



Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
Διαχείριση και Τεχνολογία Ποιότητας MSc (ΔΙΠ)

Διπλωματική Εργασία

ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΚΛΑΔΟ

Αγγελική Αρίδα

Επιβλέπων καθηγητής: Σωτήρης Μπερσίμης

Πάτρα, Σεπτέμβρης 2024

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του/της φοιτητή φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΚΛΑΔΟ

Αγγελική Αρίδα

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Σωτήρης Μπερσίμης

«Professor of Industrial Statistics and
Business Analytics, Department of
Business Administration, School of
Economics, Business and International
Studies, University of Piraeus»

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Βασίλειος Αλεβιζάκος

«Διδάκτωρ της Σχολής Εφαρμοσμένων
Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών
του Ε.Μ.Π.»

Πάτρα, Σεπτέμβρης 2024

*Ευχαριστώ όλους τους ανθρώπους που ήταν κοντά μου από την αρχή έως το τέλος για την
στήριξη και την κατανόηση τους.*

Περίληψη

Η εφαρμογή Συστημάτων Ποιότητας καθίσταται μια από τις σημαντικότερες ενέργειες για την ανάπτυξη και τη βιωσιμότητα μιας εταιρείας. Η βελτίωση της αποδοτικότητας και παραγωγικότητας καθώς και η αύξηση των κερδών, είναι απόρροια ενός καλά οργανωμένου Συστήματος Ποιότητας που εκτελείται από κατάλληλα ενημερωμένο και εκπαιδευμένο προσωπικό. Ο κατασκευαστικός κλάδος αποτελεί έναν τομέα με πολύ υψηλές απαιτήσεις και μεγάλο ανταγωνισμό. Συνεπώς, η εφαρμογή Συστήματος Ποιότητας είναι απαραίτητη και μπορεί να οδηγήσει σε επιτυχημένη ολοκλήρωση των εργασιών βάσει προτύπων και εντός χρονοδιαγράμματος. Η πολιτική ποιότητας ενός εργολάβου εστιάζει κυρίως στην ικανοποίηση του πελάτη, στο εργασιακό περιβάλλον και τη δημιουργία μιας άρτιας στελεχωμένης ομάδας ποιοτικού ελέγχου, η οποία είναι ικανή να διαχειριστεί και να εκτελέσει τις εργασίες που απαιτούνται για την πλήρωση του έργου.

Η διαχείριση των υλικών αποτελεί ένα κομμάτι αναπόσπαστο και μάλιστα διαδραματίζει έναν ρόλο σε μεγάλο ποσοστό, στην πορεία μιας κατασκευής. Η διαχείριση υλικών είναι ένα σύστημα σχεδιασμού και ελέγχου για να διασφαλιστεί η σωστή ποιότητα και ποσότητα υλικών, στο σωστό μέρος, την κατάλληλη στιγμή. Περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες, από την επιλογή των προμηθευτών και την παραγγελία μέχρι την παραλαβή και την διανομή τους μέσα στην κατασκευή. Τα υλικά που προμηθεύεται μια κατασκευαστική εταιρεία πρέπει να πληρούν όλα τα πρότυπα και τις προδιαγραφές ενός έργου. Να εξασφαλίζονται οι σωστές υποδομές για την υποδοχή τους, να προβλέπεται η σωστή αποθήκευση και συντήρηση. Η συνεργασία του τμήματος ποιοτικού ελέγχου με τα υπόλοιπα τμήματα προβλέπεται και είναι σημαντική για την αποτελεσματική διαχείριση των υλικών. Συντάσσεται ένα Σχέδιο Ποιότητας και σε περίπτωση Μη Συμμόρφωσης ακολουθούνται όλες οι προβλεπόμενες διαδικασίες μέχρις ότου να επιλυθεί το πρόβλημα. Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τρόποι ελέγχου και διαχείρισης υλικών μέσω στατιστικών μεθόδων. Στην περίπτωση που αναφέρεται στην εργασία, περιγράφουμε αναλυτικά σε θεωρητικό επίπεδο όλα τα στάδια προετοιμασίας ενός συστήματος ποιοτικού ελέγχου και αναφέρουμε ορισμένους τρόπους στατιστικού ελέγχου των δεδομένων μας και αναλύουμε τα αποτελέσματα.

Λέξεις – Κλειδιά: Ποιοτικός Έλεγχος, Διαχείριση Υλικών, Κατασκευή

«QUALITY CONTROL & MATERIAL MANAGEMENT IN CONSTRUCTION»

Angeliki Arida

Abstract

The implementation of Quality Systems has become one of the most important actions for the development and sustainability of a company. The improvement of efficiency and productivity as well as the increase of profits, is the result of a well-organized Quality System executed by properly informed and trained personnel. The construction industry is a sector with very high demands and great competition. Therefore, the implementation of a Quality System is necessary and can lead to successful completion of works, based on standards and schedule. The quality policy of a contractor focuses mainly on customer satisfaction, the working environment and the creation of a well-staffed quality control team, which is capable of managing and executing the actions required to fulfill the project.

Material management is an important part and plays a role to a large extent, in construction industry. Material management is a system of planning and controlling to ensure that the right quality and quantity of materials, is delivered in the right place, at the right time. It includes all processes, from supplier selection and ordering to receipt and distribution within manufacturing. The materials procured by a construction company must meet all the standards and specifications of a project. All the necessary procedures should be executed for their proper reception, storage and maintenance. Cooperation of quality control department with other departments is important for the effective management of materials. A Quality Plan is prepared and in case of Non-Compliance, all the prescribed procedures are followed until the problem is resolved. Various ways of controlling and managing materials through statistical methods have been developed. In the case mentioned in the paper, we describe in detail at a theoretical level all the stages of preparation of a quality

control system and mention some ways of statistical control of our data and analyze the results.

Keywords: Quality Control, Material Management, Construction

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Κατάλογος Εικόνων	ix
Κατάλογος Πινάκων	x
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xi
1. Εισαγωγή στη Διαχείριση ποιότητας	12
1.1 Στόχοι Ποιότητας	14
1.2. Σχεδιασμός και οργάνωση των συστημάτων ποιότητας.....	15
1.2.1. Διαδικασίες διαχείρισης της ποιότητας.....	17
1.2.2. Εστίαση στον πελάτη	17
1.2.3. Έλεγχος εγγράφων και φάκελοι ποιοτικού ελέγχου	17
1.2.4. Τμήμα ποιοτικού ελέγχου	18
1.2.5. Εργασιακό περιβάλλον.....	20
1.3. Εισαγωγή στη Διαχείριση υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο	21
1.3.1. Διαχείριση κινδύνων	23
2. Η έννοια της διαχείρισης υλικών	23
2.1. Διαδικασίες Διαχείρισης Υλικών και Λειτουργίες	24
2.1.1. Πλεονεκτήματα της διαχείρισης υλικών και αποτελέσματα κακής διαχείρισης	31
2.1.2. Βασικοί παράγοντες για την ενίσχυση των πρακτικών παρακολούθησης των υλικών	31
2.1.3 Αποτελέσματα κακής διαχείρισης.....	35
2.1.4 Ο ρόλος της ποιότητας	39
2.1.5 Διαχείριση υλικών στην κατασκευή	42
2.1.6. Ο ρόλος της εφοδιαστικής αλυσίδας.....	47
2.1.7. Επίτευξη κερδοφορίας μέσω της διαχείρισης υλικών.....	50
2.2. Επιλογή και έλεγχος υπεργολάβων και προμηθευτών	53
3. Εισαγωγή στον ποιοτικό έλεγχο των επιχειρήσεων.....	54
3.1. Σχεδιασμός ποιότητας	56
4. Εφαρμογή ελέγχων με στατιστικές μεθόδους.....	62
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	72
Βιβλιογραφία.....	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	82

Κατάλογος Εικόνων

EIKONA 1_PARETO CHART OF MONTHS	63
EIKONA 2_CHART OF 30"	64
EIKONA 3_CHART OF 14"	65
EIKONA 4_CHART OF 10"	65
EIKONA 5_XBAR-R CHART	66
EIKONA 6_PROBABILITY PLOT OF LENGTH	67
EIKONA 7_HISTOGRAM OF LENGTH OF PIPES	68
EIKONA 8_PROBABILITY PLOT OF WEIGHT OF 30" PIPES	69
EIKONA 9_HISTOGRAM OF WEIGHT OF 30" PIPES	70
EIKONA 10_BOXPLOT OF WEIGHT OF 30" PIPES	71

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1	38
ΠΙΝΑΚΑΣ 2	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 3	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 5	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 6	93
ΠΙΝΑΚΑΣ 7	93

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΣΔΠ	Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας
QMS	Quality Management System
TQM	Total Quality Management
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
SCM	Supply Chain Management
ERP	Enterprise Resource Planning
JIT	Just In Time
QAM	Quality Assurance Manual
ITP	Inspection Test Plan
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram
EDR	Engineering Design Review
ID	Identity

1. Εισαγωγή στη Διαχείριση ποιότητας

Οι παγκόσμιες αγορές χαρακτηρίζονται ως εξελιγμένες σύμφωνα με τον τρόπο με τον οποίο παράγουν, παραδίδουν και καταναλώνουν προϊόντα και υπηρεσίες. Έχουν εξελιχθεί σε βιομηχανικές οικονομίες και, ως εκ τούτου, έχουν συγκεκριμένες ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν λαμβάνοντας υπόψη τη βιωσιμότητα, τη νομοθεσία, την τεχνολογία και την κοινωνική ευθύνη. Ομοίως, οι καταναλωτές αυτών των αγορών γίνονται συνεχώς πιο απαιτητικοί, καθώς απαιτούν προϊόντα μεγαλύτερης ποικιλίας σε χαμηλότερες τιμές και εντός μικρότερων χρόνων παράδοσης (Godinho, Filho & Veloso Saes, 2012). Σε αυτό το σενάριο, η πρόκληση για τους οργανισμούς είναι να ικανοποιήσουν όλες αυτές τις απαιτήσεις, ενώ εξακολουθούν να παράγουν αγαθά υψηλής ποιότητας. Αυτό απαιτεί από τους οργανισμούς ένα σημαντικό ποσό επενδύσεων στην ανάπτυξη αποτελεσματικών Συστημάτων Διαχείρισης Ποιότητας (ΣΔΠ) που να μπορεί να ανταποκριθεί σε αυτά τα αιτήματα (Garza – Reyes, Jose Arturo, Luis Rocha – Lona & Vikas Kumar, 2015).

Στο πλαίσιο της βελτίωσης των διαδικασιών των επιχειρήσεων, η διαχείριση ποιότητας υπήρξε ένας από τους πιο δημοφιλείς τομείς έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες (Ebrahimi & Sadeghi, 2013). Η διαχείριση ποιότητας είναι μια ολοκληρωμένη φιλοσοφία διαχείρισης που στοχεύει στη συνεχή βελτίωση της απόδοσης. Κατά συνέπεια, ο αντίκτυπος των πρακτικών που ακολουθούνται στην απόδοση των επιχειρήσεων, έχει αποτελέσει αντικείμενο συνεχούς ενδιαφέροντος και πρόκλησης μεταξύ των ερευνητών. Ισχυρά στοιχεία δείχνουν ότι οι εταιρείες που έχουν ένα καλά δομημένο και ανεπτυγμένο QMS (Quality Management System), ξεπερνούν τους ανταγωνιστές τους καθώς σε αυτό ωφελείται η αύξηση της ικανοποίησης των πελατών (Casadesu's & de Castro, 2005), η αύξηση των εσόδων (Mc Teer & Dale, 1996), η υψηλότερη ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών, η αυξημένη παραγωγικότητα και αποδοτικότητα (Gutierrez, Torres & Barrales, 2010), καλύτερη ομαδική εργασία και ηγεσία (van der Wiele, van Iwaarden, Williams & Dale, 2005), υψηλότερα περιθώρια κέρδους, μεγαλύτερη απόδοση περιουσιακών στοιχείων και βελτιωμένος έλεγχος των επιχειρηματικών διαδικασιών (Dale, Van der Wiele & Van Iwaarden, 2007). Οι Sampaio, Saraiva και Rodrigues (2009) ισχυρίζονται ότι ένα ΣΔΠ μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη στους οργανισμούς εάν κατανοηθεί και εφαρμοστεί σωστά.

Η διαρκής προσπάθεια για βελτίωση της ποιότητας βρίσκεται στο πλαίσιο της Διοίκησης Ολικής ποιότητας (Total Quality Management). Η διαχείριση ολικής ποιότητας (TQM) αποτελεί ένα σύνολο κατευθυντήριων αρχών που δεν στοχεύει αποκλειστικά στην εφαρμογή ποσοτικών μεθόδων, αλλά και στη διαχείριση ανθρώπινων πόρων για τη βελτίωση των διαδικασιών που εφαρμόζονται σε έναν οργανισμό. Είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, αποτελούμενη από αρχές και πρακτικές, στόχος των οποίων είναι η βελτίωση της ποιότητας των αγαθών και των υπηρεσιών ενός οργανισμού μέσω της συνεχούς ικανοποίησης και υπέρβασης των αναγκών του πελάτη με τους πιο ανταγωνιστικούς τρόπους και επικεντρώνεται στην ενίσχυση της ικανοποίησης τους (Gunasekaran & McGaughey, 2003). Η TQM είναι μια συνολική προσέγγιση συστήματος και θέτει σε λειτουργία όλα τα τμήματα, εμπλέκοντας όλους τους υπαλλήλους, από πάνω προς τα κάτω, συμπεριλαμβανομένων όλων των τμημάτων.

Καθώς τα κατασκευαστικά έργα γίνονται μεγαλύτερα και πιο περίπλοκα, οι πελάτες απαιτούν επίσης όλο και υψηλότερα πρότυπα για την παράδοσή τους. Η διαχείριση ολικής ποιότητας (TQM) έχει αναγνωριστεί ως επιτυχημένη φιλοσοφία διαχείρισης στις βιομηχανίες παραγωγής και υπηρεσιών. Η TQM μπορεί επίσης να ενσωματωθεί στον κατασκευαστικό κλάδο για να βοηθήσει στην αύξηση της ποιότητας και της παραγωγικότητας. Μελέτες περιπτώσεων κατασκευαστικών εταιρειών έδειξαν πώς η TQM μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία στον κατασκευαστικό κλάδο. Τα οφέλη που παρατηρούνται περιλαμβάνουν τη μείωση του κόστους ποιότητας, την καλύτερη ικανοποίηση των εργαζομένων, την αναγνώριση από τους πελάτες, εργασία που εκτελείται σωστά από την αρχή, υπεργολάβους με κατάλληλα συστήματα διαχείρισης ποιότητας και στενότερες σχέσεις με υπεργολάβους και προμηθευτές. Τα μέτρα απόδοσης TQM αντικατοπτρίστηκαν επίσης μέσω της δέσμευσης της ανώτατης διοίκησης, της συμμετοχής και ικανοποίησης των πελατών, της συμμετοχής και ενδυνάμωσης των εργαζομένων και του πελάτη (Pheng & Teo, 2004).

Η ποιότητα είναι ένας από τους κρίσιμους παράγοντες για την επιτυχία των κατασκευαστικών έργων. Η ποιότητα των κατασκευαστικών έργων, καθώς και η επιτυχία των έργων, μπορούν να θεωρηθούν ως η εκπλήρωση των προσδοκιών (δηλαδή η ικανοποίηση) των συμμετεχόντων στο έργο. Στο Εγχειρίδιο Διαχείρισης Ποιότητας Έργου περιγράφεται το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας Έργου όπως έχει καθοριστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ISO 9001: 2015, Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας και τις συμβατικές

απαιτήσεις των πελατών. Το πεδίο εφαρμογής του Εγχειριδίου Διαχείρισης Ποιότητας Έργου καλύπτει όλα τα στάδια λειτουργίας, από τον έλεγχο της σύμβασης έως την οργάνωση και εφαρμογή διαδικασιών λειτουργίας και κατασκευής για όλες τις δραστηριότητες. Εφαρμόζεται σε όλες τις σχεδιαστικές και κατασκευαστικές δραστηριότητες και αφορά τις δραστηριότητες όλων των υπεργολάβων και προμηθευτών σε σχέση με εργασίες που εκτελούνται επί τόπου. Η πολιτική ποιότητας ενός εργολάβου έχει στόχο την αποτελεσματική, ταχεία και οικονομικά επωφελή εκτέλεση της σύμβασης σύμφωνα με τις νομοθετικές ρυθμίσεις, τις απαιτήσεις του πελάτη, όπως αναφέρονται σε όλες τις προδιαγραφές της σύμβασης και την επίτευξη του επιπέδου απόδοσης που ανταποκρίνεται ή υπερβαίνει τις προσδοκίες του πελάτη. Η διατήρηση και εφαρμογή ενός αποδοτικού και αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης της ποιότητας των έργων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 9001: 2015, αποτελεί προτεραιότητα για την περίπτωση που θα μελετήσουμε παρακάτω για την προστασία της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων, καθώς και τη συνεχή προσπάθεια υλοποίησης του έργου με σεβασμό τόσο του φυσικού περιβάλλοντος όσο και του ανθρώπου. Ο εργολάβος ακολουθεί κάθε νομοθεσία και θέματα προτύπων που ορίζονται στη σύμβαση. Ισχύει η υπεροχή νόμων, κανονισμών, προτύπων και κωδίκων, τοπικές/εθνικές νομοθετικές πράξεις και κανονισμοί, Ευρωπαϊκές οδηγίες και κανονισμοί, Ευρωπαϊκοί κώδικες και πρότυπα.

1.1 Στόχοι Ποιότητας

Οι στόχοι του εργολάβου σχετικά με την πολιτική ποιότητας του έργου είναι οι εξής:

- Η εκτέλεση των εργασιών σύμφωνα με το εγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα και εντός του προβλεπόμενου προϋπολογισμού.
- Η εκπλήρωση των απαιτήσεων του εργοδότη και της συγγραφής υποχρεώσεων.
- Η επίτευξη υψηλού επιπέδου των εργασιών.
- Η ικανοποίηση των προσδοκιών του εργοδότη.
- Η εκτέλεση του έργου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 9001: 2015, τις προδιαγραφές εργοδοτών και με σεβασμό των προσδοκιών που βασίζονται στους ισχύοντες κανονισμούς, πρότυπα, νομοθεσία κ.λ.
- Η διασφάλιση ότι όλες οι δραστηριότητες ασκούνται σύμφωνα με τις αρχές του θεμιτού ανταγωνισμού, της εντιμότητας, της ακεραιότητας, της δικαιοσύνης και της καλής πίστης, όπως ορίζονται στον Κώδικα Δεοντολογίας του εργολάβου.

- Η αναγνώριση απειλών και ευκαιριών που πρέπει να αντιμετωπιστούν ή να αξιολογηθούν στον βαθμό που απαιτείται για την επίτευξη των στόχων του έργου.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι προαναφερόμενοι στόχοι:

- Αναλύονται οι απαιτήσεις του πελάτη έτσι ώστε τα στελέχη του εργολάβου να τις κατανοούν πλήρως, στον βαθμό που εμπλέκεται κάθε μέλος.
- Η λειτουργία του έργου βασίζεται στο Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας Έργου που έχει αναπτυχθεί σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 9001: 2015, με γνώμονα τις απαιτήσεις της αγοράς και την εμπειρογνωμοσύνη που αποκτήθηκε από προηγούμενα έργα.
- Οι συνεργάτες του εργολάβου επιλέγονται με προσοχή και αξιολογούνται συστηματικά.
- Όλες οι επιχειρηματικές μονάδες εγγυώνται τον προγραμματισμό των δράσεων που αποσκοπούν στην επίτευξη των καθορισμένων στόχων και την αποτελεσματική αντιμετώπιση των κινδύνων.

Οι ανωτέρω στόχοι επανεξετάζονται σε προκαθορισμένο χρόνο για να επαληθεύεται η επάρκειά τους. Η πολιτική ποιότητας του αναδόχου του έργου γνωστοποιείται στους υπαλλήλους του:

- Μέσω του εγχειριδίου ποιότητας.
- Με την τοποθέτησή του σε πίνακες ανακοινώσεων σε διάφορες σημαντικές θέσεις στα κεντρικά γραφεία του εργολάβου και στα εργοτάξια.
- Μέσω της κατάρτισης όλων των εργαζομένων, σχετικά με θέματα ποιότητας.

Η ανώτατη διοίκηση παρακολουθεί στενά, μέσω του διευθυντή της QA/QC, τόσο τον βαθμό κατανόησης και εφαρμογής της πολιτικής για την ποιότητα και τον βαθμό που συμμετέχει κάθε υπάλληλος, όσο και την αποτελεσματικότητά της.

1.2. Σχεδιασμός και οργάνωση των συστημάτων ποιότητας

Είναι απαραίτητη η κατάλληλη και αποτελεσματική διαχείριση των δραστηριοτήτων για την προετοιμασία του λεπτομερούς σχεδιασμού και των προτάσεων για τη διασφάλιση της ποιότητας, την τήρηση των προθεσμιών, την αναφορά κινδύνων και προβλημάτων, την εκτέλεση διορθωτικών μέτρων και η διασφάλιση μέσω της εφαρμογής του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας του έργου, το οποίο θα αναπτυχθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πελάτη. Στόχος του εργολάβου είναι να υπερβεί τις προσδοκίες του εργοδότη όσον αφορά τις επιδόσεις ποιότητας του έργου. Για να επιτύχει αυτόν τον στόχο, ο ανάδοχος θα

πρέπει να προσλάβει και να συνεργαστεί με επαγγελματίες μεγάλης εμπειρίας σε τέτοια έργα και να χρησιμοποιήσει όλες τις μεθόδους και τα εργαλεία που διαθέτει ως πλεονέκτημα από την τεχνογνωσία που αποκτήθηκε από παρόμοια έργα. Το σύστημα ποιότητας θα παρέχει πληροφορίες για τον προγραμματισμένο και συστηματικό έλεγχο όλων των σχετικών με την ποιότητα δραστηριοτήτων που θα εκτελούνται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, της προμήθειας, της κατασκευής, της ανάθεσης και της έναρξης λειτουργίας. Το Σύστημα Διαχείρισης της Ποιότητας του εργολάβου και όλα τα θέματα ποιότητας θα υπάγονται στην αρμοδιότητα αρμόδιου διευθυντή ποιότητας. Ο διευθυντής διασφάλισης ποιότητας θα είναι μόνιμος εκπρόσωπος της ομάδας έργου του εργολάβου σε όλα τα στάδια του έργου. Για την υλοποίηση του συστήματος διαχείρισης ποιότητας, ο ανάδοχος καταρτίζει και εκδίδει τα ακόλουθα έγγραφα:

- Εγχειρίδιο διαχείρισης της ποιότητας του έργου
- Σχέδιο ποιότητας του έργου
- Διαδικασίες διαχείρισης της ποιότητας
- Σχέδιο (-α) επιθεώρησης και δοκιμών
- Άλλα σχετικά έγγραφα παρακολούθησης
- Έντυπα ποιότητας (Quality forms)

Η ανώτατη διοίκηση του εργολάβου δεσμεύεται να αναπτύξει και να εφαρμόσει το Σύστημα Διαχείρισης της Ποιότητας των Έργων και να βελτιώνει συνεχώς την αποτελεσματικότητά του, μέσω των ακόλουθων δραστηριοτήτων:

- a) Διάδοση πληροφοριών σε όλα τα επίπεδα έτσι ώστε όλο το εμπλεκόμενο προσωπικό να γνωρίζει τις σχετικές απαιτήσεις (Εργοδότη και Νομοθεσίας) και τη σημασία της ικανοποίησής τους για τον καθορισμό και τελικά την επίτευξη των ευρύτερων στόχων και, ως εκ τούτου, την αποτελεσματική λειτουργία.
- b) Τον καθορισμό της πολιτικής ποιότητας που εκφράζει τη δέσμευση και παρέχει κατευθυντήριες γραμμές για την υλοποίηση των στόχων.
- c) Τον καθορισμό μετρήσιμων στόχων και μεθόδων για την παρατήρηση, την καταγραφή, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση όλων των διαδικασιών για την αποτελεσματική εκτέλεση του έργου.

δ) Διασφάλιση της διαθεσιμότητας πόρων (τεχνογνωσία, εκπαιδευμένο προσωπικό, κατάλληλος εξοπλισμός, πόροι κ.λπ.) για την εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας του έργου.

ε) Επανεξέταση του συστήματος και επεξεργασία τυχόν αποκλίσεων/αστοχιών του συστήματος.

1.2.1. Διαδικασίες διαχείρισης της ποιότητας

Οι υπάλληλοι, οι υπεργολάβοι, οι προμηθευτές του εργολάβου θα εφαρμόσουν το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας Έργου όπως περιγράφεται στις Διαδικασίες του εγχειριδίου Διαχείρισης Ποιότητας του Έργου. Ο διευθυντής του τμήματος ποιοτικού ελέγχου, σε συνεργασία με τον διευθυντή έργου, τους υπεύθυνους πειθαρχικών διαδικασιών και τους μηχανικούς, είναι υπεύθυνος για την παρακολούθηση του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας του έργου και για τη βελτίωσή του ώστε να συμμορφώνεται με τις εξελίξεις και να παραμένει ρεαλιστικό και εφικτό.

1.2.2. Εστίαση στον πελάτη

Ο ανάδοχος εφαρμόζει τεκμηριωμένες διαδικασίες ώστε η σύμβαση να μελετηθεί σε βάθος και να διασφαλίζεται η πλήρης κατανόηση των συμβατικών απαιτήσεων. Έμπειρο και εξειδικευμένο προσωπικό του Τμήματος Συμβάσεων επαληθεύει, ελέγχοντας τη σύμβαση, ότι οι απαιτήσεις του πελάτη είναι σαφείς και τεκμηριωμένες και μεριμνά για την επίλυση πιθανών διαφορών μεταξύ της σύμβασης και της προσφερόμενης προσφοράς.

Κατά την εκτέλεση του έργου, επανεξετάζονται τυχόν τροποποιήσεις της σύμβασης και μελετώνται οι επιπτώσεις τους στις εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα, καθώς και το χρονοδιάγραμμα του έργου και το κόστος.

Η επικοινωνία με τον πελάτη σχετικά με συμβατικά θέματα διαβιβάζεται επίσημα μέσω του συστήματος διαχείρισης εγγράφων.

Όλες οι απαραίτητες πληροφορίες είναι διαθέσιμες στις διοικητικές υπηρεσίες.

1.2.3. Έλεγχος εγγράφων και φάκελοι ποιοτικού ελέγχου

Ο εργολάβος θα μεριμνήσει ώστε όλα τα έγγραφα και τα αρχεία να εντοπίζονται, να επαληθεύονται, να επικαιροποιούνται και να είναι διαθέσιμα για επανεξέταση από τον εργοδότη. Τα αρχεία ελέγχου ποιότητας διασφαλίζουν ότι στο έργο τηρούνται όλα τα πρότυπα και οι κατευθυντήριες γραμμές του πελάτη. Ο κατάλογος ελέγχου ποιότητας θα

παρακολουθεί (και θα βελτιώνει) την ποιότητα του έργου καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Ο εντοπισμός και η ιχνηλασιμότητα θα πρέπει να επιτυγχάνονται στον βαθμό που απαιτείται (συμβατική απαίτηση, κρίσιμος χαρακτήρας του έργου) και είναι εφικτός (φύση των καθηκόντων) από:

- Σήμανση υλικών στο έργο
- Σχέδια και προδιαγραφές αρχειοθέτησης
- Συμπλήρωση και αρχειοθέτηση των εντύπων ελέγχου και προόδου
- Αρχειοθέτηση πληροφοριών, όπως πιστοποιητικά υλικού, δελτία παραγγελίας, συμβάσεις με υπεργολάβους/προμηθευτές κ.λπ.
- Ημερολόγιο έργου

1.2.4. Τμήμα ποιοτικού ελέγχου

Ο διευθυντής του τμήματος ποιοτικού ελέγχου είναι υπεύθυνος για την παρακολούθηση της εφαρμογής και της συμμόρφωσης του συστήματος διαχείρισης ποιότητας του έργου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO 9001: 2015, τις συμβατικές απαιτήσεις και την πολιτική ποιότητας του, από όλους τους υπαλλήλους και τους εταίρους, στους τομείς στους οποίους αφορά ο καθένας. Πιο συγκεκριμένα:

- Διαχειρίζεται το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας και εποπτεύει/συντονίζει την εφαρμογή και τη βελτίωσή του, ώστε να ενημερώνεται συνεχώς, να είναι εφικτό και ρεαλιστικό.
- Διασφαλίζει τη συμμόρφωση του προσωπικού με την πολιτική ποιότητας και τους ποιοτικούς στόχους που σχετίζονται με το έργο.
- Προτείνει στη διοίκηση τους απαιτούμενους πόρους (προσωπικό, κατάρτιση, εξοπλισμός, τεχνογνωσία κ.λπ.) για την αποτελεσματική εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας.
- Υποβάλλει εκθέσεις σχετικά με τις επιδόσεις του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας στον εργοδότη μέσω μηνιαίων εκθέσεων.
- Διενεργεί τους εσωτερικούς ελέγχους ποιότητας.
- Εκτελεί και ελέγχει το εγχειρίδιο ποιότητας του έργου και το σχέδιο ποιοτικού ελέγχου.

- Εκτελεί τις υποχρεώσεις που περιγράφονται σε καθεμία από τις διαδικασίες του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας.
- Επιβλέπει την εκτέλεση και την τεκμηρίωση των δραστηριοτήτων διαχείρισης της ποιότητας.
- Συμμετέχει σε συνεδριάσεις διαχείρισης κινδύνων με σκοπό τον εντοπισμό πιθανών απειλών και ευκαιριών.

Σε συνέχεια του διευθυντή του ποιοτικού ελέγχου, βρίσκονται ο μηχανικοί που είναι υπεύθυνοι για τον ποιοτικό έλεγχο οι οποίοι υποβάλλουν εκθέσεις στον διευθυντή ποιοτικού ελέγχου, ελέγχουν και παρακολουθούν όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με την ποιότητα. Ειδικότερα, είναι υπεύθυνοι για:

- Την εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας.
- Την συνδρομή στην κατάρτιση του Εγχειριδίου Ποιότητας του Έργου και όλων των σχετικών εγγράφων.
- Την διασφάλιση της τήρησης των εγχειριδίων ποιότητας και των διαδικασιών της ομάδας.
- Τον συντονισμό κρατικών φορέων/οργανισμών για τις επιθεωρήσεις.
- Την διασφάλιση της διενέργειας των δοκιμών.
- Την προετοιμασία πιστοποιήσεων και τεκμηρίωσης QC.
- Τον συντονισμό των εργασιών σε συνεργασία με τον έλεγχο τρίτου μέρους.
- Την κατάρτιση όλων των εκθέσεων που πρέπει να υποβάλλονται στον εργοδότη, για παράδειγμα ημερήσιες και μηνιαίες εκθέσεις.
- Την εποπτεία των εργαστηρίων.
- Την διασφάλιση ότι τα υλικά είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές.
- Τον συντονισμό του ελέγχου εγγράφων.
- Την αναθεώρηση των σχεδίων δοκιμής και επιθεώρησης (Inspection Test Plan-ITP).
- Την επανεξέταση των μεθόδων.
- Την επανεξέταση των οδηγιών εργασίας.

- Την επανεξέταση εργαστηριακών διαδικασιών και τήρηση αρχείων.

Η υλοποίηση του συνόλου που απαιτείται για το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας Έργου είναι υποχρεωτική για όλο το προσωπικό, τους σχεδιαστές, τους προμηθευτές και τους υπεργολάβους του ανάδοχου και επαληθεύεται από τους υπεύθυνους των διαφόρων τμημάτων.

Όλο το προσωπικό του ανάδοχου πρέπει να εφαρμόζει συνειδητά το σύστημα διαχείρισης της ποιότητας του έργου και τις τεκμηριωμένες διαδικασίες που έχει, καθώς και να επισημαίνει τυχόν ατέλειες ή σημεία προς βελτίωση.

Το σύστημα διαχείρισης της ποιότητας του έργου επανεξετάζεται συνήθως ετησίως με σκοπό τα παρακάτω:

- Αξιολόγηση της καταλληλότητας και της αποτελεσματικότητας του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας των έργων.
- Εξακρίβωση και αξιολόγηση της αλληλεξάρτησης του συστήματος με τους στόχους του πελάτη.
- Λήψη αποφάσεων για την περαιτέρω ανάπτυξη του συστήματος.

Η ανασκόπηση από τη διοίκηση τεκμηριώνεται στα πρακτικά των συνεδριάσεων.

1.2.5. Εργασιακό περιβάλλον

Το εργασιακό περιβάλλον αναφέρεται σε όλες τις συνθήκες υπό τις οποίες εκτελούνται οι εργασίες που επηρεάζουν την ποιότητα.

Ο εργολάβος ενθαρρύνει το θετικό κλίμα στο εργασιακό περιβάλλον μέσω από:

- οικονομικά κίνητρα.
- ενθάρρυνση της επικοινωνίας με τη διοίκηση.
- τοποθέτηση προσωπικού σε θέσεις εργασίας που ανταποκρίνονται στις δεξιότητες και τις προτιμήσεις τους.

Οι απαραίτητες φυσικές συνθήκες στους χώρους εργασίας εξασφαλίζονται από τα ακόλουθα:

- διατήρηση αυστηρά καθορισμένων περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, αερισμός, φωτισμός).

- τήρηση αυστηρών κανόνων υγιεινής.
- εργονομία.
- χρήση μέσων ατομικής προστασίας.
- επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου και κραδασμών.
- επιτρεπόμενη φόρτιση περιβάλλοντος εργασίας με ρύπους.

1.3. Εισαγωγή στη Διαχείριση υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο

Η διαχείριση ποιότητας στον τομέα των κατασκευών είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που αποσκοπεί στη διασφάλιση ότι τα κατασκευαστικά έργα ανταποκρίνονται ή υπερβαίνουν τις προσδοκίες όλων των εμπλεκόμενων μερών, συμπεριλαμβανομένων των πελατών, των εργολάβων, της τοπικής κοινωνίας αλλά και των ρυθμιστικών αρχών. Ο στόχος είναι να παραδοθεί ένα τελικό προϊόν, αλλά και να πληροί επίσης καθορισμένα πρότυπα ποιότητας και να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του έργου. Η εφαρμογή αποτελεσματικών πρακτικών διαχείρισης ποιότητας συμβάλλει στη μείωση των ελαττωμάτων, βελτιώνει την αποδοτικότητα, ενισχύει τη φήμη του έργου και ελαχιστοποιεί τους κινδύνους που σχετίζονται με τα κατασκευαστικά έργα. Συμβάλλει στη συνολική επιτυχία και βιωσιμότητα του κατασκευαστικού κλάδου. Ένα κατασκευαστικό έργο εξαρτάται από την ύπαρξη εκπαιδευμένων ανθρώπων με τις κατάλληλες δεξιότητες και τον απαραίτητο εξοπλισμό που είναι σε θέση να παραδώσουν το έργο εγκαίρως και εντός προϋπολογισμού. Η ύπαρξη των σωστών υλικών, στο σωστό μέρος και την κατάλληλη στιγμή είναι εξίσου σημαντικά με την ύπαρξη των ταμειακών ροών και κεφαλαίου για την προμήθεια της εργασίας και των υλικών (Patil & Pataskar, 2013).

Η ανθρώπινη εργασία, τα υλικά, τα εργαλεία, ο εξοπλισμός και η ροή των χρημάτων είναι τα κύρια στοιχεία κάθε κατασκευαστικού έργου. Η διαχείριση υλικών είναι το σύστημα σχεδιασμού και ελέγχου για να διασφαλιστεί ότι η σωστή ποιότητα και ποσότητα υλικών και εξοπλισμού, καθορίζονται εγκαίρως. Τα υλικά πρέπει να λαμβάνονται σε λογικό κόστος και να είναι διαθέσιμα για χρήση όταν χρειάζονται. Το κόστος των υλικών αντιπροσωπεύει μεγάλο ποσοστό του συνολικού κόστους. Η διαθεσιμότητα και η ποιότητα των υλικών που παραδίδονται στο εργοτάξιο αναγνωρίζεται ως ένας από τους πιο κρίσιμους παράγοντες που έχουν αντίκτυπο στην κατασκευή. Σημειώνεται ότι τα υλικά ενός έργου μπορούν να αντιπροσωπεύουν από το 30% έως το 70% του συνολικού κόστους του έργου (Patel & Vyas, 2011) και έχουν αναγνωριστεί ως ένας από τους σημαντικότερους τομείς όπου

μπορούν να γίνουν σημαντικές βελτιώσεις και εξοικονομήσεις (Vorster & Lucko, 2002). Η εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος διαχείρισης υλικών συμβάλλει σε πιο προβλέψιμα αποτελέσματα του έργου, μειωμένο κόστος, βελτιωμένη παραγωγικότητα και ποιότητα και ασφαλέστερο εργασιακό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τους Khyomesh, Patel και Chetna (2011), στόχοι της διαχείρισης υλικών είναι οι εξής:

- Αποτελεσματικός σχεδιασμός υλικών
- Αγορά
- Παραλαβή
- Αποθήκευση και έλεγχος αποθεμάτων
- Διανομή υλικών
- Διασφάλιση ποιότητας
- Καλή σχέση προμηθευτή και πελάτη
- Αποδοτικότητα μεταξύ των τμημάτων.

Για να εκπληρωθούν όλοι αυτοί οι στόχοι, είναι απαραίτητο να υπάρχει αρμονία και καλός συντονισμός μεταξύ όλων των εργαζομένων του τμήματος διαχείρισης υλικών αλλά και καλός συντονισμός με τα άλλα τμήματα του οργανισμού. Ο προγραμματισμός είναι ο πυρήνας της ύπαρξης αποτελεσματικών συστημάτων διαχείρισης για τον έλεγχο των υλικών. Ανεξάρτητα από το μέγεθος του έργου, όλα τα έργα πρέπει να έχουν σχέδιο.

Κατά τη διαχείριση ενός έργου κατασκευής αγωγών, η επιλογή προμηθευτών, η προμήθεια υλικών, η ανάπτυξη βέλτιστου επιπέδου επιθεώρησης, ο σχεδιασμός και η διαχείριση της εισροής υλικών σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, η διαχείριση του αποθέματος, η σωστή αποθήκευση, η διαχείριση της εκροής υλικών που υποστηρίζεται από το εργοτάξιο, είναι μεγάλες προκλήσεις που αντιμετωπίζονται σε ένα έργο κατασκευής αγωγού φυσικού αερίου. Ως εκ τούτου, σε αυτό το πλαίσιο, έχει γίνει προσπάθεια να κατασκευαστεί ένα σύστημα διαχείρισης υλικών που θα είναι εφαρμόσιμο για την κατασκευή ενός αγωγού. Στόχος αυτής της ερευνητικής εργασίας είναι να μοντελοποιήσει το σύστημα διαχείρισης υλικών εφαρμόζοντας διαφορετικές μεθόδους για την επιθεώρηση των υλικών, την αποθήκευση και τον έλεγχο των αποθεμάτων καθώς και η ανάλυση της επίδρασης της διαχείρισης υλικών σε κατασκευαστικά έργα.

1.3.1. Διαχείριση κινδύνων

Ο εργολάβος θα εφαρμόσει διαδικασία διαχείρισης κινδύνου, επικεντρωμένη στους ποιοτικούς κινδύνους, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι το έργο θα παραδοθεί με την καλύτερη δυνατή ποιότητα εργασίας, χωρίς καθυστερήσεις που επηρεάζουν το συμβατικό χρονοδιάγραμμα. Η εν λόγω διαδικασία διαχείρισης κινδύνων θα περιλαμβάνει ένα μητρώο κινδύνων στο οποίο θα περιγράφονται λεπτομερώς τα μέτρα που πρέπει να εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση κάθε κινδύνου, καθώς και τα απαραίτητα εργαλεία, δηλαδή οι βασικοί δείκτες επιδόσεων για την παρακολούθηση της δέσμευσης όσον αφορά τους στόχους που απαιτούνται για την ελαχιστοποίηση τυχόν κινδύνων.

Το μητρώο κινδύνων θα τροφοδοτείται με κρίσιμα στοιχεία κινδύνου/περιοχές κινδύνου, όπως προκύπτουν από τις προδιαγραφές του πελάτη και τις προτάσεις μετριασμού. Αφού προσδιοριστεί ο τύπος κινδύνου, το βασικό επόμενο βήμα για την ομάδα διαχείρισης του έργου θα είναι η διευκόλυνση μιας συνεχούς και συνεπούς διαδικασίας διαχείρισης. Οι διαβαθμίσεις κινδύνου θα δίδονται σε καθέναν από τους εντοπισμένους κινδύνους με βάση την πιθανότητα και τη σοβαρότητα.

Μέσω αυτής της διαδικασίας και της εμπειρογνωμοσύνης, των γνώσεων και της πείρας του εργολάβου, θα φροντίσει για μια συνολική προστασία όσον αφορά την πρόβλεψη, τον μετριασμό ή την αποτελεσματική αντιμετώπιση των μεγάλων ποιοτικών κινδύνων, ενώ οι εμφανείς κίνδυνοι, όπως η κλίμακα, η πολυπλοκότητα και τα στενά χρονοδιαγράμματα του έργου, περιορίζονται σε συνήθη καθήκοντα λόγω της ειδικής εμπειρίας του σε παρόμοια έργα.

2. Η έννοια της διαχείρισης υλικών

Σύμφωνα με Khyomeshet (2011), η διαχείριση υλικών μπορεί να οριστεί ως μια διαδικασία που συντονίζει τον σχεδιασμό, την αξιολόγηση των απαιτήσεων, τις πηγές αγοράς, την αγορά, την μεταφορά, την αποθήκευση και τον έλεγχο υλικών, την ελαχιστοποίηση της σπατάλης και βελτιστοποίηση της κερδοφορίας με μείωση του κόστους των υλικών. Είναι μια συντονιστική λειτουργία υπεύθυνη για το σχεδιασμό και τον έλεγχο της ροής των υλικών. Τα κατασκευαστικά έργα εξαρτώνται από την ύπαρξη των σωστών ανθρώπων με τις κατάλληλες δεξιότητες και εξοπλισμό που είναι σε θέση να παραδώσουν το έργο εγκαίρως και εντός προϋπολογισμού. Έχοντας τα σωστά υλικά, στο σωστό μέρος την

κατάλληλη στιγμή και έχοντας τις ταμειακές ροές και το κεφάλαιο για την προμήθεια της εργασίας είναι εξίσου σημαντικά (Okorochoa, 2013).

2.1. Διαδικασίες Διαχείρισης Υλικών και Λειτουργίες

Ορισμένες από αυτές τις διαδικασίες και λειτουργίες περιλαμβάνουν τον σχεδιασμό του έργου, τον προσδιορισμό υλικών, τις προσφορές από προμηθευτές, την αγορά, τον έλεγχο αποθεμάτων, την αποθήκευση, και την αποστολή (Safa, Shahi, Haas & Hipel, 2014) (Bell & Stukhart, 1986). Ας αναλύσουμε ορισμένες έννοιες.

- *Σχεδιασμός του έργου*

Στη διαχείριση υλικών, ο σχεδιασμός είναι το πιο σημαντικό μέρος της συνολικής διαδικασίας διαχείρισης υλικών (Renetal, 2011). Η διαδικασία σχεδιασμού περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των απαιτούμενων υλικών, καθορίζονται οι επιθυμητές ποσότητες του αποθέματος-στόχου, καθορίζονται οι χρόνοι παράδοσης και προγραμματίζονται οι αποθηκευτικοί χώροι. Συνήθως, ο προσδιορισμός για την απαιτούμενη ποσότητα των υλικών, αναπτύσσεται με βάση τον λεπτομερή σχεδιασμό του έργου, τις τιμές των υλικών, τα σχέδια προμηθειών και το χρονοδιάγραμμα του έργου. Ως εκ τούτου, η παραγωγικότητα θα πληγεί εάν ο προγραμματισμός των υλικών δεν εκτελείται σωστά. Ο σχεδιασμός της υλοποίησης του έργου συνάδει με τις απαιτήσεις των διαδικασιών του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας του έργου. Κατά τον σχεδιασμό της υλοποίησης του έργου πρέπει να ληφθούν υπόψη:

1. Οι συμβατικές απαιτήσεις για το έργο.
 2. Η ανάγκη να θεσπιστούν διαδικασίες και έγγραφα και να παρασχεθούν ειδικοί πόροι για το έργο.
 3. Οι απαιτούμενες δραστηριότητες επαλήθευσης, επικύρωσης, παρακολούθησης, μέτρησης, επιθεώρησης και δοκιμής που αφορούν ειδικά το έργο και τα κριτήρια αποδοχής του προϊόντος.
 4. Αρχεία που απαιτούνται για την παροχή στοιχείων που αποδεικνύουν ότι οι διαδικασίες υλοποίησης και το προϊόν που προκύπτει πληρούν τις συμβατικές απαιτήσεις.
- Το αποτέλεσμα αυτού του σχεδιασμού είναι η ανάπτυξη του σχεδίου ποιότητας του έργου, το οποίο περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Δράσεις που επηρεάζουν την ποιότητα του έργου που περιγράφεται στις διαδικασίες λειτουργίας και ποιότητας.
2. Αναγκαίοι έλεγχοι και δοκιμές που περιγράφονται στο εγχειρίδιο ποιότητας του έργου και στο σχέδιο ποιότητας του έργου που θα δούμε παρακάτω.
3. Απαιτούμενοι πόροι για το έργο (ανθρώπινοι πόροι, εξοπλισμός κ.λ.).
4. Προσόντα και ευθύνες του προσωπικού που περιγράφονται στις διαδικασίες.
5. Απαιτούμενες εκθέσεις, αρχεία και φάκελοι ελέγχου και προόδου, όπως απαιτείται στις διαδικασίες λειτουργίας και ποιότητας.
6. Προδιαγραφές και κανονισμοί που τηρούνται και ενσωματώνονται σε όλα τα έγγραφα που υποβάλλονται προς έγκριση στον εργοδότη.

- *Διάθεση πόρων*

Η διοίκηση του εργολάβου καθορίζει και παρέχει τους απαιτούμενους πόρους για την υλοποίηση του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας του Έργου κατά την Επισκόπηση του Συστήματος Ποιότητας ή/και Έκτακτα. Όσον αφορά τους πόρους, αναφέρουμε τα εξής:

- a. Οικονομικοί πόροι
- b. Υλικά και προμηθευτές
- c. Εγκαταστάσεις
- d. Εξοπλισμός
- e. Τεχνολογία (λογισμικό, λογιστικά προγράμματα)
- f. Προσωπικό

Η διοίκηση καθορίζει εγκαίρως τους πόρους που θεωρούνται ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των επιχειρηματικών στόχων για τη βελτίωση του συστήματος και τη συνεχή ικανοποίηση των εργοδοτών.

- *Προσδιορισμός των υλικών*

Ο σκοπός του προσδιορισμού είναι να ληφθεί μια πραγματική συνολική ποσότητα υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή βάσει σχεδίων. Εκτός από τις ποσότητες υλικών, αυτή η διαδικασία είναι σε θέση να εξακριβώσει τις προδιαγραφές των υλικών. Τον τύπο του υλικού και τις ακριβείς ποσότητες για το καθένα. Μια κατασκευαστική εταιρεία επίσης, θα πρέπει να είναι σε θέση να λάβει συνετή απόφαση μεταξύ της αγοράς πρώτων υλών και

της παραγωγής τους. Κατά τη λήψη αυτής της απόφασης, θα πρέπει να αναλυθεί το συγκριτικό πλεονέκτημα της δημιουργίας ή της αγοράς. Σύμφωνα με τον Ogbadu, (2009), πολλοί παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την απόφαση λήψης ή αγοράς. Οι παράγοντες υπέρ της αγοράς πρώτων υλών περιλαμβάνουν:

- a. Όταν η αγορά ενός υλικού είναι πιο οικονομική σε σύγκριση με την παραγωγή του.
- b. Οι απαιτούμενες ποσότητες είναι πολύ μικρές για την οικονομική παραγωγή.
- c. Κατανομή του οικονομικού κινδύνου μεταξύ πελατών και προμηθευτών.

Από την άλλη, η απόφαση παραγωγής πρώτων υλών μπορεί να αυξήσει την κερδοφορία όταν πραγματοποιείται υπό αυτές τις συνθήκες:

- a. Δυνατότητα εξάντλησης αδρανούς χώρου και πόρων.
 - b. Δυνατότητα αξιοποίησης υλικών έπειτα από επεξεργασία (κόψιμο σωλήνα).
 - c. Μεγαλύτερη αγοραστική δύναμη με μεγάλες παραγγελίες ενός συγκεκριμένου υλικού.
 - d. Ικανότητα διαχείρισης πόρων
- Προσφορές από προμηθευτές

Η διαδικασία για την εύρεση προμηθευτών σχετίζεται με την αξιολόγηση τους καθώς και η τυχόν συνεργασία σε προηγούμενα έργα. Τα κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την αξιολόγηση των προμηθευτών είναι η τιμή, η ποιότητα, ο χρόνος παράδοσης, το απόθεμα που κατέχουν και η ευελιξία. Ωστόσο, η προτεραιότητα αυτών των κριτηρίων εξαρτάται από τις στρατηγικές κάθε οργανισμού (Ali, 2014).

- Αγορά

Ο σκοπός της διαδικασίας αγοράς είναι να παρέχει τα υλικά στο σωστό χρόνο, τόπο, με την προκαθορισμένη ποιότητα και σύμφωνα με τον προϋπολογισμό (Kasim, Anumba & Dainty, 2005). Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, πρέπει να ληφθεί υπόψη το τρέχον απόθεμα και η διαθεσιμότητα αποθηκευτικών χώρων για την αποφυγή προβλημάτων. Η οικονομική αγορά είναι ο στόχος κάθε επιχείρησης, αλλά τα φθηνά υλικά μπορεί να μην είναι απαραίτητα ποιοτικά. Ως εκ τούτου, ένας διαχειριστής υλικών θα κάνει έρευνα για τις φθηνές και ποιοτικές πρώτες ύλες. Το σημαντικότερο στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον προγραμματισμό του κέρδους είναι η αγορά της κατάλληλης ποιότητας

στην κατάλληλη τιμή. Οι συμβάσεις σε υψηλού επιπέδου τεχνικούς τομείς απαιτούν δεξιότητες και πείρα εκ μέρους του διευθυντή της αγοράς.

Η βελτίωση του κόστους είναι απλώς το αποτέλεσμα της μαθησιακής επίδρασης μεταξύ των εργαζομένων, αντανακλώντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων και χειρισμού που συμβαίνει όταν μια εργασία εκτελείται ταυτόχρονα. Σύμφωνα με Ayoade (2004), ο κύκλος αγοράς περιλαμβάνει την αναγνώριση και την περιγραφή της ανάγκης, μεταφορά της ανάγκης, διερεύνηση και επιλογή του προμηθευτή, παραγγελία, παραλαβή και επιθεώρηση του παρεχόμενου αγαθού, έλεγχος της τιμολόγησης και κλείσιμο της παραγγελίας. Το αποτέλεσμα της απόκτησης υποβαθμισμένων υλικών μπορεί να μειωθεί αγοράζοντας από τους σωστούς προμηθευτές στη σωστή τιμή χωρίς διαπραγμάτευση της ποιότητας.

- *Έλεγχος αποθεμάτων*

Στόχος του ελέγχου των υλικών είναι να αποφευχθεί η έλλειψη ή το πλεόνασμα υλικών στα εργοτάξια. Αυτή η διαδικασία σχετίζεται με το χειρισμό, τη διανομή και τη χρήση υλικών. Ο έλεγχος αποθεμάτων αναφέρεται σε ένα σύστημα, το οποίο εξασφαλίζει την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας και ποιότητας του αποθέματος στον απαιτούμενο χρόνο και ταυτόχρονα αποτρέπει τις περιττές επενδύσεις. Σύμφωνα με Patil & Pataskar (2013), Στόχοι του ελέγχου αποθεμάτων είναι

1. Διατήρηση επαρκούς αποθέματος πρώτων υλών κατά την περίοδο που ενδεχομένως να υπάρχει έλλειψη προσφοράς και μεταβολή στις τιμές.
2. Έλεγχος των επενδύσεων σε αποθέματα και διατήρησή τους σε βέλτιστο επίπεδο.
3. Προστασία των αποθεμάτων από φθορά και μη εξουσιοδοτημένη χρήση.

Ειδικότερα, ο έλεγχος των αποθεμάτων βελτιώνει την κερδοφορία μειώνοντας το κόστος αποθήκευσης και χειρισμού των υλικών. Ο έλεγχος αποθεμάτων είναι ένα μέσο με το οποίο διατίθενται υλικά της σωστής ποιότητας και ποσότητας, όταν χρειάζεται, λαμβάνοντας δεόντως υπόψη το κόστος παραγγελίας, την τιμή αγοράς και το κεφάλαιο κίνησης. Ο έλεγχος αποθεμάτων καθορίζει την έκταση της διατήρησης αποθεμάτων υλικών. Επιτρέπει επίσης στον υπεύθυνο διαχείρισης υλικών να εκτελεί ακριβή και αποτελεσματική αξιολόγηση του αποθέματος στην αποθήκη. Η έλλειψη υλικών μπορεί να οδηγήσει σε αναστάτωση. Οι πελατειακές σχέσεις πλήττονται, ενώ τα μηχανήματα και ο εξοπλισμός δεν χρησιμοποιούνται πλήρως και αποδοτικά. Ως εκ τούτου, μια εταιρεία μπορεί να

πραγματοποιήσει σημαντική εξοικονόμηση μόνο χρησιμοποιώντας μια ορθολογική διαδικασία για τον έλεγχο των αποθεμάτων.

- *Υποδομές*

Η οργάνωση περιλαμβάνει επίσης τον καθορισμό και την εξασφάλιση των αναγκαίων πόρων, σύμφωνα με τις συμβατικές απαιτήσεις και την ανάλυση των δραστηριοτήτων που εμπλέκονται στην υλοποίηση. Ο όρος «υποδομή» περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Εγκαταστάσεις
2. Χώροι εργασίας
3. Αποθήκες
4. Εργαλεία, μηχανήματα και εξοπλισμός παραγωγής
5. Όργανα και συσκευές για τον ποιοτικό έλεγχο
6. Προγράμματα λογισμικού
7. Άλλες συμπληρωματικές υπηρεσίες (εάν υπάρχουν)

Η ανώτατη διοίκηση διασφαλίζει την άμεση εγκατάσταση του απαραίτητου μηχανολογικού εξοπλισμού στο εργοτάξιο του έργου. Ο εξοπλισμός παρακολουθείται συστηματικά όσον αφορά την καταλληλότητά του (έλεγχοι, επισκευές, συντήρηση κ.λπ.), ώστε να είναι πάντα έτοιμος να υποστηρίξει το έργο που αποσκοπεί στην ορθή υλοποίηση και την ταχεία ολοκλήρωσή του.

- *Αποθήκευση*

Η αποθήκευση στο εργοτάξιο είναι απαραίτητη ώστε τα υλικά να είναι ήδη διαθέσιμα όταν χρειάζεται (Kini, 1999). Ωστόσο, τα αποθηκευμένα υλικά πρέπει να παρακολουθούνται προκειμένου να αποφύγουμε τη σπατάλη, την απώλεια και τα κατεστραμμένα υλικά λόγω αποδιοργανωμένου αποθέματος, ακατάλληλης διαλογής ή εσφαλμένης κατανομής (Kasimetal, 2005). Αυτό περιλαμβάνει τον προσεκτικό χειρισμό του αποθέματος και τη διατήρηση τέλειου ελέγχου επ' αυτού. Ο χειρισμός του υλικού είναι μία από τις εκδηλώσεις που πραγματοποιούνται από τους διαχειριστές υλικών και μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματικό εργαλείο για την εξοικονόμηση κόστους και τη διατήρηση κέρδους. Η αποθήκευση υλικών πρέπει να γίνεται ανάλογα με τη φύση και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες κατασκευής. Για παράδειγμα, ο άνθρακας και το σιδηρομετάλλευμα αποθηκεύονται συνήθως στο έδαφος. Οι χημικές ουσίες, τα χρώματα και τα έλαια φυλάσσονται σε δεξαμενές. Κέρδη μπορούν να επιτευχθούν εάν οι διαχειριστές

διαχειριστούν επιτυχώς ζητήματα που σχετίζονται με την τοποθεσία των αποθηκών, τη διαρρύθμιση και τον έλεγχο του εξοπλισμού, την προστασία των χώρων, τα ζητήματα παραγωγής, τα λογιστικά βιβλία αποθήκης και τη διάθεση απαρχαιωμένων υλικών. Για τη διαχείριση των εγκαταστάσεων αποθήκευσης λαμβάνονται υπόψη τουλάχιστον τα ακόλουθα:

- a. Ιχνηλάτηση υλικών.
- b. Ειδικές οδηγίες για την αποθήκευση και τη συντήρηση επικίνδυνων και ευαίσθητων υλικών.
- c. Κατάλληλη κατάρτιση του προσωπικού που χειρίζεται επικίνδυνα και ευαίσθητα υλικά.
- d. Παρακολούθηση των ημερομηνιών λήξης.
- e. Καθιέρωση περιοδικών επιθεωρήσεων των αποθηκευμένων υλικών ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα των προϊόντων ώστε να διαπιστωθεί ότι δεν έχουν υποστεί φθορά κατά την αποθήκευση.
- f. Καθαρισμός χώρων εργασίας και χρήση Μέσων Ατομικής Προστασίας όπου κρίνεται αναγκαίο.

- *Αποστολή*

Ο στόχος της διαδικασίας της αποστολής είναι να διασφαλιστεί ότι οι επιλεγμένοι προμηθευτές παραδίδουν τα υλικά σύμφωνα τις τεχνικές προδιαγραφές και τον απαραίτητο εξοπλισμό στο εργοτάξιο, σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα, τους όρους και την ημερομηνία που καθορίζονται στην εντολή αγοράς (Caldas, Menches, Reyes, Navarro & Vargas, 2015). Φυσικά συνοδευόμενη από όλα τα απαραίτητα έγγραφα της μεταφοράς. Σημαντική πτυχή της παραλαβής των υλικών είναι ο έλεγχος της πηγής του παρεχόμενου αγαθού και η διασφάλιση της συμμόρφωσής τους με τις προδιαγραφές που περιέχονται στην εντολή αγοράς. Απορρίπτονται οι αλλοιώσεις και τα υλικά που δεν ανταποκρίνονται στα πρότυπα, εμποδίζοντας έτσι την επιχείρηση να διατηρήσει περιττό κόστος και ως εκ τούτου, να προωθήσει την κερδοφορία. Η επίδραση των υλικών για την αποδοτικότητα του οργανισμού πρέπει να συνδυάζεται με την παραγωγή, η οποία μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημίες στην επιχείρηση.

- *Διαχείριση αλλαγών*

Οι αλλαγές είναι αναπόφευκτες και ξεκινούν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της εκτέλεσης του έργου. Οι αλλαγές αυτές ενδέχεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο περιβάλλον, την κοινότητα, την ασφάλεια της υγείας, την ακεραιότητα, το κόστος ή το χρονοδιάγραμμα. Η διαδικασία διαχείρισης αλλαγών θα εφαρμοστεί προκειμένου ο εργολάβος να διασφαλίσει ότι οι αλλαγές επανεξετάζονται και εγκρίνονται δεόντως από προσωπικό με την απαιτούμενη εμπειρογνωμοσύνη πριν από την εφαρμογή, ώστε να εξαλειφθούν οι κίνδυνοι στον χώρο εργασίας που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε τραυματισμούς, βλάβη του εξοπλισμού, επιπτώσεις στη φήμη ή στο περιβάλλον.

- *Επιθεωρήσεις-Έλεγχοι*

Καταρτίζονται σχέδια επιθεώρησης και δοκιμών που περιγράφουν λεπτομερώς τη διαδικασία των επιθεωρήσεων, των επαληθεύσεων, των δοκιμών και των αποδεικτικών εγγράφων που απαιτούνται για τον ποιοτικό έλεγχο των εργασιών. Ο εργολάβος θα διενεργεί ποιοτικό έλεγχο, επιθεωρήσεις και δοκιμές κατά την εκτέλεση των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Το σύστημα ποιότητας θα περιλαμβάνει διαδικασίες που διασφαλίζουν ότι η κατάσταση της επιθεώρησης και των δοκιμών είναι ικανοποιητικές πριν από την πρόοδο των επακόλουθων δραστηριοτήτων. Θα πρέπει να τηρείται χρονοδιάγραμμα όλου του εξοπλισμού επιθεώρησης, μέτρησης και δοκιμής που χρησιμοποιείται στις δραστηριότητες που καλύπτονται από τα οικεία σχέδια δοκιμών και επιθεωρήσεων. Ο εξοπλισμός λαμβάνει μοναδικό αναγνωριστικό αριθμό/κωδικό. Το χρονοδιάγραμμα περιλαμβάνει τις προηγούμενες και τις επόμενες ημερομηνίες επιθεώρησης-διακρίβωσης. Οι αριθμοί και οι ημερομηνίες δοκιμής καταγράφονται σε σχέση με τον αριθμό αναγνώρισης του εξοπλισμού. Ο ανάδοχος εφαρμόζει τεκμηριωμένη διαδικασία για τον έλεγχο της επάρκειας του εξοπλισμού μέτρησης και δοκιμής όσον αφορά τη διακρίβωσή τους πριν από τη χρήση. Στο σύστημα ποιότητας του αναδόχου υπάρχει κατάλογος που περιλαμβάνει όλο τον εξοπλισμό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο έργο και το χρονοδιάγραμμα για τη διακρίβωσή του. Η διακρίβωση του εξοπλισμού για ελέγχους, μετρήσεις και δοκιμές πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η διακρίβωση συνήθως πραγματοποιείται εξωτερικά, όταν αυτά εκτελούνται από διαπιστευμένο εργαστήριο και φυλάσσονται πιστοποιητικά.

- *Εσωτερικοί έλεγχοι ποιότητας*

Οι εσωτερικοί έλεγχοι ποιότητας διενεργούνται σύμφωνα με την τεκμηριωμένη διαδικασία «Εσωτερικοί έλεγχοι ποιότητας» για τη διατήρηση ενός αποτελεσματικού συστήματος διαχείρισης της ποιότητας των έργων. Οι έλεγχοι προγραμματίζονται από τον διευθυντή του τμήματος ποιοτικού ελέγχου, ανάλογα με τη σημασία και την πολυπλοκότητα των καθυκόντων, την εμπειρογνομosύνη του εμπλεκόμενου προσωπικού και τα πορίσματα προηγούμενων ελέγχων. Τα αποτελέσματα των ελέγχων καταγράφονται και γνωστοποιούνται στο προσωπικό που είναι αρμόδιο για την υπό επιθεώρηση περιοχή. Οι αποκλίσεις ή/και τάσεις αποτυχίας που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια των επιθεωρήσεων εξετάζονται για τον σχεδιασμό κατάλληλων διορθωτικών ενεργειών. Τα αποτελέσματα των ελέγχων εξετάζονται κατά τη διάρκεια της ανασκόπησης του QMS από τη διοίκηση+.

2.1.1. Πλεονεκτήματα της διαχείρισης υλικών και αποτελέσματα κακής διαχείρισης

Η διαχείριση υλικών είναι μια σημαντική διαδικασία για την υποστήριξη των κατασκευαστικών εργασιών που επηρεάζει τις επιδόσεις του έργου και έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους σημαντικότερους τομείς όπου μπορούν να γίνουν σημαντικές βελτιώσεις και εξοικονομήσεις. Η διαχείριση υλικών έχει επιπτώσεις στη διαχείριση του έργου όσον αφορά την ποιότητα, το χρονοδιάγραμμα και το κόστος. Η διαθεσιμότητα και η ποιότητα των υλικών που παραδίδονται στο εργοτάξιο είναι ένας από τους πιο κρίσιμους παράγοντες που έχουν αντίκτυπο στην ποιότητα στα κατασκευαστικά έργα (Oyedele et al., 2015). Είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης υλικών, επειδή η κατανόηση των επηρεαζόμενων παραγόντων μπορεί να βοηθήσει τους διευθυντές να τονίσουν και να βελτιώσουν τις διαδικασίες που υποστηρίζουν τη λειτουργία του εργοταξίου και να συμβάλουν στον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων.

2.1.2. Βασικοί παράγοντες για την ενίσχυση των πρακτικών παρακολούθησης των υλικών

Ο βασικός στόχος της διαχείρισης των υλικών όπως εξηγείται από τους Banjoko (2000) και Jacobs et al. (2009), είναι να διασφαλιστεί ότι το σωστό αντικείμενο αγοράζεται και τίθεται στη διάθεση των εργασιών την κατάλληλη στιγμή, στον σωστό τόπο και με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Τονίζεται ότι χωρίς επαρκή προγραμματισμό για τους πόρους, οι συνολικές επιδόσεις ενός οργανισμού μπορεί να επηρεαστούν αρνητικά. Ο Barker (1989) ανέφερε ότι η βελτίωση του εφοδιασμού με μειωμένους χρόνους παράδοσης, η μείωση των

αποθεμάτων, η βελτίωση της συνεργασίας και των επικοινωνιών, η μείωση του κόστους των υλικών, η βελτίωση του ποιοτικού ελέγχου, η βελτίωση του ελέγχου της κατάστασης και ο ταχύτερος εντοπισμός των προβλημάτων αποτελούν τα κύρια οφέλη της διαχείρισης υλικών στους οργανισμούς.

Προκειμένου να υπάρχει αποτελεσματική διαχείριση υλικών σε ένα κατασκευαστικό έργο, καθώς και μείωση του συνολικού κόστους του έργου και καλύτερη ποιότητα, πρέπει να ενισχυθούν οι παρακάτω πρακτικές παρακολούθησης υλικών:

- Εκπαίδευση τόσο για τη διοίκηση όσο και για το προσωπικό: Είναι απαραίτητο να παρέχεται εκπαίδευση και κατάρτιση για να ενθαρρυνθούν και να προωθηθούν τα οφέλη από αποτελεσματικές πρακτικές παρακολούθησης υλικών που θα βοηθήσουν στη βελτίωση της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της μείωσης της κατανάλωσης υλικών (Tam, 2008; Akinradewo, 2016). Εφαρμόζεται τεκμηριωμένη διαδικασία για να διασφαλίσει ότι, προσδιορίζονται οι ανάγκες και προγραμματίζονται και διεξάγονται κατάλληλες διαδικασίες κατάρτισης. Τηρούνται φάκελοι για κατάρτιση/εμπειρογνωμοσύνη του προσωπικού και η κατάρτιση αξιολογείται ως προς την αποτελεσματικότητά της όσον αφορά την κάλυψη των προσδιορισμένων αναγκών.
- Λεπτομερής σχεδιασμός των υλικών: Κανονικά το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί σε όλο το κατασκευαστικό έργο θα πρέπει να υπολογιστεί και θα δηλωθεί στον αρχικό σχεδιασμό της ποσότητας (Akinradewo, 2016; Mbachu & Nkado, 2006). Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να βελτιωθεί ο λεπτομερής σχεδιασμός του υλικού σε πρώιμο στάδιο, γεγονός που θα βοηθήσει στη βελτίωση της παρακολούθησης του υλικού που πρόκειται να αγοραστεί.
- Προετοιμασία για μια καλή παρακολούθηση υλικού (χρονοδιάγραμμα, σχέδιο κ.λ.). Η παρακολούθηση υλικών μπορεί να ενισχυθεί με καλό προγραμματισμό του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί στο εργοτάξιο, προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του χρόνου και των ίδιων των υλικών (Kevin, 2012; Magalhães, Rodrigues & Ferreira, 2012).
- Δημιουργία ενισχυμένου μηχανογραφημένου συστήματος παρακολούθησης υλικού (συστήματα εγγράφων και αρχείων). Ένα αποτελεσματικό σύστημα παρακολούθησης υλικού με τη χρήση μηχανογραφημένου συστήματος έχει τη δυνατότητα να ενσωματώσει το σύνολο των διαδικασιών εργασίας του υλικού και της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι ομάδες

έργου θα έχουν ηλεκτρονική πρόσβαση σε πληροφορίες κατά τη διάρκεια όλων των φάσεων του έργου (Allwood, Ashby, Gutowski & Worrell, 2011; Benton & McHenry, 2010).

- Βελτίωση του λεπτομερούς σχεδιασμού παρακολούθησης υλικού σχετικά με την διάταξη του στο έργο. Για να έχουμε αποτελεσματικές πρακτικές παρακολούθησης υλικού, η θέση του υλικού, είτε προσωρινή είτε μόνιμη, πρέπει να βελτιώνεται μέχρι το σφάλμα να γίνει μηδενικό. Ο λεπτομερής σχεδιασμός του χώρου και της θέσης, μπορεί να επιτρέψει στη διοίκηση να κάνει σημαντικές βελτιώσεις (Grau, Caldas, Haas, Goodrum & Gong, 2009).
- Ενίσχυση του σωστού ελέγχου αποθεμάτων στο εργοτάξιο και στον χώρο αποθήκευσης σωλήνων (Pipe Yard). Η αποθήκευση υλικών στο εργοτάξιο απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να αποφευχθούν απόβλητα, απώλειες και τυχόν ζημιές σε υλικά που θα επηρέαζαν τη λειτουργία του κατασκευαστικού έργου. Πρέπει να υπάρχει κατάλληλος έλεγχος απογραφής επί τόπου, είτε βρίσκονται εκτεθειμένα σε έναν ανοιχτό αποθηκευτικό χώρο είτε σε κλειδωμένο κτίριο, έτσι ώστε η παρακολούθηση να μπορεί να γίνει αποτελεσματικά (Arijeloyeetal, 2016; Almohsen & Ruwanpura 2011; Tam, 2008; Liwan, Kasim & Zainal, 2013).
- Καθημερινή ενημέρωση του υλικού που διατίθεται σε ένα εργοτάξιο. Η καθημερινή ενημέρωση λαμβάνει υπόψη την χρήση για την οποία προορίζονται και την απογραφή τους, η φόρτωση και εκφόρτωση τους, η μεταφορά στο έργο και η παράδοσή τους. Συνιστάται να γίνονται διευθετήσεις ώστε τα υλικά να φθάνουν εγκαίρως. Η βελτίωση της καθημερινής ενημέρωσης των υλικών θα βοηθήσει το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την αγορά να έχει αποτελεσματικότερη διαχείριση και παράδοση στην ώρα του (Tam, 2008; Akinradewo, 2016).
- Παροχή επαρκούς χώρου για αποτελεσματική παρακολούθηση υλικών. Ένα από τα κύρια ζητήματα για την ενίσχυση αποθήκευσης παρέχοντας επαρκή χώρο, είναι λόγω της ανάγκης να συνεχιστούν οι κατασκευαστικές εργασίες διατηρώντας την πρόσβαση στο χώρο και διευκολύνοντας την επαρκή ροή της κυκλοφορίας των υλικών. Έτσι, η προετοιμασία ενός σχεδίου διάταξης θα βοηθήσει στην παρακολούθηση υλικών σε ένα κατασκευαστικό έργο (Zeb, Malik, Nauman, Hanif & Amin, 2015; Almohsen & Ruwanpura, 2011).

- Εκπαίδευση των αποθηκάρων για την ασφάλεια και την παρακολούθηση υλικών. Η κλοπή εξοπλισμού και υλικών αποτελεί σημαντική πηγή απώλειας για τους εργολάβους. Υπάρχει περίπτωση, ο ανάδοχος του έργου να μην αντιληφθεί την απώλεια των υλικών και ως εκ τούτου, οι δεξιότητες των αποθηκευτών πρέπει να ενισχυθούν και να δημιουργηθεί ένα σχέδιο και να ενισχυθεί η ευαισθητοποίηση για το συγκεκριμένο θέμα (Tam, 2008).
- Εισαγωγή τεχνολογίας όπως barcoding και εφαρμογή πληροφοριακών συστημάτων για τη βελτίωση της παρακολούθησης υλικού. Ένας από τους τρόπους βελτίωσης των πρακτικών παρακολούθησης υλικού στη διαχείριση υλικών ήταν η διατήρηση πληροφοριών σε ψηφιακές εφαρμογές και λογισμικά συστήματα. Η εφαρμογή τους μας παρέχει αύξηση της ευελιξίας της εργασίας, επιτρέποντας στους χρήστες να αποκτούν και να ανταλλάσσουν έγγραφα και πληροφορίες και με αυτόν τον τρόπο, να αυξάνουν τα κέρδη και να μειώνουν το κόστος. Εκτός αυτού, βελτιώνει την διαχείριση δεδομένων, της ποιότητας των πληροφοριών και του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος και μειώνει το χρόνο εργασίας του έργου. (Kareem & AbuBakar, 2011).
- Μείωση του κόστους μεταφοράς των υλικών με τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθηθεί και τα μέσα μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθούν. Παροχή υπηρεσιών πληροφόρησης για τον έλεγχο της διανομής προϊόντων, τη διαχείριση της παραγωγής, τις οδηγίες, την κατασκευή και άλλες βασικές πληροφορίες για την παραγωγή.

Σύμφωνα με τους Patil & Patasker (2013), ένα αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης υλικών μπορεί να επιφέρει τα ακόλουθα οφέλη

- Μείωση του συνολικού κόστους των υλικών.
- Καλύτερος χειρισμός υλικού.
- Μείωση των διπλών παραγγελιών.
- Το υλικό βρίσκεται επί τόπου όταν χρειάζεται και στις ποσότητες που απαιτούνται.
- Βελτιώσεις στην παραγωγικότητα της εργασίας.
- Βελτιώσεις στο χρονοδιάγραμμα του έργου.
- Ποιοτικός έλεγχος.
- Καλύτερος έλεγχος υλικών στο πεδίο.

- Καλύτερες σχέσεις με τους προμηθευτές.

Οι επαγγελματίες του κατασκευαστικού κλάδου αναγνωρίζουν την ανάγκη να επικεντρωθούν στη διαδικασία διαχείρισης υλικών ως προληπτική, αναγνωρίσιμη οντότητα που έχει σημαντικό αντίκτυπο στο κόστος κατασκευής. Τα τελευταία χρόνια οι εργολάβοι κατασκευών έχουν αναπτύξει ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης υλικών που συνδυάζουν και ενσωματώνουν τις λειτουργίες επιλογής, αξιολόγησης προμηθευτών, αγοράς, αποθήκευσης και διανομής υλικών. Αυτά τα συστήματα διαχείρισης υλικών παράγουν απτά οφέλη στους τομείς της εργασίας, οδηγούν σε μειωμένο πλεόνασμα υλικών, εξοικονόμηση ανθρώπινου δυναμικού και ταμειακών ροών. Το κόστος ανάπτυξης και εφαρμογής αυτών των συστημάτων μπορεί να είναι σημαντικό, αλλά τα οφέλη υπερτερούν του κόστους (Bell & Stukhart, 1987).

2.1.3 Αποτελέσματα κακής διαχείρισης

Ο Ofori (2000) περιγράφει τον κατασκευαστικό κλάδο ως κατακερματισμένο και με κακό συντονισμό. Ο κακός σχεδιασμός οδηγεί σε αναποτελεσματικότητα, χαμηλή παραγωγικότητα, υπερβολική σπατάλη και προβλήματα σε θέματα υγείας και ασφάλειας. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι μία από τις σημαντικότερες λύσεις για τη βελτίωση παραγωγικότητας, αποδοτικότητας και πρόληψης σπατάλης χρόνου και κόστους. Ο σχεδιασμός και ο έλεγχος των πρώτων υλών, των εξαρτημάτων και των τελικών παραγόμενων είναι μερικά εμπόδια για τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας για επικοινωνία και ανατροφοδότηση της διαχείρισης. Ο όρος εφοδιαστική αλυσίδα περιγράφει το σύστημα εφοδιασμού από πρώτες ύλες έως τα έτοιμα εμπορεύματα. Η σύνδεση βρίσκεται μεταξύ έντυπων εγγράφων, παραγγελιών αγορών, αποδείξεων, τιμολογίων και μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που περιγράφουν τις προδιαγραφές, τους όρους της σύμβασης και τα στοιχεία παράδοσης και πελάτη. Η ανάγκη για λεπτομερείς πληροφορίες αντικατοπτρίζει την εμπιστοσύνη και τη σχέση μεταξύ των μερών στην αλυσίδα εφοδιασμού. Ένα αποτελεσματικό σύστημα της εφοδιαστικής αλυσίδας οδηγεί σε ένα αποδοτικό και παραγωγικό έργο. Όσον αφορά τα logistics, τα κύρια προβλήματα είναι ο λανθασμένος χρόνος άφιξης των υλικών στο εργοτάξιο ή ακόμη και η λανθασμένη ποιότητα, η έλλειψη πληροφοριών για την άφιξη υλικών στο χώρο ή στο απόθεμα του χώρου, τα ελλείποντα υλικά, η μη διαθεσιμότητα αποθηκευτικού χώρου και η σπατάλη εργασίας για την επιτόπια αναζήτηση υλικών. Υπάρχει ένα κενό μεταξύ του τμήματος προμηθειών για την παραγγελία υλικών για την παράδοση και χρήση του υλικού.

Η έλλειψη υλικών στο εργοτάξιο και η καθυστερημένη παράδοση, αποτελούν τις κύριες αιτίες καθυστερήσεων του έργου (Durdyev & Mbachu, 2011). Το πρόβλημα της καθυστέρησης στον κατασκευαστικό κλάδο αποτελεί παγκόσμιο φαινόμενο. Καθυστερήσεις σημειώνονται στα περισσότερα κατασκευαστικά έργα, είτε πιο απλά είτε πιο σύνθετα. Κατά την κατασκευή, η καθυστέρηση μπορεί να οριστεί ως η παράταση του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου. Δηλαδή, σημαίνει αδυναμία ολοκλήρωσης του έργου σε στοχευμένο χρονικό διάστημα και προϋπολογισθέν κόστος, όπως συμφωνήθηκε στη σύμβαση. Η καθυστέρηση μπορεί να συμπίπτει με άλλες καθυστερήσεις και όλες μπορούν να επηρεάσουν την ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου. Η καθυστέρηση στην κατασκευή θεωρείται ένα από τα επαναλαμβανόμενα προβλήματα στον κατασκευαστικό κλάδο και έχει αρνητικές επιπτώσεις στην επιτυχία του έργου όσον αφορά τον χρόνο, το κόστος και την ποιότητα. Οι καθυστερήσεις και οι υπερβάσεις κόστους μειώνουν την αποδοτικότητα των διαθέσιμων οικονομικών πόρων, περιορίζουν το αναπτυξιακό δυναμικό και μειώνουν την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας (Singh, 2010). Οι καθυστερήσεις υπολογίζονται πάντα ως δαπανηρές για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη στα έργα και πολύ συχνά οδηγούν σε συγκρούσεις. Κατά την καθυστέρηση του έργου σημειώνονται καθυστερήσεις στην περίοδο κατασκευής, όταν σημειώνονται διαφορές μεταξύ της πραγματικής προόδου και των προγραμματισμένων εργασιών. Ως εκ τούτου, τα έργα δεν ολοκληρώνονται κατά την περίοδο κατασκευής σύμφωνα με τη σύμβαση και αυτή η αδυναμία επίτευξης στοχευμένου χρόνου, προϋπολογισθέντος κόστους και καθορισμένης ποιότητας έχει διάφορες αρνητικές επιπτώσεις.

Επιπλέον, η έλλειψη διαχείρισης υλικών ή η κακή διαχείριση υλικών μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μεγάλες απώλειες και κόστος για τις εταιρείες. Για παράδειγμα, εάν τα υλικά αγοράζονται νωρίς, δεσμεύεται κεφάλαιο και δημιουργείται υπερβολικό απόθεμα υλικών, το οποίο μπορεί να αλλοιωθεί κατά την αποθήκευση ή και να κλαπεί. Επίσης, ενδέχεται να προκύψουν καθυστερήσεις και επιπλέον έξοδα εάν τα υλικά που απαιτούνται για συγκεκριμένες δραστηριότητες δεν είναι διαθέσιμα (Donyani & Flanagan, 2009). Λόγω λοιπόν της πολύπλοκης και δυναμικής φύσης του κατασκευαστικού κλάδου, η διαχείριση υλικών αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις όσον αφορά τον προγραμματισμό, την παραγγελία, την παραλαβή και αποθήκευση, το χειρισμό και τη διανομή, τη χρήση και την παρακολούθηση. Η κακή διαχείριση υλικών έχει αναγνωριστεί ως σημαντική πηγή χαμηλής παραγωγικότητας κατασκευής, υπέρβασης κόστους και καθυστερήσεων. Η έλλειψη της

ακριβούς και ολοκληρωμένης ροής πληροφοριών για τον σχεδιασμό υλικών, της απογραφής, της χρήση του χώρου έως και της παρακολούθησης και του ελέγχου, συμβάλλει σημαντικά σε τέτοια προβλήματα. Ωστόσο, είναι δύσκολο να ληφθούν τέτοιες ακριβείς πληροφορίες λόγω της φύσης του κλάδου, ιδίως για μεγάλα έργα ή έργα έντασης υλικών, όπως έργα τοποθέτησης σωλήνων πετρελαίου ή νερού (Ren, Anumba & Tah, 2011). Οι δυσκολίες αυτές εντοπίζονται κυρίως στην μεγάλη ποσότητα των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν, στα πολλά μέρη που εμπλέκονται (πελάτης, εργολάβος, επιθεώρηση), στη σύνθετη διαδικασία σχεδιασμού υλικών και στην έλλειψη ολοκληρωμένης ροής πληροφοριών υλικού από το εκάστοτε σύστημα παρακολούθησης.

Η κακή διαχείριση υλικών μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στο κόστος ως αποτέλεσμα της υπερβολικής σπατάλης, ποιότητας και χρόνου εργασίας, γεγονός που θα επηρεάσει την παράδοση και την κερδοφορία του έργου. Σύμφωνα με τους Albert, Shakantu & Ibrahim (2021), μπορούμε να συνοψίσουμε τις αιτίες και τα αποτελέσματα που προκαλούνται από την κακή διαχείριση των υλικών τον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1).

s/n	Πηγές κακής διαχείρισης	Αίτια κακής διαχείρισης
1	Αρχική συμφωνία και σύνταξη συμβολαίου	Σφάλματα και ελλείψεις κατά την συγγραφή του συμβολαίου πριν την έναρξη της κατασκευής
2	Τμήμα λεπτομερούς σχεδιασμού	Αλλαγές στα σχέδια (P&ID), πολυπλοκότητα σχεδιασμού και λεπτομέρειας, σφάλματα λεπτομερειών σχεδιασμού και κατασκευής, ασαφείς/ακατάλληλες προδιαγραφές, κακός συντονισμός και επικοινωνία (καθυστερημένη ενημέρωση, απαιτήσεις πελάτη τελευταίας στιγμής, αργή σχεδίαση, αναθεώρηση και διανομή)
3	Τμήμα προμηθειών	Σφάλματα παραγγελίας (π.χ. παραγγελία υλικού που δεν συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές), παραγγελίες μεγάλων ποσοτήτων επειδή δεν είναι δυνατό να γίνει παραγγελία για μικρότερες ποσότητες και λάθη προμηθευτή

4	Μεταφορά	Ζημιές κατά τη μεταφορά, δυσκολίες πρόσβασης των οχημάτων παράδοσης στα εργοτάξια, ανεπαρκής προστασία κατά την εκφόρτωση και αναποτελεσματικές μέθοδοι εκφόρτωσης
5	Διαχείριση και έλεγχος της κατασκευής	Έλλειψη σχεδίων επιτόπιας διαχείρισης αποβλήτων, ακατάλληλος σχεδιασμός για τις απαιτούμενες ποσότητες, καθυστερήσεις στη διαβίβαση πληροφοριών σχετικά με τους τύπους και τα μεγέθη των υλικών και των κατασκευαστικών στοιχείων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και έλλειψη επιτόπιου ελέγχου υλικών
6	Αποθήκευση υλικών	Ακατάλληλος χώρος αποθήκευσης που οδηγεί σε ζημιά ή φθορά, ακατάλληλες μέθοδοι αποθήκευσης και υλικά αποθηκευμένα μακριά από το σημείο εφαρμογής
7	Παράδοση υλικών	Υλικά που παρέχονται σε χύμα μορφή, ανεπαρκείς μέθοδοι επιτόπιας μεταφοράς από την αποθήκευση στο σημείο εφαρμογής, ανεπαρκής γνώση χειρισμού των υλικών
8	Επίβλεψη του έργου	Ατυχήματα λόγω αμέλειας, αχρησιμοποίητα υλικά και προϊόντα, δυσλειτουργία εξοπλισμού, κακή δεξιότητα, χρήση λανθασμένων υλικών με αποτέλεσμα την απόρριψή τους, πίεση χρόνου και ανεπαρκής εργασιακή ηθική
9	Διαχείριση αποβλήτων	Απόβλητα από διαδικασίες εφαρμογής, αποκοπές από υλικά κοπής σε μήκος και συσκευασίες υλικών

Πίνακας 1

Αυτό καθιστά πολύ σημαντική την έγκαιρη και ολοκληρωμένη συμμετοχή της διαχείρισης υλικών σε κατασκευαστικά έργα.

Από την άλλη πλευρά, μερικά κοινά προβλήματα από την πλευρά της κατασκευής και του εργοταξίου είναι πιο προφανή και τα οποία είναι συγκεκριμένα:

- Μη έγκαιρη παραγγελία που καθυστερεί τα έργα.
- Παράδοση σε λάθος χρόνο που διακόπτει το πρόγραμμα εργασίας.
- Υπερβολική παραγγελία.
- Λάθος υλικά ή λάθος στην κατεύθυνση των υλικών που απαιτούν επεξεργασία εκ νέου.
- Κλοπή υλικών από την παράδοση στην παραγωγή.
- Διπλός χειρισμός υλικών λόγω ανεπάρκειας υλικού.

Το περιβάλλον του έργου, όπως το μέγεθος, ο βαθμός αβεβαιότητας, η πολυπλοκότητα, ο ανταγωνισμός, το είδος της σύμβασης και επίσης ο τύπος του πελάτη έχουν άμεσο αντίκτυπο στην απόδοση του έργου. Στην περίπτωση αυτή, υπάρχουν ορισμένες αβεβαιότητες, όπως ο σχεδιασμός πριν από την έναρξη του έργου, ο απρόβλεπτος καιρός και επίσης η διαθεσιμότητα εργατικού δυναμικού ή εξοπλισμού για το έργο. Με τη συλλογή περισσότερων πληροφοριών και τη λήψη ευέλικτων αποφάσεων, ο ρυθμός αβεβαιότητας στο έργο θα μειωθεί. Έτσι, καθώς τα κατασκευαστικά έργα γίνονται όλο και μεγαλύτερα και πιο περίπλοκα, τότε ο σχεδιασμός κατασκευής γίνεται όλο και πιο απαραίτητος. Η έλλειψη σχεδιασμού είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα για την κατασκευή στο εργοτάξιο. Σύμφωνα με τους Faniran et al. (1994), υπάρχουν πολλοί παράγοντες που έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν σημαντικά τη βελτίωση του σχεδιασμού κατασκευής, όπως η αφιέρωση περισσότερου χρόνου για τον προγραμματισμό πριν από την έναρξη της εργασίας, επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, εναλλακτικό σχέδιο και επαρκής χρόνος, χρόνος ελέγχου, διάστημα αναθεώρησης και τέλος, έλεγχος μεθόδου κατασκευής.

2.1.4 Ο ρόλος της ποιότητας

Η κατάλληλη και αποτελεσματική διαχείριση των δραστηριοτήτων για την προετοιμασία του λεπτομερούς σχεδιασμού και των προτάσεων για τη διασφάλιση της ποιότητας, την τήρηση των προθεσμιών, την αναφορά κινδύνων και προβλημάτων και την εκτέλεση διορθωτικών μέτρων, διασφαλίζεται μέσω της εφαρμογής του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας του έργου. Παρέχει πληροφορίες για τον προγραμματισμένο και συστηματικό

έλεγχο όλων των σχετικών με την ποιότητα δραστηριοτήτων που εκτελούνται κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, της προμήθειας, της κατασκευής και της έναρξης λειτουργίας. Το σύστημα διαχείρισης της ποιότητας έχει εφαρμοστεί και υιοθετηθεί ευρέως ιδίως στον κατασκευαστικό κλάδο. Η εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης της ποιότητας μπορεί να βελτιώσει τα προβλήματα επικοινωνίας, να συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων, της σπατάλης υλικών, να υπάρχει καλύτερος έλεγχος των υπεργολάβων και των προμηθευτών. Ως εκ τούτου, η παραγωγικότητα, η αποδοτικότητα και το μερίδιο αγοράς αυξάνονται γενικά και επιτρέπουν επίσης στους αναδόχους να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των πελατών (Motwani, Kumar & Hung, 1996).

Η επιτυχία ενός κατασκευαστικού έργου μπορεί να αποδειχθεί με βάση τις επιδόσεις του έργου. Η εκτέλεση ενός έργου θα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η πολυπλοκότητα του έργου, οι συμβατικές ρυθμίσεις, οι σχέσεις μεταξύ των συμμετεχόντων στο έργο, οι ικανότητες του διευθυντή του έργου αλλά και όλων των εμπλεκόμενων. Οι επιδόσεις του έργου συνήθως κρίνονται και ποσοτικοποιούνται με την μέτρηση των επιδόσεων. Η μέτρηση των επιδόσεων είναι η κοινή μέθοδος συλλογής και αναφοράς των πληροφοριών σχετικά με τις εισροές, την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα ενός κατασκευαστικού έργου (Takim, Akintoye & Kelly, 2003). Οι μετρήσεις είναι ζωτικής σημασίας για την παρακολούθηση, τις προβλέψεις και τον έλεγχο των σημαντικών μεταβλητών στο τέλος, ώστε να διασφαλίζεται η επιτυχία των έργων (Sinclair & Zairi, 1995). Γενικά, έχει γίνει ευρέως αποδεκτό ότι ο χρόνος, το κόστος και η ποιότητα είναι οι κυριότεροι παράγοντες που αφορούν την μέτρηση των επιδόσεων σε ένα έργο (Barkley & Saylor, 1994). Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και άλλα κριτήρια που έχουν προταθεί να ληφθούν υπόψη σε ένα έργο (Kumaraswamy & Thorpe, 1996). Τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν την τήρηση του προϋπολογισμού, το χρονοδιάγραμμα, την ποιότητα της εργασίας, την ικανοποίηση των ενδιαφερόμενων μερών, την ασφάλεια και την υγεία, καθώς και την τεχνολογία. Ταυτόχρονα, ορισμένοι ερευνητές επισήμαναν επίσης ότι υπάρχουν και άλλα βασικά στοιχεία, όπως ο σχεδιασμός, οι επιδόσεις περιβαλλοντικής διαχείρισης, η προσδοκία ή η ικανοποίηση του τελικού χρήστη, η ικανοποίηση του πελάτη και η εμπορική αξία, που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των επιδόσεων του έργου (Chan & Tam, 2000).

Ως εκ τούτου, έχουν εντοπιστεί πέντε σημαντικές μεταβλητές για τη μέτρηση των επιδόσεων των έργων. Απόδοση κόστους, χρονική απόδοση, ποιοτικές επιδόσεις, ασφάλεια και υγεία, καθώς και ικανοποίηση των πελατών.

Απόδοση κόστους. Αναφέρεται ως ο βαθμός στον οποίο οι γενικοί όροι προωθούν την ολοκλήρωση ενός έργου στο πλαίσιο του εκτιμώμενου προϋπολογισμού (Bubshait & Almohawis, 1994). Η διακύμανση του κόστους είναι η τεχνική που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μέτρηση των επιδόσεων ενός έργου στον κατασκευαστικό κλάδο (Salter & Torbett, 2003). Επιπλέον, η τεχνική διακύμανσης του κόστους δεν περιορίζεται μόνο στον υπολογισμό του ποσού της προσφοράς, αλλά περιλαμβάνει επίσης τη συνολική κοστολόγηση που προκύπτει σε ένα έργο από την έναρξη έως την ολοκλήρωσή του. Οι συνολικές δαπάνες περιλαμβάνουν όλες τις δαπάνες που συνδέονται με τις εργασίες τροποποίησης, καθώς και τις δαπάνες που συνδέονται με τυχόν νομικές αξιώσεις, όπως η επίλυση διαφορών κατά την περίοδο κατασκευής.

Χρονική απόδοση. Από τη σκοπιά των πελατών, των τελικών χρηστών, των ενδιαφερόμενων μερών ή του ευρέος κοινού, τα πρώτα κριτήρια για τη μέτρηση της επιτυχίας του έργου θα είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης. Ως εκ τούτου, είναι πολύ σημαντικό να ολοκληρωθεί το κατασκευαστικό έργο εγκαίρως, όταν οι άνθρωποι κρίνουν την επιτυχία ως προς τον χρόνο (Lim & Mohamed, 2000).

Απόδοση ποιότητας. Η ποιότητα περιγράφεται ως το σύνολο των χαρακτηριστικών που απαιτούνται από ένα προϊόν ή μια υπηρεσία για την κάλυψη συγκεκριμένης ανάγκης και κατά πόσο είναι κατάλληλα για τον επιδιωκόμενο σκοπό (Parfitt & Sanvido, 1993). Με άλλα λόγια, η ποιότητα στον κατασκευαστικό κλάδο δίνει έμφαση στην ικανότητα θέσπισης απαιτήσεων και συμμόρφωσης σύμφωνα με τα πρότυπα ποιότητας. Οι απαιτήσεις θα προκαθορίζονται από τον πελάτη σε συμβατική συμφωνία, σύμφωνα με τα καθιερωμένα χαρακτηριστικά των προϊόντων, των διαδικασιών και των υπηρεσιών. Όλα τα μέρη που συμμετέχουν στο έργο πρέπει να κατανοήσουν πλήρως τις εν λόγω απαιτήσεις και προσδοκίες προκειμένου να επιτευχθεί ένα ολοκληρωμένο έργο που να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες ποιότητας των πελατών (Ganaway, 2007).

Ικανοποίηση πελάτη. Η ικανοποίηση εξηγείται ως συνάρτηση σύγκρισης μεταξύ της αντίληψης ενός αποτελέσματος από ένα άτομο και της προσδοκίας του αποτελέσματος (Locke, 1970). Η ικανοποίηση των πελατών έχει καταστεί προβληματική τις τελευταίες δεκαετίες στον κατασκευαστικό κλάδο. Συνήθως, οι πελάτες του κατασκευαστικού τομέα αντιμετώπισαν δυσaráεσκεια από πολλές απόψεις, συμπεριλαμβανομένης της υπέρβασης του κόστους του έργου, της καθυστέρησης ολοκλήρωσης, της κακής ποιότητας και των μη αποδοτικών ομάδων έργου, όπως υπεργολάβοι και σύμβουλοι. Η δημιουργία σχέσεων με

έναν νέο πελάτη στον κατασκευαστικό κλάδο είναι πέντε φορές ακριβότερη από ό, τι η διατήρηση του υφιστάμενου (Ali & Rahmat, 2010). Τα πορίσματα δείχνουν επίσης ότι οι κατασκευαστικές εταιρείες μπορούν να αυξήσουν τα κέρδη τους κατά 100 % εάν είναι σε θέση να διατηρήσουν 5% ή και περισσότερους από τους υφιστάμενους πελάτες. Ως εκ τούτου, η ικανοποίηση των πελατών είναι ένας από τους βασικούς δείκτες επιδόσεων για όλους τους συμμετέχοντες στον κατασκευαστικό κλάδο. Πρέπει πάντα να παρουσιάζουν βελτίωση των επιδόσεων εάν θέλουν να επιβιώσουν και να παραμείνουν στην παγκόσμια αγορά. Ωστόσο, η ποιοτική απόδοση των προϊόντων και των υπηρεσιών που έλαβε ο πελάτης εντός του κόστους και του χρόνου συνδέεται πάντοτε στενά με τη μέτρηση της ικανοποίησης των πελατών (Soetanto & Proverbs, 2004).

Ασφάλεια και υγεία. Η ασφάλεια και η υγεία αναφέρονται ως ο βαθμός στον οποίο οι γενικοί όροι προωθούν την υλοποίηση ενός έργου χωρίς σοβαρούς τραυματισμούς ή απώλειες (Bubshait et al., 1994). Η μέτρηση της ασφάλειας εξετάζει κατά κύριο λόγο τον αριθμό των ατυχημάτων που συμβαίνουν κατά την περίοδο κατασκευής. Οι κατασκευαστικές εργασίες είναι ευρέως γνωστές ως μία από τις πιο επικίνδυνες δραστηριότητες σε ολόκληρο τον κόσμο, διότι μεγάλος αριθμός ανθρώπων χάνουν τη ζωή τους και τραυματίζονται κάθε χρόνο. Το πόρισμα μιας έρευνας δείχνει ότι ο εργαζόμενος στον κατασκευαστικό τομέα έχει τριπλάσιες πιθανότητες θανάτου και δύο φορές μεγαλύτερες πιθανότητες τραυματισμού σε σύγκριση με τους εργαζομένους που συμμετέχουν σε άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες (Sousa & Teixeira, 2004). Οι επιδόσεις ασφάλειας μετρώνται παραδοσιακά με τη χρήση στατιστικών δεδομένων για τραυματισμούς και θανάτους. Η κύρια πρόθεση για τη μέτρηση των επιδόσεων στον τομέα της ασφάλειας και της υγείας είναι η παροχή πληροφοριών σχετικά με την πρόοδο και την τρέχουσα κατάσταση των δραστηριοτήτων του εργοταξίου για τον έλεγχο των κινδύνων για την ασφάλεια και την υγεία. Επιπλέον, η μέτρηση θα θεωρείται αποτελεσματική μόνο όταν αναφέρει τα επίπεδα κινδύνου και διερευνά επίσης τον λόγο έκθεσης στον τρέχοντα επίπεδο κινδύνου. Στη συνέχεια, θα ληφθούν διορθωτικά μέτρα για να βελτιωθούν τελικά οι συνολικές επιδόσεις του έργου.

2.1.5 Διαχείριση υλικών στην κατασκευή

Η διαχείριση υλικών είναι ένα εργαλείο για τη βελτιστοποίηση των επιδόσεων όσον αφορά την εκπλήρωση των απαιτήσεων εξυπηρέτησης των πελατών, αυξάνοντας ταυτόχρονα την κερδοφορία, ελαχιστοποιώντας το κόστος και αξιοποιώντας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τους διαθέσιμους πόρους.

Οι περισσότερες εταιρείες εφαρμόζουν διαχείριση ποιότητας για να επιτύχουν ανταγωνιστικότητα βελτιώνοντας τις επιδόσεις ποιότητας (Petersen, 1999) ενώ οι κατασκευαστικές εταιρείες εφαρμόζουν σύστημα διαχείρισης ποιότητας για τη βελτίωση των επιδόσεων των έργων τους (χρόνος, κόστος και ποιότητα). Η κακή διαχείριση των υλικών έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα των κατασκευαστικών εργασιών. Η διαχείριση της ποιότητας στα κατασκευαστικά έργα σημαίνει τη διατήρηση της ποιότητας των κατασκευαστικών έργων σύμφωνα με το απαιτούμενο πρότυπο για την επίτευξη ικανοποίησης του πελάτη που θα φέρει μακροπρόθεσμη ανταγωνιστικότητα και επιχειρηματική επιβίωση για την εταιρεία (Khalek, Aziz & Sharabash, 2016). Το τμήμα του ποιοτικού ελέγχου συνήθως ενημερώνει τον υπεύθυνο διαχείρισης των υλικών σχετικά με την καλύτερη μέθοδο που πρέπει να εφαρμόζεται στα εισερχόμενα υλικά, καθώς και σχετικά με τα κριτήρια αποδοχής και απόρριψης υλικών που δεν ανταποκρίνονται στα πρότυπα. Ο ποιοτικός έλεγχος μπορεί επίσης να συμβουλεύει τη διαχείριση των υλικών σχετικά με τις συνθήκες υπό τις οποίες ορισμένα αντικείμενα θα πρέπει να αποθηκεύονται ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση της ποιότητας. Για να ελαχιστοποιηθεί η αρνητική επίδραση της κακής διαχείρισης υλικών στην ποιότητα της εργασίας στην κατασκευή, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να εφαρμόζουν ένα πρόγραμμα ποιοτικού ελέγχου και διαχείρισης το οποίο να επικεντρώνεται στις βασικές αρχές της TQM (Forbes & Ahmed, 2010). Αυτές οι αρχές εστιάζουν, μεταξύ άλλων, στους πελάτες, τις διαδικασίες, την ομαδική εργασία, την συμμετοχή των εργαζομένων και την συνεχή συνολική βελτίωση της επιχείρησης. Σύμφωνα με τους Kuo και Kuo (2010), οι κατασκευαστικές εταιρείες που υλοποιούν ένα σχέδιο TQM εστιάζουν στα εξής:

- Την ικανότητα της ηγεσίας να υιοθετεί την συνολική διαχείριση ποιότητας στην υλοποίηση κατασκευαστικών έργων
- Διαχείριση ανθρώπινων πόρων, όπου η ανώτατη διοίκηση υποστηρίζει σχέδια βελτίωσης ποιότητας, παρέχει συστηματικά μαθήματα εκπαίδευσης και δημιουργεί ένα περιβάλλον όπου διευκολύνεται ο καθορισμός και η υλοποίηση των στόχων.
- Διαχείριση διαδικασιών, όπου η κατασκευαστική βιομηχανία εξουσιοδοτεί τους μάνατζερς του έργου ή άλλους επαγγελματίες, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεση της διαδικασίας σχεδιασμού του έργου.

- Συνεργασία της διοίκησης του έργου με όλα τα εμπλεκόμενα μέρη για την βελτίωση της ποιότητας, διεύρυνση των επικοινωνίας και την παροχή σαφών οδηγιών που αφορούν τις απαιτήσεις ποιότητας.
- Συνεχής βελτίωση ποιότητας και πληροφορίες για τις στρατηγικές, συμπεριλαμβανομένης της λήψης ανατροφοδότησης από τους πελάτες, την αποτελεσματικότητα συγκέντρωσης πληροφοριών, τον ενθαρρυντικό χαρακτήρα των ιδεών βελτίωσης ποιότητας από τους εργαζόμενους και την παροχή ανταμοιβών για καινοτομίες στη βελτίωση ποιότητας.

Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι οι κατασκευαστικές εταιρείες με βελτιωμένα σχέδια ποιοτικού ελέγχου χαρακτηρίζονται, από τη συμμετοχή των εργαζομένων, τη δέσμευση της διοίκησης, το ειδικευμένο εργατικό δυναμικό, την επικοινωνία μεταξύ διευθυντικών στελεχών και εργαζομένων, την επαρκή κατάρτιση και εκπαίδευση και τη συμμετοχή των υπεργολάβων (Kuo et al., 2010). Οι επιχειρήσεις αυτές έχουν επίσης καθορισμένους ρόλους και ευθύνες, καθορισμένους σκοπούς και στόχους. Η επανεξέταση και ανάλυση που χρησιμοποιείται για τη βελτίωση των επιδόσεων, οι τακτικές επιθεωρήσεις και οι έλεγχοι, τα κίνητρα για καλές επιδόσεις, οι τακτικές συναντήσεις, τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία υποβολής προσφορών και οι πολιτικές, είναι εξίσου σημαντικά (Hoonakker, Carayon & Loushine, 2010).

Οι κατασκευαστικές εταιρείες που εφαρμόζουν τις αρχές TQM στα σχέδια ποιοτικού ελέγχου τους, έχουν το πλεονέκτημα της επιβίωσης σε έναν ολοένα και πιο ανταγωνιστικό κόσμο, της καλύτερης εξυπηρέτησης των πελατών και της ενίσχυσης της αξίας των μετοχών του οργανισμού (Forbes & Ahmed, 2011). Αυτές οι εταιρείες βελτιώνουν τη συνολική ποιότητα και ασφάλεια των εγκαταστάσεων, μειώνουν τη διάρκεια και το κόστος των έργων και αξιοποιούν τα talέντα των ανθρώπων τους. Όλες αυτές οι δραστηριότητες θα διασφαλίσουν ότι ένας οργανισμός μπορεί να παρέχει ένα ποιοτικό προϊόν την κατάλληλη στιγμή, στο χαμηλότερο κόστος και για τις συγκεκριμένες προδιαγραφές του πελάτη (Senaratne & Jayarathna, 2012).

Στις κατασκευαστικές εταιρείες, εμφανίζονται κάποια προβλήματα στην εφαρμογή συστημάτων ποιοτικού ελέγχου και σύμφωνα με τον Chin-Keng, (2011), συνοψίζονται στα εξής:

- Ανεπαρκής στήριξη της διαχείρισης
- Απροθυμία του προσωπικού να εφαρμόσει το σύστημα ποιότητας

- Δυσκολίες κατανόησης του συστήματος ποιότητας
- Δυσκολία στη διαχείριση του μεγάλου όγκου εγγράφων
- Πρόβλημα με την δημιουργία και διαχείριση των εγγράφων του έργου (Documentation)
- Δυσκολίες στη μέτρηση των αποτελεσμάτων
- Προβλήματα με τις εργασίες των υπεργολάβων
- Αναποτελεσματική επικοινωνία
- Αύξηση κόστους
- Αύξηση του χρόνου
- Ανεπαρκής πληροφόρηση
- Ανεπάρκεια τεχνικών γνώσεων και δεξιοτήτων

Εστιάζοντας στην Ολική διαχείριση ποιότητας, η επίδραση της κακής διαχείρισης υλικών μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

- Η ποιότητα της εργασίας διακυβεύεται, επειδή η κακή διαχείριση αφήνει κάποια υλικά αδρανή ή χαλασμένα
- Αναιρεί το πρότυπο ποιότητας που έχει θεσπίσει η διοίκηση.
- Αναιρεί τον ποιοτικό έλεγχο των υλικών.
- Καθιστά δύσκολη τη διεξαγωγή ελέγχων ποιότητας υλικών (audits)

2.1.6. Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των κατασκευών

Σύμφωνα με τον Ashokkumar (2014), η ανάπτυξη του κατασκευαστικού κλάδου εξαρτάται από την ποιότητα των κατασκευαστικών έργων. Η ποιότητα είναι ένας από τους κρίσιμους παράγοντες για την επιτυχία των κατασκευαστικών έργων και η βελτίωση της ποιότητας των κατασκευαστικών έργων συνδέεται με τη διαχείριση της ποιότητας σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου. Έχουν διαπιστωθεί ορισμένα προβλήματα όσον αφορά την εφαρμογή της διαχείρισης της ποιότητας και περιγράφονται παρακάτω.

- Περιορισμός της χρηματοδότησης: Ο κύριος παράγοντας σε κάθε έργο είναι η ανάγκη για σχεδιασμό της ροής χρημάτων προκειμένου να αντιμετωπιστεί ο κίνδυνος που θα μπορούσε να επηρεάσει την εξέλιξή του.

- Περιορισμός της επικοινωνίας: Η απόσταση του εργοταξίου από την κοινότητα ή η απομόνωσή του μπορεί να δυσχεράνει τις μεταφορές, προκαλώντας καθυστερήσεις.
- Περιορισμός του εργατικού δυναμικού: Η έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού μπορεί να δυσκολέψει την εκτέλεση εργασιών και να προκαλέσει καθυστερήσεις.
- Περιορισμός μετεωρολογικών συνθηκών: Ο καιρός μπορεί να προκαλέσει δυσκολίες και καθυστερήσεις, όπως πλημμύρες ή καταιγίδες.
- Περιορισμός κτιριακού σχεδίου και λεπτομερειών κατασκευής: Προβλήματα στο σχεδιασμό και την εκτέλεση εργασιών μπορεί να προκαλέσουν καθυστερήσεις και προβλήματα ποιότητας.
- Περιορισμός υλικού και εξοπλισμού: Η έλλειψη ειδικού εξοπλισμού μπορεί να δυσκολέψει την εκτέλεση εργασιών.
- Χρονικός περιορισμός: Η ανάγκη για ολοκλήρωση των εργασιών εντός προθεσμίας μπορεί να προκαλέσει δυσκολίες διαχείρισης.
- Περιορισμός της μεθοδολογίας κατασκευής: Οι ειδικές απαιτήσεις μπορεί να απαιτήσουν νέες μεθόδους
- Περιορισμός λόγω κανονισμών και περιοριστικών μέτρων : Το πρόβλημα αυτό επηρέασε επίσης σε μεγάλο βαθμό τις κατασκευές, όπως το πρόβλημα της κυκλοφορίας που είχε επιπτώσεις στις μεταφορές, το πρόβλημα της πρόσληψης εργατικού δυναμικού, το πρόβλημα της ρύθμισης της κατασκευής κ.λπ.
- Πολιτικές κατάρτισης: Εξετάζοντας τη γενική πολιτική κατάρτισης, οι καταχωρισμένες στο ISO 9001 εταιρείες έχουν μεγαλύτερη ανησυχία όσον αφορά την κατάρτιση των υπαλλήλων τους απ' ό,τι οι μη εγγεγραμμένες. Όχι μόνο πληρώνουν τα δίδακτρα, αλλά και τους επιτρέπουν να λαμβάνουν κατάρτιση κατά τη διάρκεια του ωραρίου εργασίας. Για τις μη εγγεγραμμένες εταιρείες, η εταιρεία μπορεί να επιστρέψει τα δίδακτρα, αλλά οι εργαζόμενοι πρέπει να παρακολουθήσουν μαθήματα κατάρτισης εκτός του ωραρίου εργασίας. Επιπλέον, σε πολλές εταιρείες παρέχονται τακτικά προγράμματα κατάρτισης σχετικά με τις τεχνικές γνώσεις και τις γνώσεις πληροφορικής. Το δημοφιλέστερο πρόγραμμα κατάρτισης που οργανώθηκε από καταχωρισμένες στο ISO 9001 εταιρείες ήταν η ποιοτική γνώση.

- Έλλειψη συντονισμού μεταξύ των υπηρεσιών: Ο συντονισμός είναι πολύ σημαντικός για την επιτυχία του έργου. Επειδή ο συντονισμός μεταξύ των υπηρεσιών αποτυγχάνει, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη εκτέλεση ή να επηρεάσει την αλληλουχία των εργασιών.

2.1.6. Ο ρόλος της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η προμήθεια υλικών στο εργοτάξιο είναι γεμάτη δυσκολίες που μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην παραγωγικότητα. Σημαντικά κέρδη παραγωγικότητας είναι δυνατά, ιδιαίτερα εάν η διαδικασία κατασκευής βρίσκεται σε συνεργασία με την εφοδιαστική αλυσίδα. Η έννοια της εφοδιαστικής αλυσίδας αναπτύχθηκε στη βιομηχανία και τώρα αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διαχείρισης για τη διασφάλιση μιας συνολικής στρατηγικής προοπτικής για τη ροή των υλικών στην παραγωγική διαδικασία.

Η διαχείριση ολικής ποιότητας (TQM) και η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCM) έχουν αναγνωριστεί και έχουν καταστεί προϋπόθεση για την επιτυχία στην παγκόσμια αγορά. Η TQM και η SCM λειτουργούν ως σημαντικά εργαλεία για την επίτευξη ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος μαζί με την ενίσχυση της οργανωτικής ανταγωνιστικότητας (Sila, Ebrahimpour & Birkholz, 2006; Vanichchinchai & Igel, 2009).

Η TQM είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση, αποτελούμενη από αρχές και πρακτικές, στόχος των οποίων είναι η βελτίωση της ποιότητας των αγαθών και των υπηρεσιών ενός οργανισμού μέσω της συνεχούς ικανοποίησης και υπέρβασης των αναγκών του πελάτη με πιο ανταγωνιστικούς τρόπους. Από την άλλη, το SCM θεωρείται ως μια προσέγγιση για τη βελτίωση της ανταγωνιστικής απόδοσης μέσω της ενσωμάτωσης των εσωτερικών λειτουργιών ενός οργανισμού και τη σύνδεσή τους με τις εξωτερικές λειτουργίες των προμηθευτών, των πελατών και άλλων μελών της αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στην παραδοσιακή δομή της οργάνωσης (Tutuncu & Kucukusta, 2008). Το SCM επικεντρώνεται στα εξής: Συντονισμός και διαμόρφωση των διαδικασιών που είναι απαραίτητες για την έγκαιρη παραγωγή των προϊόντων (χωρίς καθυστέρηση), και σε ικανοποιητική κατάσταση (διασφάλιση ποιότητας) μαζί με το χειρισμό της προμήθειας των εισροών υλικών/υπηρεσιών (Foraker et al., 1997). Η SCM συνεπάγεται συντονισμό και διαμόρφωση της διαδικασίας που είναι απαραίτητη για να υπάρχουν προϊόντα διαθέσιμα σε έγκαιρη και ικανοποιητική κατάσταση. Τα χαρακτηριστικά της εφοδιαστικής αλυσίδας θα μπορούσαν να επιτευχθούν με τον εντοπισμό και τη χρήση των πρακτικών, με οργανωμένο τρόπο. Οι πρακτικές SCM περιλαμβάνουν ένα σύνολο δραστηριοτήτων που αναλαμβάνει

ο οργανισμός για την προώθηση της αποτελεσματικής διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού του (Koh, Demirbag, Bayraktar, Tatoglu & Zaim, 2007).

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι μια σειρά αλληλένδετων επιχειρηματικών διαδικασιών που περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Απόκτηση πρώτων υλών
- Μετατροπή πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα
- Αύξηση του περιθωρίου κέρδους
- Διανομή και προώθηση προϊόντων για λιανοπωλητές και πελάτες
- Ανταλλαγή πολύτιμων πληροφοριών μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των προμηθευτών, των διανομέων, της μεταποίησης και των εμπόρων λιανικής πώλησης

Η συμφωνία μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού, όπως ο προμηθευτής, οι αγοραστές και οι διανομείς, εξαρτάται από την σύμβαση μεταξύ τους, προκειμένου να εκτελεστούν αποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού. Στο σημερινό εξαιρετικά ανταγωνιστικό επιχειρηματικό περιβάλλον, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει γίνει το επίκεντρο των ερευνητών και των επαγγελματιών προκειμένου να αποκτήσουν ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα (Liu, Kasturiratne & Moizer, 2012). Οι επιχειρήσεις πρέπει να αναπτύξουν στρατηγική προσέγγιση για αποτελεσματικές πρακτικές SCM μεταξύ των διαφόρων συμμετεχόντων.

Ο πρωταρχικός στόχος της SCM περιλαμβάνει την ενίσχυση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας που αυξάνει περαιτέρω το περιθώριο κέρδους. Ολόκληρη η αλυσίδα εφοδιασμού μεταξύ όλων των συμμετεχόντων πρέπει να είναι ικανή να δημιουργήσει προστιθέμενη αξία για να αποκτήσει ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και οι επιχειρήσεις πρέπει να συνειδητοποιήσουν το γεγονός για βελτίωση (Min & Zhou, 2002).

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας θεωρείται απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα, τις ανταγωνιστικές πρωτοβουλίες στο παγκόσμιο περιβάλλον και την κερδοφορία. Οι επιτυχημένες επιχειρήσεις επικεντρώνονται στις ικανότητές τους για να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα διασφαλίζοντας την αποτελεσματική εκτέλεση της ανταλλαγής πληροφοριών μέσω ολοκληρωμένων μηχανισμών μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού που βοηθούν περαιτέρω στην αύξηση των

κερδών. Απαιτείται η κατάλληλη ισορροπία μεταξύ εξωτερικών ευκαιριών και εσωτερικών ικανοτήτων μέσω της αποτελεσματικής ενσωμάτωσης πληροφοριών (Somjai & Jermisittiparsert, 2019).

Σε έρευνα που διεξήχθη από τους Talib, Rahman & Qureshi (2011), παρουσιάστηκαν οι σημαντικότερες πρακτικές που αφορούν την ολική διαχείριση ποιότητας σε σχέση με την διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και εξήγησαν κατά πόσο επηρεάζουν στην απόδοση των εργασιών.

Στον παρακάτω πίνακα διαχωρίζονται και παρουσιάζονται οι πρακτικές διαχείρισης ολικής ποιότητας και διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Διαχείριση Ολικής ποιότητας	Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας
1. Δέσμευση της ανώτατης διοίκησης (περιλαμβάνει ηγεσία, διοικητική υποστήριξη και δέσμευση της διοίκησης)	1. Πελατειακή σχέση (περιλαμβάνει διαχείριση παραπόνων, ικανοποίηση πελάτη και διατήρηση μακροχρόνιας σχέσης, στενή συνεργασία με τους πελάτες, εξυπηρέτηση αναγκών και άμεση ανταπόκριση)
2. Εστίαση στον πελάτη (περιλαμβάνει την ικανοποίηση του πελάτη και προσανατολισμός προς τα εκεί)	2. Ανασχεδιασμός ροών υλικών (συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης, μειώνοντας το απόθεμα, εξάλειψη αποβλήτων)
3. Εκπαίδευση	3. Στρατηγική συνεργασία με τους προμηθευτές
4. Συνεχής βελτίωση και καινοτομία	4. Χρήση πληροφοριών και τεχνολογίες για επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών
5. Διαχείριση προμηθευτών (περιλαμβάνει την σχέση με τον	5. Αλλαγή εταιρικής κουλτούρας (συμπεριλαμβανομένων υποστήριξη και δέσμευση της

προμηθευτή, ποιότητα προμηθευτή και συνεργασία)	διοίκησης, ηγεσία, συμμετοχή στη διαχείριση και συνεργασία με την ηγεσία ανώτατης διοίκησης)
6. Συμμετοχή των εργαζομένων	6. Στενή συνεργασία με προμηθευτές (περιλαμβάνει μακροχρόνια εταιρική σχέση με αξιόπιστους προμηθευτές)

Πίνακας 2

Τα αποτελέσματα της επιτυχούς εφαρμογής των παραπάνω είναι τα εξής:

- Επιχειρηματική απόδοση
- Ικανοποίηση πελατών
- Βελτιωμένη ηγεσία
- Μείωση του κόστους
- Βελτιωμένη ποιότητα σε αγαθά και υπηρεσίες
- Ενδυνάμωση των εργαζομένων
- Βελτίωση στη σχέση πελάτη-προμηθευτή
- Βελτιωμένος σχεδιασμός του έργου μέσω ERP συστημάτων
- Ομαδική εργασία
- Μείωση αποβλήτων
- Έγκαιρη παράδοση
- JIT (Just in time) φιλοσοφία
- Βελτίωση σχέσεων εσωτερικά της εταιρείας αλλά και με τα εξωτερικά μέρη
- Βελτιωμένη αποτελεσματικότητα στην επεξεργασία των πληροφοριών
- Βελτιωμένη ασφάλεια
- Ανταγωνιστικότητα
- Αυξημένο μερίδιο στην αγορά εργασίας
- Αύξηση της επικοινωνίας με όλα τα επί μέρους ενδιαφερόμενα μέρη

2.1.7. Επίτευξη κερδοφορίας μέσω της διαχείρισης υλικών

Η αποτελεσματική διαχείριση των υλικών συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη κέρδους. Αυτό γίνεται μέσω της απόκτησης, του ελέγχου, του χειρισμού και της μετακίνησης των υλικών (Inyang F., Inyang B. & Glory, 2013).

Ο Lysons (1996), θεωρεί ότι ο έλεγχος των αποθεμάτων ενισχύει την κερδοφορία μειώνοντας το κόστος που σχετίζεται με την αποθήκευση και το χειρισμό των υλικών. Ο έλεγχος αποθεμάτων είναι ο τρόπος με τον οποίο διατίθενται υλικά της σωστής ποιότητας και ποσότητας όταν απαιτείται, λαμβάνοντας δεόντως υπόψη τις ελλείψεις, το κόστος παραγγελίας, την τιμή αγοράς και το κεφάλαιο κίνησης. Ο έλεγχος αποθεμάτων καθορίζει την έκταση της διατήρησης των στοκ αποθεμάτων. Επιτρέπει στον διαχειριστή υλικών να εκτελεί ακριβή και αποτελεσματικό έλεγχο της παραγωγής και να αξιολογείται η ποσότητα του αποθέματος.

Ο έλεγχος υλικών έχει να κάνει με τον τυπικό έλεγχο του μεγέθους παραγγελίας, του χρόνου παραγγελίας και των ποσοτήτων των πρώτων υλών που απομένουν στην αποθήκη κάθε φορά, για κερδοφορία και μείωση του κόστους. Ο διαχειριστής πρέπει επομένως να διατηρεί ένα βέλτιστο επίπεδο αποθέματος ανά πάσα στιγμή. Σημειώνεται ότι πρέπει να αποφεύγεται το υπερβολικό απόθεμα όπως και το πολύ μικρό απόθεμα. Σύμφωνα με τους Buffa και Salim (1987), υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τη διατήρηση του αποθέματος. Αυτές περιλαμβάνουν την προστασία έναντι διακυμάνσεων στη ζήτηση, διατηρώντας μια ομαλή ροή της παραγωγής. Η έλλειψη υλικού μπορεί να οδηγήσει σε διακοπή των προϊόντων προς πώληση. Οι σχέσεις με τους πελάτες βλάπτονται όταν οι μηχανές και ο εξοπλισμός υπολειπουργεί. Ως εκ τούτου, μια εταιρεία μπορεί να πραγματοποιήσει σημαντική εξοικονόμηση μόνο χρησιμοποιώντας μια λογική διαδικασία ελέγχου αποθεμάτων.

Στις περισσότερες επιχειρήσεις, ένα θεμελιώδες πρόβλημα είναι ότι η αγορά, ο προγραμματισμός και ο έλεγχος της παραγωγής, η αποθήκευση και η διανομή, τείνουν να αναπτύσσονται κυρίως σε ανεξάρτητα διαμερίσματα, γεγονός που οδηγεί κατά συνέπεια σε μια απομονωμένη, περιοριστική και μη οικονομική προσέγγιση (Barker, 1989). Για να ενισχυθεί η επιτυχία των κατασκευαστικών επιχειρήσεων, υπάρχει ανάγκη για συντονισμό μεταξύ αυτών των τμημάτων που σχετίζονται με τα υλικά. Αυτό που χρειάζεται λοιπόν είναι μια φιλοσοφία ολοκληρωμένου επαγγελματισμού. Το προσωπικό δεν μπορεί να λειτουργήσει καλά αν δεν εκτιμήσει τις ανάγκες και τα προβλήματα των συναδέλφων σε αλληλένδετες λειτουργίες. Μια τέτοια συνειδητοποίηση δεν μπορεί από μόνη της να παράγει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αυτά επιτυγχάνονται εφόσον όλο το προσωπικό εργάζεται ως ομάδα για την επίτευξη εταιρικών στόχων (Barker, 1989).

Για να μπορεί να επιτευχθεί κερδοφορία μέσω της αποτελεσματικής διαχείρισης των υλικών, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην προμήθεια, παραλαβή, αποθήκευση και απελευθέρωση των υλικών (Ogohi, 2019)

Η συνετή διαχείριση των υλικών μειώνει τις αποσβέσεις, τις κλοπές και τις σπατάλες και εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητα τους. Θα θέλαμε να τονίσουμε εκ νέου ότι για να επιτύχει μια επιχείρηση κερδοφορία ο στόχος της διαχείρισης υλικών θα πρέπει να σχεδιαστεί σωστά. Είναι σαφώς σημαντικό να διαχειριζόμαστε όλα τα υλικά από το στάδιο της δημιουργίας έως το στάδιο της κατασκευής. Η σπατάλη υλικών θα πρέπει επίσης να ελαχιστοποιείται σε όλο το στάδιο κατασκευής, προκειμένου να αποφευχθεί η απώλεια κέρδους. Η αποτυχία στη διαχείριση του υλικού και του αποθέματος του εργοταξίου θα έχει ως αποτέλεσμα την υπέρβαση του κόστους, τις αναβολές στην ολοκλήρωση του έργου και τη μείωση της συνολικής απόδοσης του έργου. Η καλύτερη διαχείριση μεταξύ του τμήματος αγορών και οικονομικής διαχείρισης θα βοηθήσει στην επίτευξη μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας στη διαχείριση αποθεμάτων. Η επιχείρηση, χρησιμοποιώντας σωστό και αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης υλικών μπορεί να έχει αυξήσει την συνολική της απόδοση.

Σύμφωνα με έρευνα του Ogohi (2019), σχετικά με την επίδραση της διαχείρισης των υλικών στην παραγωγικότητα ενός οργανισμού, καταλήγει στα εξής αποτελέσματα:

- Η προμήθεια υλικών πρέπει να βρίσκεται σε τέτοιο στάδιο έτσι ώστε να αποφευχθεί η "εξάντληση των αποθεμάτων" κατά τη διάρκεια της εργασίας.
- Οι οργανισμοί πρέπει πάντα να λαμβάνουν γνώση του κόστους παραγωγής ή της τιμής των πρώτων υλών πριν καταλήξουν στην τιμή που θα εκτελέσουν τις εργασίες
- Θα πρέπει να υπάρχει καλό και αποτελεσματικό σύστημα καταγραφής των υλικών για τις λειτουργίες του οργανισμού καθώς επηρεάζει την παραγωγή.
- Ο ρυθμός αλλοίωσης και σπατάλης πρέπει να ελαχιστοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο και να διασφαλιστεί ότι τα προϊόντα περνούν τον ποιοτικό έλεγχο.
- Υπάρχει ανάγκη κατάρτισης του προσωπικού στον τομέα της διαχείρισης υλικών για την περαιτέρω ενίσχυση των γνώσεων της εργασίας.
- Οι οργανισμοί θα πρέπει να μηχανογραφήσουν το σύστημα διαχείρισης υλικών τους σύμφωνα με τις παγκόσμιες αλλαγές, προκειμένου να είναι σε θέση να παρακολουθούν τις κινήσεις

2.2. Επιλογή και έλεγχος υπεργολάβων και προμηθευτών

Η προμήθεια και η διαχείριση των υλικών συνεπάγονται προκλήσεις που σχετίζονται με τη μείωση της απογραφής, την υπέρβαση της ταχύτητας παράδοσης και την αύξηση του ελέγχου των υλικών, μειώνοντας έτσι το συνολικό κόστος του έργου (Safa et al., 2014). Ο εργολάβος τηρεί αρχεία αποδεκτών προμηθευτών και υπεργολάβων. Παρακολουθεί και θα τεκμηριώνει συνεχώς τις επιδόσεις τους. Ειδικότερα, παρακολουθεί και θα τεκμηριώνει τις επιδόσεις τους ως προς την ποιότητά τους. Διατηρείται σε ενιαίο ευρετήριο τα ονόματα των διορισμένων υπεργολάβων και προμηθευτών. Το ευρετήριο θα περιλαμβάνει την ημερομηνία συμφωνίας και σύνοψη του αντικειμένου των προμηθειών/εργασιών για τις οποίες εγκρίνονται. Ο εργολάβος εφαρμόζει τεκμηριωμένες διαδικασίες ώστε το υλικό που έχει παραγγελθεί να χρησιμοποιηθεί στο έργο για να έχει συμμορφωθεί με τις καθορισμένες απαιτήσεις. Για τους προμηθευτές και τους υπεργολάβους ετοιμάζονται κατάλογοι, οι οποίοι αποτελούν τη βάση για την καταγραφή της αξιολόγησης των ανωτέρω, ανάλογα με την ποιότητα, το κόστος και την αξιοπιστία τους ως προς την ταχεία παράδοση του προϊόντος που παρέχουν.

Ο εργολάβος επιλέγει τους συνεργάτες του ανάλογα με την ικανότητα ικανοποίησης των απαιτήσεων του έργου. Ο βαθμός αξιολόγησης των συνεργατών εξαρτάται από την εμπιστοσύνη και/ή την αξιοπιστία τους, τον κρίσιμο χαρακτήρα του προϊόντος τους και την επίδρασή του στην ποιότητα του σχεδίου. Ένας εκπρόσωπος του εργολάβου μπορεί να προβεί σε έλεγχο στις εγκαταστάσεις του προμηθευτή/υπεργολάβου για να επαληθεύσει την ποιότητα του προϊόντος. Εάν προβλέπεται στη σύμβαση, εκπρόσωπος του πελάτη μπορεί να επιβεβαιώσει τη συμμόρφωση του προϊόντος με τις προδιαγραφές ελέγχοντας τις εγκαταστάσεις του προμηθευτή/υπεργολάβου που έχει επιλέξει ο αντισυμβαλλόμενος.

Τα έγγραφα προμηθειών-υπεργολαβία (δελτία παραγγελίας, συμφωνίες) ελέγχονται και εγκρίνονται από διορισμένα πρόσωπα ως προς την καταλληλότητά τους πριν από την έκδοσή τους. Οι υπεργολάβοι που απαριθμούνται στον κατάλογο υπεργολαβιών (που έχει εγκριθεί από τον πελάτη) έχουν αξιολογηθεί ως ικανοί, καταρτισμένοι και αξιόπιστοι ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζονται στο πρότυπο ISO 9001 ή ισότιμες. Ο ανάδοχος αξιολογεί όλα αυτά τα συστήματα διαχείρισης ποιότητας πριν από την ανάθεση των εν λόγω συμβάσεων υπεργολαβίας. Οι συμβάσεις υπεργολαβίας του αναδόχου βασίζονται σε συνακόλουθη συμφωνία υπεργολαβίας, η οποία απαιτεί από τον υπεργολάβο να πληροί όλες τις συμβατικές απαιτήσεις που σχετίζονται με το πεδίο

εφαρμογής όλων των συμβατικών απαιτήσεων σχετικά με τη διασφάλιση της ποιότητας και τον ποιοτικό έλεγχο.

Η διαφάνεια μεταξύ των προμηθευτών, των υπεργολάβων και των πελατών είναι σημαντική για τον σχεδιασμό των υλικών (Cheng et al., 2010). Η έννοια της υπεργολαβίας είναι ζωτικής σημασίας στη διαδικασία διαχείρισης υλικών, η οποία πρέπει να εξεταστεί κατά την ανάπτυξη και την εφαρμογή της διαχείρισης του υλικού. Το πεδίο εφαρμογής των συμβάσεων υπεργολαβίας και οι κατάλογοι εξοπλισμού και υλικών που πρέπει να παρέχουν οι υπεργολάβοι είναι καθορισμένοι κατά το στάδιο του σχεδιασμού (Segerstedt & Olofsson, 2010). Κάποια υλικά αγοράζονται από τον πελάτη ενώ κάποια άλλα μπορούν να διοχετευτούν απευθείας στο έργο από τους υπεργολάβους. Γενικά, η υπεργολαβία απαιτεί σημαντική προσπάθεια όσον αφορά τα καθήκοντα προμήθειας και προγραμματισμού των υλικών. Ο σχεδιασμός των μεταφορών, η κατηγοριοποίηση των υλικών και ένα σύστημα κωδικοποίησης αποτελούν σημαντικές λειτουργίες του σχεδιασμού των δομικών υλικών. Ο σχεδιασμός των μεταφορών πρέπει να περιλαμβάνει την εξέταση του κόστους, της ασφάλειας, της έγκαιρης παράδοσης και της περιεκτικότητας σε επικίνδυνα υλικά. Η ανάγκη υλικών καθορίζεται από την ποσότητα των προϊόντων που απαιτούνται για το έργο, με βάση τον σχεδιασμό. Ωστόσο, για τη δημιουργία σύνθετων υλικών απαιτείται η διοχέτευση τους και η διάταξή τους με βάση την συσχέτισή τους και, επομένως, πρέπει να δημιουργηθεί ένας πίνακας υλικών. Αυτός ο πίνακας είναι σημαντικός για τον καθορισμό των αναγκών των υλικών και για τη διοχέτευση τους κατάλληλα, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ομαλή εξέλιξη του έργου. Χρησιμοποιείται για την εφαρμογή των απαιτήσεων υλικών στο πλαίσιο του έργου και για τη διασφάλιση ότι η παραλαβή και χρήση των υλικών γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τις ανάγκες του έργου.

3. Εισαγωγή στον ποιοτικό έλεγχο των επιχειρήσεων

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε και θα αναπτύξουμε διαδικασίες και λειτουργίες μιας κατασκευαστικής εταιρείας που ειδικεύεται στην κατασκευή αγωγών φυσικού αερίου. Ας δούμε πρώτα τις κύριες λειτουργίες που αφορούν τον ποιοτικό έλεγχο σε μια τέτοια εταιρεία. Η διαχείριση της ποιότητας στην κατασκευή περιλαμβάνει διάφορα ειδικά θέματα

και εκτιμήσεις. Ακολουθούν ορισμένοι βασικοί τομείς και θέματα που σχετίζονται με τη διαχείριση της ποιότητας στις κατασκευές.

Σχεδιασμός ποιότητας (Quality planning)

- Ανάπτυξη Σχεδίων Διαχείρισης Ποιότητας
- Καθορισμός ποιοτικών στόχων και προτύπων
- Καθορισμός διαδικασιών επιθεώρησης και δοκιμής
- Ποιοτικός έλεγχος (Quality Control)
- Επιθεώρηση και δοκιμή υλικών
- Πρότυπα κατασκευής και έλεγχος
- Μέθοδοι μη καταστροφικών δοκιμών (Non Destructive tests)
- Λίστες ποιοτικού ελέγχου (Checklists)
- Διασφάλιση Ποιότητας (Quality Assurance)
- Πολιτικές και Διαδικασίες QA
- Έλεγχοι και ανασκοπήσεις διαδικασιών (Audits)
- Συστήματα Διαχείρισης Διασφάλισης Ποιότητας
- Εκπαίδευση και ανάπτυξη δεξιοτήτων
- Επιθεωρήσεις και δοκιμές (Inspections and testing)
- Διαδικασίες επιθεώρησης κατασκευής
- Δοκιμές υλικών
- Γεωτεχνικές δοκιμές
- Επιθεώρηση Μηχανολογικών και Ηλεκτρικών Συστημάτων
- Τεκμηρίωση και τήρηση αρχείων (Documentation)
- Διαδικασίες ελέγχου εγγράφων
- Τήρηση αρχείων για επιθεωρήσεις και δοκιμές
- Πιστοποιήσεις Ποιότητας και Συμμόρφωση

- Διαχείριση Ποιότητας Εργολάβων και Υπεργολάβων
- Πιστοποίηση προμηθευτή και προμηθευτή
- Διασφάλιση Ποιότητας Υπεργολάβων
- Κοινοποίηση των απαιτήσεων ποιότητας στους αναδόχους

3.1. Σχεδιασμός ποιότητας

Σε αρχικό στάδιο καταγράφεται ο Σχεδιασμός Ποιότητας (Quality Control Plan). Το σχέδιο ποιότητας (Πίνακας 3), αποτελείται από τις ισχύουσες διαδικασίες (που περιγράφουν τη διαδικασία παραγωγής και τις αρμοδιότητες), τα ισχύοντα πρότυπα κατασκευής, τις διαδικασίες σύμφωνα με τα συμβόλαια, τις αποδεκτές ανοχές μέτρησης, την περιγραφή των προτύπων υλικών και ούτω καθεξής. Συντάσσεται από τον διευθυντή του τμήματος ποιοτικού ελέγχου, σε συνεργασία με τα εμπλεκόμενα μέρη. Αναφέρονται όλες οι διαδικασίες και τα άτομα που θα συμμετέχουν στις δραστηριότητες.

Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι να καθοριστούν οι απαιτήσεις της σύμβασης για το έργο και οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθεί ο εργολάβος, από την έκδοση των τεχνικών απαιτήσεων, έως το κλείσιμο των συμβάσεων υπεργολαβίας και την παραλαβή των υλικών. Περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο ο ανάδοχος προτίθεται να μεταβιβάσει όλες τις τεχνικές και διοικητικές απαιτήσεις του έργου στον πελάτη και καθορίζει τις αρμοδιότητες μεταξύ της Ομάδας Προμήθειας Έργου, της Τεχνικής Ομάδας Διαχείρισης Έργου και των υπεργολάβων για την ανάθεση και τη διαχείριση των διαδικασιών. Ένα ενδεικτικό σχέδιο δίνεται στο [Παράρτημα](#).

Παρατηρώντας τον Πίνακα 3, βλέπουμε ότι σε αρχικό στάδιο, γίνεται μια αναθεώρηση των συμβάσεων που έχουν υπογραφεί με όλες τις απαιτήσεις που προϋποθέτουν. Συμμετέχοντες σε αυτή τη διαδικασία είναι ο ανάδοχος του έργου, η επιθεώρηση τρίτου μέρους και ο πελάτης του έργου. Ακολουθεί η περίπτωση της μη-συμμόρφωσης, με οδηγό τα συστήματα ποιότητας που εφαρμόζονται, τις απαιτήσεις και τους παρόντες στα επίπεδα επιθεώρησης που περιλαμβάνουν τον ανάδοχο στον ρόλο της επιτήρησης και τον πελάτη στον ρόλο του μάρτυρα στην διαδικασία της επιθεώρησης. Έπειτα ακολουθούν οι διορθωτικές ενέργειες και οι δράσεις για την πρόληψη των μη-συμμορφώσεων.

Αποστολή της υπηρεσίας προμηθειών είναι να ενεργεί σύμφωνα με τις βέλτιστες πρακτικές και τις οικονομικά αποδοτικές προσεγγίσεις για την παροχή στο έργο υλικών και υπηρεσιών

υψηλής ποιότητας σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα, τις διοικητικές και τεχνικές συμβατικές απαιτήσεις.

Οι στρατηγικοί στόχοι των συμβάσεων είναι οι εξής:

- Εντοπισμός πωλητών που παρέχουν αγαθά και υπηρεσίες υψηλής ποιότητας, με το χαμηλότερο κόστος και προστιθέμενη αξία.
- Επεξεργασία της τεκμηρίωσης της προμήθειας εντός πραγματικά προγραμματισμένων χρονικών πλαισίων.
- Διατήρηση των δεοντολογικών επιχειρηματικών προτύπων και της πλήρους συμμόρφωσης με τις κείμενες διατάξεις και διασφάλιση της εφαρμογής των ίδιων αρχών από τους προμηθευτές μας.
- Παροχή της βέλτιστης αξίας στη διαδικασία σύναψης συμβάσεων με το χαμηλότερο συνολικό κόστος, με ελάχιστους κινδύνους για την αλυσίδα εφοδιασμού.

Ο Διευθυντής Έργου μπορεί να καλέσει πρόσθετο βασικό προσωπικό για την υποστήριξη της ομάδας προμηθειών, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι όλες οι προδιαγραφές και απαιτήσεις του έργου έχουν ληφθεί υπόψη και καθοριστεί σαφώς. Σε αυτό το σημείο είναι βασικό να αναφέρουμε ότι σύμφωνα με τον κώδικα δεοντολογίας για την σύναψη των συμβάσεων και προκειμένου να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τις αρχές δεοντολογίας και τους νόμους για την καταπολέμηση της δωροδοκίας, ο ανάδοχος εκδίδει έγγραφο σχετικά με τον κώδικα δεοντολογίας και υποχρεώνει όλους τους υπαλλήλους του, τα μέλη του διοικητικού συμβουλίου, το προσληφθέν προσωπικό, τους προμηθευτές, τους συνδεδεμένους με αυτόν φορείς, τους συμβούλους, τους μεσάζοντες, τους εκπροσώπους ομάδων συμφερόντων, τις εξωτερικές πηγές και άλλους που ενεργούν για λογαριασμό του αναδόχου, να συμμορφωθούν.

Οι υπεργολάβοι προτείνονται από έναν κατάλογο υπεργολάβων ή, σε περίπτωση που ο υπεργολάβος δεν περιλαμβάνεται στον κατάλογο, ο ανάδοχος πρέπει να λάβει την έγκριση του πελάτη. Ο προτεινόμενος νέος κύριος υπεργολάβος πρέπει να πληροί γενικά τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Τεχνική ικανότητα για την εκτέλεση των εργασιών σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σύμβασης, περιβαλλοντικά υπεύθυνοι, κοινωνικά υπεύθυνοι, προσεκτικοί,

ειδικευμένοι, πεπειραμένοι στην ειδικότητά τους και έχοντας καλή φήμη, μεταξύ άλλων όσον αφορά θέματα καταπολέμησης της δωροδοκίας και της διαφθοράς.

- Ικανότητα τήρησης των χρονοδιαγραμμάτων παράδοσης του έργου.
- Υγιής οικονομική κατάσταση.
- Πλήρης συμμόρφωση με τις γενικές απαιτήσεις του έργου στα πλαίσια της ποιότητας.
- Γενικές απαιτήσεις για την υγεία και ασφάλεια.
- Διαθεσιμότητα κατάλληλης τεχνικής υποστήριξης και πόρων για την παροχή βοήθειας μετά την παροχή υπηρεσιών.

Ο εργολάβος διασφαλίζει με ενέργειες αξιολόγησης ότι οι υπεργολάβοι και οι προμηθευτές του είναι ικανοί, καταρτισμένοι και αξιόπιστοι για την Διασφάλισης Ποιότητας σύμφωνα με τις καθορισμένες απαιτήσεις του ISO 9001:2008.

Οι υπεργολάβοι έχουν υποχρέωση να υποβάλλουν καθημερινά στον ανάδοχο ημερήσια έκθεση παραγωγής, στην οποία αναφέρονται οι δραστηριότητες που έχουν πραγματοποιηθεί, οι ώρες, η κατασκευή, το προσωπικό και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για κάθε μεμονωμένη δραστηριότητα και μηνιαία έκθεση με το ποσοστό της προόδου των εργασιών. Οι εκθέσεις διαβιβάζονται στο Τμήμα Ελέγχου Έργου για έλεγχο της προόδου σε σχέση με τις απαιτήσεις του χρονοδιαγράμματος των υπεργολαβιών και στη συνέχεια ενημερώνουν το λογιστήριο για να προχωρήσει με το πιστοποιητικό πληρωμής.

Σε περιπτώσεις καθυστερήσεων που ενδέχεται να χρειαστεί παράταση του χρόνου εργασιών, ο υπεργολάβος πρέπει να ειδοποιήσει τον ανάδοχο για όλα τα περιστατικά και γεγονότα οποιασδήποτε φύσης που επηρεάζουν ή ενδέχεται να επηρεάσουν την πρόοδο των εργασιών το συντομότερο δυνατόν από τη στιγμή που έλαβε γνώση. Συγκεκριμένα, πρέπει να ειδοποιήσει για:

- α. τις περιστάσεις του γεγονότος, συμπεριλαμβανομένης της αιτίας ή των αιτιών.
- β. τη φύση και την έκταση τυχόν καθυστέρησης.
- γ. τα διορθωτικά μέτρα που έχουν ήδη ληφθεί ή πρόκειται να ληφθούν.
- δ. την επίδραση στις απαιτήσεις του χρονοδιαγράμματος.

Σημαντικό στοιχείο στο σχέδιο του ποιοτικού ελέγχου είναι ο εσωτερικός έλεγχος ποιότητας με τη συμβολή του οποίου, προλαμβάνουμε, διορθώνουμε και παρέχουμε

πληροφορίες στα ενδιαφερόμενα μέρη. Η επικοινωνία με τον πελάτη συμβάλλει στην αποτελεσματική συνεργασία, την εξασφάλιση της ομαλής πορείας του έργου και την επίλυση των προβλημάτων. Οι εκτενείς αναφορές και εκθέσεις προς τα ενδιαφερόμενα μέρη, ο συντονισμός και ο έλεγχος μέσω των εγγράφων και των συμβάσεων καθώς και η τακτική εξέταση από την διοίκηση, συμβάλουν στον έλεγχο, την αξιολόγηση και την βελτίωση των διαδικασιών κατά τον βέλτιστο δυνατό τρόπο.

Σε επόμενο στάδιο και εξαιρετικά κρίσιμο, βρίσκεται ο έλεγχος του εξοπλισμού και των οργάνων που χρησιμοποιούνται για τη διασφάλιση της εγκυρότητας των μετρήσεων σε ένα κατασκευαστικό έργο. Είναι καίριας σημασίας η ακρίβεια στην μέτρηση για την αποτελεσματικότητα των εργασιών.

Έπειτα γίνεται ο έλεγχος του σχεδιασμού για το έργο. Θα πρέπει δηλαδή να δούμε, κατά πόσο τα δεδομένα που έχουμε, ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του συμβολαίου, αν τα αποτελέσματα είναι τα επιθυμητά και να παραδώσουμε τα ανάλογα έγγραφα για να το επικυρώσουμε. Να γίνει εκτενής ανάλυση των κινδύνων που ελλοχεύουν, επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αντιμετώπισης αυτών και να γνωστοποιηθεί σε όλα τα μέρη. Θα πρέπει να γίνει και αξιολόγηση των υπεργολάβων για την εγκυρότητα και την αποτελεσματικότητά τους, πιθανώς σε άλλα παρόμοια έργα. Τέλος, η άρτια εκπαίδευση του προσωπικού σε θέματα ποιότητας και ενίσχυση των δεξιοτήτων είναι απαραίτητα.

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω, ξεκινάμε την παραλαβή των υλικών που θα πλαισιώσουν το κατασκευαστικό μας έργο. Σύμφωνα με τις καταγεγραμμένες διαδικασίες, θα πρέπει να γίνουν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι για την παραλαβή τους. Παρουσία του ανάδοχου του έργου, της επίβλεψης και της επιθεώρησης του τρίτου μέρους, θα γίνει ο έλεγχος, οπτικός και ποσοτικός, θα ελεγχθούν τα πιστοποιητικά τους και οι ταμπέλες με την ονομασία τους. Έπειτα θα πρέπει να μεταφερθούν σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο, με τον σωστό εξοπλισμό και από το κατάλληλο προσωπικό, πάντα σύμφωνα με τις διαδικασίες των προτύπων του έργου, για αποθήκευση και προστασία μέχρις ότου απελευθερωθούν στον χώρο της κατασκευής.

Πιο αναλυτικά, ο διευθυντής του έργου είναι υπεύθυνος για τη διασφάλιση της διαθεσιμότητας των απαιτούμενων πόρων, όπως των ανθρώπινων, οικονομικών αλλά και των μηχανημάτων. Ο διευθυντής κατασκευής είναι υπεύθυνος για την υιοθέτηση αυτής της διαδικασίας εργασίας στο πλαίσιο του έργου. Ο διευθυντής ποιότητας είναι υπεύθυνος για

την έκδοση και επικαιροποίηση της διαδικασίας αυτής σύμφωνα με το Σύστημα Ποιότητας του ανάδοχου, καθώς και για τον έλεγχο της εφαρμογής της διαδικασίας αυτής. Οι υπάλληλοι του τμήματος ποιότητας είναι υπεύθυνοι για τη διενέργεια του ελέγχου των παραδιδόμενων αντικειμένων, σύμφωνα με εγκεκριμένο εγχειρίδιο. Ο υπεύθυνος ασφάλειας είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο της εκπλήρωσης όλων των απαιτήσεων που σχετίζονται με τις δραστηριότητες χειρισμού υλικών, οι οποίες προβλέπονται στο σχέδιο του Οργανισμού Υγείας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος του έργου. Ο υπεύθυνος της αποθήκης είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο όλων των απαιτήσεων σχετικά με τον τόπο εγκατάστασης. Ο Εργοδηγός που βρίσκεται στο χώρο αποθήκευσης των σωλήνων είναι υπεύθυνος για την ποσοτική παραλαβή, αποθήκευση και έλεγχο των υλικών και θα συνεργάζεται με τον υπάλληλο του τμήματος ποιότητας. Ο υπάλληλος του τμήματος αποθήκης ή του τμήματος ποιότητας είναι υπεύθυνος για την καταγραφή των υλικών κατά την παραλαβή και αποδέσμευση από τους χώρους αποθήκευσης, στις σχετικές μορφές του συστήματος ποιότητας. Όλοι οι χειριστές θα πρέπει να έχουν την ανάλογη πείρα και να είναι πιστοποιημένοι για την λειτουργία του σχετικού εξοπλισμού. Είναι υπεύθυνοι για την ασφαλή λειτουργία του εξοπλισμού, για να διασφαλιστεί ότι τα υλικά δεν έχουν υποστεί ζημιά κατά τις διεργασίες. Όλα τα άτομα που εμπλέκονται στον χειρισμό των υλικών θα αποτελέσουν αντικείμενο κατάρτισης την πρώτη ημέρα, ανάλογα με τις ανάγκες. Οι χειριστές διενεργούν ημερήσιους ελέγχους όλων των μηχανημάτων και οι εργασίες πρέπει να εκτελούνται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η θραύση, η παραμόρφωση, η αποκόλληση, η φθορά κ.α. στους σωλήνες ή οι βλάβες οποιουδήποτε άλλου τύπου. Τα πιστοποιητικά δοκιμών και τα αρχεία συντήρησης φυλάσσονται επιτόπου για επιθεώρηση, εφόσον απαιτείται.

Όλα τα αιτήματα για υλικά εξετάζονται από τον πελάτη και ο ανάδοχος συμμορφώνεται με όλες τις παρατηρήσεις που λαμβάνει και όπως προβλέπεται στους όρους της σύμβασης. Υλικά που δεν καλύπτουν τις παρατηρήσεις που διατυπώθηκαν κατά τη διαδικασία επανεξέτασης δεν επιτρέπεται να εγκατασταθούν στο έργο. Κατά την άφιξή τους στον τόπο, όλα τα υλικά επιθεωρούνται ενδελεχώς για πιθανά ορατά ελαττώματα. Όλα τα υλικά πρέπει να συνοδεύονται από όλες τις κατάλληλες πιστοποιήσεις, οι οποίες θα πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά και, τέλος, να ταξινομούνται και να κατατίθενται στα αρχεία του αναδόχου. Αντίγραφα όλων των πιστοποιητικών μεταφέρονται επίσης στην επιθεώρηση του έργου για τη διασταύρωση, την επιθεώρηση και για την τήρηση των αρχείων τους. Τα είδη των

πιστοποιητικών θα είναι αυτά που αναφέρονται στις υλικές απαιτήσεις. Η συσκευασία όλων των υλικών πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές του έργου, ώστε να αποφεύγονται ζημίες κατά τη μεταφορά. Για αυτό, υποβάλλονται σε ασφαλή χειρισμό, αποθηκεύονται και ασφαλιζονται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Τα μικρά αντικείμενα αποθηκεύονται σε χώρο που μπορεί να κλειδωθεί και είναι ανθεκτικός στις καιρικές συνθήκες. Μετά την εκτέλεση των εργασιών, ο εργολάβος προβαίνει σε ακριβή επισκόπηση των υλικών και των ποσοτήτων στην ολοκληρωμένη εγκατάσταση. Η διαφορά μεταξύ των εν λόγω ελεγχόμενων ποσοτήτων και των παραληφθεισών ποσοτήτων (με αφαίρεση τυχόν επιστραφείσας ποσότητας ή θραυσμάτων) επιστρέφεται από τον εργολάβο στον πελάτη. Τα υλικά που επιστρέφονται στον πελάτη πρέπει να βρίσκονται σε καλή κατάσταση και να προστατεύονται κατάλληλα από φθορά υπό κανονικές συνθήκες αποθήκευσης. Τα υλικά για τα οποία έχει δημιουργηθεί φόρμα μη-συμμόρφωσης επισημαίνονται σαφώς και αποθηκεύονται χωριστά, έως ότου ολοκληρωθούν οι διορθωτικές ενέργειες, να κλείσει η μη-συμμόρφωση και γίνει αποδεκτό από τον πελάτη. Όταν διαπιστώνεται μη συμμόρφωση σε έργο που εκτελείται στο εργοτάξιο, οι εργασίες αυτές τίθενται αμέσως υπό έλεγχο ώστε να περιοριστεί η επιρροή που μπορεί να έχει σε άλλες εργασίες. Εάν αποφασιστεί η επισκευή του μη συμμορφούμενου προϊόντος, τότε επανελέγχεται προτού ενσωματωθεί στο έργο. Οι περιπτώσεις μη συμμόρφωσης παρακολουθούνται ώστε να επιβεβαιώνεται η επίλυσή τους και η αποτελεσματικότητα των μέτρων που λαμβάνονται για την αποφυγή της επανάληψης. Τηρούνται φάκελοι μη συμμόρφωσης, όπου καταγράφονται οι ενέργειες και οι αποφάσεις που λαμβάνονται.

Πριν από την πρώτη παράδοση των σωλήνων, πραγματοποιείται συνεδρίαση με τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων μερών, προκειμένου να αποσαφηνιστούν οι όροι παράδοσης, παραλαβής, καθώς επίσης να γίνει επανεξέταση για την αποδοχή της αποστολής. Πριν από την παράδοση των σωλήνων, ο κατάλογος των σωλήνων, σε ηλεκτρονική επεξεργάσιμη μορφή θα αποσταλεί στον υπεύθυνο επικοινωνίας από τον κύριο μηχανικό ή τον κύριο ανάδοχο του αγωγού, με σκοπό να κοινοποιηθεί η λίστα με τους σωλήνες που θα παραληφθούν. Κάθε φορτίο σωλήνα συνοδεύεται, συμπληρωματικά με δελτίο αποστολής. Τα δελτία αποστολής που θα συνοδεύουν κάθε φορτίο πρέπει να περιλαμβάνουν τις ακόλουθες πληροφορίες για κάθε επιμέρους σωλήνα:

- Αύξων αριθμό (ID στοιχείου)

- Μήκος σωλήνα
- Αριθμό χύτευσης
- Εξωτερική διάμετρο
- Πάχος μόνωσης
- Πάχος τοιχώματος

Σε περίπτωση προβλήματος ή έλλειψης τεκμηρίωσης, η Έκθεση Γενικής Επιθεώρησης θα συμπληρωθεί από τον ανάδοχο και το αντικείμενο θα τεθεί σε καραντίνα έως ότου επιλυθεί το πρόβλημα. Πρέπει να προβλέπεται χώρος απομόνωσης για 30 σωλήνες. Για την κοινοποίηση περιορισμένης περιοχής χρησιμοποιείται και η κατάλληλη σήμανση. Όλες οι δραστηριότητες προετοιμασίας για την παραλαβή των εμπορευμάτων ολοκληρώνονται και υλοποιούνται πριν από την παράδοση. Σε αυτές περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων και η διαθεσιμότητα κατάλληλου προσωπικού, καθώς και όλου του αναγκαίου εξοπλισμού και εργαλείων, σε καλή κατάσταση λειτουργίας.

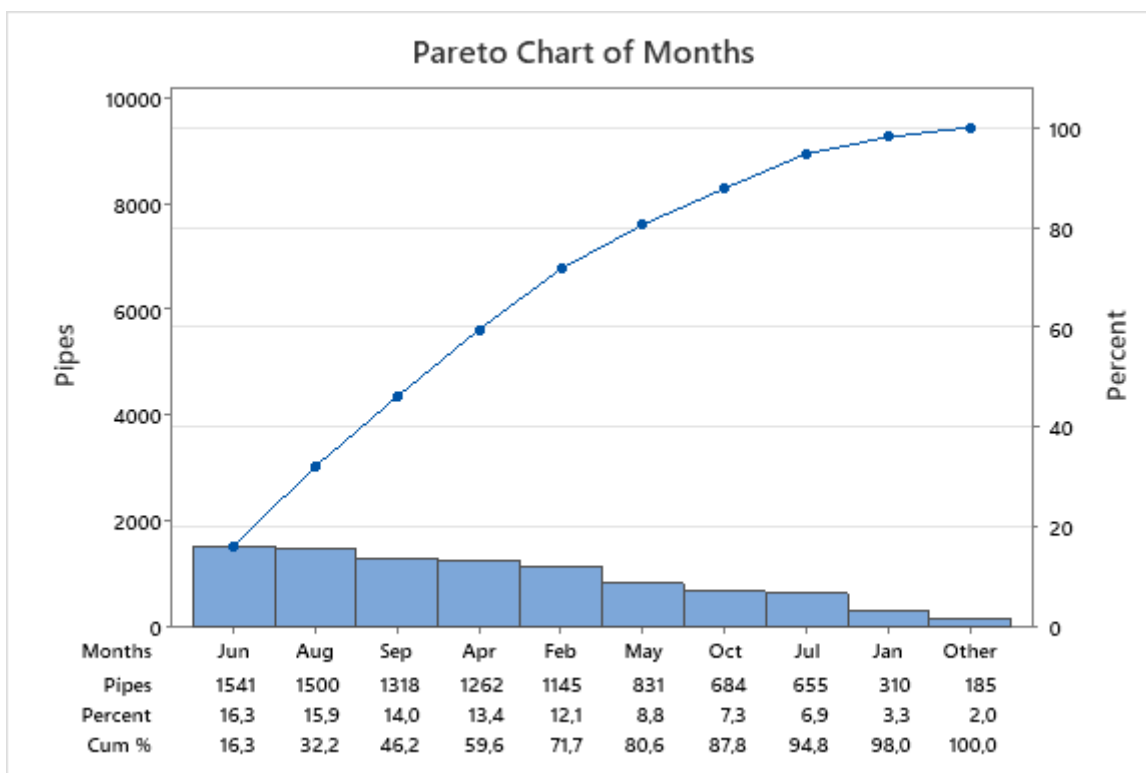
4. Εφαρμογή ελέγχων με στατιστικές μεθόδους

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τρόπους με τους οποίους μπορούμε να κάνουμε κάποιους ελέγχους πριν από την παραλαβή των σωλήνων με σκοπό την προετοιμασία όλων των εμπλεκόμενων μερών αλλά και την προετοιμασία του χώρου υποδοχής τους, αλλά και μετά την παραλαβή για τον έλεγχο της σωστής ροής των εργασιών σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα. Εν συνεχεία, μπορούμε να προχωρήσουμε σε δειγματοληπτικό έλεγχο για την εξέταση ορισμένων χαρακτηριστικών τους.

Η περίπτωση που μελετάμε αφορά την κατασκευή αγωγού φυσικού αερίου υψηλής πίεσης. Έχοντας αντλήσει όλα τα δεδομένα των σωλήνων που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά τους και τις ημερομηνίες παραλαβής, θα εξετάσουμε ορισμένες περιπτώσεις. Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουμε οι παραλαβές των σωλήνων στους χώρους αποθήκευσης του εργοταξίου ξεκίνησαν τέλη Ιανουαρίου και ολοκληρώθηκαν τον Οκτώβριο. Σε αρχικό στάδιο θα εξετάσουμε σε ποιους μήνες είχαμε τις περισσότερες αφίξεις και στη συνέχεια θα διαχωρίσουμε τους σωλήνες σε ίντσες, 30", 14" και 10".

Με τη βοήθεια του διαγράμματος Pareto, θα μπορέσουμε να εντοπίσουμε σε ποιους μήνες ανήκει το μεγαλύτερο ποσοστό των παραλαβών. Με αυτόν τον τρόπο, θα μπορέσουμε να εντοπίσουμε τυχόν αποκλίσεις από το χρονοδιάγραμμα και αν χρειάζεται κάποια αλλαγή στη ροή της κατασκευής. Εφόσον αυτός ο έλεγχος γίνει πριν τις παραλαβές, θα μπορέσουμε να οργανώσουμε τους χώρους αποθήκευσης και να υπάρχει διαθεσιμότητα σε οχήματα, μηχανήματα και προσωπικό κατά την άφιξη των σωλήνων. Εκ των υστέρων, θα μπορούμε να ελέγξουμε εάν οι παραλαβές μας ταυτίζονται με το χρονοδιάγραμμα και ποιες αλλαγές θα χρειαστεί να γίνουν στην πορεία της κατασκευής. Στο [Παράρτημα](#) (Πίνακας 4), βρίσκεται ο πίνακας μέσα από τον οποίο έχουμε αντλήσει τις πληροφορίες μας όσον αφορά τις παραλαβές. Στις 2 πρώτες στήλες βρίσκονται οι συνολικές παραλαβές από τον μήνα Ιανουάριο μέχρι και Δεκέμβριο, ενώ στις υπόλοιπες υπάρχει διαχωρισμός ανάλογα με τις ίντσες των σωλήνων για όλη την διάρκεια του χρόνου και πάλι.

Έπειτα από τον κατάλληλο έλεγχο, σύμφωνα με το διάγραμμα Pareto παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

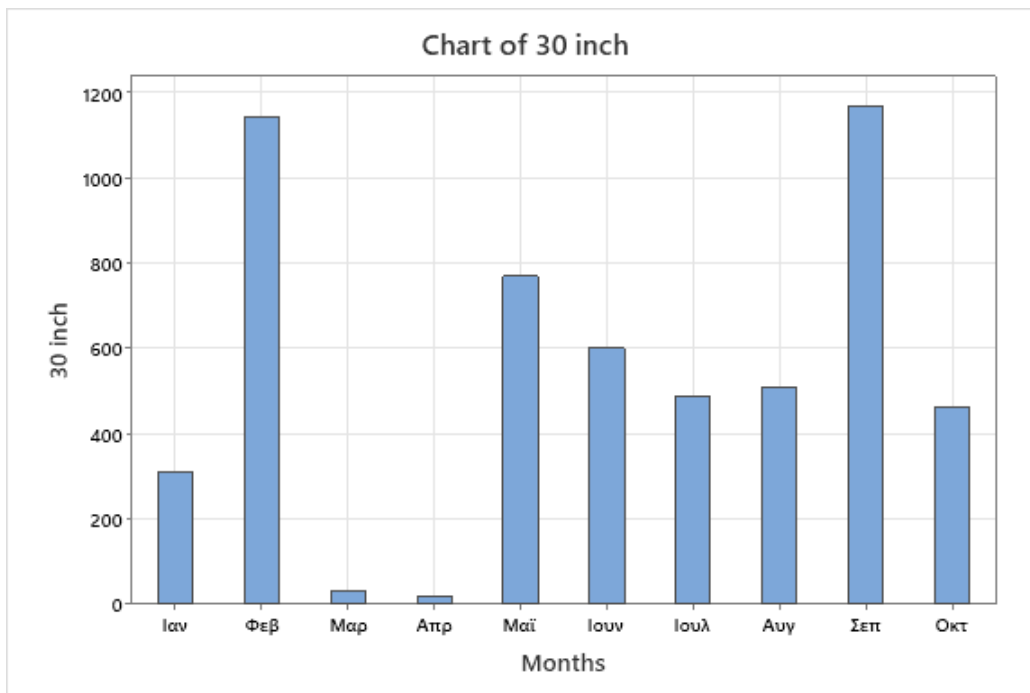


Εικόνα 1_Pareto Chart of months

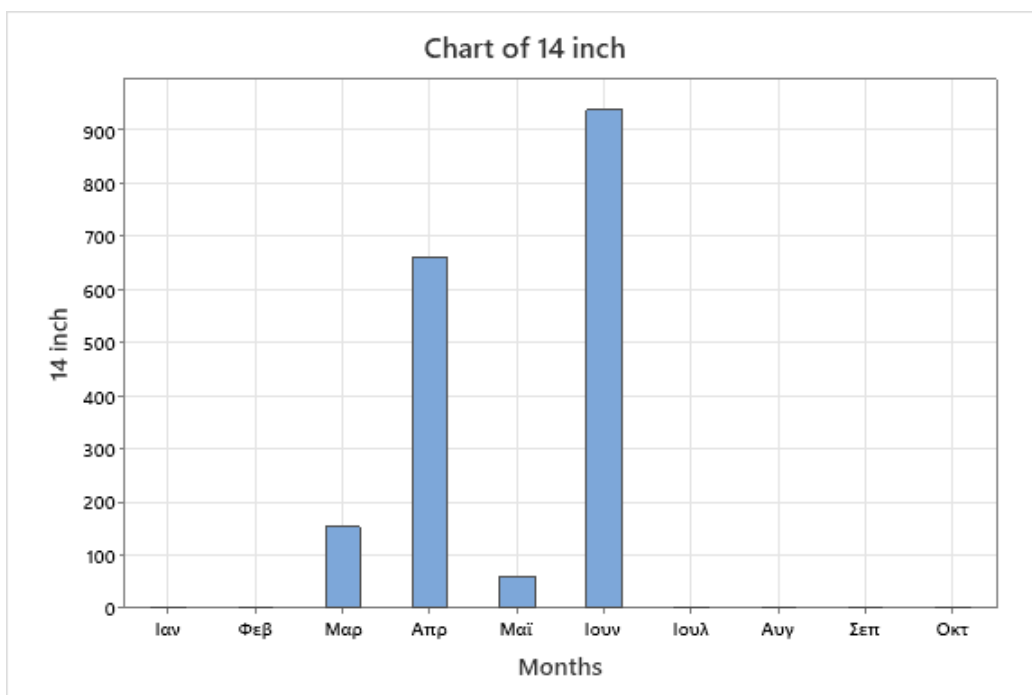
Παρατηρούμε ότι το 80% των παραλαβών μας ολοκληρώνεται μέσα σε 6 μήνες από τους 10 που είναι συνολικά. Πιο συγκεκριμένα, κατά τους μήνες Φεβρουάριο, Απρίλιο, Μάιο,

Ιούνιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο ολοκληρώνεται το 80,6% των παραλαβών μας. Ο λόγος που δεν υπάρχει συμμετρία στις παραλαβές θα μπορούσε να είναι το χρονοδιάγραμμα της κατασκευής, η έλλειψη χώρου αποθήκευσης, καθυστέρηση παραγωγής από την σωληνουργεία, δηλαδή το εργοστάσιο κατασκευής τους, όπως επίσης και έκτακτα φυσικά φαινόμενα που θα εμποδίζαν την μεταφορά τους. Έχοντας αυτές τις πληροφορίες αρχικά, μπορεί να οργανωθεί το προσωπικό στις κατάλληλες θέσεις και να προετοιμαστεί ο χώρος αποθήκευσης.

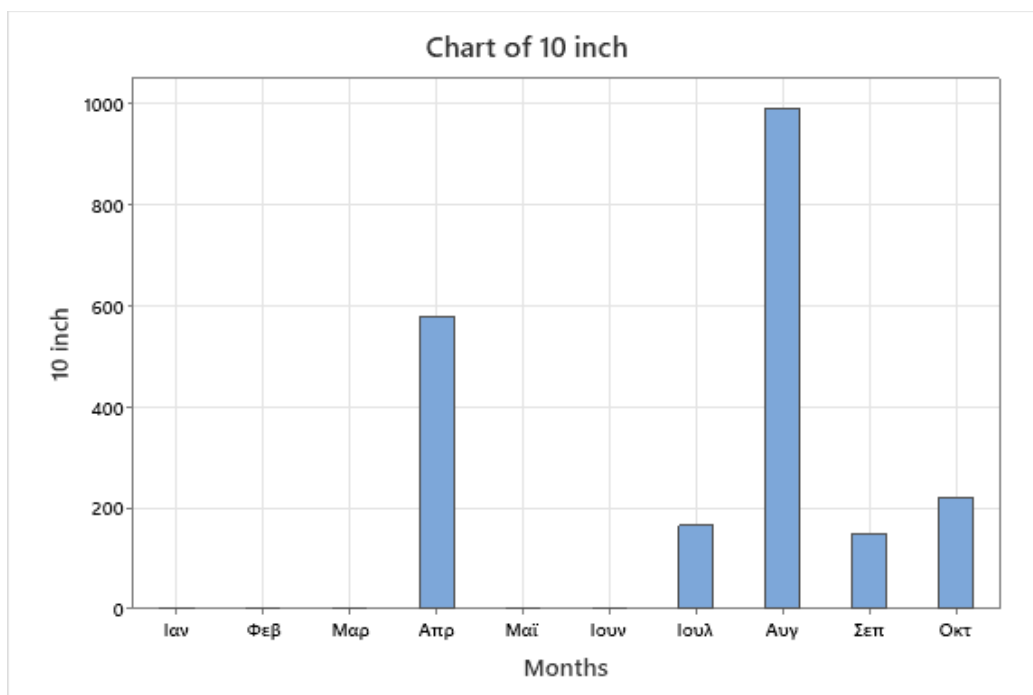
Στη συνέχεια μπορούμε να διαχωρίσουμε τους σωλήνες ανά ίντσες. Λόγω της διαφορετικής διαμέτρου, αποθηκεύονται σε ξεχωριστές αποθήκες και με διαφορετικό τρόπο. Επομένως στα τρία παρακάτω γραφήματα, βλέπουμε σε ανά μήνα, τις παραλαβές σωλήνων για 30", 14" και τέλος 10".



Εικόνα 2_Chart of 30"



Εικόνα 3_Chart of 14''

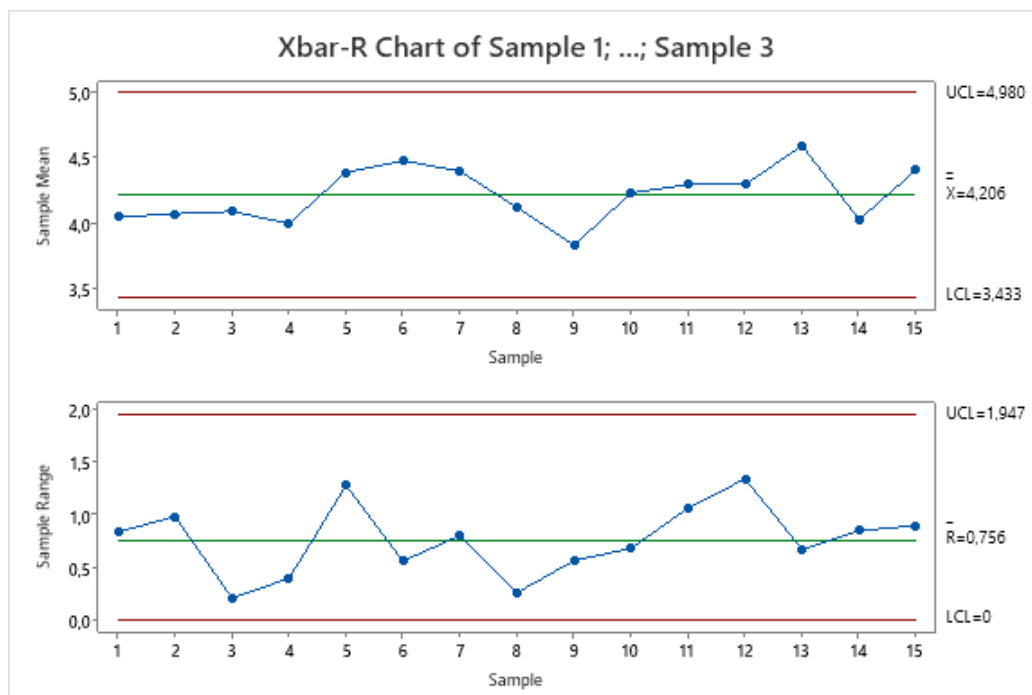


Εικόνα 4_Chart of 10''

Παρατηρούμε ότι οι σωλήνες των 30 ιντσών είναι αυτοί που έρχονται στις αποθήκες του εργοταξίου με την μεγαλύτερη συχνότητα και όπως φυσικά παρατηρείται σε μεγαλύτερες ποσότητες. Οι μήνες που υπάρχει μια στασιμότητα σε αυτή την διάμετρο είναι ο Μάρτιος

και ο Απρίλιος, όπου εκεί παρατηρούνται και οι πρώτες αφίξεις μικρότερης διαμέτρου. Συγκεκριμένα, τον Μάρτιο έχουμε τις παραλαβές των 14", οι οποίες κορυφώνονται και ολοκληρώνονται τον Ιούνιο και τον Απρίλιο ξεκινούν να καταφθάνουν οι 10". Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια παύση τον Μάιο και τον Ιούνιο στην κινητικότητα των 10", αλλά μπορούμε να υποθέσουμε ότι δόθηκε προτεραιότητα στην παραλαβή των άλλων σωλήνων λόγω προγραμματισμού και χρονοδιαγράμματος κατασκευής, όπως φαίνεται στα γραφήματα (Εικόνα 2 & Εικόνα 3).

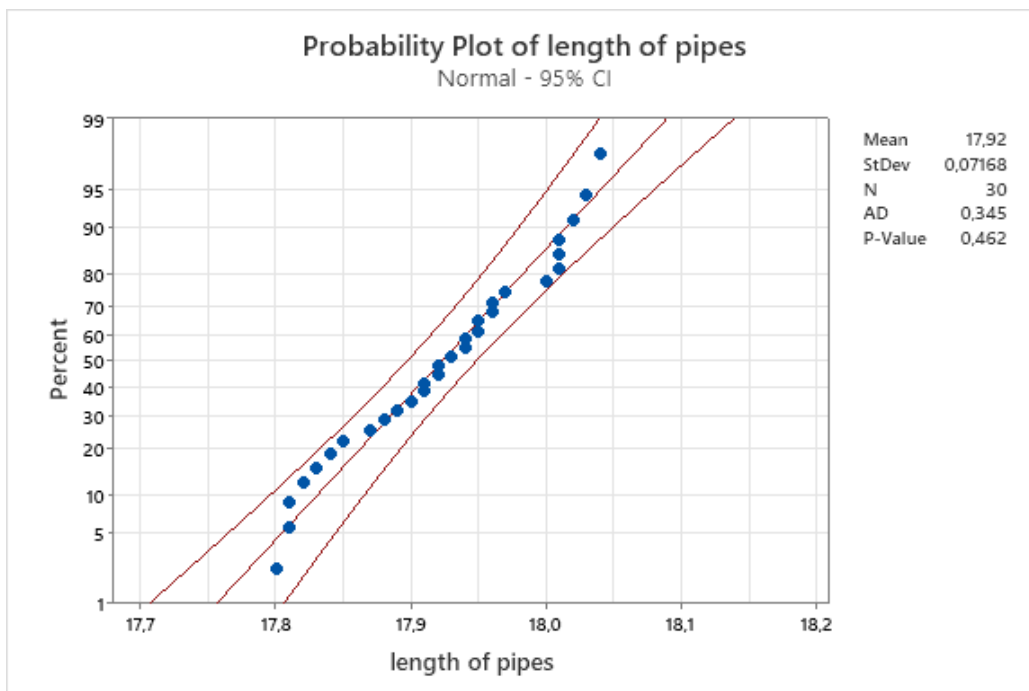
Έχοντας λοιπόν παραλάβει ένα σημαντικό ποσοστό από τους σωλήνες μας, θα πάμε να πραγματοποιήσουμε έναν δειγματοληπτικό έλεγχο για να εκτιμήσουμε το πάχος της μόνωσής τους. Στον Πίνακα 5 του Παραρτήματος, παρουσιάζονται οι τιμές του πάχους της μόνωσης σε mm, από τα δείγματα που λάβαμε. Θα κάνουμε έναν προκαταβολικό έλεγχο σε ορισμένες παρτίδες με σκοπό να διαπιστώσουμε αν η διαδικασία της μόνωσης των σωλήνων βρίσκεται υπό έλεγχο και αν απαιτούνται κάποιες διορθωτικές ενέργειες στην παραγωγή τους. Επιλέγουμε την κατασκευή διαγράμματος ελέγχου μεταβλητών (εφόσον μελετάμε ένα συνεχές χαρακτηριστικό ποιότητας) και κατασκευάζουμε διάγραμμα μέσου όρου-εύρους διάγραμμα \bar{X} -R. Έχουμε πάρει 3 δείγματα ($n=3$) από 15 παραλαβές σωλήνων το καθένα.



Εικόνα 5_Xbar-R Chart

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι δεν υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι η διαδικασία μας βρίσκεται εκτός ελέγχου. Δεν εντοπίζονται τιμές εκτός ορίων ελέγχου και φαίνεται να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις. Η διεργασία λειτουργεί με φυσική μεταβλητότητα η οποία δεν φαίνεται να είναι μεγάλη ώστε να είναι εκτός προδιαγραφών. Η μεταβλητότητα μπορεί να οφείλεται σε μια μικρή απορρύθμιση κάποιου εξοπλισμού, από λάθος χειρισμό προσωπικού, χρήση υλικού από διαφορετικό προμηθευτή κ.α. Σε κάθε περίπτωση, δεν υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος για λήψη διορθωτικών μέτρων. Προάγεται η σταθερότητα και μπορεί να λειτουργεί η διαδικασία ως έχει.

Σε επόμενο στάδιο μπορούμε να μελετήσουμε το μήκος των σωλήνων. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε το μέγεθος για να μπορούμε να καθορίσουμε την έκτασή τους για τον προγραμματισμό της διασποράς τους έξω στο πεδίο. Με το κατάλληλο σύστημα στατιστικού ελέγχου θα εκτιμηθούν οι εντός ελέγχου παράμετροι και θα ελεγχθεί η κανονικότητα της κατανομής. Συλλέξαμε τα δεδομένα που βρίσκονται στον Πίνακα 6 του [Παραρτήματος](#) και πήραμε 30 παρατηρήσεις σε τυχαίες διαφορετικές μέρες κατά την διάρκεια των παραλαβών. Το Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας που πήραμε απεικονίζεται παρακάτω.

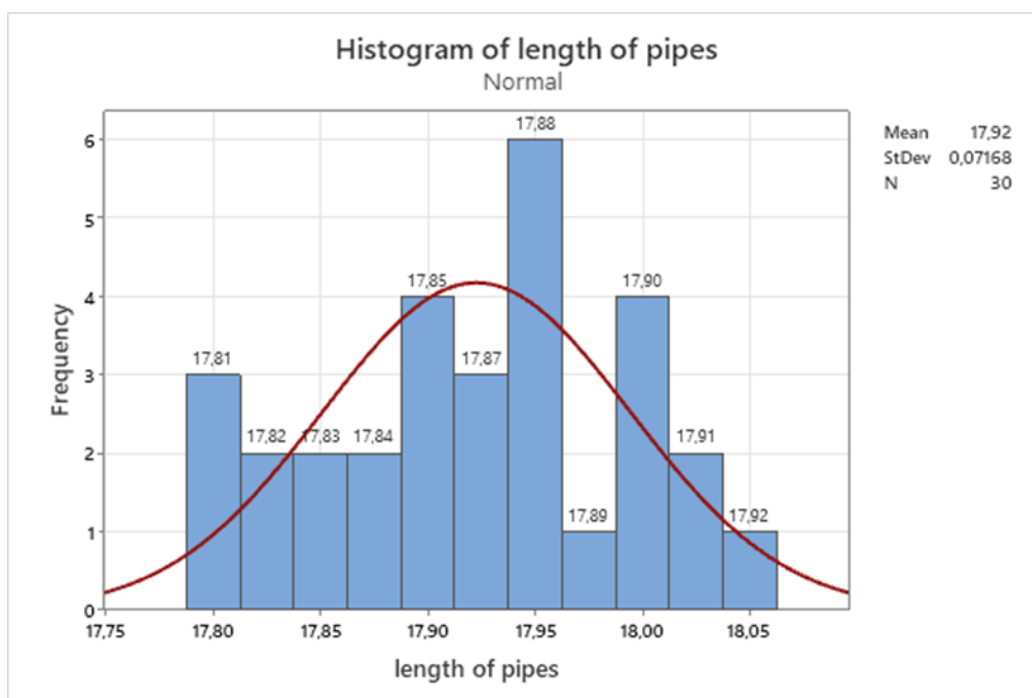


Εικόνα 6_Probability plot of length

Το διάγραμμα υποδεικνύει ότι τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή με μέση τιμή ίση με $\bar{X}=17,92$ και τυπική απόκλιση ίση με $s=0,07168$. Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται

από το γεγονός ότι όλα τα σημεία βρίσκονται εντός των ορίων του κανονικού προτύπου και επειδή το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας (p-value) του ελέγχου Anderson-Darling είναι μεγαλύτερο του 5% ($p=0,462$).

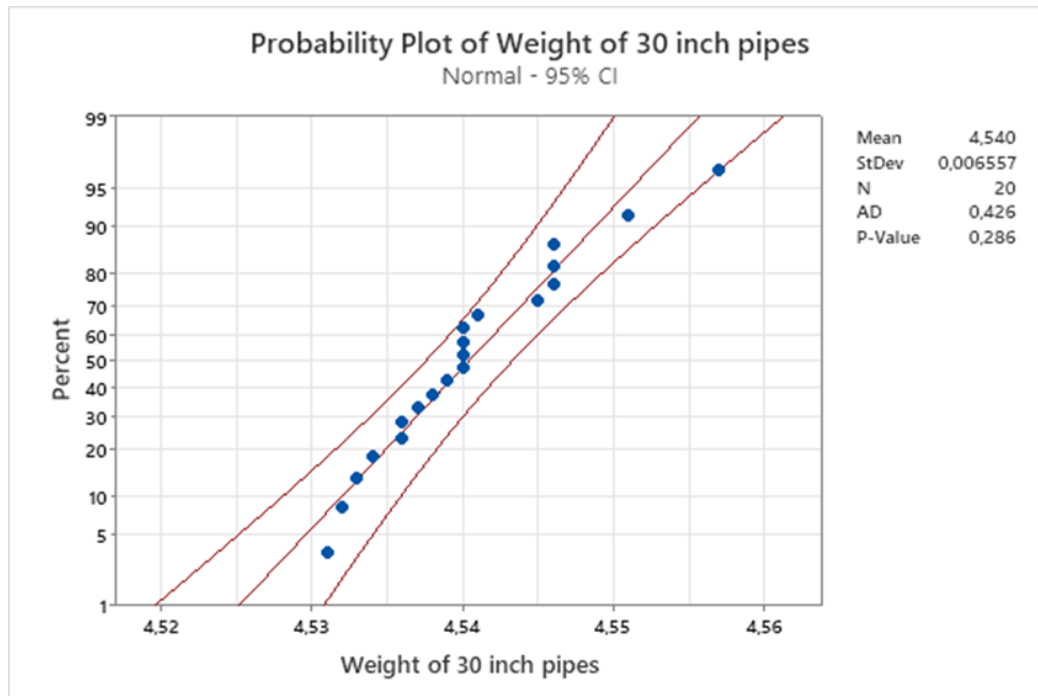
Μπορούμε να επαληθεύσουμε το αποτέλεσμα της κανονικότητας των δεδομένων με την βοήθεια ενός ιστογράμματος και το αποτέλεσμα φαίνεται στο διάγραμμα παρακάτω.



Εικόνα 7_Histogram of length of pipes

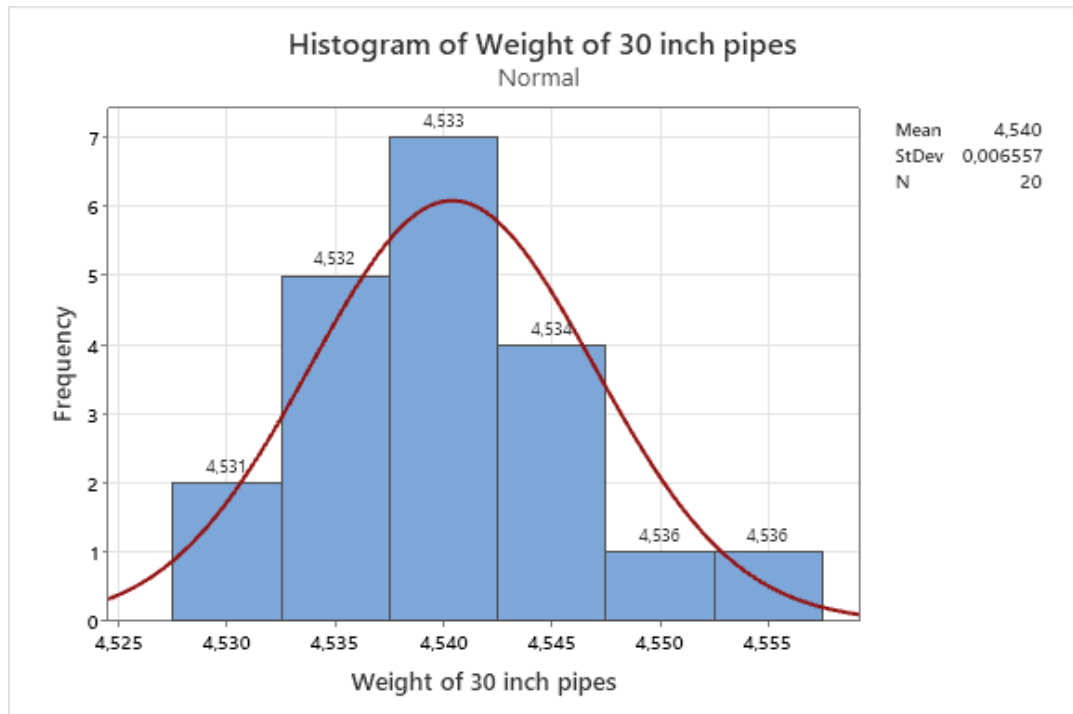
Η μορφή του ιστογράμματος δίνει ένδειξη μη συμμετρικότητας της κατανομής αλλά δεν επιβεβαιώνεται στατιστικά αφού από το κριτήριο Anderson-Darling δεν δικαιολογείται η απόρριψη της υπόθεσης της κανονικότητας.

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να μελετήσουμε και το βάρος των σωλήνων που παραλαμβάνουμε. Σε αυτή την περίπτωση όμως, θα πρέπει διαχωρίσουμε τους σωλήνες ανάλογα με τις ίντσες διότι το μέσο βάρος τους διαφέρει. Θα μελετήσουμε την περίπτωση των σωλήνων 30 ιντσών και έχοντας συλλέξει τα στοιχεία του Πίνακα 7 του Παραρτήματος, με τυχαίο τρόπο και σε διαφορετικές ημέρες, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τους στατιστικούς ελέγχους.



Εικόνα 8_Probability plot of weight of 30" pipes

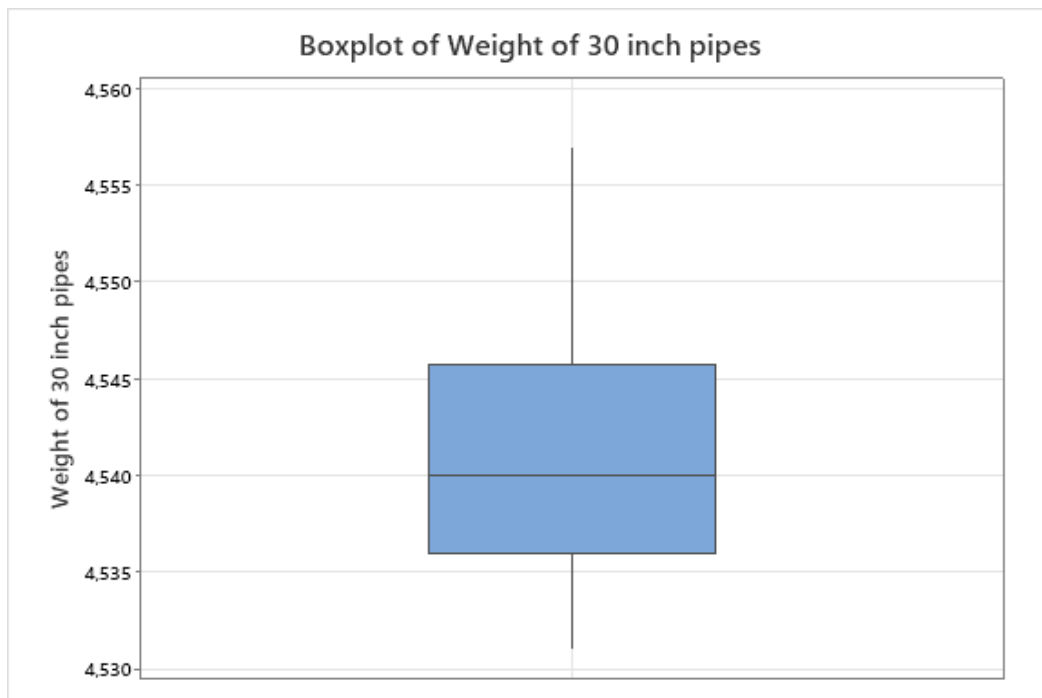
Το διάγραμμα και σε αυτή την περίπτωση, υποδεικνύει ότι τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή με μέση τιμή ίση με $\bar{X}=4,54$ και τυπική απόκλιση ίση με $s=0,0066$. Το συμπέρασμα αυτό εξάγεται από το γεγονός ότι όλα τα σημεία βρίσκονται εντός των ορίων του κανονικού προτύπου και επειδή το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας (p-value) του ελέγχου Anderson-Darling είναι μεγαλύτερο του 5% ($p=0,286$). Παρατηρούμε ότι μια τιμή, δεξιά του διαγράμματος, βρίσκεται στο όριο. Μπορούμε να επαληθεύουμε το αποτέλεσμα της κανονικότητας των δεδομένων με την βοήθεια ενός ιστογράμματος για αρχή και έπειτα θα προχωρήσουμε στην κατασκευή ενός θηκογράμματος για τον εντοπισμό πιθανής εξωτερικής τιμής. Το αποτέλεσμα που παίρνουμε από την κατασκευή ιστογράμματος είναι το παρακάτω.



Εικόνα

9_Histogram of weight of 30" pipes

Η μορφή του ιστογράμματος δίνει ένδειξη συμμετρίας χωρίς να υπάρχει αμφιβολία για την ύπαρξη κανονικότητας στα δεδομένα. Θα προχωρήσουμε όμως στην κατασκευή θηκογράμματος για να διαπιστώσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια την ύπαρξη κάποιας τιμής που μπορεί να χαρακτηριστεί ως εξωκείμενη. Βλέπουμε τα αποτελέσματα στο παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 10_Boxplot of weight of 30" pipes

Σύμφωνα με το διάγραμμα που κατασκευάσαμε δεν εντοπίζονται εξωτερικές τιμές οι οποίες να επηρεάζουν την εκτίμηση των παραμέτρων της κατανομής.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έπειτα από μακροσκελή ανάλυση, μπορούμε να καταλήξουμε σε κάποιες διαπιστώσεις για την κρισιμότητα της διαχείρισης υλικών για τον έλεγχο ποιότητας στην κατασκευή, η οποία είναι σημαντική για αρκετούς λόγους.

Αρχικά, να τονίσουμε ότι τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Η κατάλληλη διαχείριση εξασφαλίζει ότι χρησιμοποιούνται μόνο υλικά υψηλής ποιότητας στη διαδικασία κατασκευής. Η αποτελεσματική διαχείριση υλικών εξασφαλίζει συνέπεια στην ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια του έργου. Η συνέπεια είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της ομοιομορφίας και της αξιοπιστίας στη διαδικασία κατασκευής, οι οποίες θα συνοδεύουν το όνομα και την φήμη της εταιρείας και σε επόμενα έργα.

Όσον αφορά το κόστος, οι αποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης υλικών βοηθούν στον έλεγχο του κόστους με την ελαχιστοποίηση των απωλειών, τη μείωση του κόστους κατοχής αποθεμάτων και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών εφοδιασμού. Η διαχείριση των υλικών με αποτελεσματικό τρόπο, βοηθάει στην αποφυγή της δημιουργίας έλλειψης και αντίστοιχα του πλεονάσματος, οδηγώντας σε εξοικονόμηση κόστους.

Στα πλαίσια της διαχείρισης γίνεται συμμόρφωση σύμφωνα με τους κανονισμούς και τα πρότυπα. Τα κατασκευαστικά υλικά πρέπει να πληρούν ορισμένα πρότυπα για τη διασφάλιση της ασφάλειας, της αντοχής και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η κατάλληλη διαχείριση υλικών εξασφαλίζει ότι όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται συμμορφώνονται με τα σχετικά πρότυπα και κανονισμούς, μειώνοντας τον κίνδυνο προβλημάτων μη συμμόρφωσης. Με την διαχείριση προλαμβάνονται καθυστερήσεις στην προμήθεια υλικών μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τα χρονοδιαγράμματα του έργου. Η αποτελεσματική διαχείριση υλικών εξασφαλίζει ότι τα απαραίτητα υλικά είναι διαθέσιμα όταν απαιτούνται, αποτρέποντας καθυστερήσεις στις κατασκευαστικές δραστηριότητες και διασφαλίζοντας την έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου.

Αποφεύγεται η χαμηλή ποιότητα των υλικών ή η ανεπαρκής προσφορά, που μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους για το κατασκευαστικό έργο, όπως διαρροές, κίνδυνοι ασφαλείας ή νομικές ευθύνες. Η διαχείριση υλικών βοηθά στον εντοπισμό και τη μείωση αυτών των κινδύνων, εξασφαλίζοντας τη χρήση υλικών υψηλής ποιότητας και τη διατήρηση επαρκούς επιπέδου αποθεμάτων. Επιπρόσθετα, η διαχείριση υλικών είναι ουσιώδης για τις διαδικασίες ελέγχου ποιότητας εντός του τμήματος κατασκευής. Περιλαμβάνει τον έλεγχο

των εισερχομένων υλικών, τη διεξαγωγή ποιοτικών ελέγχων και τη διασφάλιση ότι τα υλικά πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές πριν από τη χρήση τους στην κατασκευή. Συνολικά, η διαχείριση υλικών διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διασφάλιση της ποιότητας, της αποδοτικότητας και της επιτυχίας των κατασκευαστικών έργων μέσω του έλεγχου των δαπανών, της μείωσης των κινδύνων και της διατήρησης της συμμόρφωσης με τα πρότυπα και τους κανονισμούς.

Βιβλιογραφία

- Albert, I., Shakantu, W., & Ibrahim, S. (2021). The effect of poor materials management in the construction industry: a case study of Abuja, Nigeria. *Acta Structilia*, 28(1), 142-167.
- Ali, G. (2014). Supply Chain Management in Construction Industry. *Advances in Management*, 7(8), 17.
- Ali, A. S., & Rahmat, I. (2010). The performance measurement of construction projects managed by ISO-certified contractors in Malaysia. *Journal of Retail & Leisure Property*, 9, 25-35.
- Allwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G., & Worrell, E. (2011). Material efficiency: A white paper. *Resources, conservation and recycling*, 55(3), 362-381.
- Almohsen, A., & Ruwanpura, J. (2011). Logistics management in the construction industry. *Proceeding of the International Council for research and Innovation in Building and construction (CIB)*, 10.
- Arijeloye, B. T., & Akinradewo, F. O. (2016). Assessment of materials management on building projects in Ondo State, Nigeria. *World Scientific News*, (55), 168-185.
- Ashokkumar, D. (2014). Study of quality management in construction industry. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(1), 36-43.
- Ayoade, M. (2004). Purchasing and Management Institute of Purchasing and Supply. *Journal August*, 16.
- Banjoko, S. A. (2000). *Production and operations management*. Lagos: Saban Publishers.
- Barker, T. (1989). *Essentials of materials management*, McGraw Hills book company, London.
- Barkley, B., & Saylor, J. H. (1994). Customer-driven project management: A new paradigm in total quality implementation. (No Title).
- Bell, L. C., & Stukhart, G. (1986). Attributes of materials management systems. *Journal of Construction Engineering and Management*, 112(1), 14-21.

- Benton, W. C., & McHenry, L. F. (2010). Construction purchasing & supply chain management. New York: McGraw-Hill.
- Bubshait, A. A., & Almohawis, S. A. (1994). Evaluating the general conditions of a construction contract. *International Journal of Project Management*, 12(3), 133-136.
- Buffa, E. S. (1987). Modern production/operations management. (No Title).
- Caldas, C. H., Menches, C. L., Reyes, P. M., Navarro, L., & Vargas, D. M. (2015). Materials management practices in the construction industry. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 20(3), and 04014039.
- Chan, A. P., & Tam, C. M. (2000). Factors affecting the quality of building projects in Hong Kong. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17(4/5), 423-442.
- Casadesús, M., & de Castro, R. (2005). How improving quality improves supply chain management: empirical study. *The TQM magazine*, 17(4), 345-357.
- Cheng, J. C., Law, K. H., Bjornsson, H., Jones, A., & Sriram, R. (2010). A service oriented framework for construction supply chain integration. *Automation in construction*, 19(2), 245-260.
- Chin-Keng, T. (2011). Study of quality management in construction projects. *Chinese Business Review*, 10(7).
- Dale, B.G., van der Wiele, T., & van Iwaarden, J. (2007). *Managing quality* (5th Ed.). Oxford:Blackwell Publishing Ltd.
- Daniel, C. O. (2019). Effects of Materials Management on the Productivity of an Organisation. *World Journal of Innovative Research (WJIR)*, 6(1), 16-22.
- Donyavi, S., & Flanagan, R. (2009, September). The impact of effective material management on construction site performance for small and medium sized construction enterprises. In *Proceedings of the 25th Annual ARCOM Conference*, Nottingham, UK (pp. 11-20).
- Durdyev, S., & Mbachu, J. (2011). On-site labour productivity of New Zealand construction industry: Key constraints and improvement measures. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, The, 11(3), 18-33.

- Ebrahimi, M., & Sadeghi, M. (2013). Quality management and performance: An annotated review. *International Journal of Production Research*, 51(18), 5625-5643.
- Faniran, O. O., Oluwoye, J. O., & Lenard, D. (1994). Effective construction planning. *Construction management and economics*, 12(6), 485-499.
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2010). *Modern construction: lean project delivery and integrated practices*. CRC press.
- Forker, L.B., Mendez, D. and Hershauer, J.C. (1997), "Total quality management in supply chain: what is its impact on performance?", *International Journal of Production Research*, Vol. 35 No. 6, pp. 1681-701.
- Ganaway, N. B. (2007). *Construction business management*. Routledge.
- Garza-Reyes, Jose Arturo, Luis Rocha-Lona, and Vikas Kumar. "A conceptual framework for the implementation of quality management systems." *Total Quality Management & Business Excellence* 26.11-12 (2015): 1298-1310.
- Godinho Filho, Moacir, and Elizangela Veloso Saes. "From time-based competition (TBC) to quick response manufacturing (QRM): the evolution of research aimed at lead time reduction." *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 64 (2013): 1177-1191.
- Grau, D., Caldas, C. H., Haas, C. T., Goodrum, P. M., & Gong, J. (2009). Assessing the impact of materials tracking technologies on construction craft productivity. *Automation in construction*, 18(7), 903-911.
- Gunasekaran, A., & McGaughey, R. E. (2003). TQM is supply chain management. *The TQM magazine*, 15(6), 361-363.
- Gutierrez, L.J., Tamayo Torres, I., & Barrales Molina, V. (2010). Quality management initiatives in Europe: an empirical analysis according to their structural elements. *Total Quality Management & Business Excellence*, 21(6), 577–601.
- Hoonakker, P., Carayon, P., & Loushine, T. (2010). Barriers and benefits of quality management in the construction industry: An empirical study. *Total quality management*, 21(9), 953-969.

- Inyang, F., Inyang, B., & Glory, B. (2013). Corporate profitability through effective management of materials, the case of flour mills company lagos. *European Journal of Business and Management*, 5, 29.
- Jacobs, R. F., Chase, R. B., & Aquilano, N. J. (2009). *Operations and Supply Management* McGraw Hill Boston.
- Janani, R., & Sankar, A. (2021). Material management and effective utilization of materials. *Materials Today: Proceedings*, 37, 3118-3124.
- Khalek, H. A., Aziz, R. F., & Sharabash, E. A. (2016). Applications and assessment of quality management in construction projects. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management*, 3(5), 391-402.
- Kareem, H. I. A., & Bakar, A. H. A. (2011). Identifying it benefits for malaysian construction companies. *J. Inf. Technol. Constr.*, 16, 477-492.
- Kasim, N. B., Kusumaningtias, R. B., & Sarpin, N. B. (2019). Enhancing material tracking practices of material management in construction project. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 10(2), 61-73.
- Kasim, N. B., Anumba, C. J., & Dainty, A. R. J. (2005, September). Improving materials management practices on fast-track construction projects. In *21st Annual ARCOM Conference*, SOAS, University of London (Vol. 2, pp. 793-802).
- Kini, D. U. (1999). Materials management: The key to successful project management. *Journal of management in engineering*, 15(1), 30-34.
- Koh, S.C.L., Demirbag, M., Bayraktar, E., Tatoglu, E. and Zaim, S. (2007), "The impact of supply chain practices on performance of SMEs", *Industrial Mangement& Data Systems*, Vol. 107 No. 1, pp. 103-24.
- Kumaraswamy, M. M., & Thorpe, A. (1996). Systematizing construction project evaluations. *Journal of Management in Engineering*, 12(1), 34-39.
- Kuo, T. H., & Kuo, Y. L. (2010). The effect of corporate culture and total quality management on construction project performance in Taiwan. *Total Quality Management*, 21(6), 617-632.

- Lim, C. S., & Mohamed, M. Z. (2000). An exploratory study into recurring construction problems. *International Journal of Project Management*, 18(4), 267-273.
- Liu, S., Kasturiratne, D., & Moizer, J. (2012). A hub-and-spoke model for multi-dimensional integration of green marketing and sustainable supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 41(4), 581-588.
- Liwan, S. R., Kasim, N., & Zainal, R. (2013). Materials tracking practices for inventory management in construction projects. Retrieved from http://eprints.uthm.edu.my/5779/1/2._Siti_Radziah_Liwan.pdf.
- Locke, E. A. (1970). Job satisfaction and job performance: A theoretical analysis. *Organizational behavior and human performance*, 5(5), 484-500.
- Lyson, K. (1996). Purchasing and chartered institute of purchasing and supply. London, pitman publishing
- Magalhães-Mendes, J., Rodrigues, M. F., Ferreira, L. M. (2012). Construction supply chain management: a Portuguese Case Study. // *Proceedings of the 3rd European Conference of Civil Engineering Recent Advances in Engineering*, 116-121
- Mbachu, J., & Nkado, R. (2006). Conceptual framework for assessment of client needs and satisfaction in the building development process. *Construction Management and Economics*, 24(1), 31-44.
- McTeer, M. M., & Dale, B. G. (1996). The process of ISO series registration: an examination in small companies. *International Journal of Production Research*, 34(9).
- Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & industrial engineering*, 43(1-2), 231-249.
- Motwani, J., Kumar, A., & Hung Cheng, C. (1996). A roadmap to implementing ISO 9000. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 13(1), 72-83.
- Ogbadu, E. E. (2009). Profitability through effective management of materials. *Journal of economics and International Finance*, 1(4), 99.
- Okorochoa, K. A. (2013). Evaluation of Materials Management Strategies in the Nigerian Construction Industry (A Case Study of Selected Buildings Sites in Lagos State.). *International Journal of Management Sciences and Business Research*, 2(3).

- Ofori, G. (2000). Greening the construction supply chain in Singapore. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(3-4), 195-206.
- Oyedele, L. O., Jaiyeoba, B. E., Kadiri, K. O., Folagbade, S. O., Tijani, I. K., & Salami, R. O. (2015). Critical factors affecting construction quality in Nigeria: evidence from industry professionals. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 6(2), 103-113.
- Parfitt, M. K., & Sanvido, V. E. (1993). Checklist of critical success factors for building projects. *Journal of management in engineering*, 9(3), 243-249.
- Patel, K. V., & Vyas, C. M. (2011, May). Construction materials management on project sites. In *National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology* (pp. 1-5).
- Patil, A. R., & Pataskar, S. V. (2013). Analyzing material management techniques on construction project. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 3(4), 96-100.
- Petersen, P. B. (1999). Total quality management and the Deming approach to quality management. *Journal of management History*, 5(8), 468-488.
- Pheng, L. S., & Teo, J. A. (2004). Implementing total quality management in construction firms. *Journal of management in Engineering*, 20(1), 8-15.
- Ren, Z., Anumba, C. J., & Tah, J. H. M. T. (2011). RFID-facilitated construction materials management (RFID-CMM)—A case study of water-supply project. *Advanced Engineering Informatics*, 25(2), 198-207.
- Salter, A., & Torbett, R. (2003). Innovation and performance in engineering design. *Construction Management and Economics*, 21(6), 573-580.
- Safa, M., Shahi, A., Haas, C. T., & Hipel, K. W. (2014). Supplier selection process in an integrated construction materials management model. *Automation in Construction*, 48, 64-73.
- Safa, Mahdi, et al. "Supplier selection process in an integrated construction materials management model." *Automation in construction* 48 (2014): 64-73.

- Sampaio, P., Saraiva, P., & Rodrigues, G.A. (2009). ISO 9001 certification research: Questions, answers and approaches. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(1), 38–58.
- Segerstedt, A., & Olofsson, T. (2010). Supply chains in the construction industry. *Supply chain management: an international journal*, 15(5), 347-353.
- Senaratne, S., & Jayarathna, T. (2012). Quality planning process of construction contractors: case studies in Sri Lanka. *Journal of Construction in Developing Countries*, 17(1), 103-115.
- Sinclair, D., & Zairi, M. (1995). Effective process management through performance measurement: Part III-an integrated model of total quality-based performancemeasurement. *Business Process Re-engineering & Management Journal*, 1(3), 50-65.
- Sila, I., Ebrahimpour, M., & Birkholz, C. (2006). Quality in supply chains: an empirical analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(6), 491-502.
- Singh, R. (2010). Delays and cost overruns in infrastructure projects: extent, causes and remedies. *Economic and Political Weekly*, 43-54.
- Soetanto, R., & Proverbs, D. G. (2004). Intelligent models for predicting levels of client satisfaction. *Journal of construction Research*, 5(02), 233-253.
- Somjai, S., & Jermstittiparsert, K. (2019). Mediating impact of information sharing in the relationship of supply chain capabilities and business performance among the firms of Thailand. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(4), 357-368.
- Sousa, S., & Teixeira, J. (2004, October). Prevention measures to reduce risk of falling from heights. In IX National Symposium of ISMAI (Vol. 14, p. 15).
- Takim, R., Akintoye, A., & Kelly, J. (2003, September). Performance measurement systems in construction. In 19th annual ARCOM conference (Vol. 1, pp. 423-432). University of Brighton, Association of Researchers in Construction Management.
- Talib, F., Rahman, Z., & Qureshi, M. N. (2011). A study of total quality management and supply chain management practices. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(3), 268-288.

- Tam, V. W. (2008). On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction. *Waste management*, 28(6), 1072-1080.
- Tutuncu, O., & Kucukusta, D. (2008). The role of supply chain management integration in quality management system for hospitals. *International Journal of Management Perspectives*, 1(1), 31-39.
- Van der Wiele, T., van Iwaarden, J., Williams, R., & Dale, B.G. (2005). Perceptions about the ISO 9000 (2000) quality system standard revision and its value: The Dutch experience. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 22(2), 101–119.
- Vanichchinchai, A., & Igel, B. (2009). Total quality management and supply chain management: similarities and differences. *The TQM Journal*, 21(3), 249-260.
- Vorster, M. and Lucko, G. (2002), *Construction Technology Needs Assessment Update*, Construction Industry Institute, University of Texas at Austin, pp. 173-111.
- Zeb, A., Malik, S., Nauman, S., Hanif, H., & Amin, O. S. (2015, June). Factors affecting material procurement, supply and management in building projects of Pakistan: A contractor's perspective. In *Proceedings of 2015 international conference on innovations in civil and structural engineering (ICICSE'15)* (pp. 170-175).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Λογότυπο εταιρείας		Αριθμός εγγράφου	XXX -XXX-XXX-XXX					Αριθ. αναφ.:	00		
		Τίτλος εγγράφου	ΣΧΕΔΙΟ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ (QCP)					Σελίδα:	1 από		
Δημοσιεύθηκε από:	Διευθυντής QA/QC	CTR = Ανάδοχος έργου SUP = Επιβλεψη έργου TPI = Επιθεωρητής τρίτου μέρους Own = Ιδιοκτήτης έργου-πελάτης				R: Επανεξέταση-Εξέταση της τεκμηρίωσης προκειμένου να επαληθευτεί ότι είναι ευανάγνωστα και με καλή τυπογραφική ποιότητα, πλήρη, ορθή και αποδεκτή σύμφωνα με τις καθορισμένες και/ή συμβατικές απαιτήσεις. W: Μάρτυρας-Η παρουσία στην επιθεώρηση H: Σημείο αναμονής-Σημείο πέραν του οποίου οι εργασίες δεν μπορούν να προχωρήσουν χωρίς να ενεργοποιηθεί, να εγκριθεί ή να αποδειχθεί η συγκεκριμένη δραστηριότητα και να τεκμηριωθεί ως αποδεκτή M: Παρακολούθηση-Επιτήρηση της δραστηριότητας				(1): 100 % επιθεώρηση (S): Επιτόπιος έλεγχος	
Εγκρίθηκε από:	Διευθυντής έργου										
ΑΡΙΘΜΗΣΗ	ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΕΤΑΙ	ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ	ΠΑΡΑΛΟΤΕΑ ΕΓΓΡΑΦΑ	ΕΠΙΠΕΔΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ				
							CTR	SUP	TPI	Own	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ											
1.1	Αναθεώρηση συμβάσεων	Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM)	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Έκταση των εργασιών (Scope of work) Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Ταυτοποίηση — κατανόηση των απαιτήσεων του πελάτη Κατάλογος απαιτήσεων Κατάλογος διαδικασιών, προτύπων Επανεξέταση του βασικού σχεδιασμού Ικανότητα εκπλήρωσης των απαιτήσεων 			M		M	M	

1.2	Μη Συμμόρφωση	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Εγχειρίδιο διαχείρισης περιπτώσεων μη συμμόρφωσης, διορθωτικές και προληπτικές διαδικασίες 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Έκταση των εργασιών (Scope of work) Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Ταυτοποίηση Διαχωρισμός Καθορισμός αρμοδιοτήτων Ανάλυση των αιτιών Προτεινόμενη αντιμετώπιση Επαλήθευση του αποτελέσματος Πρόληψη της επανάληψης 		<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Έκθεση μη-συμμόρφωσης 	W / H			R / H
1.3	Διορθωτικές ενέργειες	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Εγχειρίδιο διαχείρισης περιπτώσεων μη συμμόρφωσης, διορθωτικές και προληπτικές διαδικασίες 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Έκταση των εργασιών (Scope of work) Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Προσδιορισμός των αιτιών Ανάλυση αρχείων και διορθωτικών ενεργειών Πρόληψη της επανάληψης Επανεξέταση του συστήματος ποιότητας 		<ul style="list-style-type: none"> Διορθωτικές ή προληπτικές ενέργειες Αναφορά της δράσης 	W			R / M

1.4	Εσωτερικός έλεγχος ποιότητας	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαδικασία εσωτερικών ελέγχων ποιότητας (Quality Audits) 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Έκταση των εργασιών (Scope of work) Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Συχνότητα με βάση την κρισιμότητα — είδος δραστηριοτήτων Σχεδιασμός, αρχεία, πιστοποιητικά Αρχεία ποιότητας του έργου Κοινοποίηση — έγκαιρη διόρθωση Επαλήθευση της αποτελεσματικότητας Παροχή πληροφοριών στο προσωπικό Ορισμός του εξουσιοδοτημένου προσωπικού 			R / W			M
1.5	Επικοινωνία με τον πελάτη	Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM)	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Έκταση των εργασιών (Scope of work) Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Ιχνηλασιμότητα των εγγράφων επικοινωνίας Χρήση κωδικοποιημένων εντύπων Επικαιροποίηση του Μητρώου Αλληλογραφίας Αποτελεσματική επικοινωνία με τον πελάτη 		<ul style="list-style-type: none"> Έντυπο επιστολής Εβδομαδιαία έκθεση Μηνιαία έκθεση Πρακτικά συνεδριάσεων 	M / R		M / RR	

1.6	Υποβολή εκθέσεων και έλεγχος των έργων	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαδικασία οργάνωσης του έργου, επιδόσεων και παρακολούθησης της προόδου Διαδικασία διαχείρισης εγγράφων και δεδομένων 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Παρακολούθηση των δραστηριοτήτων του σχεδίου Ανάλυση μετρήσεων και αξιολόγηση των επιδόσεων Υποβολή εκθέσεων σχετικά με τις επιδόσεις Σχεδιασμός διορθωτικών/προληπτικών ενεργειών Διαθεσιμότητα λογισμικού, εξοπλισμού και καλού εργασιακού περιβάλλοντος Ανάθεση πεπειραμένης και ικανής ομάδας ελέγχου του έργου 		<ul style="list-style-type: none"> Μηνιαίες εκθέσεις Πρακτικά των εβδομαδιαίων συνεδριάσεων Χρονοδιάγραμμα τριών μηνών για πρόβλεψη Χρονοδιάγραμμα του έργου Χρονοδιάγραμμα παράδοσης σωλήνων (μπορεί να αποτελεί μέρος των ανωτέρω) Πιστοποιητικά λογισμικού 	M / R			M / R
-----	--	---	---	--	--	---	-------	--	--	-------

1.7	Εγγραφα — Δεδομένα Συντονισμός - Ελεγχος	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαχείριση εγγράφων ποιότητας 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Ταυτοποίηση των εγγράφων Κωδικοποίηση Αφαίρεση παρωχημένων εγγράφων Διαθεσιμότητα στα σημεία χρήσης Ελεγχόμενη διανομή Ορισμός εξουσιοδοτημένου προσωπικού Ελεγχόμενη έγκριση/έκδοση/αναθεώρηση Επικαιροποίηση των καταλόγων βασικών εγγράφων Επικαιροποίηση των εγγράφων 		<ul style="list-style-type: none"> Μητρώο μηχανολογικών εγγράφων (EDR) Μητρώο Σχεδίων 	R (1)			M
-----	---	---	---	---	--	---	-------	--	--	---

1.8	Συμβάσεις	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαδικασία ελέγχου υπεργολάβου Διαδικασία σύναψης συμβάσεων έργων 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Εγκεκριμένοι προμηθευτές Εγκεκριμένα υλικά Έκδοση και έγκριση της λίστας υλικών Παραγγελίες Επαλήθευση της παραγγελίας Κωδικοποίηση των υλικών Κωδικοποίηση των παραγγελιών Ακριβής ορισμός των απαιτήσεων της εντολής παραγγελίας Επιθεώρηση από τρίτο μέρος όπου ορίζεται 		<ul style="list-style-type: none"> Αιτήματα υλικών Ημερολόγιο προμηθειών Κατάλογος προμηθευτών 	R / M		R / W	
-----	-----------	--	---	---	--	---	-------	--	-------	--

1.9	Επανεξέταση από τη διοίκηση	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαχείριση της διαδικασίας των σχεδίων ολοκλήρωσης 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος ποιότητας Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων εσωτερικών ελέγχων ή ελέγχων τρίτων Μείωση των περιπτώσεων μη συμμόρφωσης Αξιολόγηση των περιπτώσεων μη συμμόρφωσης Συνεχής βελτίωση της ποιότητας των έργων και των υπηρεσιών Αξιολόγηση αιτημάτων και αξιώσεων πελατών 		<ul style="list-style-type: none"> Αναθεωρημένες διαδικασίες Σημειώσεις των συνεδριάσεων 	M / R			M
1.10	Έλεγχος, μέτρηση του ελέγχου του εξοπλισμού δοκιμής	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Επιθεώρηση και δοκιμές των διαδικασιών 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> Ακριβείς μετρήσεις Έγκυρο πιστοποιητικό εξοπλισμού Βαθμονόμηση του εξοπλισμού μέτρησης/δοκιμής/διακρίβωση 		<ul style="list-style-type: none"> Πιστοποιητικά διακρίβωσης Κατάλογος εξοπλισμού μετρήσεων και δοκιμών 	R / H	R	R / M	M

1.11	Έλεγχος σχεδιασμού	<ul style="list-style-type: none"> • Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου(QAM) • Διαδικασία διαχείρισης σχεδιασμού • Διαδικασία ανάπτυξης σχεδιασμού • Σχέδιο εκτέλεσης του έργου • Διαδικασία διαχείρισης εγγράφων και δεδομένων 	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 9001: 2015 • Έκταση των εργασιών (Scope of work) • Όροι της σύμβασης 	<ul style="list-style-type: none"> • Η προμήθεια υλικών και οι εκτελέσεις έργων είναι εφικτές σύμφωνα με τον σχεδιασμό • Τα πραγματικά δεδομένα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του συμβολαίου • Καθορίζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των κατασκευαστικών παραμέτρων για την ασφάλεια και τη λειτουργία • Έχουν προσδιοριστεί κανονιστικές απαιτήσεις • Τα αποτελέσματα σχεδιασμού πληρούν τις απαιτήσεις • Διαθεσιμότητα λογισμικού, εξοπλισμού και καλού εργασιακού περιβάλλοντος 		<ul style="list-style-type: none"> • Επαλήθευση σχεδιασμού • Αρχεία επικύρωσης σχεδιασμού • Πρακτικά των συνεδριάσεων • Αρχεία διαχείρισης αλλαγών • Διάγραμμα του οργανισμού (Organization chart) • Πιστοποιητικά λογισμικού 		R		R
------	--------------------	--	--	---	--	---	--	---	--	---

1.12	Διαχείριση κινδύνων	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου(QAM) Διαδικασία διαχείρισης κινδύνων 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 ISO 31000: 2018 	<ul style="list-style-type: none"> Προσδιορισμός των κινδύνων (απειλές και ευκαιρίες) Αντιμετώπιση κινδύνων Συναντήσεις με βασικά μέλη του προσωπικού για τον εντοπισμό των κινδύνων που σχετίζονται με το έργο Ανάλυση και αξιολόγηση κινδύνου Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αντιμετώπισης κινδύνου Συμπλήρωση και επικαιροποίηση του μητρώου κινδύνων 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Μητρώο κινδύνων 	R			R
1.13	Έλεγχος υπεργολάβων	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαδικασία ελέγχου υπεργολάβου 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 	<ul style="list-style-type: none"> Αξιολόγηση των υπεργολάβων Παρακολούθηση των αποτελεσμάτων 	Κατάλογος προμηθευτών και υπεργολάβων	R			M

1.14	Κατάρτιση προσωπικού	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαδικασία κατάρτισης προσωπικού 	<ul style="list-style-type: none"> ISO 9001: 2015 	<ul style="list-style-type: none"> Κατάρτιση του εργατικού προσωπικού κατά την έναρξη του έργου Παρακολούθηση κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των εργασιών, εάν χρειάζεται Εκπαίδευση προσωπικού από Μηχανικό για την διατήρηση των αρχών της ποιότητας Κατάλογος αρχείων κατάρτισης που πρέπει να τηρούνται 			R			R
2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΛΙΚΩΝ										
2.1	Παραλαβή υλικών	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαδικασία παραλαβής από τον πελάτη σύμφωνα με την σύμβαση 	<ul style="list-style-type: none"> Διαδικασίες του ανάδοχου Διαδικασίες του έργου 	<ul style="list-style-type: none"> Κατάλληλα πιστοποιητικά Σωστή ονομασία κάθε υλικού Έλεγχος των υλικών με βάση δελτία παράδοσης κατά την παραλαβή Έλεγχος των πιστοποιητικών υλικού Έλεγχος της σήμανσης υλικού και της ιχνηλασιμότητας Οπτικός έλεγχος (π.χ. μονωτικές βλάβες, ομοιογένεια και ομοιογένεια) Έλεγχος διαστάσεων 		<ul style="list-style-type: none"> Πιστοποιητικά υλικού Αναφορά παραλαβής υλικού Αναφορά παραλαβής σωλήνα 	R / W / S	W / S	W / S	R

2.2	Μεταφορά και χειρισμός υλικών	<ul style="list-style-type: none"> Εγχειρίδιο διασφάλισης της ποιότητας του έργου (QAM) Διαδικασία χειρισμού σωληνώσεων πελατών Διαδικασία σύναψης συμβάσεων 	<ul style="list-style-type: none"> Διαδικασίες του ανάδοχου σύμφωνα με τα πρότυπα του έργου 	<ul style="list-style-type: none"> Αποφυγή ζημιών σε σωληνώσεις, εξαρτήματα και εξοπλισμό Προστασία από χημικές ουσίες, αιχμηρά ή σκληρά αντικείμενα Κατάλληλη συσκευασία Εξωτερική θερμοκρασία τουλάχιστον 0 °C για την εκφόρτωση σωλήνων Παράδοση των σωστών ποσοτήτων, στο σωστό μέρος, την σωστή στιγμή, στο κατάλληλο προσωπικό 	Παραλαβή και αποθήκευση σωληνώσεων	<ul style="list-style-type: none"> Αναφορά διάθεσης σωλήνων και κάθε υλικού 	M	M	M	
2.3	Αποθήκευση υλικών	<ul style="list-style-type: none"> Διαδικασία χειρισμού σωληνώσεων πελατών Διαδικασία σύναψης συμβάσεων 	<ul style="list-style-type: none"> Διαδικασίες του ανάδοχου σύμφωνα με τα πρότυπα του έργου 	<ul style="list-style-type: none"> Διαχωρισμός Προστασία από ζημιές Προστασία από ατμοσφαιρικούς παράγοντες Εγγύηση της ασφάλειας Προετοιμασία της περιοχής αποθήκευσης Τακτικός έλεγχος του χώρου αποθήκευσης 			M	M	M	

Πίνακας 3

Month	Total No. of pipes	30 inch pipes	14 inch pipes	10 inch pipes
Jan	310	310	0	0
Feb	1145	1145	0	0
Mar	185	32	153	0
Apr	1262	21	662	579
May	831	770	61	0
Jun	1541	602	939	0
Jul	655	490	0	165
Aug	1500	510	0	990
Sep	1318	1168	0	150
Oct	684	462	0	222

Πίνακας 4

Sample 1	Sample 2	Sample 3
3,689	3,900	4,522
3,783	4,690	3,710
4,045	3,994	4,199
4,156	3,765	4,040
3,704	4,981	4,443
4,375	4,786	4,230
4,610	3,871	4,672
3,977	4,233	4,120
3,712	4,160	3,600
4,005	4,665	3,988
4,839	3,776	4,233
4,900	3,560	4,391
4,397	5,000	4,334
3,654	3,900	4,500
4,542	3,870	4,765

Πίνακας 5

Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10
17,92	17,9	18	17,96	18,04	17,95	17,87	17,8	17,81	17,81
Day 11	Day 12	Day 13	Day 14	Day 15	Day 16	Day 17	Day 18	Day 19	Day 20
17,95	17,84	17,89	17,93	18,02	17,94	17,92	18,01	18,01	17,85
Day 21	Day 22	Day 23	Day 24	Day 25	Day 26	Day 27	Day 28	Day 29	Day 30
17,96	17,97	17,94	18,01	17,88	17,83	17,91	17,91	17,82	18,03

Πίνακας 6

Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10
4,541	4,54	4,532	4,531	4,537	4,54	4,546	4,536	4,551	4,546
Day 11	Day 12	Day 13	Day 14	Day 15	Day 16	Day 17	Day 18	Day 19	Day 20
4,536	4,557	4,546	4,533	4,538	4,54	4,534	4,545	4,54	4,539

Πίνακας 7

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.