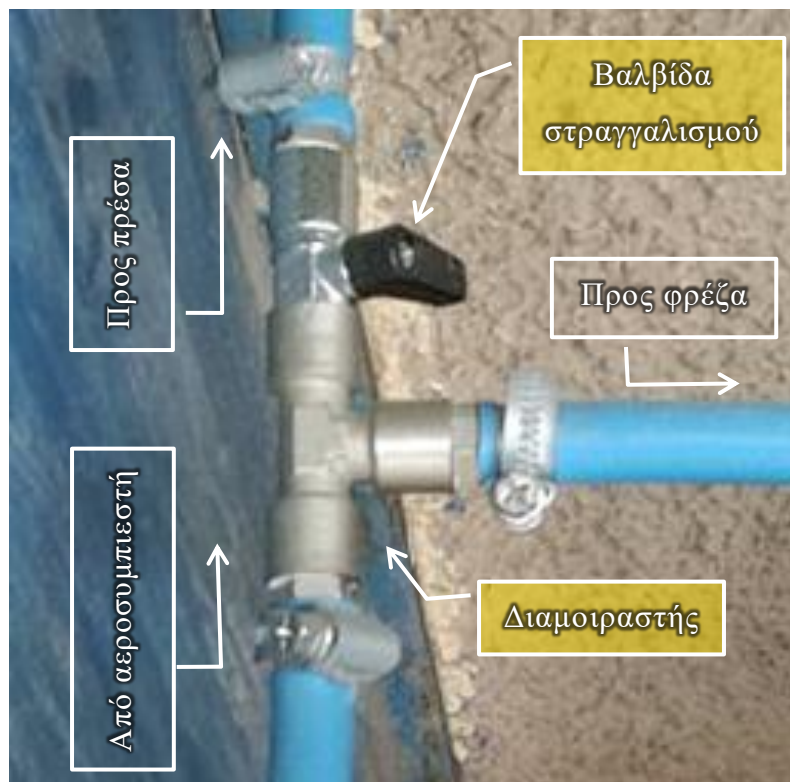
- Εμβολοφόρος
- Πηγή ενέργειας: Τριφασικός ηλεκτροκινητήρας
- Διάταξη ηλεκτροκινητήρα: Αστέρα-Τριγώνου, (Y-Δ) [βλ. Σχήμα 1]
- Μετάδοση κίνησης: Με ζεύγος τραπεζοειδών μάντων [βλ. Εικόνα 11.b)]
- Αεροφυλάκιο χωρητικότητας: 500Lt
- Ισχύς κινητήρα: 7.5Hp (5.5kW)
- Παροχή: 798 Lt/min
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 11 bar (159psi)

Για λόγους καταμερισμού της πίεσης και στον υπόλοιπο μηχανολογικό εξοπλισμό, τοποθετήθηκαν στο δίκτυο βοηθητικός σωλήνας διαμερισμού της ροής (διαμοιραστής-ταφ αρσενικό) και στραγγαλιστική βαλβίδα (περιστροφικός διακόπτης). Έτσι παρέχεται η δυνατότητα μονομερούς παροχή της φρέζας βλ. Εικόνα 2, ταυτόχρονης τροφοδότησης της φρέζας και της υδραυλικής πρέσας του μηχανολογικού εργαστηρίου I, ενώ επίσης υπάρχει τοποθετημένη βάνα (βλ. Εικόνα 10) στο συγκρότημα του ρυθμιστή πίεσης (ρυθμιστής πίεσης, υδατοπαγίδα, ελαιωτήρας) για την δυνατότητα παροχέτευσης μόνο της πρέσας.

Ο αεροσυμπιεστής δύναται να ανταποκριθεί στην ταυτόχρονη χρήση τους καθώς οι απαιτήσεις της υδραυλικής πρέσας είναι:

- Πίεση: μόλις 6.3bar και
- Παροχή: έως 190Lt/min.

Όμως για την ταυτόχρονη λειτουργία του συστήματος προτείνεται η τοποθέτηση ρυθμιστή πίεσης στο κομμάτι του δικτύου της πρέσας, διότι δεν είναι δυνατόν ο αεροσυμπιεστής να αναπτύσσει πίεση μεγαλύτερη των 7bar για την εργαλειομηχανή και η πρέσα να λειτουργεί στα 6.3bar. Συνεπώς είναι απαραίτητη η τοποθέτηση ρυθμιστή πίεσης για να επιτρέπει την παροχέτευση της πρέσας με την απαιτούμενη πίεση.

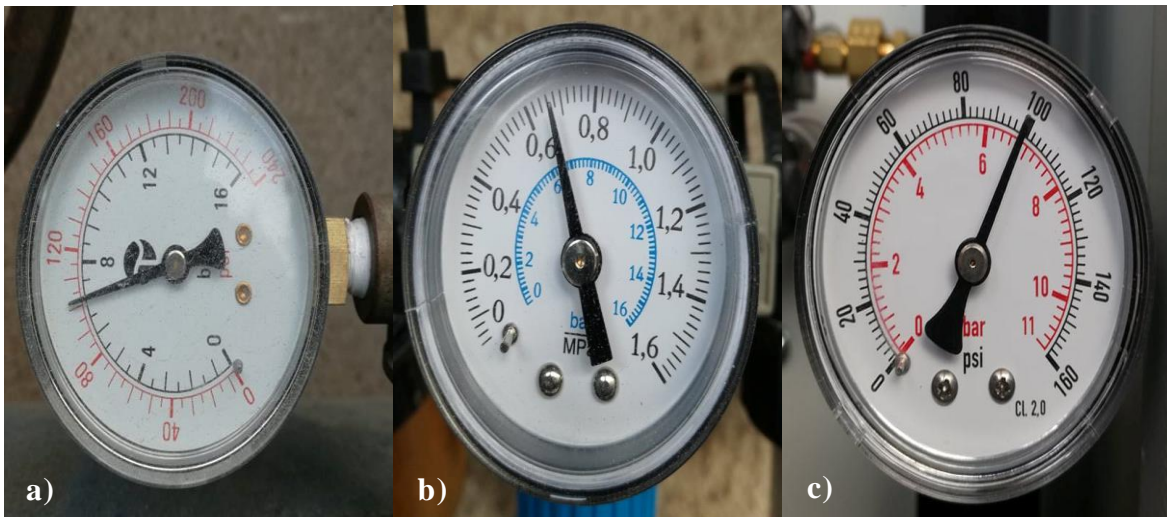


Εικόνα 2: Στραγγαλιστική βαλβίδα και διαμοιραστής.

5.2 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης και μετά την ρύθμιση του εξοπλισμού (βλ. Κεφάλαιο 7 για περισσότερες πληροφορίες), έγινε πειραματικός έλεγχος της ορθής λειτουργίας του συστήματος με στόχο την διακρίβωση ελαχιστοποίησης απωλειών, την εύρεση πιθανόν ατελειών ή και αστοχίας στις συνδέσεις των χαλκοσωλήνων και τον εντοπισμό πιθανόν αναγκαίων διορθώσεων είτε στον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό, είτε στις ρυθμίσεις του αεροσυμπιεστή και του ρυθμιστή πίεσης.

Στην Εικόνα 3 φαίνονται οι πειραματικές μετρήσεις όπως αυτές προέκυψαν κατά την τελευταία δοκιμή του δικτύου. Στην Εικόνα 3.α) διακρίνεται η ρύθμιση της μέγιστης απαιτούμενης πίεσης του αεροφυλακίου του αεροσυμπιεστή ($\approx 7\text{bar}$), την στιγμή που αυτός διακόπτει αυτομάτως την λειτουργία του μέσω του προσαρτημένου πιεσοστάτη. Στην Εικόνα 3.β) παρουσιάζεται η ρύθμιση της επιτρεπόμενης πίεσης διέλευσης από τον ρυθμιστή πίεσης προς το δίκτυο, μετά την πλήρη τροφοδότηση του δικτύου με πεπιεσμένο αέρα στην πίεση αυτή. Τέλος, στην Εικόνα 3.γ) είναι εμφανής η επαρκής τροφοδότηση της εργαλειομηχανής με την απαιτούμενη πίεση (6.9bar) για την ορθή λειτουργία της, λίγο πριν αυτή τεθεί σε έναρξη εργασίας.



Εικόνα 3: α) Μανόμετρο πίεσης αεροφυλακίου αεροσυμπιεστή, β) Μανόμετρο ρυθμιστή πίεσης, γ) Μανόμετρο εργαλειομηχανής.

6 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

6.1 ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η προτίμηση χρήσης χαλκοσωλήνων έναντι αυτής των χαλυβδοσωλήνων έγκειται στην ύπαρξη αποθεμάτων τετράμετρων χαλκοσωλήνων στο ίδρυμα και στα πλεονεκτήματα που εμφανίζουν έναντι των χαλυβδοσωλήνων.

Τα πλεονεκτήματα που εμφανίζουν είναι τα εξής: [XXXII]

- I. Ο χαλκός γενικά αποτελεί ένα απόλυτα αξιόπιστο υλικό το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για περισσότερα από 50 χρόνια σε εγκαταστάσεις ύδατος και αέρα,
- II. Είναι ανθεκτικές στην διάβρωση από τον ατμοσφαιρικό αέρα, χωρίς την ανάγκη αντιδιαβρωτικών προστατευτικών υλικών, συνεπώς τα φυσικά χαρακτηριστικά τους παραμένουν αναλλοίωτα σε βάθος χρόνου το οποίο συντελεί και στην μακροβιότητα της εγκατάστασης,
- III. Είναι ανθεκτικές σε πιθανές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας καθώς επίσης δεν προσβάλλονται από την ακτινοβολία (το οποίο είναι σημαντικό, διότι ένα μικρό κομμάτι του δικτύου, σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας δύναται να προσβληθεί στις ηλιακές ακτινοβολίες),
- IV. Έχουν μικρή τραχύτητα ($k \approx 0.015 \text{mm}$ για χαλκοσωλήνες, ενώ $k \approx 0.5 \text{mm}$ για χαλυβδοσωλήνες) το οποίο συντελεί στην χρήση σωλήνων μικρής διαμέτρου, λόγω της μειωμένης πτώσης πίεσης που εμφανίζουν μέσω της ελαχιστοποίησης των απωλειών στην ροή του αέρα,
- V. Είναι εύκολες στην τοποθέτηση και την επεξεργασία (κοπή, σύνδεση κ.τ.λ.),
- VI. Παρέχουν ασφάλεια λόγω του ότι εμφανίζουν ανθεκτικότητα σε πιέσεις λειτουργίας αρκετά υψηλές,
- VII. Είναι οικολογικά αποδεκτός και ανακυκλώσιμος ο χαλκός,
- VIII. Τέλος, λόγω του μειωμένου πάχους τοιχωμάτων αποτελούν επιπλέον αρκετά οικονομικότερη λύση έναντι των χαλυβδοσωλήνων.

Όπως προκύπτει και από το §4.2, κατά την χρήση χαλκοσωλήνων διαμέτρου μικρότερης των 22 mm, τότε η σύνδεση αυτών είναι απαραίτητο να γίνεται με τριχοειδή συγκόλληση. Συνεπώς χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός τριχοειδούς συγκόλλησης και συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν 6 γωνιές 90° και 6 μούφες (εξαρτήματα ευθείας σύνδεσης), και στερεώθηκαν σε 13 σημεία.

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν 2 quick release (με τα αντίστοιχα εξαρτήματα σύνδεσης), ένα στην αρχή του σημείου σύνδεσης του αεροσυμπιεστή με το δίκτυο και ένα στο τέλος του δικτύου για την εύκολη και γρήγορη σύνδεση του δικτύου με τον μηχανολογικό εξοπλισμό, 1 ρυθμιστής πίεσης με υδατοπαγίδα (αφυγραντήρα) και ελαιωτήρα, 1 βάνα ελέγχου ροής και περίπου 5 με 6 μέτρα ελαστική σωλήνα αέρος αντοχής έως 60 bar και πίεση λειτουργίας έως 20bar από ειδικό πλαστικό για την σύνδεση του δικτύου με τον αεροσυμπιεστή και την φρέζα.

6.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο καθορισμός των προαναφερθέντων εξαρτημάτων έγινε με βάση την αρχική μελέτη του δικτύου με στόχο την αγορά μόνο των απολύτως απαραίτητων. Πιο συγκεκριμένα, έγινε καταγραφή του υπάρχοντος εξοπλισμού, έλεγχος λειτουργίας αυτού και ακολούθησε ένας πολύ βασικός συνειρμός για τα απαραίτητα εργαλεία, εξαρτήματα και εξοπλισμό. Εν συνεχεία έγινε μέτρηση των χώρων για τον υπολογισμό του συνολικού μήκους της κατασκευής, με σκοπό τον προσδιορισμό των απαραίτητων στηρίξεων και πιθανής ανάγκης επιπλέον σωλήνων (το οποίο εν τέλει δεν χρειάστηκε να γίνει) και τέλος πραγματοποιήθηκε η έρευνα αγοράς.

Για την αγορά των παραπάνω έγινε έρευνα από διαδικτυακές σελίδες και προσωπικές επισκέψεις σε εταιρίες με σκοπό να βρεθούν τα απαραίτητα σε τιμές λογικές. Δεν αγοράστηκαν στις καλύτερες τιμές λόγω του ότι ορισμένες εταιρίες βρίσκονταν εκτός Αθήνας και παρά την καλή προσφορά των προϊόντων, τα μεταφορικά και ο χρόνος αναμονής καθιστούσαν ασύμφορη την αγορά τους.

Μετά την σύγκριση τιμών, ακολουθούμενες πάντα από τις προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις που είχαν τεθεί, αγοράστηκαν τα παρακάτω στις εξής τιμές:

- Για τον αεροσυμπιεστή

Για την συντήρηση του αεροσυμπιεστή ήταν απαραίτητη η αγορά ιμάντων, βαλβίδας αποστράγγισης, μανομέτρου και λιπαντικού (βλ. §7.1 για περισσότερες πληροφορίες).

Οι τιμές αυτών ήταν:

- Ιμάντες LEMFERTER: 12,50€ και οι 2, άρα 6,25 ο ένας (βλ. Εικόνα 11),
- Βαλβίδα αποστράγγισης: 1,5€ [βλ. Εικόνα 4.a)],
- Μανόμετρο Unitair: 6€ [βλ. Εικόνα 4.a)],
- Λιπαντικό EKO Monograde SAE30: 3€ το λίτρο [βλ. Εικόνα 4.b)].



Εικόνα 4: a) Μανόμετρο Unitair και βαλβίδα αποστράγγισης, b) Λιπαντικό EKO SAE 30.

- Για το δίκτυο

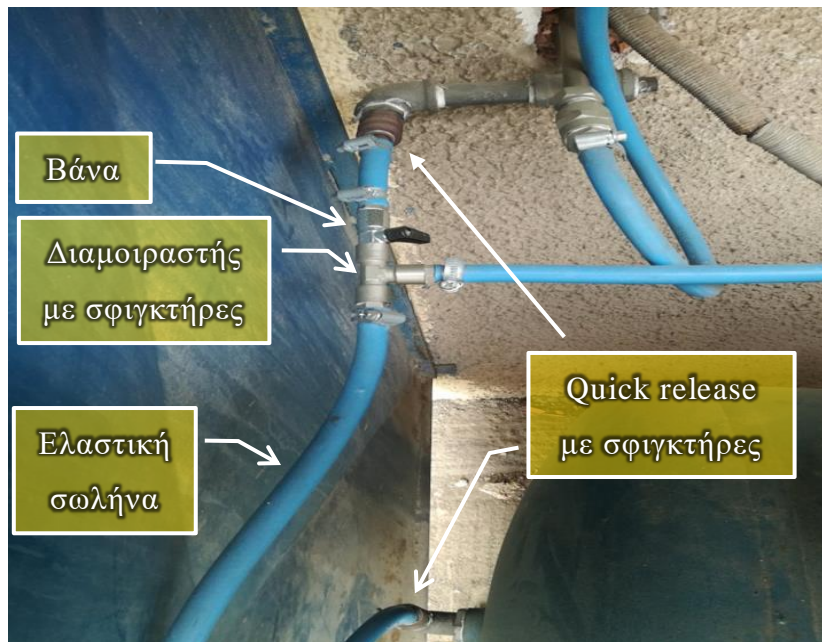
Όπως αναφέρεται παραπάνω για την κατασκευή του δικτύου ήταν απαραίτητη η χρήση 6 γωνιών 90° και 6 ευθείων συνδέσμων (μούφες), ενώ χρησιμοποιήθηκαν και περίπου 7 τετράμετρες χαλκοσωλήνες (χωρίς αυτές που χρησιμοποιήθηκαν για τις πειραματικές κολλήσεις). Από αυτά δεν ήταν διαθέσιμες μόνο οι 6 μούφες. Επίσης αγοράστηκαν τα προαναφερόμενα 2 ρακόρ ταχείας σύνδεσης (quick release) με τα αντίστοιχα συνδετικά κουμπώματα που τοποθετήθηκαν στις ελαστικές σωλήνες, επτά σφιγκτήρες, μια στραγγαλιστική βαλβίδα και ένας διαμοιραστής (T) για τον διαχωρισμό της ροής προς την υδραυλική πρέσα του μηχανολογικού εργαστηρίου και προς το δίκτυο που οδηγεί στην CNC φρέζα. Τέλος αγοράστηκαν εξαρτήματα στήριξης της χαλκοσωλήνας: Εννέα (9) Φ14, Πέντε (5) Φ28 και δύο (2) Φ48 + μια ντίζα γαλβανιζέ M8 κανονικό σπείρωμα, για σύνδεση των στηρίξεων [βλ. Εικόνα 13.h)].

Χρειάστηκαν 16 ώρες εργασίας για την διεκπεραίωση του έργου, συνεπώς ένα εξειδικευμένο συνεργείο χρειάζεται έως 8 ώρες για την υλοποίηση του.

Οι τιμές αυτών ήταν:

- Μούφες: 0,90€ οι 6, άρα 0,15€ η μια,
- Ρακόρ ταχείας σύνδεσης: 13,64€ τα 2, άρα 6,82€ το ένα (βλ. Εικόνα 5),
- Συνδετικά κουμπώματα ελαστικής σωλήνας: 8,12€ τα 7, άρα 1,16€ το ένα,
- Σφιγκτήρες κουμπωμάτων: 2,38€ τα 7, άρα 0,34€ το ένα (βλ. Εικόνα 5),
- Ελαστική σωλήνα: 9,24€ τα 6 μέτρα, άρα 1,54€ το μέτρο (βλ. Εικόνα 5),

- Διαμοιραστής: 3,47€ (βλ. Εικόνα 5),
- Στραγγαλιστική βαλβίδα (βάνα) μικρή: 4,60€ (βλ. Εικόνα 5),
- Ντίζα M8: 1€,
- Στηρίγματα χαλκοσωλήνας:
 - ❖ Φ14: 11,16€ τα 9, άρα 1,24€ το ένα
 - ❖ Φ28: 7,75€ τα 5, άρα 1,55€ το ένα
 - ❖ Φ48: 3,5€ τα 2, άρα 1,75€ το ένα



Εικόνα 5: Σύνδεση δικτύου με τον αεροσυμπιεστή μέσω ελαστικής σωλήνας.

- Για τον υπόλοιπο εξοπλισμό

Ο υπόλοιπος εξοπλισμός απαιτούσε την αγορά νέου ρυθμιστή πίεσης και λιπαντικό για τον ελαιωτήρα. Οι αλλαγές αυτές έγιναν διότι υπήρχαν αμφιβολίες για την ακεραιότητα του ρυθμιστή πίεσης και το λιπαντικό του ελαιωτήρα ήταν απαραίτητο να αλλαχθεί, διότι όπως φαίνεται και στην Εικόνα 10.a), το λιπαντικό είχε αλλοιωθεί πλήρως, είχε αλλάξει ακόμα και η απόχρωση του η οποία από ξανθό κίτρινο χρώμα είχε γίνει καφέ προς μαύρη, ενώ επιπλέον μύριζε πολύ έντονα.

Μετά την αλλαγή ο παλιός ρυθμιστής και η συσκευασία που περιείχε το υπόλοιπο λιπαντικό φυλάχθηκαν πλησίον του αεροσυμπιεστή (εντός του εργαστηρίου του CNC) με σκοπό την χρήση τους, εφόσον η στάθμη μειωθεί τόσο που κρίνεται απαραίτητη η συμπλήρωση του δοχείου του ελαιωτήρα (ο ρυθμιστής ίσως μπορεί να χρησιμοποιηθεί και φυλάχθηκε μήπως κάποιος τον αναζητήσει). Σε περίπτωση

που δεν χρησιμοποιηθεί το λιπαντικό σε διάστημα έως ένα έτος μετά από την αναγραφόμενη ημερομηνία στο §8.2.2, είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του.

Επίσης αγοράστηκε καλάι για τις κολλήσεις των σωλήνων, ενώ φλόγιστρο, γάντια, παπούτσια, ποδιά κ.τ.λ. βρέθηκαν στο εργαστήριο ή χρησιμοποιήθηκαν τα προσωπικά μας, για την ελαχιστοποίηση του κόστους. Βρέθηκε και καλάι στο εργαστήριο, απλώς λόγω αμφιβολιών της κατάστασης του προτιμήθηκε να μην χρησιμοποιηθεί και έτσι αγοράστηκε άλλο, ενώ επίσης δεν περιείχε την χημική σύσταση που είχε τεθεί απαραίτητη.

Η τιμή τους ήταν:

- Λιπαντικό Mobitech BS SAE 10: 1,70€ το λίτρο (βλ. Εικόνα 6),
- Ρυθμιστής πίεσης: 12,4€ [βλ. Εικόνα 10.b) ή Εικόνα 23],
- Καλάι Macht: 6,71€ (βλ. Εικόνα 14).



Εικόνα 6: Λιπαντικό ελαιωτήρα.

Το σύνολο της κατασκευής συνεπώς κόστισε 107.19€ ενώ δεν συνυπολογίζονται το κόστος εργασίας και τα ποσοστά χρήσης (π.χ. δεν προσδιορίζεται το πόσο ελαστικός σωλήνας, ή πόσο καλάι, ή πόσο λιπαντικό κ.τ.λ. χρησιμοποιήθηκε). Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον υπολογισμό συνολικού κόστους, συμπεριλαμβανομένων των ωρών εργασίας κατά άτομο, βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ.

7 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΕΙΣΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται η πραγματοποιηθείσα διαδικασία της εγκατάστασης με χρονολογική σειρά όπως αυτή που τοποθετείται στο §7.1, από την ημερομηνία ανάθεσης του έργου έως την ολοκλήρωση του.

7.1 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΕΙΣΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

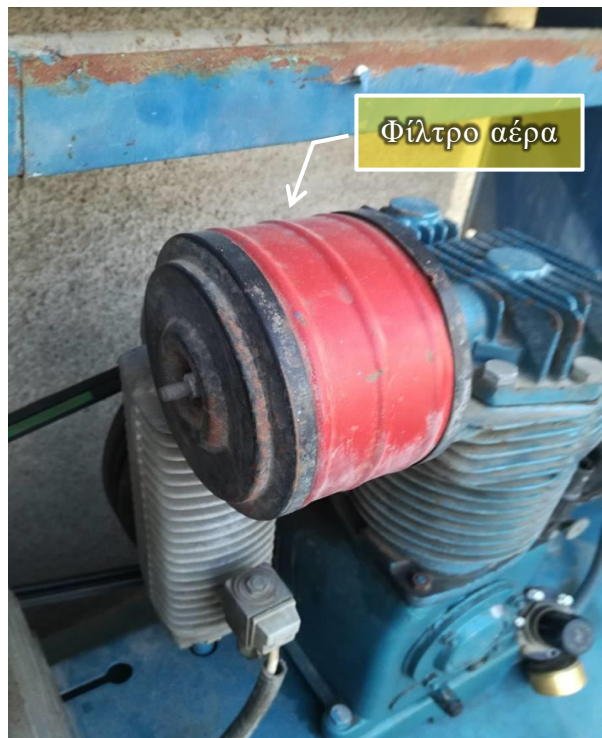
- Καθαρισμός / πλύσιμο αεροσυμπιεστή και έλεγχος λειτουργίας

Τα πρώτα βήματα που ακολουθήθηκαν ήταν αρχικά ο καθαρισμός του αεροσυμπιεστή και εν συνεχεία ο έλεγχος λειτουργίας του, λόγω του ότι ήταν πολλά χρόνια σε αδράνεια και υπήρχε κίνδυνος εάν τίθονταν σε λειτουργία με όλη αυτή την σκόνη και την βρώμα, να εισχωρούσε η σκόνη στο εσωτερικό του κινητήρα και να δημιουργούσε πρόβλημα.

- Αποσυναρμολόγηση, συντήρηση και επανατοποθέτηση

➤ *Φίλτρο αέρα*

Μετά καθαρίστηκε το φίλτρο αέρος λύνοντας το προστατευτικό κάλυμμα του. Το φίλτρο βρίσκεται στο πάνω μέρος του εμβολοφόρου κινητήρα και φαίνεται στην Εικόνα 7 . Το φίλτρο καθαρίστηκε με πεπιεσμένο αέρα καθώς ήταν καλό και δεν κρίθηκε απαραίτητη η αντικατάστασή του.



Εικόνα 7: Φίλτρο αέρα αεροσυμπιεστή.

➤ Βαλβίδα αποστράγγισης

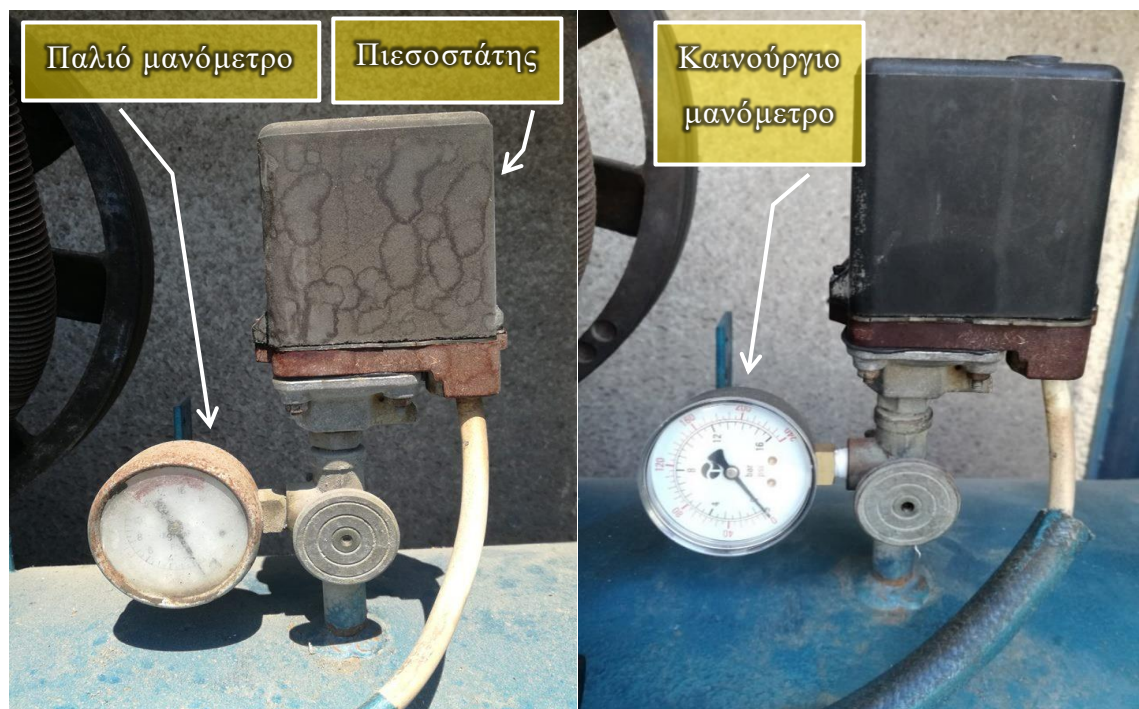
Για την συντήρηση του δοχείου αποθήκευσης αέρα (αεροφυλάκιο) χρειάστηκε να αγοραστεί καινούρια βαλβίδα αποστράγγισης (βλ. Εικόνα 8) διότι η εργοστασιακή έλλειπε, πιθανόν από αμέλεια σε προηγούμενη συντήρηση ή αποστράγγιση των υγρών όπου ο υπεύθυνος ξέχασε να την επανατοποθετήσει.



Εικόνα 8: Πριν και μετά την τοποθέτηση νέας βαλβίδας αποστράγγισης.

➤ Μανόμετρο ένδειξης πίεσης αεροφυλακίου

Το μανόμετρο ήταν χαλασμένο, έτσι αντικαταστάθηκε με άλλο ίδιας κλίμακας (bar) και ιδίου εύρος τιμών (0-16 bar). Επίσης έγινε καθαρισμός και συντήρηση στον πιεσοστάτη, επί του οποίου τοποθετείται το μανόμετρο (βλ. Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Μανόμετρο-πιεσοστάτης α)πριν & β)μετά τον καθαρισμό και την αλλαγή μανομέτρου.

➤ Ρυθμιστής πίεσης

Το συγκρότημα του ρυθμιστή πίεσης αποτελείται από 4 τεμάχια στα οποία έγινε συντήρηση ξεχωριστά, λόγω του ότι είχαν εμφανισθεί σε αυτά καθιζήματα. Στην Εικόνα 10 φαίνεται ο ρυθμιστής πίεσης με τα 4 αυτά εξαρτήματα, πριν και μετά τον καθαρισμό τους και την αλλαγή i) του λιπαντικού και ii) του ρυθμιστή.

1. **Υδατοπαγίδα (ή Αφυγραντήρας):** Εδώ γίνεται η κατακράτηση της υγρασίας που δημιουργείται λόγω της συμπύκνωσης των μορίων πεπιεσμένου αέρα,
2. **Ρυθμιστής πίεσης:** Ρυθμίζει τη ποσότητα του αέρα που θα περάσει ώστε να έχει συγκεκριμένη πίεση το κύκλωμα. Φέρει πάνω του μανόμετρο,
3. **Ελαιωτήρας:** Το ρεύμα αέρα συμπαρασύρει μια μικρή ποσότητα λιπαντικού για την λίπανση των μηχανολογικών εξαρτημάτων με στόχο την προστασία τους. Το λάδι που χρησιμοποιήθηκε είναι SAE 10 σύμφωνα με τον κατασκευαστή.
4. **Βάνα περιορισμού:** Χρησιμοποιείται ώστε όταν απαιτείται η χρήση άλλου εξοπλισμού, να μην επιτρέπει την παροχή στο συγκεκριμένο δίκτυο.



Εικόνα 10: α) Πριν και β) Μετά τον καθαρισμό και την αλλαγή του λιπαντικού και του ρυθμιστή.

➤ **Ιμάντες μετάδοσης κίνησης A65 13X1652 -> A65 13X1651 Li**

Έγινε αντικατάσταση των ιμάντων μετάδοσης κίνησης του ηλεκτροκινητήρα και τάνυση αυτών, λόγω εκτεταμένης φθοράς και επειδή είχαν ξεραθεί (βλ. Εικόνα 11).



Εικόνα 11: α) Παλαιοί και νέοι ιμάντες, β) Ιμάντες τοποθετημένοι και τανυσμένοι.

➤ **Στεγανοποίηση σύνδεσης εξαρτημάτων**

Έγινε έλεγχος των συνδέσεων μεταλλικών εξαρτημάτων (και του εμβολοφόρου κινητήρα, αλλά και του βοηθητικού εξοπλισμού π.χ. της σύνδεσης ρυθμιστή πίεσης με την υδατοπαγίδα και τον ελαιωτήρα) για τυχόν διαρροές. Ακολούθησε αποσυναρμολόγηση των εξαρτημάτων αυτών (σε όσα δεν είχε γίνει), αλλαγή του τεφλόν για στεγανοποίηση και επανατοποθέτηση.

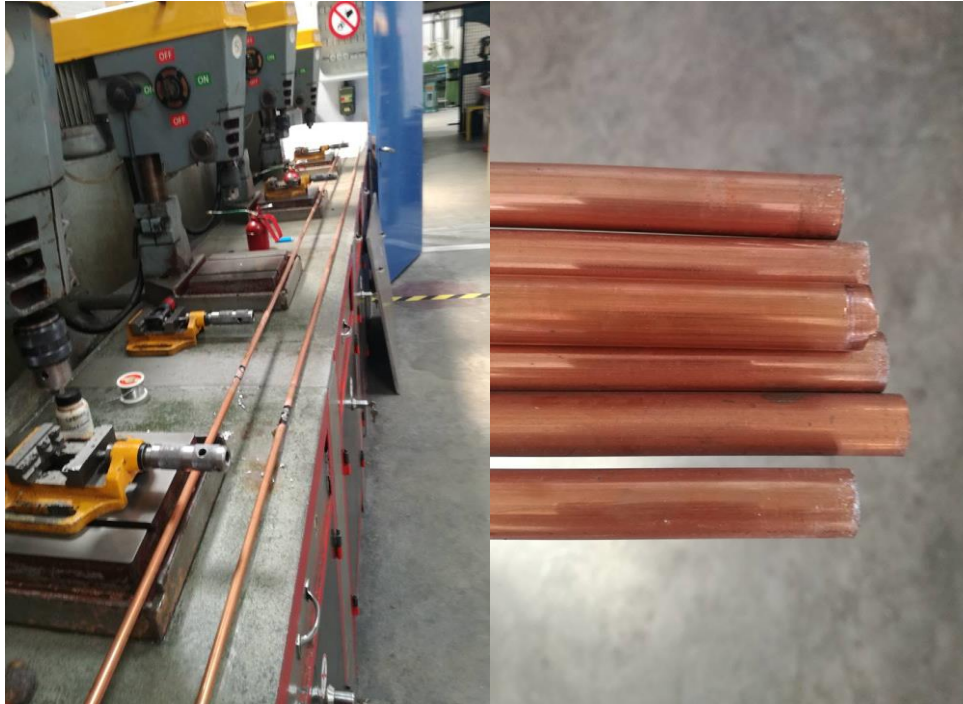
➤ **Ηλεκτρολογικό υλικό**

Έγινε έλεγχος στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, αλλά δεν εντοπίστηκε κάποιο ελάττωμα.

7.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

- I. Για την κατασκευή και εγκατάσταση του δικτύου χρησιμοποιήθηκαν τετράμετρες χαλκοσωλήνες εξωτερικής διαμέτρου $D=12\text{mm}$ με πάχος τοιχωμάτων $t\approx 1\text{mm}$ (βλ. Εικόνα 12), οι οποίες προϋπήρχαν στον εργαστηριακό εξοπλισμό του ιδρύματος για σχετική χρήση.
- II. Οι χαλκοσωλήνες κολλήθηκαν μέσω του τριχοειδούς φαινομένου (για λόγους που διευκρινίσθηκαν στο §4.2, εντός της παρενθέσεως της δεύτερης παραγράφου των προδιαγραφών κατασκευής δικτύου) με κασσιτεροκόλληση (καλάι) $\text{Sn}97\text{Cu}3$ 2.5 mm, η οποία δεν περιέχει μόλυβδο. Η χημική της σύσταση προκύπτει και από την ονομασία της: Κασσίτερος (Sn) = 97%, Χαλκός (Cu) = 3%.^[XI]
- Κριτήρια επιλογής της συγκεκριμένης κασσιτεροκόλλησης, αποτελούν 1) η περιεκτικότητα του χαλκού, ώστε η κόλληση να είναι όσο το δυνατόν πιο ομοιογενής γίνεται (παρότι το ποσοστό του χαλκού είναι πάρα πολύ μικρό, δεν βρέθηκε όμως άλλη με μεγαλύτερο ποσοστό) και επιπλέον 2) η έλλειψη μόλυβδου η οποία προσφέρει περιβαλλοντικά και υγειονομικά πλεονεκτήματα. Χρησιμοποιείται κυρίως σε εγκαταστάσεις χαλκοσωλήνων ύδρευσης, πόσιμου νερού, κλιματισμού, θέρμανσης κ.τ.λ., αλλά προτείνεται και για χρήση και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Παρουσιάζει αντοχή σε θερμοκρασίες έως και 240°C , συνεπώς αποδεικνύεται η αξιοπιστία της για την χρήση στην εγκατάσταση.^[XI]

Σημείωση: Αυτό το είδος κόλλησης ανήκει στις μαλακές ετερογενής κολλήσεις διότι το καλάι τήκεται σε θερμοκρασία κάτω των 500°C και η χημική σύσταση του διαφέρει από αυτή του μετάλλου βάσης, καθώς επίσης δεν υπάρχει ανάμειξη (αραιώση) των δύο αυτών στοιχείων. Συνεπώς όταν αναφέρεται παραπάνω το επιχείρημα της ομοιογένειας, αυτό δεν απορρέει από το είδος της συγκόλλησης, αλλά από την προσπάθεια χρήσης υλικών που οι μηχανικές τους ιδιότητες να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερες.^[XXIII]



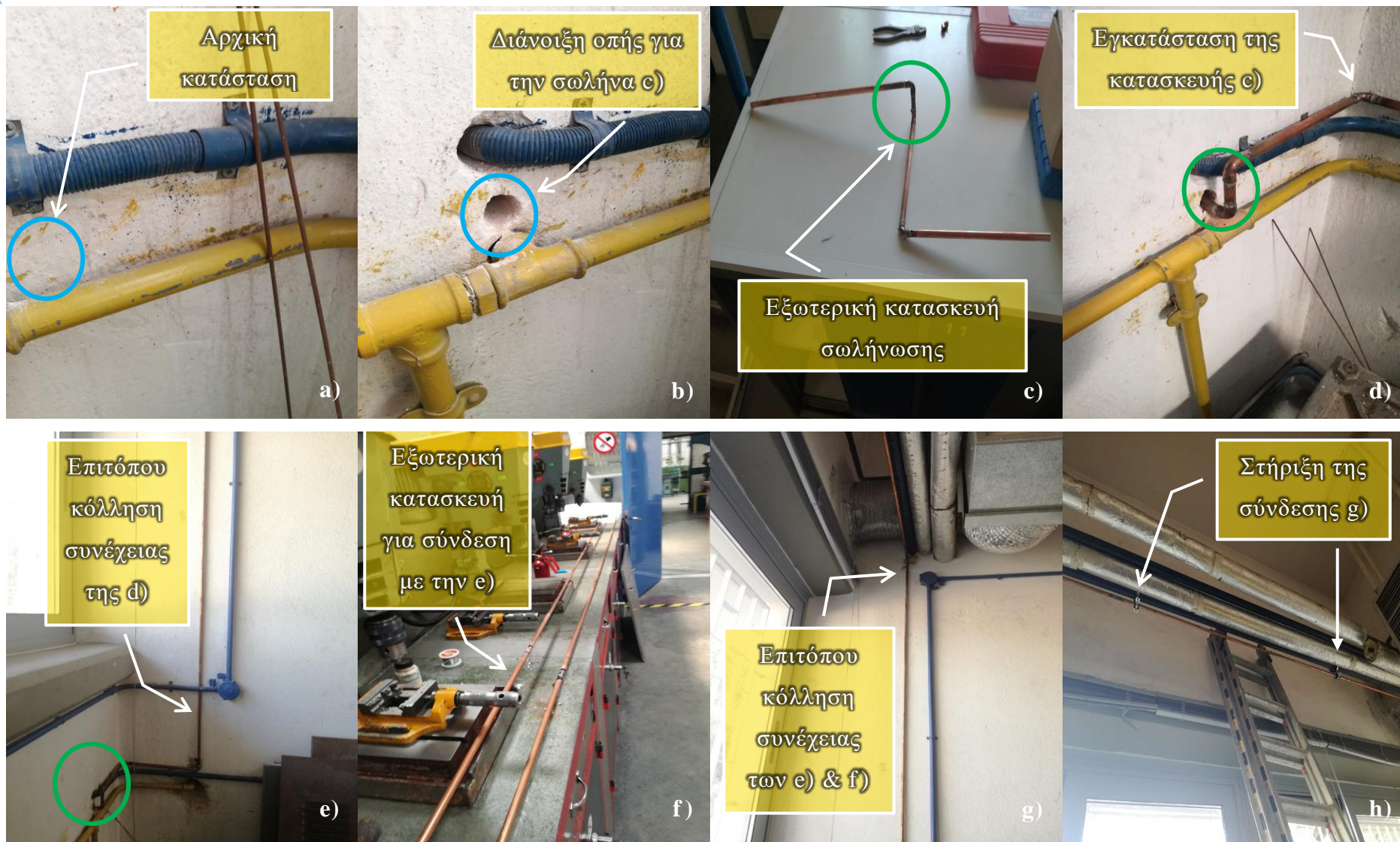
Εικόνα 12: Χρησιμοποιούμενες χαλκοσωλήνες Φ12Χ4000.

7.3 ΔΙΑΔΙΣΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

Η εγκατάσταση του δικτύου έγινε επί το πλείστον ταυτόχρονα με την κατασκευή του, δηλαδή οι σωλήνες μετρούνταν με μέτρο, κοβόντουσαν, ελεγχόταν το μήκος τους και συγκολλούνταν στις ήδη τοποθετημένες χαλκοσωλήνες που είχαν εισαχθεί στις κατάλληλες θέσεις, με εξαίρεση βέβαια τις αρχικές, οι οποίες ήταν δυνατόν να κατασκευασθούν εξωτερικά και να τοποθετηθούν εκ των υστέρων όπως φαίνεται στις Εικόνες 13.d) & 13.f). Στην Εικόνα 13 υπάρχουν τυπικές φωτογραφίες των βημάτων κατασκευής και εγκατάστασης του δικτύου με κατάλληλες ενδείξεις για ευκολότερη κατανόηση των συνδέσεων (από τους αναγνώστες του παρόντος κεφαλαίου).

- Χρησιμοποιηθείς εξοπλισμός και εργαλεία κόλλησης
 - Συσκευή παροχής θερμότητας: Φλόγιστρο προπάνιου,
 - Καλάι (solder) κασσιτεροκόλλησης,
 - Σωληνοκόφτης (εργαλείο κοπής σωλήνων) με πτυσσόμενο απογρεζωτή,
 - Προστατευτική αλοιφή καθαρισμού (Flux),
 - Συρμάτινο μαλλί (ατσαλόμαλλο),
 - Χαλκοσωλήνα Φ12,
 - Υλικά τριχοειδούς κόλλησης (μούφες, γωνιές 90° κ.τ.λ.).

Ο παραπάνω εξοπλισμός φαίνεται στην Εικόνα 14 με την σειρά που αναφέρονται.



Εικόνα 13: Εγκατάσταση-Κατασκευή δικτύου.

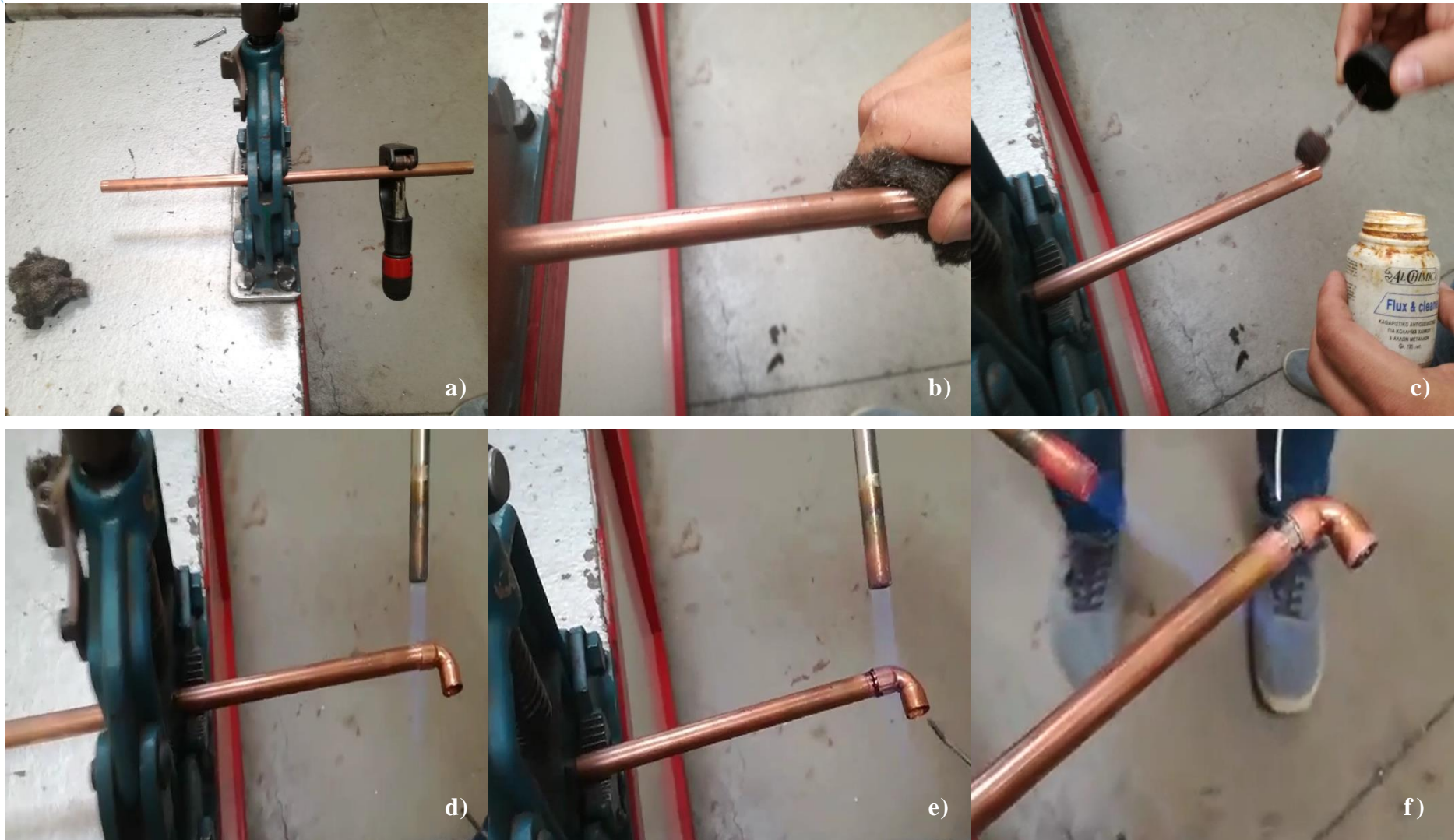


Εικόνα 14: Εξοπλισμός και εργαλεία κόλλησης.

- Περιγραφή διαδικασίας κόλλησης χαλκοσωλήνας ^[XXIII]

- α) Τοποθέτηση των σωληνώσεων σε σταθερό σημείο για περιορισμό πιθανής μετακίνησης κατά την συγκόλληση με ταυτόχρονη εξασφάλιση πρόσβασης στο σημείο κόλλησης και κοπή σωλήνων στο επιθυμητό μήκος ακολουθούμενη από καθαρισμό με τον απογρεζωτή,
- β) Καθαρισμός, των εξωτερικών επιφανειών των σωλήνων και αντιστοίχως των εσωτερικών του εξαρτήματος σύνδεσης, με το συρμάτινο μαλλί,
- γ) Επάλειψη με την αλοιφή καθαρισμού των προαναφερθέντων καθαρισμένων επιφανειών προς κόλληση,
- δ) Προσάρτηση του εξαρτήματος σύνδεσης στις σωλήνες και έναρξη λειτουργίας φλόγιστρου. Ρύθμιση της φλόγας και ομοιόμορφη θέρμανση του εξαρτήματος σύνδεσης για υγροποίηση της αλοιφής,
- ε) Κατά την αλλαγή της απόχρωσης της αλοιφής, λίγο πριν μαυρίσει, αποσύρεται η φλόγα (χωρίς να σβήσει) και τοποθετείται το καλάι στα σημεία κόλλησης, μακριά από την φλόγα. Σε περίπτωση ανεπιτυχούς τήξης του καλαί από την θερμότητα της σωλήνας στα πρώτα 2-3 δευτερόλεπτα, επαναφέρεται η φλόγα για επιπλέον θέρμανση και ανά διαστήματα επανατοποθετείται το καλάι,
- φ) Μόλις παρατηρηθεί ρευστοποίηση του καλαί αποσύρεται το φλόγιστρο από το σημείο κόλλησης, ενώ τοποθετείται καλάι σε όλη την επιφάνεια και των δύο πλευρών σύνδεσης. Εάν δεν γίνει την ίδια στιγμή και για τις δύο πλευρές και γίνει απαραίτητη η αναθέρμανση της σωλήνας, υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της πλευράς που κολλήθηκε πρώτη. Προτιμάται η πλήρης απενεργοποίηση του φλόγιστρου για εξοικονόμηση αερίου.

Εικόνες της παραπάνω διαδικασίας παρουσιάζονται στην Εικόνα 15 με τις αντίστοιχες ονομασίες [η Εικόνα 15.α) δείχνει το βήμα α), η 15.β) δείχνει το β) κ.τ.λ.], για σύνδεση μιας σωλήνας με εξάρτημα σύνδεσης (γωνιά 90°).



Εικόνα 15: Διαδικασία κόλλησης χαλκοσωλήνας.

- Πειραματικές κολλήσεις και έλεγχος αυτών

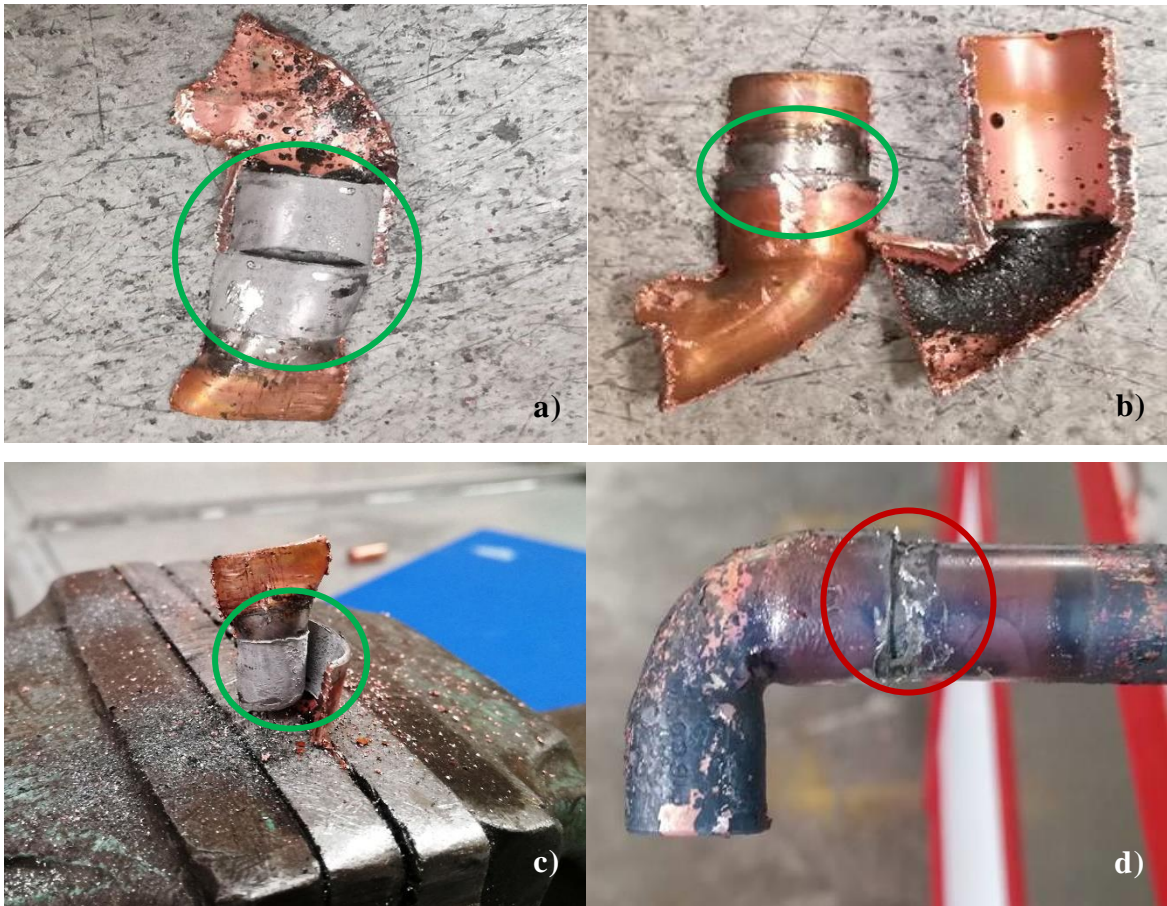
Ενώ τα παραπάνω βήματα περιγραφής διαδικασίας κόλλησης ακολουθήθηκαν επακριβώς, λόγω μη επαρκούς (ελάχιστης) εμπειρίας υπήρξαν λάθη και προβληματικές κολλήσεις.

Έγινε όμως μέριμνα εξ' αρχής και αντί να γίνει προσπάθεια κατασκευής του δικτύου από την πρώτη στιγμή, αντί αυτού έγιναν πειραματικές κολλήσεις σε μικρότερες σωλήνες ιδίων διαμέτρων. Ακολουθήθηκαν τα βήματα και μέσω τομών που πραγματοποιήθηκαν στα τεμάχια αφού πρώτα κρύωσαν, παρατηρήθηκε η μη επαρκής και σε κάποιες περιπτώσεις και η μηδαμινή εισχώρηση κόλλησης. Μετά από μερικές προσπάθειες έγινε αντιληπτή η αιτία του προβλήματος.

Η υπέρβαση του χρόνου θέρμανσης της σωλήνας και η ταυτόχρονη τοποθέτηση του φλόγιστρου πολύ κοντά στις σωλήνες είχαν ως αποτέλεσμα η αλοιφή να ξεραίνεται και να δημιουργεί στερεά υπολείμματα στις εσοχές και έτσι δεν ενεργοποιούταν το τριχοειδές φαινόμενο και συνεπώς το καλμί δεν περνούσε.

Μετά από τον εντοπισμό του προβλήματος έγιναν διορθώσεις στην διαδικασία κόλλησης και στις επόμενες πειραματικές κολλήσεις παρατηρήθηκε πλήρης εισχώρηση της κασσιτεροκόλλησης [Εικόνα 16.a) και 16.b)].

Μετά το πέρας των πειραματικών κολλήσεων ξεκίνησε η κατασκευή του δικτύου με κολλήσεις σε πάγκους εργασίας, σε ύψος, ακόμη και κολλήσεις σωλήνων με προσανατολισμό κάθετο με το έδαφος [π.χ. βλ. Εικόνα 13.g)].



Εικόνα 16: Έλεγχος κολλήσεων: a,b,c) Επιτυχημένες κολλήσεις, d) Ανεπιτυχής κόλληση.

7.4 ΜΕΤΡΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

- Κατά την κόλληση χρησιμοποιήθηκαν ποδιές συγκόλλησης, πυρίμαχα γάντια και παπούτσια με μεταλλική επένδυση για προφύλαξη από τηγμένο καλάι και πιθανά εγκαύματα από το φλόγιστρο παρόμοια με αυτά της Εικόνας 17,
- Εξασφάλιση μη ύπαρξης εύφλεκτων αερίων κοντά στο σημείο περάτωσης της διαδικασίας κόλλησης,
- Κατά την κόλληση σε ύψος χρησιμοποιείται σκάλα καλά στερεωμένη σε σταθερά σημεία [όπως στην Εικόνα 13.h)],
- Κατά την κόλληση (σε ύψος) της κάτω πλευράς της σωλήνας, όπου ο συγκολλητής βρίσκεται εκτεθειμένος σε πιθανή εκροή ποσότητας τηγμένου καλάι, χρησιμοποιήθηκαν γυαλιά μηχανουργικής εργασίας,



Εικόνα 17: Τυπικός εξοπλισμός εργασίας. [xvi44xviii][xvii][xviii]

8 ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

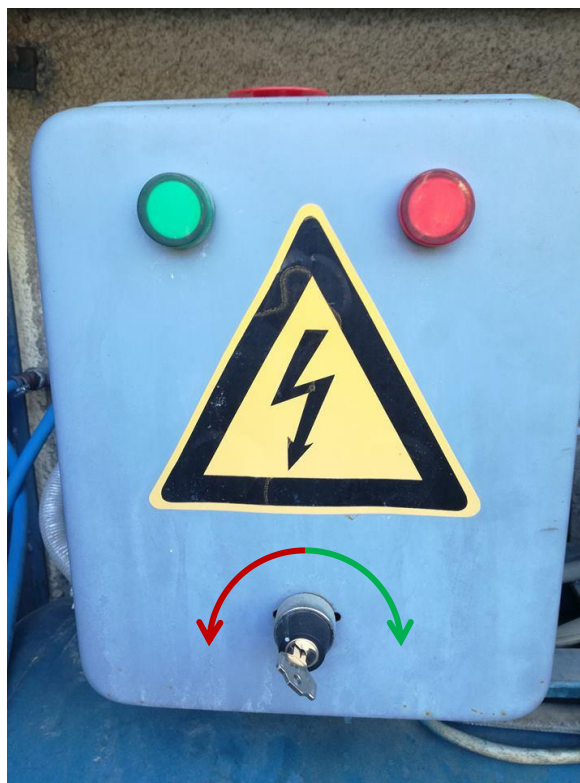
Παρακάτω παρατίθενται οδηγίες συντήρησης του εξοπλισμού με στόχο την μακροβιότερη λειτουργία του, καθώς και οδηγίες χρήσης οι οποίες προκύπτουν από προσωπικές παρατηρήσεις που σημειώθηκαν κατά την διαδικασία συντήρησης του εξοπλισμού.

8.1 ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ

8.1.1 Χρήση αεροσυμπιεστή

Για την χρήση του αεροσυμπιεστή να λαμβάνονται υπόψιν οι παρακάτω οδηγίες:

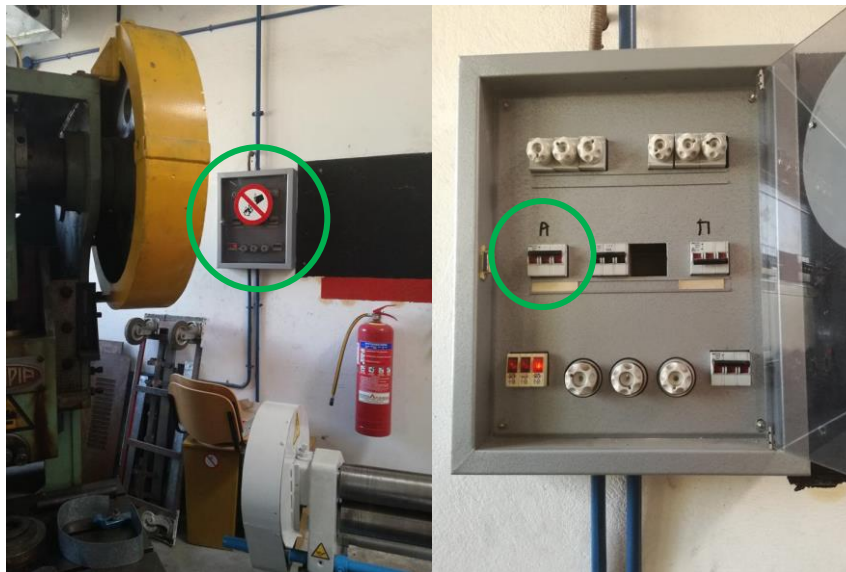
- I. Για την εκκίνηση του αεροσυμπιεστή τοποθετήστε το κλειδί στην εσοχή και περιστρέψτε το δεξιόστροφα (πρέπει να ανάψει η πράσινη λυχνία και να τεθεί σε λειτουργία), βλ. Εικόνα 18,



Εικόνα 18: Πίνακας ρεύματος αεροσυμπιεστή.

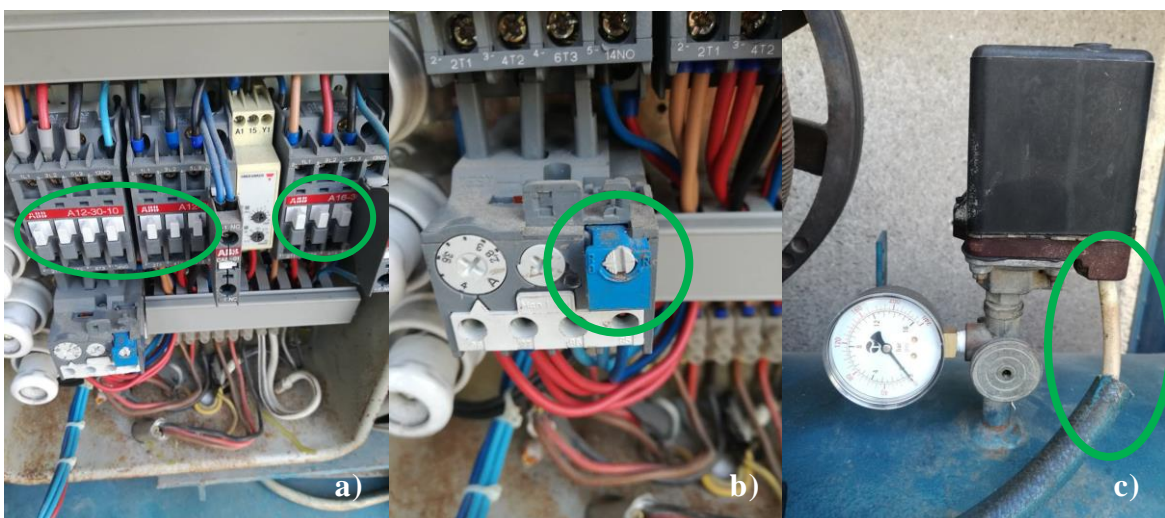
- II. Εάν το παραπάνω δεν θέσει σε λειτουργία τον αεροσυμπιεστή κοιτάξτε πρώτα εάν είναι αναμμένη η κόκκινη, ή η πράσινη ενδεικτική λυχνία. Εάν δεν είναι βεβαιωθείτε εάν υπάρχει παροχή ρεύματος, κοιτάζοντας στον πίνακα που βρίσκεται

πίσω από την υδραυλική πρέσα εντός του μηχανολογικού εργαστηρίου Ι. Στον αριστερό πίνακα βεβαιωθείτε ότι η ασφάλεια που φέρει την ένδειξη “Α” είναι στην θέση “ON”, βλ. Εικόνα 19,



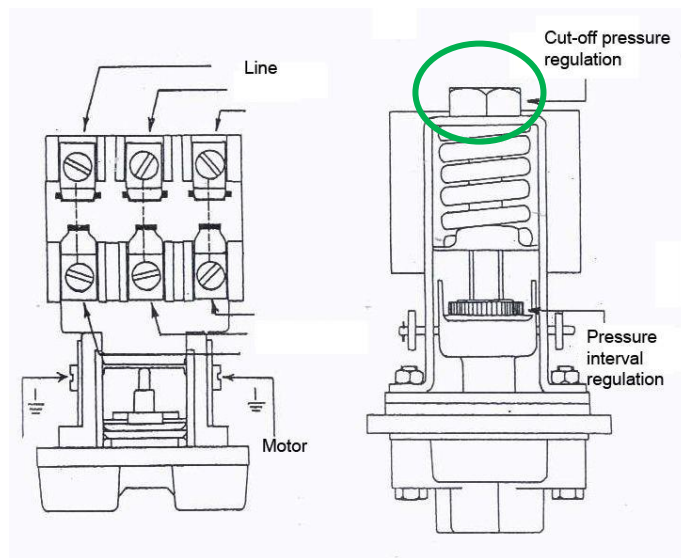
Εικόνα 19: Ηλεκτρικός πίνακας εργαστηρίου.

III. Εάν είναι στην θέση “On” και είναι αναμμένη η κόκκινη λυχνία, ή δεν είναι καμία από τις δύο αναμμένες, ανοίξτε τον πίνακα ρεύματος του αεροσυμπιεστή στον οποίο είναι τοποθετημένη η “μίζα” και πατήστε το μπλε κουμπί που αναγράφει “R0” στα αριστερά και “N” στα δεξιά [βλ. Εικόνα 20.b)]. Πατήστε επίσης και τα λευκά κουμπιά των ασφαλειών [βλ. Εικόνα 20.a)] και δοκιμάστε να θέσετε ξανά σε λειτουργία τον αεροσυμπιεστή. Εάν δεν λειτουργήσει κοιτάξτε την καλωδίωση που οδηγεί στον πιεσοστάτη [βλ. Εικόνα 20.c)]. Εάν ούτε αυτό λειτουργήσει ελέγξτε τις ασφάλειες, αλλιώς απευθυνθείτε σε τεχνικό,



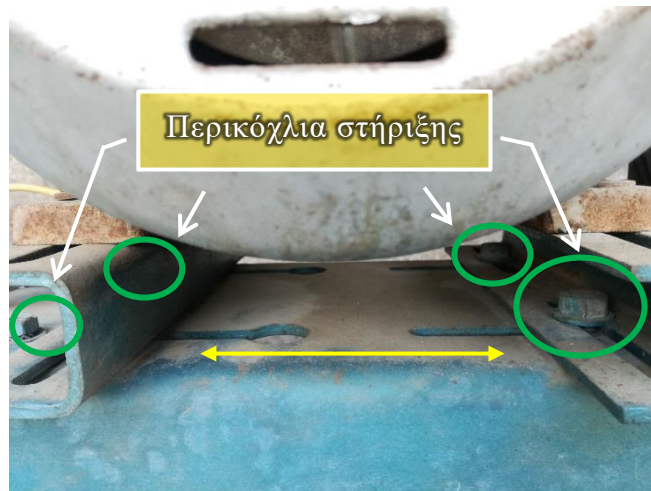
Εικόνα 20: a,b) Εσωτερικό ηλεκτρικού πίνακα αεροσυμπιεστή και c) πιεσοστάτης.

- IV. Από την στιγμή που θα τεθεί σε λειτουργία περιμένετε 5-10 λεπτά ώστε η πίεση στο αεροφυλάκιο να φτάσει στα 7 bar,
- V. Εάν δεν φτάσει τουλάχιστον τα 6 bar βεβαιωθείτε ότι η βαλβίδα αποστράγγισης υγρών και η βαλβίδα ασφαλείας του πιεσοστάτη είναι καλά βιδωμένες (αν δεν είναι θα ακούτε τον αέρα να χάνεται από τον αεροσυμπιεστή),
- VI. Αφού η πίεση στον αεροσυμπιεστή φτάσει τα 7-8 bar, αυτός θα απενεργοποιηθεί από μόνος του και θα ξανά ενεργοποιηθεί όταν μειωθεί η πίεση,
- VII. Εάν υπερβεί τα 8 με 8.5 bar απενεργοποιήστε τον, αδειάστε τον αέρα και βεβαιωθείτε ότι λειτουργεί σωστά ο πιεσοστάτης, ή το μανόμετρο,
- VIII. Για την ρύθμιση της πίεσης ανοίξτε το καπάκι του πιεσοστάτη [βλ. Εικόνα 20.c)] και περιστρέψτε το περικόχλιο που βρίσκεται εσωτερικά [βλ. Σχήμα 4)] δεξιόστροφα για αύξηση, αριστερόστροφα για μείωση, [XXX]



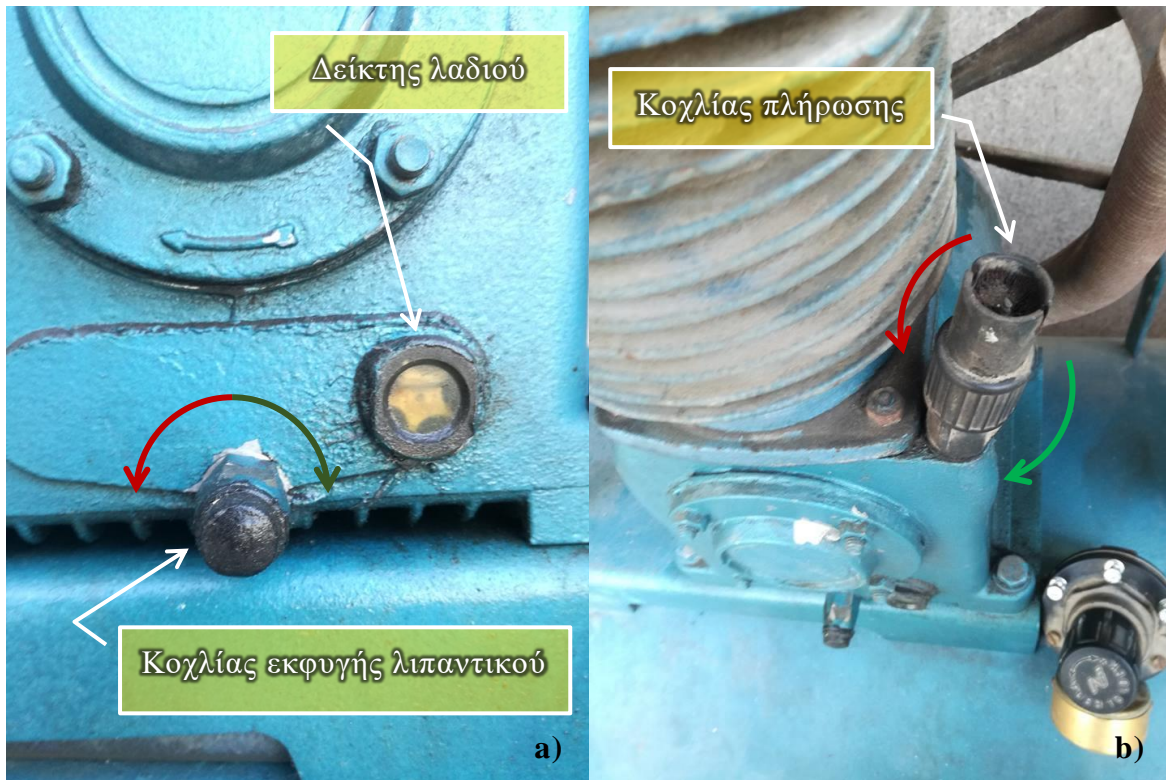
Σχήμα 4: Τυπική εσωτερική διάταξη πιεσοστάτη. [XXX]

- IX. Για την τάνυση των μάντων, ξεβιδώστε τα περικόχλια στήριξης του ηλεκτροκινητήρα και μετακινήστε τον επί των αυλακώσεων (βλ. Εικόνα 21), έως την επιθυμητή τάνυση και σφίξτε ξανά,



Εικόνα 21: Αυλακώσεις και βάση στήριξης ηλεκτροκινητήρα.

- X. Για την αποστράγγιση των υγρών από το αεροφυλάκιο απαιτείται η απόσφιξη της βαλβίδας αποστράγγισης η οποία βρίσκεται στο κάτω μέρος του (βλ. Εικόνα 8). Δεν είναι απαραίτητο όμως να ξεβιδωθεί πλήρως, 2-3 στροφές αρκούν. Προτείνεται αφού αποσφιχθεί η βαλβίδα να θέσετε σε λειτουργία τον κινητήρα, ώστε ο αέρας να συμπαρασύρει όλα τα εναπομείναντα υγρά, εάν δεν υπάρχει βέβαια ποσότητα αέρα υπό πίεση εντός του αεροφυλακίου. Μετά ξαναβιδώστε,
- XI. Μετά την χρήση του αεροσυμπιεστή πάντα να αδειάζετε τον αέρα από μέσα. Προτιμάται η χρήση της βαλβίδας αποστράγγισης για αυτό,
- XII. Για την αλλαγή των λαδιών αφαιρέστε τον κοχλία εκφυγής λιπαντικού [βλ. Εικόνα 22.a)] χρησιμοποιώντας ένα δοχείο αποθήκευσης για ανακύκλωση του λαδιού και για να μην λερωθεί η περιοχή και ο αεροσυμπιεστής με λάδι. Ξεβιδώστε τον κοχλία πλήρωσης λιπαντικού [βλ. Εικόνα 22.b)] και προσθέστε μικρή ποσότητα από το νέο λιπαντικό πριν βιδώσετε τον κοχλία εκφυγής, ώστε να καθαριστεί εσωτερικά από υπολείμματα του προηγούμενου λιπαντικού. Προσθέστε το λάδι, έως την αναγραφόμενη ποσότητα και βιδώστε τον κοχλία πλήρωσης. Το λιπαντικό πρέπει να είναι είτε SAE 30 είτε SAE 40, σύμφωνα με τον κατασκευαστή,



Εικόνα 22: α)Κοχλίας εκφυγής και δείκτης λαδιού β)Κοχλίας πλήρωσης.

XIII. Πριν την έναρξη διεκπεραίωσης των απαραίτητων διαδικασιών συντήρησης ή/και επισκευής, για αποφυγή τραυματισμού ή ακούσιου ατυχήματος να γίνεται απαραίτητως εκκένωση του αέρα από το αεροφυλάκιο και αποσύνδεση της τροφοδοσίας ρεύματος,

XIV. Κατά την λειτουργία του αεροσυμπιεστή συνίσταται η πόρτα του υπόστεγου να είναι κλειστή και να μην βρίσκεται κανένας κοντά στο υπόστεγο ή πάνω του.

8.1.2 Χρήση συγκροτήματος ρυθμιστή πίεσης

Ο ρυθμιστής πίεσης χρησιμοποιείται για την παραλαβή του αέρα από τον αεροσυμπιεστή και τον έλεγχο της πίεσης με την οποία θα περάσει από αυτόν. Παραλαμβάνει δηλαδή για παράδειγμα πίεση 7 bar και επειδή είναι ρυθμισμένος π.χ. στα 6 bar, μέσω κατάθλιψης του αέρα ρυθμίζει την πίεση ώστε να περνάνε από αυτόν μόνο τα 6 από τα 7 bar.

Παρότι η χρήση του ρυθμιστή πίεσης δεν εμφανίζει δυσκολία, είναι φρόνιμο να αναφερθούν τα απαραίτητα βήματα ορθής ρύθμισης του, με σκοπό την δυνατότητα χειρισμού του ακόμα και από άτομα που επιχειρούν πρώτη φορά να τον

χρησιμοποιήσουν, καθώς και για την διευκόλυνση των χειριστών σε περίπτωση που δεν είναι βέβαιοι για τα απαραίτητα βήματα.

Ο συγκεκριμένος ρυθμιστής πίεσης είναι συνδεδεμένος με βάνα ελέγχου (στραγγαλισμού) της ροής για την διέλευση αέρα προς αυτόν μόνο όταν απαιτείται και για την ευκολότερη ανάπτυξη της πίεσης στον αεροσυμπιεστή. Στην Εικόνα 10.b) υπάρχει απεικόνιση της συνδεσμολογίας τους.

Για την χρήση του λοιπόν πρέπει να ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- I. Πρώτα είναι απαραίτητο η βάνα να βρίσκεται σε πλήρως κλειστή θέση, ώστε να αυξηθεί η πίεση στον αεροσυμπιεστή. Η βάνα βρίσκεται στην θέση αυτή, όταν ο μοχλός της είναι προσανατολισμένος κάθετα στην ροή,
- II. Εν συνεχεία και αφού αυξηθεί λίγο η πίεση στον αεροσυμπιεστή (περίπου στα 2bar) πρέπει να περιστραφεί η βάνα με σχετικά μέτρια ταχύτητα (να έχει ολοκληρωθεί η κίνηση σε 4 με 5 δευτερόλεπτα το πολύ) στην πλήρως ανοικτή θέση και να καταγραφεί η πίεση που επιτρέπει ο ρυθμιστής να περάσει και αναλόγως να ρυθμιστεί,
- III. Για την ρύθμιση της πίεσης εργασίας πρέπει (βλ. Εικόνα 23) να τραβηχτεί ο περιστρεφόμενος επιλογέας και να: περιστραφεί δεξιόστροφα εάν απαιτείται η αύξηση της, ή αριστερόστροφα εάν απαιτείται η μείωση της. Για να γίνει η τελική επιλογή της απαιτούμενης πίεσης εργασίας πρέπει μετά την περιστροφή του επιλογέα, αυτός να ξανά πατηθεί μέσα.



Εικόνα 23: Ρύθμιση της πίεσης εργασίας στον ρυθμιστή πίεσης.

8.2 ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

8.2.1 Συντήρηση αεροσυμπιεστή

Για την συντήρηση του αεροσυμπιεστή είναι απαραίτητες οι παρακάτω ενέργειες.

- I. Απαιτείται ο καθαρισμός του φίλτρου αέρα μια με δύο φορές τον χρόνο με πεπιεσμένο αέρα, ή η αντικατάσταση του σε περίπτωση που έχει καταστραφεί,
- II. Απαραίτητη αλλαγή λιπαντικών ανά 12 μήνες, ή μετά από τις ώρες λειτουργίας που προτείνει ο κατασκευαστής του λαδιού (ένας καλός χρόνος αλλαγής είναι περίπου στο διάστημα μεταξύ 500 και 1000 ωρών), ^[XXX]
- III. Πριν ή μετά από κάθε χρήση του αεροσυμπιεστή είναι απαραίτητη η αποστράγγιση των υγρών από το αεροφυλάκιο για την αποφυγή διάβρωσης αυτού, ^[XXX]
- IV. Μια φορά την εβδομάδα πριν από οποιαδήποτε χρήση να ελέγχεται η στάθμη του λιπαντικού από τον δείκτη λαδιού [βλ. Εικόνα 22.α)]. Έχει σημειωθεί μια μαύρη γραμμή επί της διάφανης ένδειξης για να γίνεται γνωστό πόσο λάδι πρέπει να περιέχει,
- V. Αλλαγή ιμάντων κάθε 2000 ώρες λειτουργίας, ή κάθε 2 χρόνια,
- VI. Μια φορά τον μήνα προτείνεται να ελέγχεται η εύκολη σύσφιξη-απόσφιξη της βαλβίδας ασφαλείας του πιεσοστάτη.

Προσοχή:

Πριν την έναρξη της διαδικασίας συντήρησης είναι αναγκαία η εκκένωση του αεροφυλακίου. ^[XXX]

8.2.2 Συντήρηση συγκροτήματος ρυθμιστή πίεσης

- I. Αλλαγή λιπαντικού ελαιωτήρα (SAE 10) μια φορά τον χρόνο, εάν δεν έχει χρησιμοποιηθεί όλο έως τότε (βλ. ενδεικνύμενη στάθμη επί του ελαιωτήρα),
- II. Μια με δύο φορές τον μήνα να γίνεται οπτικός έλεγχος υδατοπαγίδας και ελαιωτήρα. Στον ελαιωτήρα να ελέγχεται η στάθμη λαδίου και στον αφυγραντήρα να γίνεται εκκένωση του συσσωρευμένου υγρού.

Σημείωση:

Τα λάδια του αεροσυμπιεστή αλλάχθηκαν στις 20/07/2018 και του ελαιωτήρα στις 10/09/2018, οπότε θα πρέπει να αλλαχθούν σύμφωνα με τις παραπάνω οδηγίες συντήρησης.

ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ	
Συντήρηση αεροσυμπιεστή	
I.	Αλλαγή λαδιών: Ανά 500 -1000 ώρες λειτουργίας ή μετά από έναν χρόνο
II.	Φίλτρο αέρα: Καθαρισμός με πεπιεσμένο αέρα την ίδια μέρα με την αλλαγή λαδιών ή αντικατάσταση σε περίπτωση καταστροφής του
III.	Πριν ή μετά από κάθε χρήση του αεροσυμπιεστή είναι απαραίτητη η αποστράγγιση των υγρών από το αεροφυλάκιο για την αποφυγή δημιουργίας σκουριάς εσωτερικά σε αυτό
IV.	Μια φορά την εβδομάδα πριν από οποιαδήποτε χρήση να ελέγχεται η στάθμη του λιπαντικού από τον δείκτη λαδιού
V.	Αλλαγή μάντων κάθε 2000 ώρες λειτουργίας ή κάθε 2 χρόνια
VI.	Μια φορά τον μήνα προτείνεται να ελέγχεται η εύκολη σύσφιξη-απόσφιξη της βαλβίδας ασφαλείας του πιεσοστάτη.
Προσοχή:	
Πριν την έναρξη της διαδικασίας συντήρησης είναι αναγκαία η εκκένωση του αεροφυλακίου	
Συντήρηση συγκροτήματος ρυθμιστή πίεσης	
I.	Αλλαγή λιπαντικού ελαιωτήρα (SAE 10) μια φορά τον χρόνο, εάν δεν έχει χρησιμοποιηθεί όλο έως τότε,
II.	Μια με δύο φορές τον μήνα οπτικός έλεγχος υδατοπαγίδας και ελαιωτήρα.
Σημείωση:	
Τα λάδια του <u>αεροσυμπιεστή</u> αλλάχθηκαν στις 20/07/2018 και του <u>ελαιωτήρα</u> στις 10/09/2018, οπότε θα πρέπει να αλλαχθούν σύμφωνα με τις παραπάνω οδηγίες συντήρησης.	

9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Εν κατακλείδι, παρά τις δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν επί της κατασκευής του δικτύου αέρα και της χρήσης αεροσυμπιεστή, η κατάλληλη έρευνα και ο προσεκτικός σχεδιασμός με την ταυτόχρονη καθοδήγηση των καθηγητών και των υπευθύνων, οδήγησαν στην επίτευξη της ορθής και αξιόπιστης λειτουργίας του συστήματος εντός του προδιαγεγραμμένου χρονικού ορίου που είχε τεθεί.

Το δυσκολότερο κομμάτι της όλης διαδικασίας, ήταν η εύρεση των κατάλληλων προδιαγραφών και των νομοθετικών πλαισίων σχετικά με την κατασκευή του δικτύου. Μετά από εκτενή έρευνα μερικών μηνών σε εθνικά και διεθνή πρότυπα, τεχνικές προδιαγραφές, ευρωπαϊκές νομοθεσίες και συνεννόηση με εταιρίες και τεχνικούς αρμόδιους για σχετικές κατασκευές, έγιναν κατάλληλες κινήσεις και ανασύρθηκαν οι απαραίτητες πληροφορίες με την κατασκευή του δικτύου με βάση την σωστή μηχανολογική τακτική. Στα σχετικά κεφάλαια συμπεριλαμβάνονται αναλυτικά τα βήματα για την σωστή διεξαγωγή κασσιτεροκόλλησης, ο απαραίτητος εξοπλισμός, τα χρησιμοποιούμενα υλικά και προδιαγραφές για την στήριξη, την προστασία και την σύνδεση του δικτύου.

Κατά την διεκπεραίωση των διαδικασιών συντήρησης και συντονισμού λειτουργίας υπήρξαν δυσλειτουργίες και προβλήματα τα οποία συμπεριλαμβάνονται αναλυτικά στα κεφάλαια οδηγιών χρήσης και συντήρησης. Περιληπτικά στα κεφάλαια αυτά απαντώνται προβλήματα που σχετίζονται με την λειτουργία του αεροσυμπιεστή, τον ηλεκτρολογικό πίνακα ελέγχου αυτού, την ρύθμιση του εξοπλισμού υπό πίεση και τα διαστήματα συντήρησης, αντικατάστασης και ελέγχου όλου του συστήματος.

Για την εγκατάσταση χρησιμοποιήθηκαν ένας εμβολοφόρος αεροσυμπιεστής με τριφασικό ηλεκτροκινητήτρα αστέρα-τρίγωνο, περίπου 30m χαλκοσωλήνες, περίπου 6m ελαστική σωλήνα, 12 βοηθητικοί σύνδεσμοι για την συγκόλληση των χαλκοσωλήνων, 39 λοιπά εξαρτήματα και μηχανισμοί, περίπου 1.5 λίτρα λιπαντικών και εξοπλισμός μέτρων ατομικής προστασίας για συγκόλληση. Οι τεχνικές προδιαγραφές αντιμετωπίστηκαν με σοβαρότητα και με την ταυτόχρονη σύλληψη των οικονομικών προδιαγραφών που τέθηκαν, έγινε επιλογή των αναγκαίων υλικών μετά την διεξαγωγή αναλυτικής έρευνας σχετικά με αυτά.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως η αξιοπιστία του όλου έργου πηγάζει, όχι μόνο από την εκτενέστατη έρευνα που διεξήχθη, αλλά παραπέμποντας στο κεφάλαιο 6 αναφέρεται και η διαδικασία για την διαπίστευση επαρκούς συγκόλλησης. Αυτό είχε ως στόχο την ελαχιστοποίηση πιθανότητας αστοχίας ή και δυσλειτουργίας του δικτύου. Να σημειωθεί ότι η διαδικασία συγκόλλησης με τα αναφερόμενα βήματα βρέθηκε σε handbook σχετικό με συγκολλήσεις, όπως φαίνεται και από την παραπομπή που υπάρχει στο αντίστοιχο σημείο.

10 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

10.1 ΒΙΒΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΑ ΕΓΓΡΑΦΑ

- I. Τσιρίκογλου, Θ., Βλαχογιάννης, Μ. 2015. *Ρευστοδυναμικές Μηχανές*,
- II. Πτυχιακή εργασία: *Παραγωγή Διανομή Συσκευές Πεπιεσμένου Αέρα*, Κεχαγιάς Ε., Ραΐσης Δ,
- III. Γράψας, Ε., Δασκαλάκης, Α., Καρβέλης, Ι, Σκίπης, Θ. (2009). *Τεχνικό Σχέδιο*, Αθήνα

10.2 ΝΟΜΟΙ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΤΥΠΑ

- IV. Φ.Ε.Κ. 2278/Β'/22.7.2016 “Υ.Α. οικ. 74124/ΔΤΒΝ 1431/2016 – Προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας προς την Οδηγία 2014/68/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 15^{ης} Μαΐου 2014 για την εναρμόνιση των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με τη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού υπό πίεση στην αγορά (αναδιατύπωση)”,
- V. Ε.Κ. 1272/2008,
- VI. ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-08-04-00:2009.
- VII. ISO 639-1:2002
- VIII. EN ISO 7200:2004
- IX. ISO 5457:1999

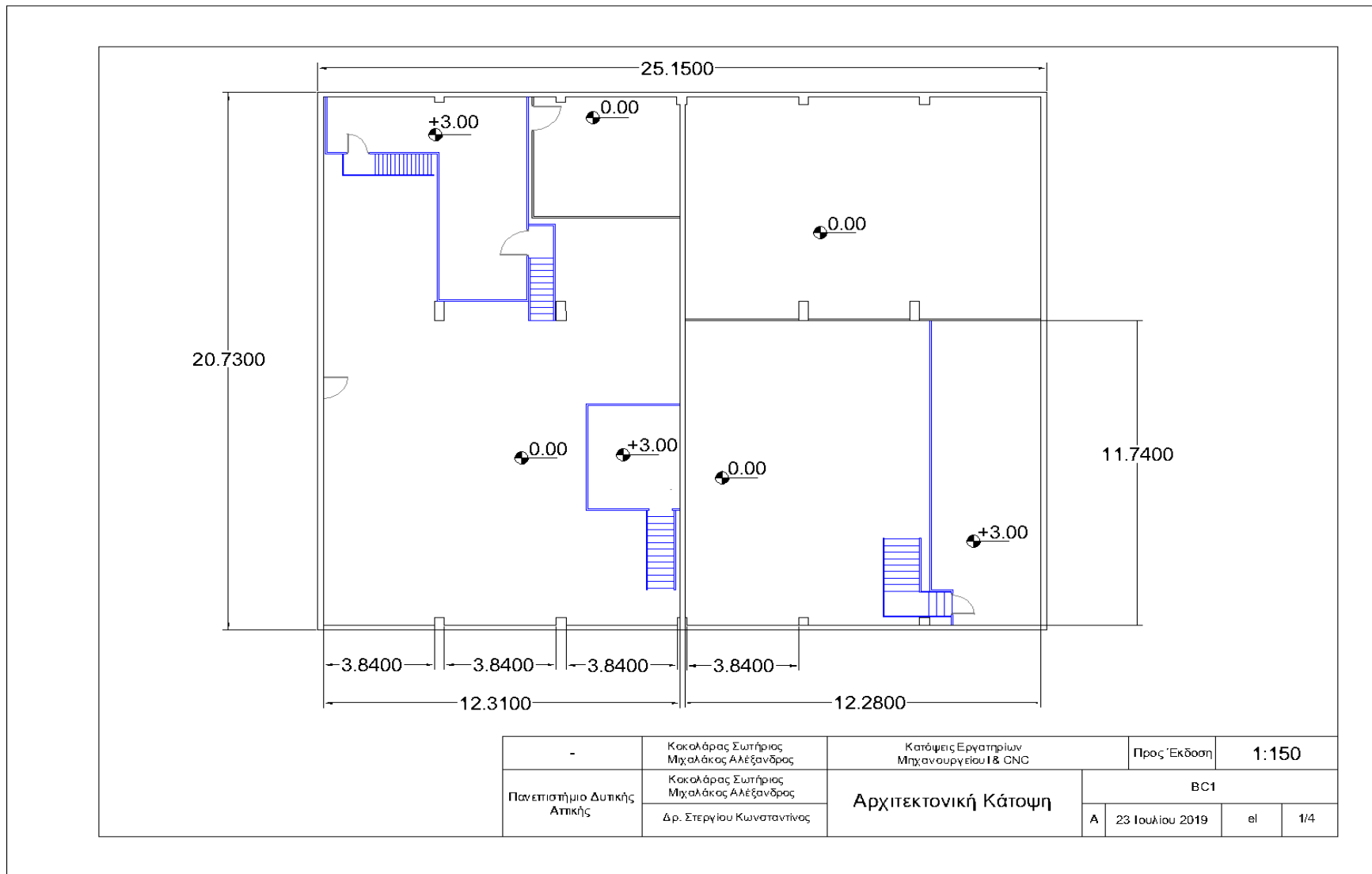
10.3 ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- X. https://elearning.teicm.gr/file.php/410/Single_phase_IM_SD_2017.pdf
- XI. <https://www.yumpu.com/xx/document/view/59139373/kanellakis-2017/117>
- XII. http://www.edume.myds.me/00_0070_e_library/10030/06_Electrical_installations_books/10/09.pdf
- XIII. https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1117/1/02_chapter_6.pdf
- XIV. http://www.cres.gr/motorchallenge/Praktika/pdf_synedriou/Compressed_air_systems.pdf
- XV. http://www.egnatia.eu/files/egnatia_sea/ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ%20ΕΓΚΑΤΑΣΤ.pdf
- XVI. <http://www.panagiotidis-tools.gr/index.php?id=56>
- XVII. <https://www.harborfreight.com/split-leather-welding-apron-45193.html>
- XVIII. <http://www.aspis-safety.gr/el/dermatina/340-200-202-009-0006.html>

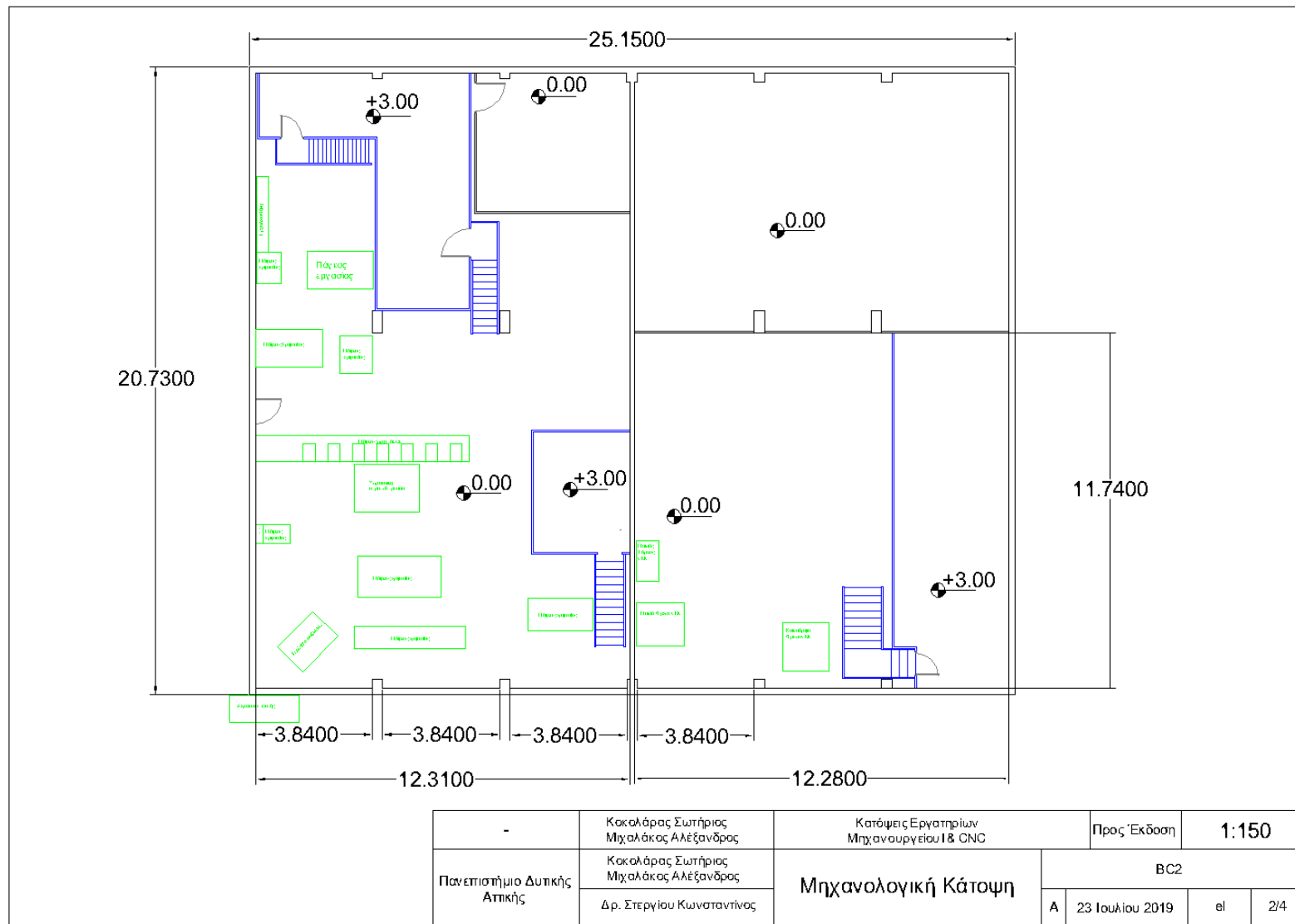
- XIX. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%83%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82>
- XX. <http://www.met-bea.gr>
- XXI. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/TEE_EVOIAS/MELETH%20GIA%20AERIO/%D4%E5%F7%ED%E9%EA%E7%20F0%E5%F1%E9%E3%F1%E1%F6%DE.pdf
- XXII. https://en.wikipedia.org/wiki/Compressed_air
- XXIII. http://www.pi-schools.gr/download/lessons/tee/mechanical/1b/Book_Weldings/kef_4.pdf
- XXIV. <https://el.wikipedia.org/wiki/Αστεροτρίγωνο>
- XXV. https://oaedhlectrologoi.blogspot.com/2015/06/blog-post_17.html
- XXVI. https://en.wikipedia.org/wiki/Compressed_air
- XXVII. <http://www.metadosi-ischios.gr/article.php?ID=166>
- XXVIII. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_ISO_639-1_codes
- XXIX. https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS501/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C%20%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF%CE%94%CE%99%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3.pdf?fbclid=IwAR0lFtvI9Q4uC4bbyhpKBMwmMgf_uP7VInCsGc6jMh-WV7aw9KeCpw0gv08
- XXX. <https://www.airblock.gr/swsti-xrisi-aerosympiesti>
- XXXI. <https://www.airblock.gr/media/pdf/manual/manual%20aerosympiesti.pdf>
- XXXII. <http://www.halcor.com/ckfinder/userfiles/files/gas%20greek.pdf>
- XXXIII. https://en.wikipedia.org/wiki/Otto_von_Guericke
- XXXIV. https://en.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Battista_Piatti
- XXXV. https://en.wikipedia.org/wiki/Germain_Sommeiller
- XXXVI. https://en.wikipedia.org/wiki/Fr%C3%A9jus_Rail_Tunnel

11.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ-ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΚΑΙ ΥΠΟΜΝΗΜΑ

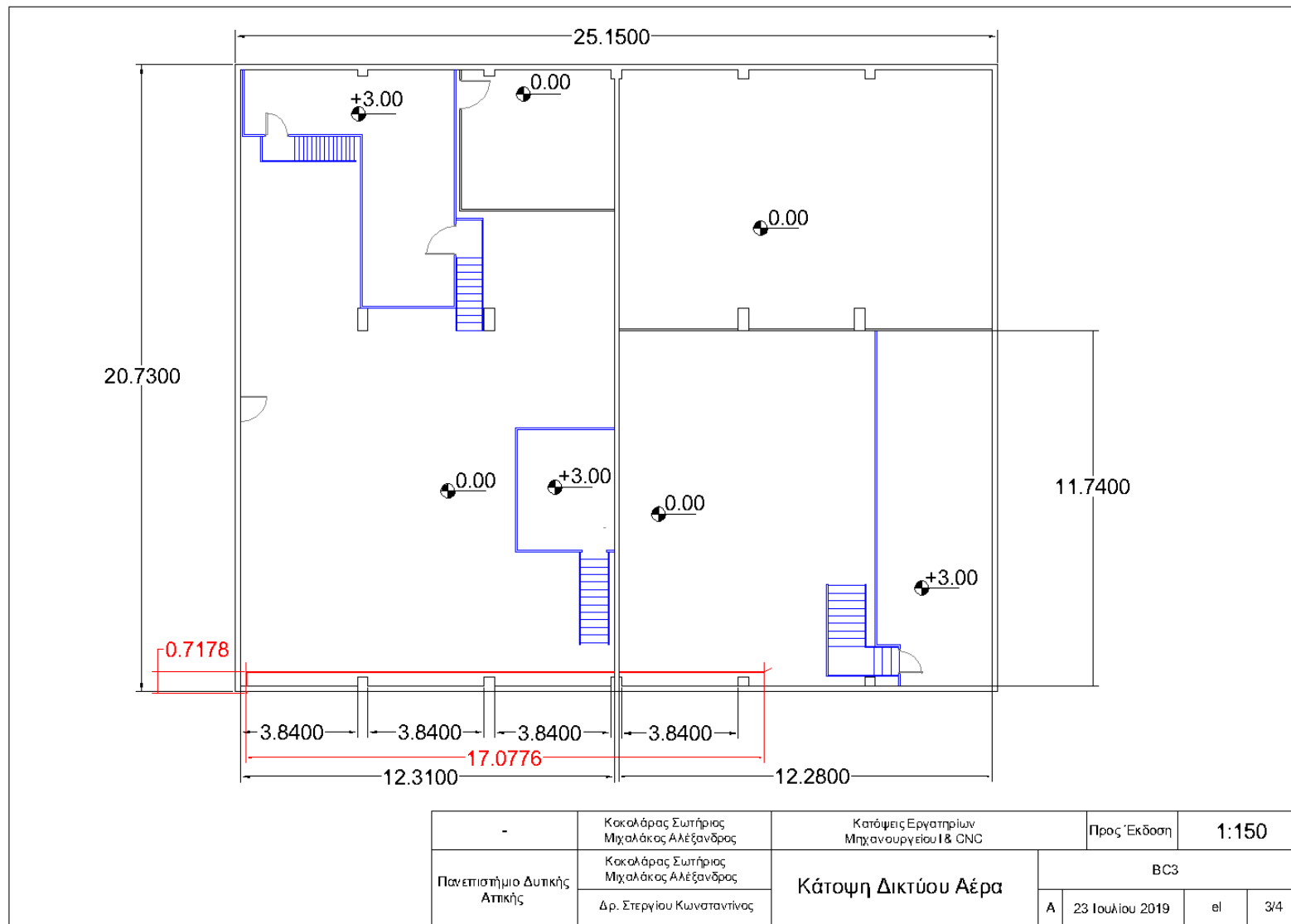
- Σχέδια Κατόψεων Μηχανολογικού Εργαστηρίου Ι και Εργαστηρίου CNC



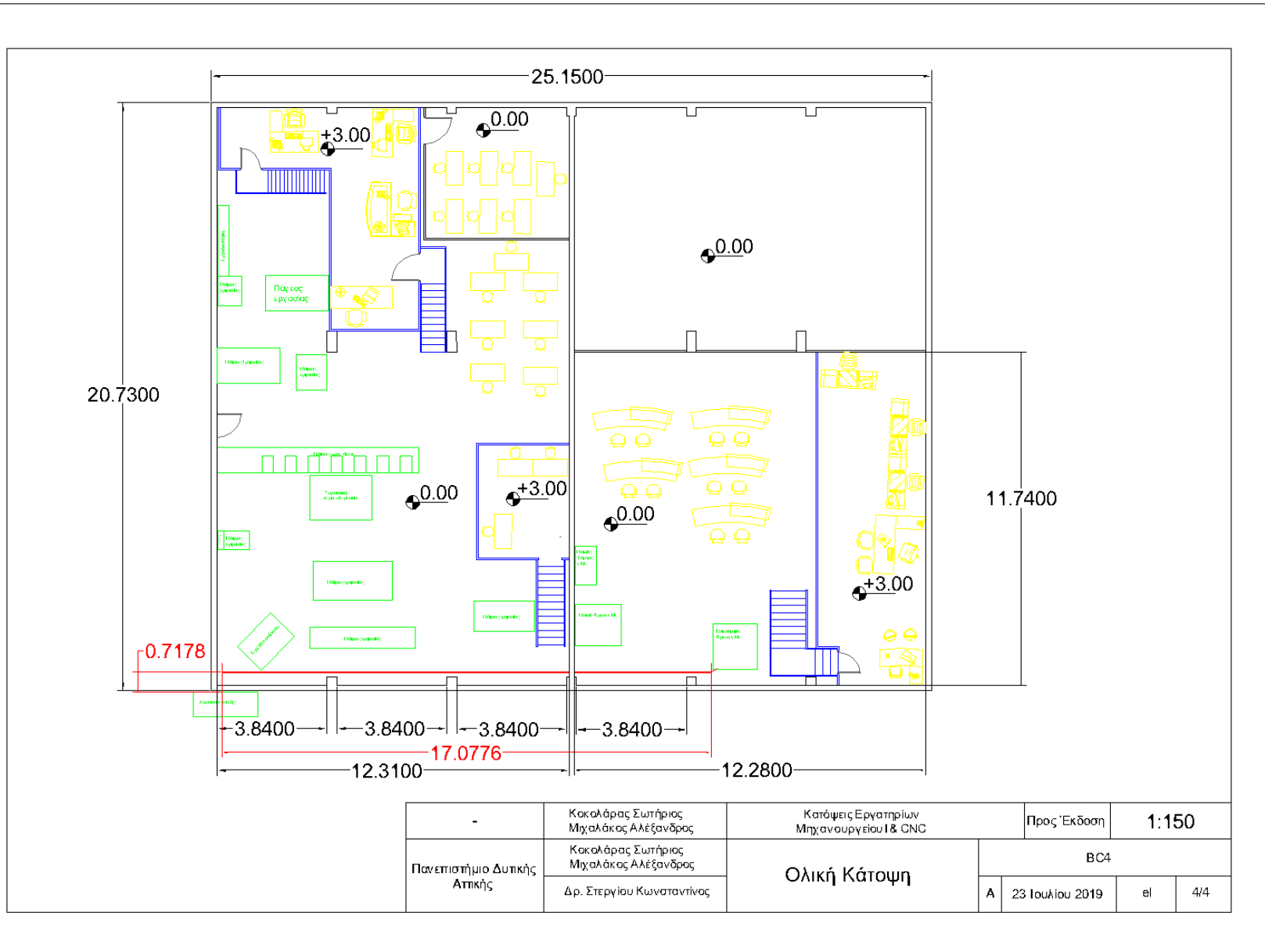
- Σχέδια Μηχανολογικών Κατόψεων Μηχανολογικού Εργαστηρίου I και Εργαστηρίου CNC



- Σχέδια Κατόψεων Δικτύου Αέρα Μηχανολογικού Εργαστηρίου I και Εργαστηρίου CNC



- Ολικές Κατόψεις Μηχανολογικού Εργαστηρίου I και Εργαστηρίου CNC



- Υπόμνημα κατά EN ISO 7200:2004

Responsible dept. 1	Technical reference 2	Document type 3	Document status 4			
5	Created by 6	Title, Supplementary title 8	9			
	Approved by 7		Rev. 10	Date of issue 11	Lang. 12	Sheet 13

180 mm

Αριθμός περιοχής	Περιγραφή περιοχής
1	Το όνομα ή ο κωδικός του τμήματος που είναι υπεύθυνο για το περιεχόμενο και τη συντήρηση του εγγράφου.
2	Το όνομα του προσώπου που γνωρίζει επαρκώς το τεχνικό περιεχόμενο του εγγράφου και αποτελεί το άτομο επικοινωνίας σχετικά με αυτό το έγγραφο.
3	Ο τύπος του εγγράφου (που υποδεικνύει το περιεχόμενο των πληροφοριών που αποτυπώνονται σε αυτό.)
4	Η κατάσταση του εγγράφου που καθορίζεται με τη βοήθεια όρων όπως "υπό προετοιμασία", "υπό έγκριση", "προς έκδοση" και "υπό απόσυρση".
5	Ο λογότυπος ή η ονομασία της εταιρείας που είναι νόμιμη ιδιοκτήτρια του εγγράφου.
6	Το όνομα του προσώπου που δημιούργησε ή αναθεώρησε το έγγραφο.
7	Το όνομα του προσώπου που ενέκρινε το έγγραφο.
8	Ο τίτλος αναφέρεται στο περιεχόμενο του εγγράφου. Πιο αναλυτικές πληροφορίες, π.χ. σχετικά με την προέλευση, τις τυποποιήσεις, τις περιβαλλοντικές συνθήκες κ.λπ., μπορούν να δοθούν στο συμπληρωματικό τίτλο. Ο τίτλος πρέπει να επιλέγεται από καθιερωμένους όρους ενώ συντμήσεις πρέπει να αποφεύγονται.
9	Ο κωδικός ταυτοποίησης του εγγράφου χρησιμοποιείται ως βάση αναφοράς για το έγγραφο. Πρέπει να είναι μοναδικός τουλάχιστον εντός της εταιρείας που είναι νόμιμη ιδιοκτήτρια του εγγράφου.
10	Ο δείκτης αναθεώρησης προσδιορίζει τη φάση αναθεώρησης του εγγράφου. Διαφορετικές εκδόσεις του εγγράφου αριθμούνται διαδοχικά π.χ. με τη βοήθεια γραμμάτων (στα αγγλικά από το Α έως το Ζ, στη συνέχεια ΑΑ, ΑΒ ...), ή σχήματα 1, 2, 3....
11	Η ημερομηνία έκδοσης που είναι η ημερομηνία κατά την οποία το έγγραφο δημοσιεύεται επίσημα για πρώτη φορά ή η ημερομηνία κάθε επόμενης νέα έκδοσης.
12	Ο κωδικός της γλώσσας υποδεικνύει τη γλώσσα στην οποία είναι γραμμένα τα τμήματα του εγγράφου που περιέχουν κείμενο. Καθορίζεται σύμφωνα με τον κανονισμό ISO 639.
13	Ο αριθμός του συγκεκριμένου φύλλου σχεδίασης σε σχέση με τον συνολικό αριθμό φύλλων από τον οποίο αποτελείται το έγγραφο.

11.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Πρόγραμμα Εκτελούμενων Εργασιών

Ημ/νία	Εργατικό δυναμικό/Ωρες εργασίας	Εκτελούμενες εργασίες	Χώρος εκτέλεσης εργασιών	Υλικά
16/7/18	2/2h	Καθαρισμός Αεροσυμπιεστή, Αγορά και τοποθέτηση ιμάντων	Έξωθεν του Μηχανολογικού Εργαστηρίου Ι	Νερό, Πετρέλαιο, Ιμάντες μετάδοσης κίνησης
20/7/18	2/4h	Αγορά λιπαντικού αεροσυμπιεστή και ολοκλήρωση διαδικασίας συντηρήσεως αυτού	Έξωθεν του Μηχανολογικού Εργαστηρίου Ι	Λιπαντικό SAE 30, Πεπιεσμένος αέρας (καθαρισμός φίλτου αέρα), Προσωπικά εργαλεία (κλειδιά κα).
25/7/18	2/5h	Αποπεράτωση δοκιμαστικών κολλήσεων χαλκοσωλήνων και μέτρηση των χώρων των εργαστηρίων	Εντός του Μηχανολογικού Εργαστηρίου Ι	Καλάϊ, Φλόγιστρο, Χαλκοσωλήνες Φ12 Μέτρο, Σωληνοκόφτης, Flux, Ατσαλόμαλλο, Γωνιές 90°, Παχύμετρο
27/7/18	2/1h	Αγορά στηρίξεων χαλκοσωλήνων και λοιπών παρελκομένων για κατασκευή του δικτύου παροχής αέρα	-	Στηρίξεις Φ14/Φ28/Φ48, Ρυθμιστής πίεσης, Στραγγαλιστική βαλβίδα, Μανόμετρο, Ελαστική σωλήνα, Διαμοιραστής
28/7/18	2/1h	Καθαρισμός και έλεγχος εξοπλισμού παροχής αέρα (μανόμετρα, πιεσοστάτης κ.α.)	Εργασία κατ' οίκων	Πετρέλαιο, νερό, πανί, πιεσοστάτης, ελαιωτήρας, υδατοπαγίδα, βάνα
30-31/7/18	2/5h	Διαμόρφωση θέσεων για τοποθέτηση του δικτύου, Κατασκευή δικτύου και τοποθέτηση αυτού στις κατάλληλες θέσεις	Εντός του Μηχανολογικού Εργαστηρίου Ι και του CNC	Καλάϊ, Φλόγιστρο, Χαλκοσωλήνες Φ12 Μέτρο, Σωληνοκόφτης, Flux, Ατσαλόμαλλο, Γωνιές 90°, Μούφες, Τρυπάνι κρουστικό, Διαμοιραστής, Quick Release, Ελαστική σωλήνα, Σκάλα
10/9/18	2/1h	Σύνδεση όλου του εξοπλισμού, Αλλαγή λιπαντικού Ελαιωτήρα, Ολοκλήρωση εργασιών.	Εντός του Μηχανολογικού Εργαστηρίου Ι και του CNC	Λιπαντικό SAE 10, Τεφλόν, Προσωπικά εργαλεία (κλειδιά, κατσαβίδια κα)

Τιμοκατάλογος Προϊόντων

Εργατικό δυναμικό	Περιγραφή Προϊόντος	Τιμή Μονάδας (€)	Ποσότητα (Τεμάχια / Λίτρα/Ώρες)	Κόστος (€)
-	Ιμάντας LEMFERTER	6,25	2	12,5
-	Βαλβίδα αποστράγγισης	1,5	1	1,5
-	Μανόμετρο UNITAIR	6	1	6
-	Λιπαντικό ΕΚΟ MONOGRADE SAE 30	3	1	3
-	Λιπαντικό MOBITECK BS SAE 10	1,7	1	1,7
-	Μούφες	0,15	6	0,9
-	Rakor ταχείας σύνδεσης	6,82	2	13,64
-	Εξαρτήματα Quick Release	1,16	7	8,12
-	Ελαστική σωλήνα	1,54	6	9,24
-	Διαμοιραστής	3,47	1	3,47
-	Στραγγαλιστική Βαλβίδα	4,6	1	4,6
-	Ντίζα M8	1	1	1
-	Στηρίγματα σωλήνα Φ14	1,24	9	11,16
-	Στηρίγματα σωλήνα Φ28	1,55	5	7,75
-	Στηρίγματα σωλήνα Φ48	1,75	2	3,5
-	Ρυθμιστής πίεσης	12,4	1	12,4
-	Καλάι Macht	6,71	1	6,71
2	Ώρες εργασίας	40	19	1520
			Συνολικό Κόστος	1627,19