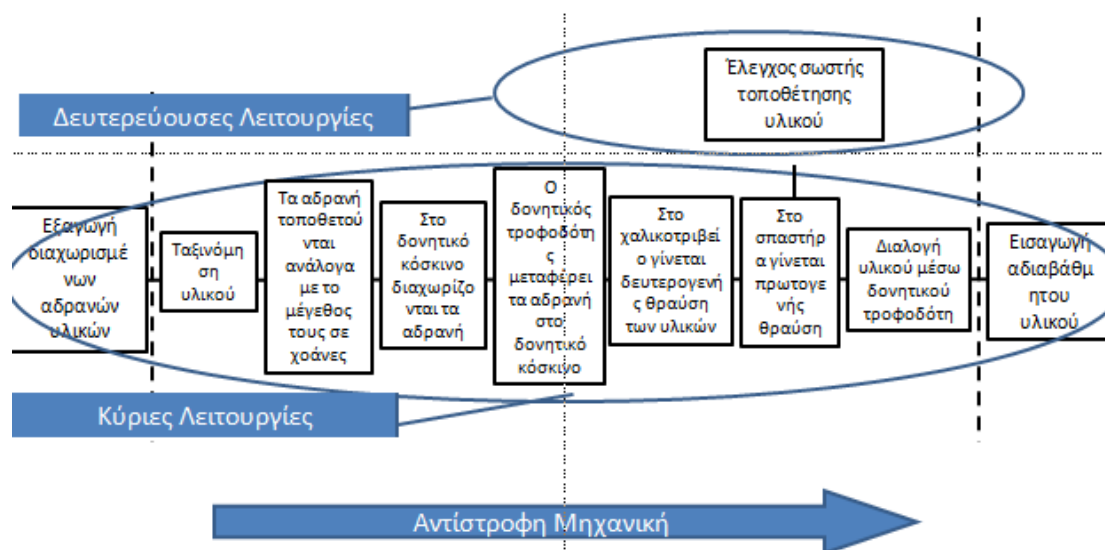


ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΧΕΣΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ-ΔΟΜΩΝ
ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ



Φοιτητής

Καπετανίδης Σταύρος

Επιβλέπων Καθηγητής

Ιούνιος 2015

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΧΕΣΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ-ΔΟΜΩΝ
ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Περίληψη

Η ανάπτυξη των λειτουργικών δομών αποτελεί τμήμα του σχεδιασμού του προϊόντος, ως εκ τούτου και τομέας της επιστήμης του μηχανικού. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι ανάπτυξης λειτουργικών μοντέλων, οι οποίες ακολουθούν κατά βάση την ίδια αρχή, ξεκινάνε απλοποιώντας την βασική λειτουργία του προϊόντος σε επιμέρους υπολειτουργίες.

Η παρούσα διπλωματική μελέτη εστίασε στην μέθοδο FAST βάσει της οποίας συντάχθηκε ένα φύλλο ελέγχου της ποιότητας ανάλυσης που παρέχει η μεθοδολογία. Εν συνεχεία εφαρμόστηκε η μέθοδος στο εξεταζόμενο προϊόν και κατεγράφησαν οι παρατηρήσεις και τα σχετικά συμπεράσματα, ώστε σε τελευταίο στάδιο να υπάρξει ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου.

Abstract

The development of functional structures is part of the product design, therefore, science and engineering. There are several methods of developing operational models that follow basically the same principle, start by simplifying the basic operation of the product in individual subfunctions.

This diploma study focused on the FAST method whereby compiled a checklist of quality analysis provided by the methodology. Then it was applied to the product and recorded the observations and the conclusions, so at the last step to have a table summarizing the advantages and disadvantages of the method.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	3
Εισαγωγή	3
1.1 Η Έννοια της Λειτουργικής Δομής	3
1.2 Κατηγορίες Μεθόδων Λειτουργικής Ανάλυσης	6
1.3 Function Analysis System Technique	9
1.3.1 Χαρακτηριστικά	9
1.3.2 Μεθοδολογία Εργασιών	11
1.4 Subtract and Operate Procedure	16
1.4.1 Χαρακτηριστικά Μεθόδου	16
1.4.2 Μεθοδολογία Εργασιών (The Mechanics of the Process)	17
1.5 Function Structure Modeling Process	19
1.5.1 Χαρακτηριστικά Μεθόδου	20
1.5.2 Μεθοδολογία Εργασιών (The Mechanics of the Process)	20
2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ	
ΥΛΙΚΩΝ	24
Εισαγωγή	24
2.1 Χαρακτηριστικά Αδρανών Υλικών	24
2.2 Εφαρμογές Αδρανών Υλικών	25
2.3 Παραγωγική Διαδικασία Αδρανών Υλικών	27
2.3 Ανάλυση Συστήματος	29
2.3.1 Αυτόματος Δονητικός Τροφοδότης	30
2.3.2 Δονητικός Προδιαλογέας	1

2.3.3	Πρωτογενής Σιαγωνοφόρος Σπαστήρας	1
2.3.4	Χαλικο-αμμοτριβείο πολλαπλής κρούσης	2
2.3.5	Δεύτερος Δονητικός Τροφοδότης	3
2.3.6	Δονητικό κόσκινο	4
3.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ FAST	6
	Εισαγωγή	6
3.1	Προσδιορισμός και Οριοθέτηση του Προβλήματος	6
3.2	Προσδιορισμός Κύριας Λειτουργίας Προϊόντος	7
3.3	Προσδιορισμός Δευτερευουσών Λειτουργιών	7
	Πρωτεύουσα Διαδρομή	8
3.4	Δευτερεύουσες Λειτουργίες	8
2.2.1	Μεμονωμένες Λειτουργίες	9
3.5	Τελικό Διάγραμμα	9
	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	11
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	13

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για να κατασκευαστεί ένα προϊόν περνάει από διάφορες φάσεις όπως η σύλληψη της ιδέας ή συνειδητοποίηση των αναγκών της αγοράς, η ανάπτυξη του, η παραγωγή του και τέλος η προώθησή του στην αγορά. Η ανάπτυξη του προϊόντος με τη σειρά της, αποτελείται και αυτή από διάφορες φάσεις με κεντρικό ρόλο να καταλαμβάνει η φάση του σχεδιασμού. Ένα στάδιο της φάσης της εννοιολογικής σύλληψης της μορφής και της αρχιτεκτονικής (conceptual design) κατά τον σχεδιασμό ενός προϊόντος αποτελεί και η αναπαράσταση των σχέσεων μεταξύ των λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα στο προϊόν και των δομών που τις υποστηρίζουν. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ανάπτυξης λειτουργικών δομών (functional structures). Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις διαθέσιμες μεθόδους και τεχνικές για την αναπαράσταση των σχέσεων μεταξύ των λειτουργιών και των δομών.

Η ανάπτυξη των λειτουργικών δομών αποτελεί τμήμα του σχεδιασμού του προϊόντος, ως εκ τούτου και τομέας της επιστήμης του μηχανικού. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι ανάπτυξης λειτουργικών μοντέλων, οι οποίες ακολουθούν κατά βάση την ίδια αρχή, ξεκινάνε απλοποιώντας την βασική λειτουργία του προϊόντος σε επιμέρους υπολειτουργίες.

Η τελευταία εικοσαετία χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση συνεχώς νέων πρακτικών και μέθοδοι οι οποίες βασίζονται κατά κύριο λόγο στις προγενέστερες. Εύλογα δημιουργείται το ερώτημα αν οι νέες μέθοδοι καλύπτουν πραγματικές ανάγκες ή απλώς γεμίζουν τις σημειώσεις των μηχανικών με θεωρίες. Παρατηρείται το φαινόμενο, το ίδιο πρόβλημα με τα ίδια δεδομένα και συνθήκες, να αντιμετωπίζεται από δύο μηχανικούς, με διαφορετική προσέγγιση, διαφορετική μέθοδο και διαφορετικά αποτελέσματα. Υπάρχει, λοιπόν, η ανάγκη κριτικής στις μεθόδους και τεχνικές για να διαπιστωθεί το κατά πόσο καλύπτουν τις σύγχρονες ανάγκες του σχεδιασμού. Ένας από τους στόχους που θέτει η παρούσα μελέτη είναι η διερεύνηση του κατά πόσο ταυτίζονται οι μέθοδοι ανάπτυξης λειτουργικών δομών.

Ο σχεδιασμός αποτελεί κομμάτι του κύκλου ζωής¹ του προϊόντος. Ασχέτως από ποια μεθοδολογία προσεγγίζεται διαθέτει κάποια βασικά χαρακτηριστικά και τεχνικές. Επιγραμματικά οι εργασίες είναι:

- Μελέτη λειτουργίας του προϊόντος
- Τεχνική μελέτη του προϊόντος
- Οικονομική μελέτη παραγωγής του προϊόντος
- Δημιουργία προδιαγραφών ανά περίπτωση
- Μελέτη αποτελεσμάτων

Ο στόχος της εργασίας είναι διττός, αφενός μελετάται η ανάπτυξη λειτουργικών δομών για ένα παράδειγμα μελέτης και αφετέρου γίνεται σύγκριση των μεθόδων και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή της κάθε μιας. Το συστήματα που αποτελεί αντικείμενο εξέτασης είναι ένα δονητικό κόσκινο – μηχανήμα διαλογής αδρανών. Οι μέθοδοι ανάπτυξης λειτουργικών δομών όπου εξετάζονται είναι κυρίως η Function Analysis System Technique και συμπληρωματικά οι Subtract and Operate Procedure, Function Structure Modeling Process

Η παρούσα διπλωματική μελέτη αποτέλεσε μια προσωπική έρευνα, βασιζόμενη σε βιβλιογραφικά στοιχεία. Από τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν δημιουργήθηκε για την μέθοδο FAST ένα φύλλο ελέγχου της ποιότητας ανάλυσης που παρέχει η μεθοδολογία. Εν συνεχεία εφαρμόστηκε η μέθοδος στο εξεταζόμενο προϊόν και κατεγράφησαν οι παρατηρήσεις και τα σχετικά συμπεράσματα, ώστε σε τελευταίο στάδιο να υπάρξει ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου.

¹ Το σύνολο των απαιτούμενων εργασιών για την παραγωγή ενός προϊόντος, την εμπορευση του και τη χρήση του από τους καταναλωτές, αποτελούν τον κύκλο ζωής του προϊόντος. Ο κύκλος ζωής εμπεριέχει επιμέρους κύκλους, όπως ο κύκλος σχεδιασμού (η επιλογή των υλικών, ο βιομηχανικός σχεδιασμός παραγωγής) και ο «πράσινος» κύκλος (τελευταία στάδια της αποσυναρμολόγησης και της ανακύκλωσης).

1. ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Εισαγωγή

Στην διεθνή βιβλιογραφία γίνεται λόγος για μεθόδους λειτουργικής ανάλυσης στο σχεδιασμό και στην ανάπτυξη προϊόντων. Οι μέθοδοι αυτοί είτε χρησιμοποιούνται για τον επανασχεδιασμό προϊόντων, είτε για τον καθ' εαυτό τον σχεδιασμό ενός καινούριου προϊόντος κατά τη φάση της ανάπτυξής του.

Όλες οι προσεγγίσεις της λειτουργικής ανάλυσης και δόμησης έχουν ως κοινό στοιχείο μια βάση λειτουργιών (κατάλογο βασικών λειτουργιών) και την περιγραφή των λειτουργιών με όρους λογικής ροής ενέργειας (όρος προσλαμβανόμενος με ευρύτερη έννοια έτσι ώστε να περιλαμβάνει δυνάμεις και ροπές), υλικών, και πληροφορίας.

1.1 Η Έννοια της Λειτουργικής Δομής

Στις σύγχρονες βιομηχανοποιημένες κοινωνίες οι δραστηριότητες του σχεδιασμού και της κατασκευής ενός προϊόντος είναι δύο διακεκριμένες και ξεχωριστές διαδικασίες. Η κατασκευή ενός αντικειμένου δεν μπορεί ξεκινήσει εάν πρώτα δεν έχει ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός του. Η πιο βασική σχεδιαστική δραστηριότητα είναι η παραγωγή μιας τελικής και λεπτομερούς περιγραφής του αντικειμένου προς κατασκευή. Αυτή η περιγραφή πρέπει να είναι σε μια μορφή κατανοήσιμη από αυτούς που θα κατασκευάσουν το αντικείμενο όπως για παράδειγμα είναι ένα (ή και περισσότερα) πλήρη και λεπτομερή μηχανολογικά σχέδια ενός προϊόντος.

Για ένα προϊόν, προτού καταλήξουν οι σχεδιαστές του στα λεπτομερή σχέδια του, προηγείται η διαδικασία της ανάπτυξης του προϊόντος. Ο κυρίως λόγος για την εισαγωγή ενός νέου προϊόντος στην αγορά είναι η ικανοποίηση των συγκεκριμένων αναγκών των καταναλωτών. Η διαδικασία της ανάπτυξης του προϊόντος περιλαμβάνει το σύνολο εκείνο των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για να φτάσει

το προϊόν από το στάδιο της απλής ιδέας στο στάδιο της ετοιμότητας για την εισαγωγή του στην αγορά.

Το στάδιο του σχεδιασμού του προϊόντος αποτελεί μέρος της διαδικασίας της ανάπτυξης του. Μερικές κύριες δραστηριότητες της σχεδιαστικής διαδικασίας είναι η μετατροπή των αναγκών του καταναλωτή σε έννοιες και παραμέτρους, ο καθορισμός της αρχιτεκτονικής του σχεδίου του προϊόντος και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των διαφόρων εξαρτημάτων από τα οποία αυτό αποτελείται ([11] Otto and Wood).

Ο σχεδιασμός επίσης μπορεί να περιγραφεί ως μια διαδικασία ενός προβλήματος προς επίλυση κατά την διάρκεια της οποίας γίνεται προσπάθεια να παραχθεί μια ικανοποιητική (όχι και η μοναδική) λύση για τις ανάγκες του προβλήματος. Τα σχεδιαστικά προβλήματα συνήθως προκύπτουν από κάποιας μορφής πρόβλημα που έχει θέσει στον σχεδιαστή κάποιος άλλος, η αγορά, ο πελάτης ή η διεύθυνση κάποιας επιχείρησης.

Στον μηχανολογικό σχεδιασμό ο τελικός σκοπός είναι αναλυτική περιγραφή του αντικειμένου, προϊόντος, συστήματος ή διεργασίας, τα οποία εκτελούν μια λειτουργία (-ες) προς εκπλήρωση των ήδη προδιαγεγραμμένων αναγκών. Η εννοιολογική σύλληψη, ο ορισμός, ή η κατανόηση ενός αντικειμένου, προϊόντος, ή συστήματος σε όρους των βασικών του λειτουργιών (conceptual design) είναι μια θεμελιώδης και ουσιαστική φάση του μηχανολογικού σχεδιασμού.

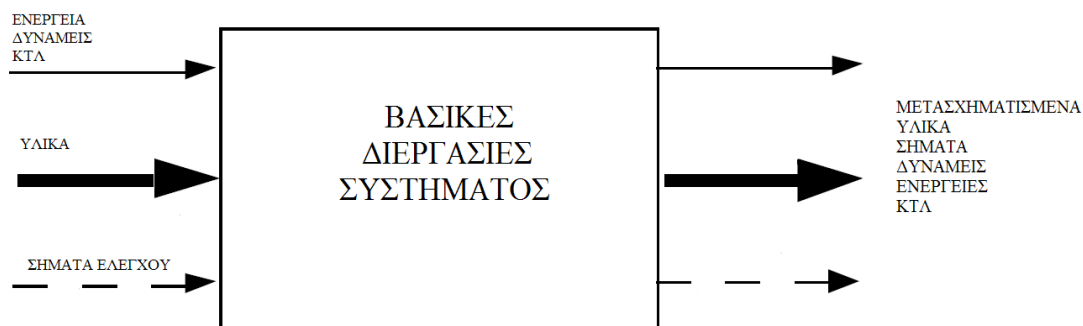
Η πρακτική της λειτουργικής αποσύνθεσης ενός προϊόντος είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον σχεδιαστή. Ως λειτουργία ενός προϊόντος ορίζεται η ξεκάθαρη εκείνη δήλωση μιας σχέσης που μπορεί να αναπαραχθεί μεταξύ της παρεχόμενης εισόδου και της επιθυμητής εξόδου του προϊόντος, ανεξάρτητα από την οποιαδήποτε μορφή που μπορεί να έχει το προϊόν ή τα εξαρτήματα που το αποτελούν. Η λειτουργία καθορίζει τι πρέπει να κάνει ένα προϊόν ενώ η μορφή ή η δομή του μας λέει πώς θα το κάνει.



Εικόνα 1 Η δομή ενός καθίσματος αυτοκινήτου

Οι είσοδοι και οι έξοδοι μπορούν να είναι οτιδήποτε, μάζα (υλικά, ρευστά, αέρια κτλ), ενέργεια (μηχανική, ηλεκτρική, θερμική κτλ), δυνάμεις, σήματα ελέγχου κ.α. Όλα αυτά μπορούν να μετασχηματιστούν ή να παραμείνουν αναλλοίωτα διερχόμενα από τη δομή του συστήματος.

Επαναλαμβάνοντας αυτή τη μέθοδο λειτουργικής αποδόμησης ξανά και ξανά και για κάθε υποσύστημα ή εξάρτημα του αρχικού προϊόντος, καθίσταται εφικτή η περιγραφή πολύπλοκων συστημάτων. Έτσι καθίσταται δυνατή η μεθοδική εικονική αποσυναρμολόγηση του αρχικού συστήματος σε μικρότερα υποσυστήματα και η πιο αποτελεσματική μελέτη της λειτουργίας τους και βελτίωση αυτής μέσω αλλαγών στο σχεδιασμό τους.



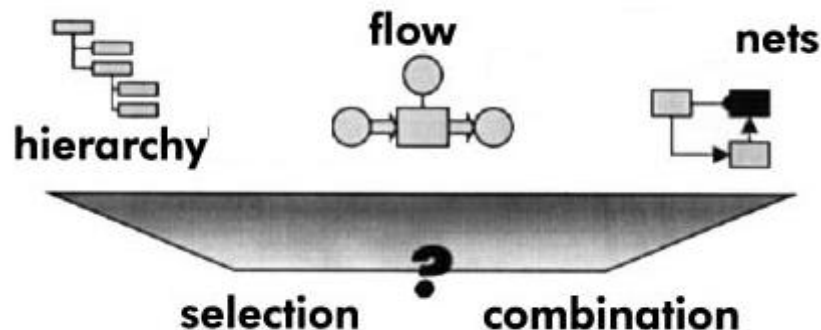
Εικόνα 2 Βασική λειτουργική δομή

Αυτός ο τύπος αναπαράστασης επιτρέπει στον σχεδιαστή να συλλάβει εννοιολογικά και να εξελίξει τον σχεδιασμό του αντικειμένου σε ένα πιο αφηρημένο επίπεδο, και μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλα στάδια της ανάπτυξης του προϊόντος όπως για παράδειγμα στην αρχιτεκτονική του προϊόντος, στη σύλληψη νέων ιδεών και στη φυσική μοντελοποίησή του .

1.2 Κατηγορίες Μεθόδων Λειτουργικής Ανάλυσης

Οι βασικές μέθοδοι λειτουργικής ανάλυσης και δόμησης που απαντώνται στην βιβλιογραφία μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες:

1. Δομές ροών (Flow-oriented structures)
2. Ιεραρχικές δομές (Hierarchic structures)
3. Δικτυακές δομές (Network structures)



Εικόνα 3 Επιλογή μεταξύ λειτουργικών δομών

Αυτές μπορεί να είναι συστημικά κλειστές ή ανοικτές ως προς την περιγραφή του προϊόντος, το οποίο σημαίνει ότι είτε προσφέρουν ένα περιορισμένο σύνολο από λειτουργίες προς χρήση στην λειτουργική ανάλυση του προϊόντος, ή απλώς μια συστηματική μέθοδο για την παραγωγή εννοιών και λειτουργιών. Πολλές προσεγγίσεις των συστηματικών μεθόδων λειτουργικής ανάλυσης διαφέρουν μόνο στο πλήθος των λειτουργιών που προσφέρουν για να περιγράψουν τις λειτουργίες του προϊόντος.

Ενώ οι δομές ροών αντικατοπτρίζουν λειτουργία του προϊόντος, οι ιεραρχικές δομές τείνουν να επικεντρώνονται και να χαρακτηρίζουν τις λειτουργίες που εκτελεί ο χρήστης του προϊόντος. Και ενώ οι δομές ροών βασίζονται σε απτά στοιχεία (υλικά, ενέργεια, πληροφορία κτλ), οι δικτυακές δομές μοντελοποιούν κυρίως τις λογικές διασυνδέσεις των μερών του προϊόντος.

Ένα κοινό πρόβλημα είναι η επιλογή μεταξύ αυτών των δομών. Οι δομές ροών είναι σχετικά ανεπαρκείς όταν η αναδιοργάνωση του προϊόντος απαιτεί αναθεώρηση των διαφόρων ροών (π.χ. όταν οι δυνάμεις είναι δύσκολα κατανοήσιμες και προσβάσιμες). Οι ιεραρχικές δομές απ' την άλλη προσφέρουν μια ξεκάθαρη δόμηση του προϊόντος και μια σαφή αφαιρετική διατύπωση ή περιγραφή. Υστερούν όμως στην διατύπωση των εσωτερικών λειτουργικών διασυνδέσεων και σχέσεων των εξαρτημάτων που απαρτίζουν το προϊόν (εδώ υπερτερούν οι δομές ροών), πράγμα το οποίο είναι πολλές φορές σημαντικότερο από την απλή ιεράρχησή τους. Οι δικτυακές δομές, που πολλές φορές είναι δύσκολο να τις ξεχωρίσει κανείς από τις δομές ροών, μπορούν να αναπαραστήσουν διαφορετικά είδη σχέσεων αλλά γίνονται γρήγορα αδιαπέραστες (impenetrable) σε περαιτέρω ανάλυση των υποσυστημάτων ή των εξαρτημάτων ενός προϊόντος ειδικότερα δε εάν συμπεριλαμβάνονται αφηρημένες έννοιες οι οποίες είναι δύσκολο να μοντελοποιηθούν. Έτσι η δομή εξαρτάται από την οπτική γωνία θέασης του προβλήματος.

Ενδεικτικά παρακάτω αναφέρονται κάποιες μέθοδοι λειτουργικής ανάλυσης από κάθε κατηγορία:

- Ιεραρχικές δομές (Hierarchic structures): Function Analysis System Technique (FAST), Subtract and Operate Procedure
- Δομές ροών (Flow-oriented structures): Function Structure Modelling Process
- Δικτυακές δομές (Network structures): Structured Analysis and Design Technique (SADT), Integrated Definition for Function Modeling 0 (IDEF0) method

Στον τομέα του σχεδιασμού οι πλέον διαδεδομένες μέθοδοι ανάπτυξης λειτουργικών δομών είναι οι εξής τρείς.

- Function Analysis System Technique
- Subtract and Operate Procedure
- Function Structure Modelling Process

Ο σχεδιασμός ορίζεται ως το οργανωμένο σύστημα τεχνικών που προκύπτουν εμπειρικά και είναι χρήσιμες. Αποτελούνται από λίστες ελέγχου των στοιχείων με σκοπό την αύξηση των πιθανοτήτων της δημιουργίας ενός σχεδίου με ορισμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά.

Κίνητρο εφαρμογής των μεθόδων είναι η μείωση του κόστους και η βελτιστοποίηση της λειτουργικότητας κατά τις ακόλουθες εργασίες.

- Σχεδιασμός
- Υλικά
- Συναρμολόγηση
- Ποιοτικός Έλεγχος
- Επανέλεγχος - Επανασχεδιασμός
- Παραγωγή (εργαστήριο, εξοπλισμός)

Η ύπαρξη πολλών και διαφορετικών μεθόδων σχεδιασμού δικαιολογείται έτσι ώστε να καλύπτονται καλύτερα οι ανάγκες σχεδιασμού του κάθε προϊόντος, δεδομένου ότι ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε προϊόντος, προτείνεται η αντίστοιχη μεθοδολογία.

1.3 Function Analysis System Technique

Φιλοσοφία της μεθόδου αποτελεί η ανάλυση του τελικού προϊόντος στις πρωτεύουσες υπολειτουργίες του. Η μέθοδος FAST (Function Analysis System Technique) έχει ως πρωταρχικό στόχο την καταγραφή όλων εκείνων των λειτουργιών που πρέπει να εκτελεί το προϊόν ούτως ώστε να ικανοποιεί τον καταναλωτή. Η μέθοδος αναπτύσσεται τμηματικά (βήμα - βήμα) και επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία σε κάθε ένα από τα στάδια ελέγχου.

Η μέθοδος FAST εφαρμόζεται ώστε να προσδιορίσει, να αναλύσει και να καταστήσει κατανοητή την λειτουργία του προϊόντος, πως δηλαδή οι λειτουργίες του προϊόντος συνδέονται μεταξύ τους ώστε να παραχθεί η βασική λειτουργία που επιθυμεί ο καταναλωτής.

Η μέθοδος τεχνικής ανάλυσης συστήματος είναι ένα εργαλείο το οποίο σε συνδυασμό με την μέθοδο της Value Engineering μεγιστοποιεί την ποιότητα. Αξιολογεί την σημασία κάθε σχεδιαστικού βήματος όπως κόστος, εμφάνιση, χρησιμότητα, ασφάλεια, κλπ. Η μέθοδος από μόνη της δεν μπορεί να δώσει αποτελέσματα, αλλά αποτελεί την απαρχή για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την λειτουργία του προϊόντος. Στην ουσία η μέθοδος τοποθετεί τις βάσεις για την ορθή σχεδίαση του προϊόντος.

Επιπρόσθετα, η μέθοδος είναι ένα σύστημα το οποίο δεν απαιτεί των υπολογισμό κάποιων αριθμητικών ποσοτήτων. Στόχος της εφαρμογής της είναι να προσδιορίσει τις λειτουργίες σχεδιασμού του προϊόντος σε μια λογική ακολουθία, να τονίσει τις προτεραιότητες και να ελέγξει τις αλληλεξαρτήσεις. Σε καμία περίπτωση όμως δεν θα πει ποια λειτουργία πρέπει να εφαρμοστεί τότε, από ποιόν, πόσο και πως θα εφαρμοστεί. Η μέθοδος δεν θεωρείται ολοκληρωμένη αν το μοντέλο δεν ολοκληρωθεί. Η FAST δεν θεωρείται ολοκληρωμένη μέχρι το μοντέλο να έχει τη συναίνεση των συμμετεχόντων μελών της ομάδας και αντικατοπτρίζει επαρκώς τη συμβολή τους.

1.3.1 Χαρακτηριστικά

Η μέθοδος είναι σχετικά απλή στην εφαρμογή της, και συγκριτικά με τις υπόλοιπες δύο η απλούστερη. Το γεγονός αυτό αποτελεί παράλληλα πλεονέκτημα αλλά και

μειονέκτημα. Η ανάπτυξή της αποτελεί απλή διαδικασία, καθώς αναλύει μόνο τα βήματα λειτουργίας του προϊόντος. Η ευκολία της κοστίζει σε έλλειψη κατανόησης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των υποσυστημάτων και εξαρτημάτων του προϊόντος. Επίσης η μέθοδος συνιστάται να εφαρμόζεται σε προϊόντα που ήδη υπάρχουν, με σκοπό μέσω της αντίστροφης μηχανικής να καθιστά κατανοητή τη λειτουργία του προϊόντος χωρίς ενδεχομένως να τη βελτιώνει. Η μέθοδος κατατάσσεται στη κατηγορία των ιεραρχικών δομών (Hierarchic structures) τείνει δηλαδή να επικεντρώνεται και να χαρακτηρίζει τις λειτουργίες που εκτελεί ο χρήστης του προϊόντος. Όλες οι λειτουργίες μπορούν να εκφράσουν με ένα ζευγάρι λέξεων αποτελούμενο από ένα ρήμα και ένα προσδιοριστικό ουσιαστικό. Το ρήμα απαντά στην ερώτηση «Τι κάνει αυτό;», και το ουσιαστικό απατάει στο ερώτημα «Τι το κάνει αυτό εφικτό;».

Πίνακας 1 Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου FAST

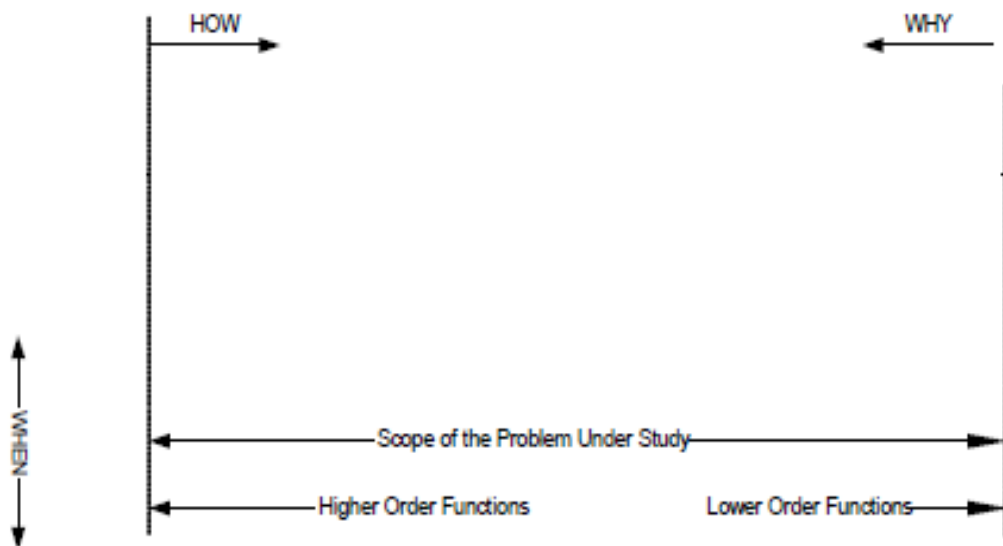
Στόχος	Εφαρμόζεται ώστε να προσδιορίσει, να αναλύσει και να καταστήσει κατανοητή την λειτουργία του προϊόντος.
Δομή	Ιεραρχική Δομή.
Εφαρμογή	Η ανάλυση του τελικού προϊόντος στις πρωτεύουσες υπολειτουργίες του.
Σχεδιασμός	Ο σχεδιασμός της αποτελεί απλή διαδικασία, καθώς αναλύει μόνο τα βήματα λειτουργίας του προϊόντος.
Ταχύτητα Μεθόδου	Σχετικά απλή και γρήγορη στην εφαρμογή της.
Επαναλήψεις	Δεν απαιτούνται επαναλήψεις, η εφαρμογή της γίνεται μόνο μια φορά στο προϊόν.
Αποτελέσματα	Η μέθοδος τοποθετεί τις βάσεις για την ορθή σχεδίαση του προϊόντος.

1.3.2 Μεθοδολογία Εργασιών

Οι εργασίες εφαρμογής τη μεθόδου Function Analysis System Technique θα αναλυθούν βήμα προς βήμα, ώστε να δημιουργηθεί μια φόρμα πάνω στην οποία θα στηριχτεί το δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο της εργασίας.

1.3.2.1 Προσδιορισμός και Οριοθέτηση του Προβλήματος

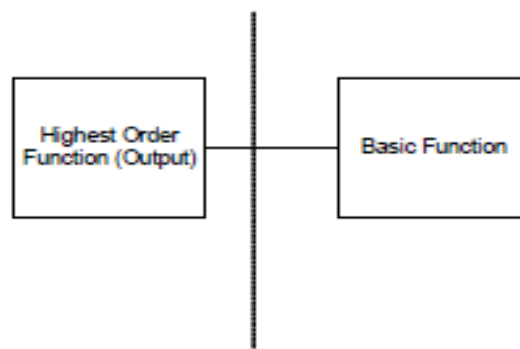
Με τη χάραξη δύο παράλληλων ευθειών επιτυγχάνεται η οριοθέτηση του υπό μελέτη προβλήματος. Η αριστερή ευθεία ορίζει το αποτέλεσμα, την βασική λειτουργία του προϊόντος ενώ η δεξιά ορίζει την έναρξη των λειτουργιών.



Εικόνα 4 Με τη χάραξη δύο παράλληλων ευθειών επιτυγχάνεται η οριοθέτηση του υπό μελέτη προβλήματος (Dr Kremer, Design Theories and Methods. 2009)

1.3.2.2 Προσδιορισμός Κύριας Λειτουργίας Προϊόντος

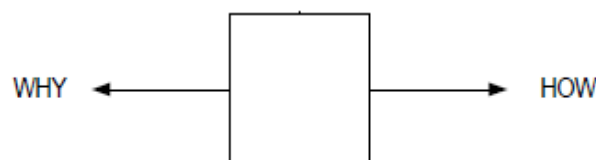
Σύμφωνα με τον Kremer το διάγραμμα ξεκινάει με την ερώτηση «Ποια είναι η κύρια λειτουργία του συστήματος;». Η κύρια λειτουργία τοποθετείται δεξιά της αριστερής γραμμής. Στη συνέχεια θέτουμε το ερώτημα «Για ποιο λόγο εκτελείται αυτή η λειτουργία;», και η απάντηση αποτελεί την λειτουργία που τοποθετείται αριστερά της αριστερής γραμμής.



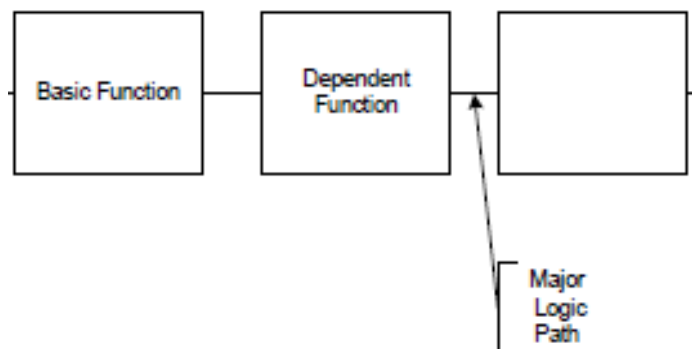
Εικόνα 5 Η κύρια λειτουργία τοποθετείται δεξιά της αριστερής γραμμής. Κάθε λειτουργία αριστερά της επόμενης θεωρείται βασικότερης σημασίας

1.3.2.3 Προσδιορισμός Δευτερευουσών Λειτουργιών

Αυτές οι λειτουργίες τοποθετούνται δεξιότερα της βασικής λειτουργίας και αποτελούν την αλυσίδα εργασιών για την επίτευξη της βασικής λειτουργίας. Παράγονται, λοιπόν, λειτουργίες στα δεξιά της βασική λειτουργίας, οι οποίες θα πρέπει να ικανοποιούν το σχήμα “πως εκτελείται η λειτουργία” (κατεύθυνση προς τα δεξιά) και “γιατί εκτελείται η λειτουργία” (κατεύθυνση προς τα αριστερά), και αυτές αποτελούν τις δευτερεύουσες λειτουργίες.



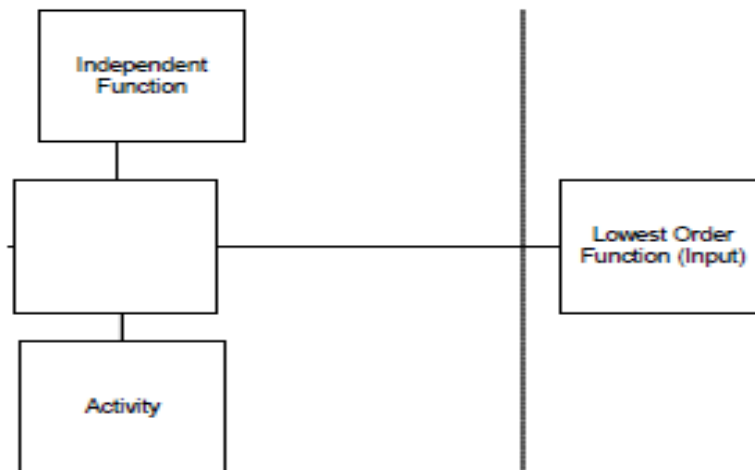
Εικόνα 6 Παράγονται λειτουργίες στα δεξιά της βασική λειτουργίας, οι οποίες θα πρέπει να ικανοποιούν το σχήμα “πως εκτελείται η λειτουργία



Εικόνα 7 Δημιουργείται κατά αυτό τον τρόπο η πρωτεύουσα αλυσίδα λειτουργιών

1.3.2.4 Πρωτεύουσα Διαδρομή

Η πρωτεύουσα διαδρομή θα τερματιστεί με μία λειτουργία έξω από την δεξιά γραμμή. Αυτή η λειτουργία είναι εξωτερική του προϊόντος, δεν εκτελείται από αυτό αλλά είναι απαραίτητο για την λειτουργία του.



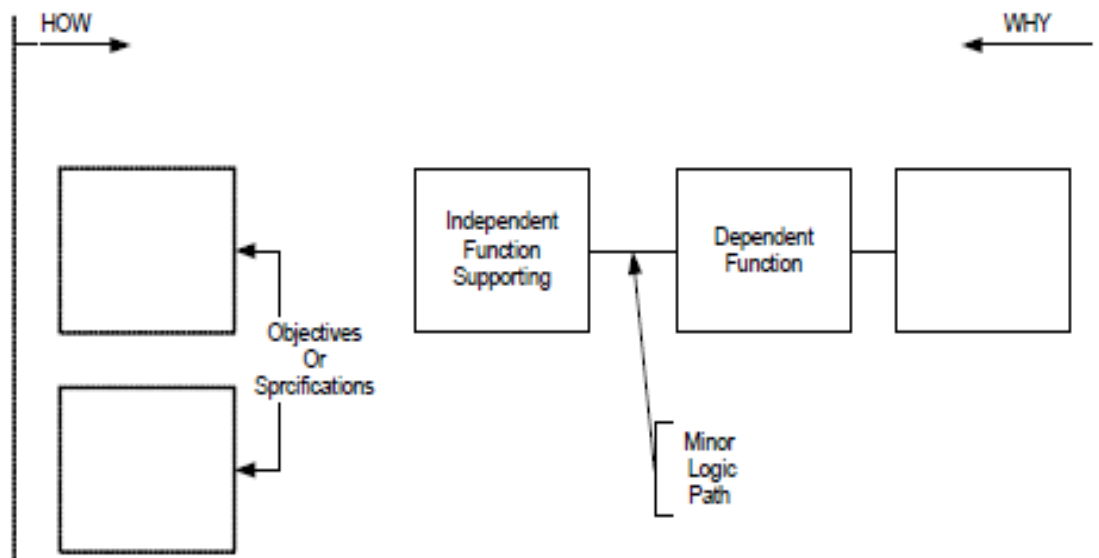
Εικόνα 8 Η πρωτεύουσα διαδρομή θα τερματιστεί με μία λειτουργία έξω από την δεξιά γραμμή

1.3.2.5 Δευτερεύουσες Λειτουργίες

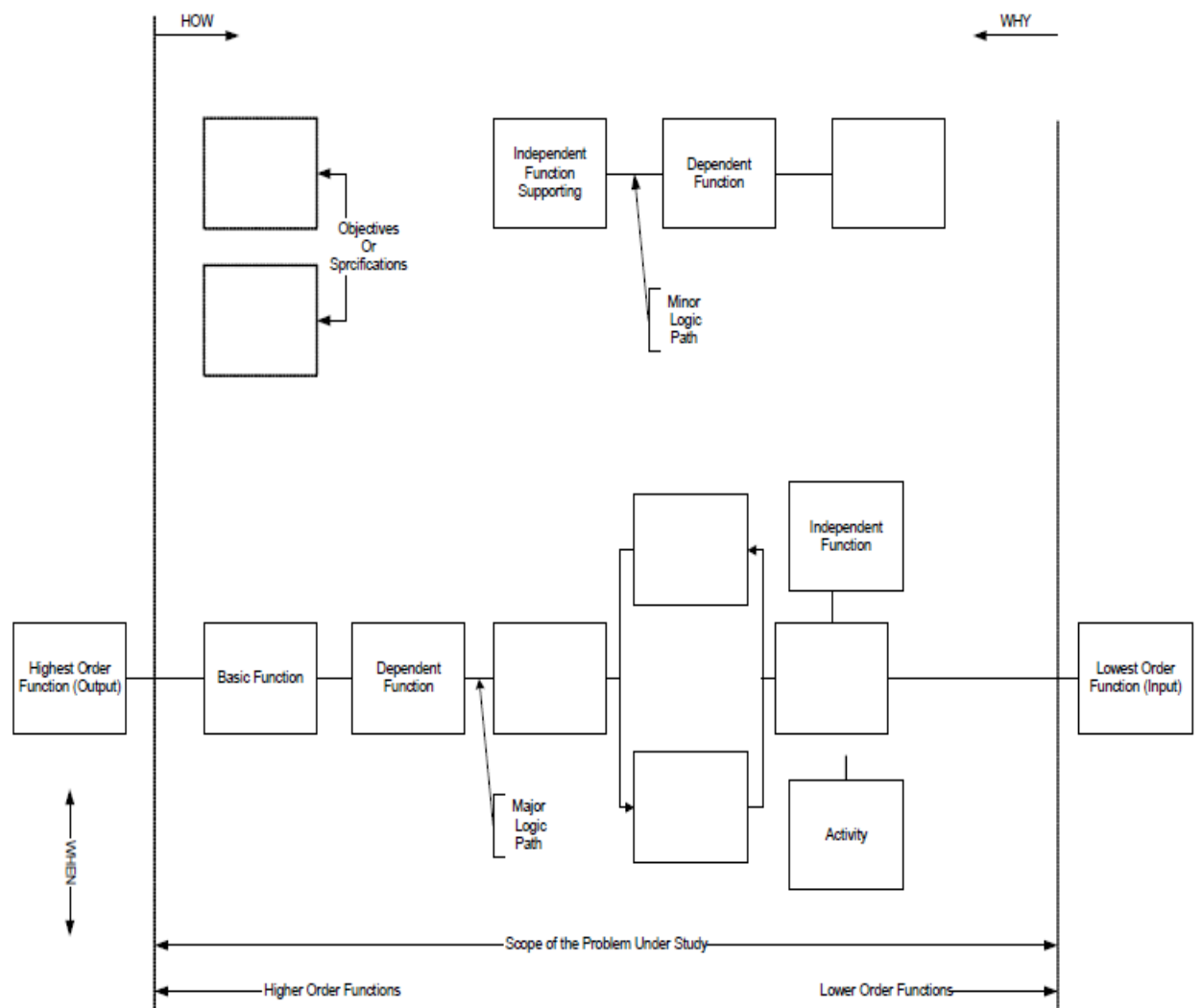
Οι δευτερεύουσες λειτουργίες τοποθετούνται κάτω από τις λειτουργίες της πρωτεύουσας διαδρομής με τις οποίες σχετίζονται. Αυτές είτε εκτελούνται την ίδια στιγμή με τις σχετιζόμενές τους, είτε προκαλούνται από αυτές.

1.3.2.6 Μεμονωμένες Λειτουργίες

Ο αντικειμενικός σκοπός της ανάπτυξης του προϊόντος τοποθετείται πάνω από την βασική λειτουργία. Επιπροσθέτως τοποθετούνται στο πάνω μέρος του διαγράμματος λειτουργίες οι οποίες εκτελούνται μόνο μια φορά ή συνέχεια.



Εικόνα 9 Στο πάνω μέρος του διαγράμματος τοποθετούνται λειτουργίες οι οποίες εκτελούνται μόνο μια φορά ή συνέχεια



Εικόνα 10 Συγκεντρωτικό διάγραμμα FAST

1.4 Subtract and Operate Procedure

Η εφαρμογή της μεθόδου αποσκοπεί στο να κατανοηθεί ποια είναι η λειτουργία του κάθε τμήματος (εξαρτήματος) του προϊόντος, ώστε να ελεγχθεί αν υπάρχουν περιττά μέρη. Η εφαρμογή της ενδείκνυται σε περιπτώσεις επανασχεδιασμού και επανελέγχου του προϊόντος ώστε να αντιμετωπιστούν τυχόν δυσλειτουργίες. Όπως θα αναλυθεί και στη συνέχεια, η μέθοδος δεν αναλώνεται στην σχέση των εξαρτημάτων και των επιμέρους υπολειτουργιών, αλλά επικεντρώνεται στην προσφορά του κάθε εξαρτήματος μεμονωμένα. Αυτό το χαρακτηριστικό της την διαφοροποιεί συν τοις άλλοις από την μέθοδο Function Analysis System Technique. Σύμφωνα με τα ως άνω κατατάσσεται στις μεθόδους επανασχεδιασμού και επανελέγχου του προϊόντος. (6)

1.4.1 Χαρακτηριστικά Μεθόδου

Σε γενικές γραμμές η SOP έχει κοινά στοιχεία με την μέθοδο FAST, παρόλα αυτά θα χαρακτηριζόταν πιο πολύπλοκη η εφαρμογή της. Επίσης η μέθοδος συνιστάται να εφαρμόζεται σε προϊόντα που ήδη υπάρχουν, με σκοπό μέσω της αντίστροφης μηχανικής να καθιστά κατανοητή τη λειτουργία του προϊόντος και ενδεχομένως να τη βελτιώνει. (2)

Πίνακας 2 Βασικά χαρακτηριστικά μεθόδου SOP

Στόχος	Η μέθοδος εστιάζει στην τεχνική ανάλυση του προϊόντος και στοχεύει στον εντοπισμό παραλήψεων
Δομή	Η μέθοδος συγκαταλέγεται στην κατηγορία των μεθόδων ιεραρχικής δομής
Εφαρμογή	Η απομάκρυνση επί μέρους εξαρτημάτων και ο προσδιορισμός της λειτουργίας τους
Σχεδιασμός	Η SOP σχεδιάζεται από κάτω προς τα πάνω για να παραχθεί η λειτουργική δομή σε μια δενδρική μορφή
Ταχύτητα Μεθόδου	Αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία
Επαναλήψεις	Η μέθοδος επαναλαμβάνεται τόσες φορές, όσα και τα εξαρτήματα που την αποτελούν
Ακρίβεια Αποτελεσμάτων	Η μέθοδος από μόνη της μπορεί να δώσει χρήσιμα αποτελέσματα, δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή και άλλων μεθόδων
Αποτελέσματα	Αφενός καθίσταται κατανοητή η λειτουργία του προϊόντος και αφετέρου εντοπίζονται τεχνικά προβλήματα και παραλήψεις

1.4.2 Μεθοδολογία Εργασιών (The Mechanics of the Process)

Οι εργασίες εφαρμογής τη μεθόδου Subtract and Operate Procedure θα αναλυθούν βήμα προς βήμα, ώστε να δημιουργηθεί μια φόρμα πάνω στην οποία θα στηριχτεί το δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο της εργασίας.

1.4.2.1 Απομάκρυνση Εξαρτήματος

Αρχικά αφαιρείται ένα εξάρτημα από την όλη συναρμολόγηση. Αυτό μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε σειρά αλλά ίσως χρειαστεί να αφαιρεθούν και άλλα εξαρτήματα έτσι ώστε να αφαιρεθεί το επιλεγμένο. Τα επιπλέον αφαιρεθέντα εξαρτήματα πρέπει να επανασυναρμολογηθούν, εάν αυτό δεν είναι εφικτό τότε θεωρείται ότι αποκαθίστανται οι βασικές λειτουργίες τους στο αρχικό προϊόν.

1.4.2.2 Ανάλυση Προϊόντος κατόπιν Απομάκρυνσης Εξαρτήματος

Στόχος είναι ο έλεγχος για το αν οι απαιτήσεις πληρούνται και το προϊόν λειτουργεί κανονικά. Τίθεται, λοιπόν, σε λειτουργία το προϊόν. Σε αυτό το βήμα γίνεται έλεγχος εάν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του καταναλωτή. Για κάθε απαίτηση (δομική, εργονομική, κινηματική κτλ.) το προϊόν πρέπει να δοκιμαστεί για να επαληθευτεί η επίδραση της αφαίρεσης του εξαρτήματος από το σύνολο του συστήματος.

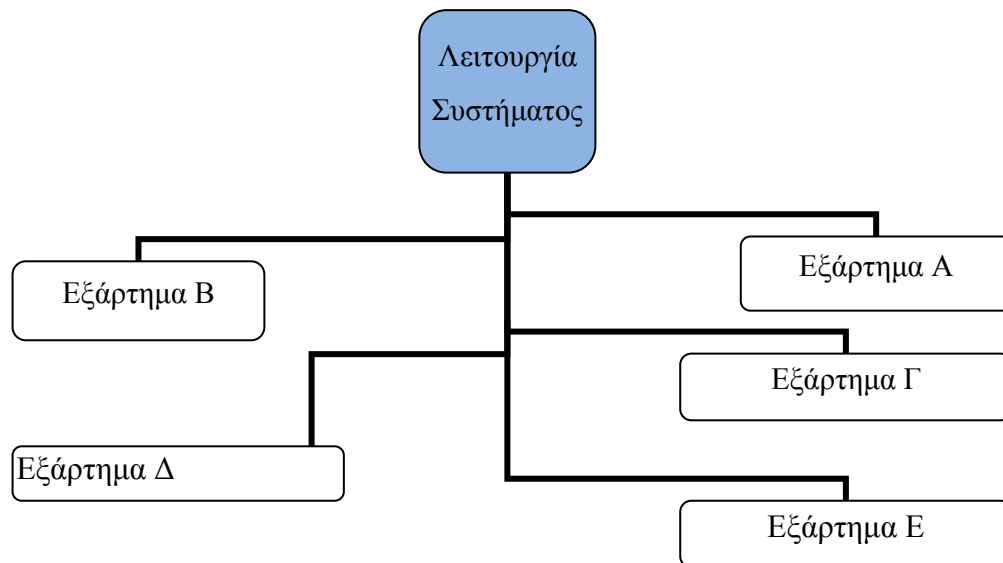
Αυτό το βήμα πραγματοποιείται συνήθως με έναν οπτικό έλεγχο, όμως εάν η επίδραση της αφαίρεσης του εξαρτήματος δεν είναι εμφανής τότε δοκιμάζουμε μια συσκευή ελέγχου. Συμπεραίνουμε την υπολειτουργία του εξαρτήματος που αφαιρέσαμε.

Μια αλλαγή σε οποιοδήποτε βαθμό ελευθερίας κατά τη λειτουργία του προϊόντος θα πρέπει να γίνει σημείο εστίασης της προσοχής. Αυτή η αλλαγή είναι ένα κρίσιμο ζήτημα για την διαπίστωση της λειτουργικότητας του εξαρτήματος.

1.4.2.3 Επανάληψη Διαδικασίας

Τοποθετούμε πάλι το εξάρτημα και επαναλαμβάνουμε την διαδικασία τόσες φορές όσες και ο αριθμός των εξαρτημάτων που αποτελούν το προϊόν. Κάθε φορά που επαναλαμβάνεται η μέθοδος δημιουργείται ένα διάγραμμα στο οποίο καταγράφεται το εξάρτημα που απομακρύνθηκε και ποιες ήταν οι επιπτώσεις της απομάκρυνσης

του. Τελικώς, καταγράφονται τα αποτελέσματα σε έναν πίνακα όπου για κάθε εξάρτημα αναφέρεται η επίδραση της αφαίρεσής του.



Εικόνα 11 Κάθε φορά που επαναλαμβάνεται η μέθοδος δημιουργείται ένα διάγραμμα στο οποίο καταγράφεται το εξάρτημα που απομακρύνθηκε και ποιες ήταν οι επιπτώσεις τις απομάκρυνσής του

1.5 Function Structure Modeling Process

Κάθε μια από τις τρεις μεθόδους αντιμετωπίζει από διαφορετική οπτική το ζήτημα. Η μέθοδος Function Structure Modeling Process εστιάζει στην κατάσταση του προϊόντος πριν και μετά τη λειτουργία του. Συγκεκριμένα αναλύει τρεις κύριες παραμέτρους, που καθορίζουν την κατάσταση του προϊόντος. Αυτές είναι η ενέργεια, το υλικό, και η πληροφορία.

Πιο αναλυτικά, η παράμετρος ενέργεια, νοείται γενικότερα ως το είδος της ενέργειας ή ακόμα και δύναμης που παρέχεται ή εφαρμόζεται στο σύστημα κατά την λειτουργία του. Η παράμετρος υλικό, ορίζεται ως η ύλη που μεταχειρίζεται το σύστημα και τέλος η παράμετρος πληροφορία αποτελεί την εντολή που συνδυάζει την ενέργεια και το υλικό για να παραχθεί αποτέλεσμα.

1.5.1 Χαρακτηριστικά Μεθόδου

Αν μπορούσαν επιγραμματικά να δοθούν τα βασικότερα χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτά θα ήταν:

- Η μέθοδος αντιμετωπίζει το σύστημα ως μια οντότητα που είναι συνδεδεμένη με το περιβάλλον και επηρεάζεται από τις εισροές και τις εκροές μέσα στα όρια του.
- Αναλύει σε συνθετικά μέρη τις υπολειτουργίες του προϊόντος.
- Οι υπολειτουργίες διασυνδέονται σχηματικά έτσι ώστε αυτό το διάγραμμα να καθιστά σαφείς τις σχέσεις μεταξύ των λειτουργιών που να πρέπει εκτελεστούν από το προϊόν έτσι ώστε να εκπληρωθεί ο βασικό στόχος του προϊόντος με όρους ενέργειας, ύλης και πληροφορίας

1.5.2 Μεθοδολογία Εργασιών (The Mechanics of the Process)

Οι εργασίες εφαρμογής τη μεθόδου Function Structure Modeling Process θα αναλυθούν βήμα προς βήμα, ώστε να δημιουργηθεί μια φόρμα πάνω στην οποία θα στηριχτεί το δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο της εργασίας.

1.5.2.1 Ανάλυση των επιμέρους Υπολειτουργιών

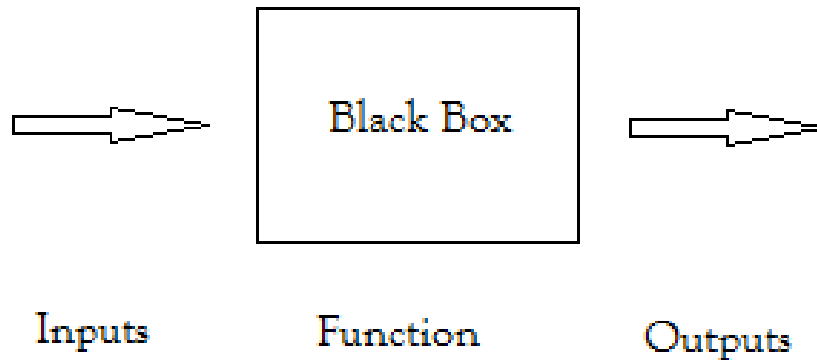
Αρχικά η μέθοδος προσεγγίζει το προϊόν διασπώντας το σε επί μέρους. Μια πρώτη προσέγγιση αποτελεί η ανάλυση σε συνθετικά μέρη της βασικής λειτουργίας του προϊόντος, δηλαδή σε υπολειτουργίες. (2)



Εικόνα 12 Ανάλυση σε συνθετικά μέρη της βασικής λειτουργίας του προϊόντος

1.5.2.2 Δημιουργία του πλαισίου Black Box Model

Το πλαίσιο αναπαριστά τη βασική λειτουργία του συστήματος. Σε αυτό αναπαρίστανται όλες οι εισοδοι και έξοδοι του συστήματος, με την μορφή εισόδων και εξόδων σε ένα ορθογώνιο πλαίσιο. (2)



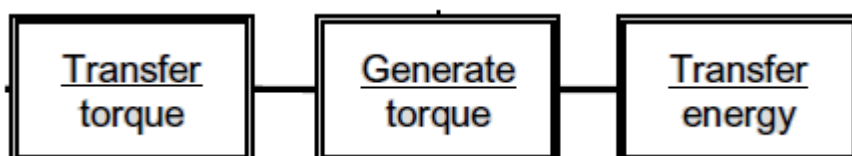
Εικόνα 13 Η λειτουργία του black box

Οι εισροές και οι εκροές στο μαύρο κουτί είναι τριών ειδών,

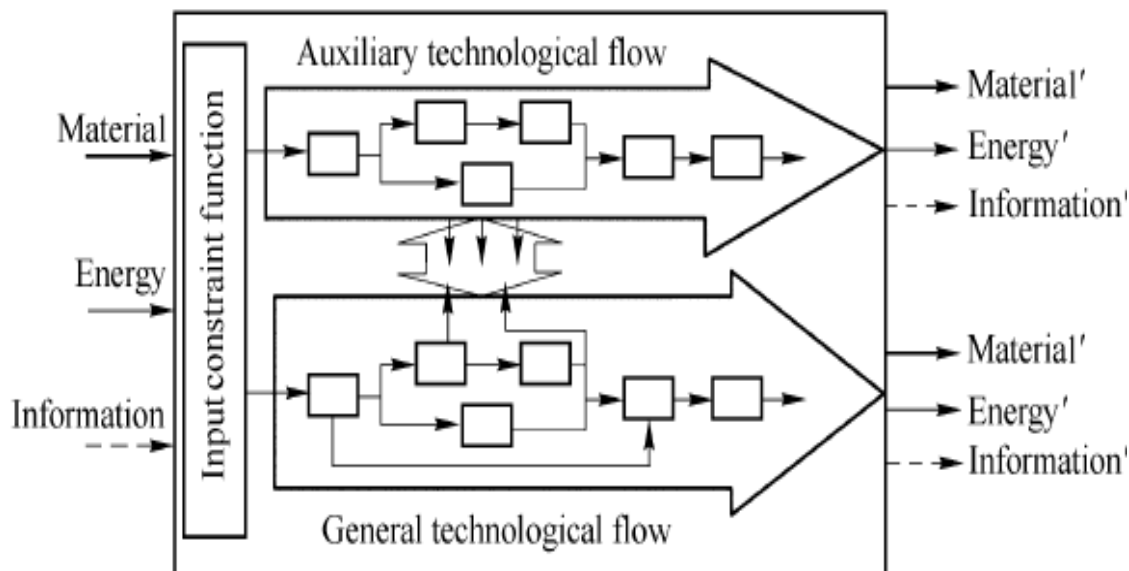
- μάζα (υλικά, ρευστά, αέρια κτλ)
- ενέργεια (μηχανική, ηλεκτρική, θερμική, δυνάμεις κτλ)
- πληροφορία (σήματα ελέγχου κ.α.)



Εικόνα 14 Οι εισροές και οι εκροές στο μαύρο κουτί είναι τριών ειδών



Εικόνα 15 Οι υπολειτουργίες διατυπώνονται με την μορφή ενός ζεύγους ενεργού ρήματος και ουσιαστικού. Για παράδειγμα, “αύξησε πίεση”, “μετάφερε ροπή”, “μείωσε ταχύτητα” κτλ.



Εικόνα 16 Συγκεντρωτικό διάγραμμα μεθόδου FSMP (Otto N. Kevin, Wood L. Kristin., Product Evolution - A Reverse Engineering and Redesign Methodology)

1.5.2.3 Κατασκευή Γραφήματος Λειτουργικής Δομής

Οι υπολειτουργίες διασυνδέονται στη συνέχεια σε ένα γράφημα έτσι ώστε να σχηματίσουν την όλη λειτουργική δομή. (2)

Μέσω του διαγραμματικής δομής του σχήματος γίνεται σαφής η σχέση μεταξύ των λειτουργιών, τις οποίες το προϊόν πρέπει να εκτελεί έτσι ώστε να επιτύχει τη βασική του λειτουργία με όρους ενέργειας, ύλης και πληροφορίας.

Έχοντας διατυπώσει τις ανάγκες των καταναλωτών ή και παρατηρώντας τους να μεταχειρίζονται το προϊόν, μπορούμε τώρα να αναπτύξουμε μια πρωταρχική λειτουργική δομή που να ικανοποιεί το σχεδιαστικό μας πρόβλημα. Παρακάτω παρουσιάζονται τέσσερα βασικά βήματα για να μπορέσουμε να μεταφράσουμε συστηματικά τις απαιτήσεις των καταναλωτών από το προϊόν, σε ένα ισοδύναμο γράφημα λειτουργικής δομής:

1. Αναπτύσσουμε την περιγραφή της λειτουργίας του προϊόντος με όρους ενεργειών που πρέπει να εκτελέσει ο καταναλωτής ούτως ώστε να μεταχειριστεί το προϊόν.
2. Στη συνέχεια ταυτοποιούμε τις πρωταρχικές ροές οι οποίες σχετίζονται με τις παραπάνω ενέργειες του καταναλωτή. Στο πλαίσιο της μοντελοποίησης εισόδου-εξόδου, μια ροή εισέρχεται σε μια λειτουργία ή υπολειτουργία του προϊόντος, η οποία την διαχειρίζεται και την μετατρέπει σε καινούρια κατάσταση.
3. Ομαδοποιούμε τις αλληλουχίες των υπολειτουργιών έτσι ώστε να αναπαριστούν τις λειτουργίες του όλου προϊόντος. Αυτό επιτυγχάνεται με το να συνδέσουμε τις ροές κάθε αλληλουχίας υπολειτουργιών και προσθέτοντας όπου χρειάζεται, υπολειτουργίες οι οποίες αλληλεπιδρούν με τις ροές ή παρέχουν καταστάσεις ελέγχου.
4. Τέλος επαληθεύουμε την λειτουργική ανάλυση που έχουμε επιτύχει ονοματίζοντας κάθε ροή και ελέγχοντας αν οι τελικές ροές αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες του καταναλωτή.

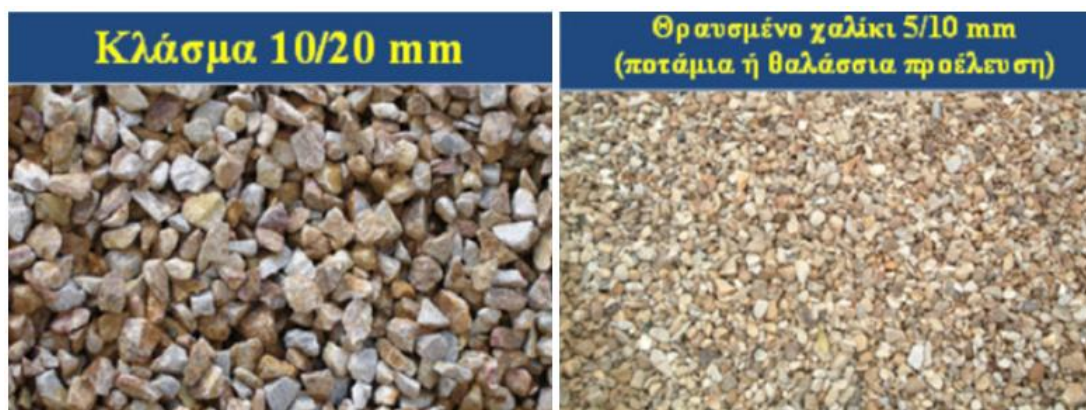
2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος παραγωγής αδρανών υλικών. Μέσα από την ανάλυση του συστήματος, σε συνδυασμό με τα όσα αναφέρθηκαν στο πρώτο κεφάλαιο επιχειρείται η δημιουργία του θεωρητικού υπόβαθρου της ανάλυσης ενός συστήματος παραγωγής αδρανών υλικών με την μέθοδο FAST.

2.1 Χαρακτηριστικά Αδρανών Υλικών

Τα αδρανή υλικά αποτελούνται από λίθινους κόκκους, είτε φυσικούς, οπότε ονομάζονται φυσικά ή συλλεκτά αδρανή, είτε από κόκκους που καθορίζονται από τη θραύση όγκων πετρώματος ή τη θραύση φυσικών αδρανών, οπότε ορίζονται ως θραυστά αδρανή. Οι κόκκοι μπορεί να έχουν περίπου το ίδιο ή διαφορετικό μέγεθος. Για σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 και μεγαλύτερης, τα αδρανή υλικά είναι απαραίτητο να προσκομίζονται χωρισμένα σε τρία (3) τουλάχιστον κλάσματα.



Εικόνα 17 Θραυστά αδρανή υλικά

Το σύνολο των κλασμάτων των αδρανών ενός έργου θα είναι ωφέλιμο να ελέγχεται με τη σειρά των κοσκίων που εφαρμόστηκε στη Μελέτη Συνθέσεως του σκυροδέματος.

Το κλάσμα που διέρχεται από το κόσκιο n 8 ή το 3/8 σε ποσοστό 100% και από το κόσκιο n 4 ή το Νο 4 σε ποσοστό τουλάχιστον 95% ορίζεται ως κλάσμα. Τα πιο συνήθη κλάσματα με κόκκο μεγαλύτερο από το μέγιστο κόκκο της άμμου είναι το ρυζάκι, το γαρμπίλι (λεπτό, χοντρό) και τα σκύρα. Στο επόμενο κλάσμα μετά την άμμο δεν επιτρέπεται να υπάρχει υλικό διερχόμενο από το κόσκιο n 2 ή Νο 8 σε ποσοστό μεγαλύτερο από 25%, όπως επίσης και υλικό διερχόμενο από το κόσκιο n 1 ή Νο 16 σε ποσοστό μεγαλύτερο από 2%.

Το ποσοστό των κόκκων της άμμου που περνάει από το κόσκιο n 0,25 δεν πρέπει να υπερβαίνει:

- Το 24% του ξερού βάρους της άμμου, όταν πρόκειται για σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 ή μεγαλύτερης.
- Το 30% του ξερού βάρους της άμμου, όταν πρόκειται για σκυρόδεμα κατηγορίας μικρότερης της C25/30. γ) Το 37% του ξερού βάρους της άμμου, όταν πρόκειται για άοπλα σκυροδέματα χωρίς ειδικές απαιτήσεις (στεγανό σκυρόδεμα, ανθεκτικό σκυρόδεμα, σκυρόδεμα δαπέδων, κλπ.).

Ως παιπάλη ορίζεται το μέρος του αδρανούς που περνάει από το Αμερικανικό πρότυπο Κόσκινο Νο 200 (75 μ m) και εφαρμόζεται σύμφωνα με τη Μέθοδο Ελέγχου ΣΚ-305.

Η παιπάλη της άμμου απαγορεύεται να υπερβαίνει το 16% του ξερού βάρους της, καθώς και η παιπάλη των πιο χονδρόκοκκων κλασμάτων (ρυζάκι, γαρμπίλι, σκύρα) δεν πρέπει να υπερσχύει του 1% του ξερού βάρους του.

2.2 Εφαρμογές Αδρανών Υλικών

Τα αδρανή υλικά δύνανται να εφαρμοστούν σε ευρεία κλίμακα. Ωστόσο, ο κύριος όγκος τους χρησιμοποιείται στην παρασκευή του σκυροδέματος, που τα φυσικά ή τεχνητά αδρανή υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν οφείλουν να έχουν επαρκή αντοχή, πρόσφυση και χημική ανεκτικότητα ως προς το τσιμέντο. Ανάλογα υλικά

μπορεί να είναι προϊόντα θραύσης, κυρίως ασβεστολιθικών πετρωμάτων, γρανίτη, μαγνητίτη, βαρύτη και βιομηχανικών παραπροϊόντων (σκωρία υψικαμίνων κ.α.).

Συνάμα, τα αδρανή υλικά εφαρμόζονται για την παρασκευή άλλων δομικών υλών (τσιμεντόλιθων ή άλλων μορφοποιημένων προϊόντων από σκυρόδεμα). Στην οδοποιία, που τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των εύκαμπτων οδοστρωμάτων - περίπου το 90% αποτελείται από αδρανή - προέρχονται, ως επί το πλείστον, από τη θραύση κατάλληλων πετρωμάτων ή άλλων υλικών φυσικών αποθέσεων. Τα πιο κατάλληλα πετρώματα για αδρανή οδοστρώματα είναι οι γρανίτες, γνεύσιοι, αμφιβολίτες, ανδεσίτες, πορφύρες, ψαμμίτες, χαλαζίτες και ορισμένοι σχιστόλιθοι, λόγω της αντοχής τους σε απότριψη (φθορά σε τριβή). Επιπρόσθετα, και προϊόντα θραύσης σκωριών ή και από επεξεργασία απορριμμάτων ορυχείων (με θραύση και ταξινόμηση), μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ανάλογη χρήση. Αυτό θα συμβεί μόνο στην περίπτωση που πληρούνται οι απαιτούμενες φυσικομηχανικές ιδιότητες (αντοχή, επιφανειακή υφή, πορώδες κ.λπ.). Συνάμα, στην κατασκευή οδοστρωμάτων, για ορισμένα όμως μόνο στρώματα (βάσεις, υποβάσεις), δύναται να χρησιμοποιηθούν και τεχνητά αδρανή ή θραυσμένα υλικά, παλαιών οδοστρωμάτων κατασκευασμένων από ασφαλτόμιγμα ή ανακυκλούμενο σκυρόδεμα. Στη σιδηροδρομική εφαρμόζονται πολύ χονδρόκοκκα (50-65 mm) αδρανή στο υποσύστημα της επιδομής. Εκείνη αποτελείται από τις σιδηροτροχιές και τους στρωτήρες, με απώτερο στόχο την εξασφάλιση της απαραίτητης κλίσης και απόστασης μεταξύ τους. Η επιδομή εδράζεται σε στρώμα σκύρων, γνωστό ως έρμα (ballast), το οποίο οφείλει να έχει αντοχή σε θραύση και κρούση, να μην αποσαθρώνεται από τους κύκλους ψύξης απόψυξης (χαμηλό επιφανειακό πορώδες), καθώς και να μην επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα πιο κατάλληλα και αρμόδια υλικά είναι οι χαλαζίτες, μικροκρυσταλλικά εκρηξιγενή και γρανιτικά πετρώματα, δηλαδή συνήθως μεταμορφωμένα πετρώματα, ενώ τα ιζηματογενή συνήθως πρέπει να αποφεύγονται.

Σε άλλες βιομηχανικές εφαρμογές, με πιο φημισμένη και γνωστή την τσιμεντοβιομηχανία, απαιτούνται περίπου 1.5-1.6 τόνοι αδρανών ανά τόνο τσιμέντου. Άλλες χρήσεις επίσης αποτελούν η παρασκευή υδράσβεστου $[Ca(OH)_2]$, η χρήση ως συλλίπασμα στη μεταλλουργία, στην υαλουργία, η χρήση στη γεωργία, στις ζωοτροφές, στη φαρμακοβιομηχανία κ.λπ.

Οι απαιτούμενες προϋποθέσεις για τις χρήσεις αυτές είναι αρκετά σημαντικές. Πιο συγκεκριμένα, η διεθνής εμπειρία επισημαίνει ότι για κάθε m^3 σκυροδέματος που παράγεται, απαιτούνται περίπου 2 τόνους αδρανών υλικών, για κάθε km αυτοκινητόδρομου που κατασκευάζεται καταναλώνονται περίπου 30.000 τόνους αδρανών, ενώ για κάθε km σιδηρόδρομου απαιτούνται 16.000 tn αδρανών. Η κατασκευή ενός σχολείου ή νοσοκομείου προϋποθέτει το λιγότερο 4.000 τόνους αδρανών υλικών, ενώ για ένα σπίτι $100 m^2$ απαιτούνται από 100 έως 300 τόνοι αδρανών, ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής (όγκος οπλισμένου και άοπλου σκυροδέματος).

Τα αδρανή υλικά με βάση την προέλευσή τους διακρίνονται στα φυσικής προέλευσης (θραυστά πετρώματα, ποταμίσιες λιμναίες ή θαλάσσιες αποθέσεις, λάβα, ηφαιστειακοί τόφοι, λατομικά προϊόντα κ.λ.π.). Αντίστοιχα, διακρίνονται και στα τεχνητά ή βιομηχανικά. Αυτά αποτελούν τα αδρανή που έχουν προκύψει ως προϊόντα ή παραπροϊόντα βιομηχανικής δραστηριότητας από χημική ή θερμική επεξεργασία πρώτων υλών ορυκτής ή άλλης προέλευσης (π.χ. τέφρες, σκωρίες, περλίτης, βερμικουλίτης κλπ).

Ανακυκλωμένα θεωρούνται τα αδρανή που καθορίζονται από την επεξεργασία και την επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών από υφιστάμενες κατασκευές (υλικά κατεδαφίσεων σκυροδέματος, τοιχοποιίας, ασφαλικών έργων κ.λ.π.).

Εν έτει 2015, η εθνική παραγωγή δεν υπερβαίνει τους 30.000.000 τόνους εξαιτίας της παρατεταμένης οικονομικής κρίσης που έχει επηρεάσει αρνητικότερα τον οικοδομικό και κατασκευαστικό τομέα.

2.3 Παραγωγική Διαδικασία Αδρανών Υλικών

Η διαδικασία παραγωγής αδρανών υλικών περιλαμβάνει συνδυασμό μεθόδων ελάττωσης μεγέθους (πρωτογενή, δευτερογενή, και τριτογενή θραύση) και ταξινόμηση κατά μέγεθος (κοσκίνιση) σε κατάλληλα κοκκομετρικά κλάσματα (ομάδες διαφορετικού μεγέθους τεμαχίων).

Η διαδικασία παραγωγής αδρανών υλικών χαρακτηρίζεται ως σχετικώς απλή, εμπεριέχει όμως παραμέτρους που αξίζει να διερευνώνται κατά περίπτωση ώστε να καθίσταται πλέον αποδοτική και ως εκ τούτου οικονομική.

Πίνακας 3 Μηχανήματα θραύσης κατά στάδιο θραύσης και μέγεθος τεμαχίων τροφοδοσίας και προϊόντος

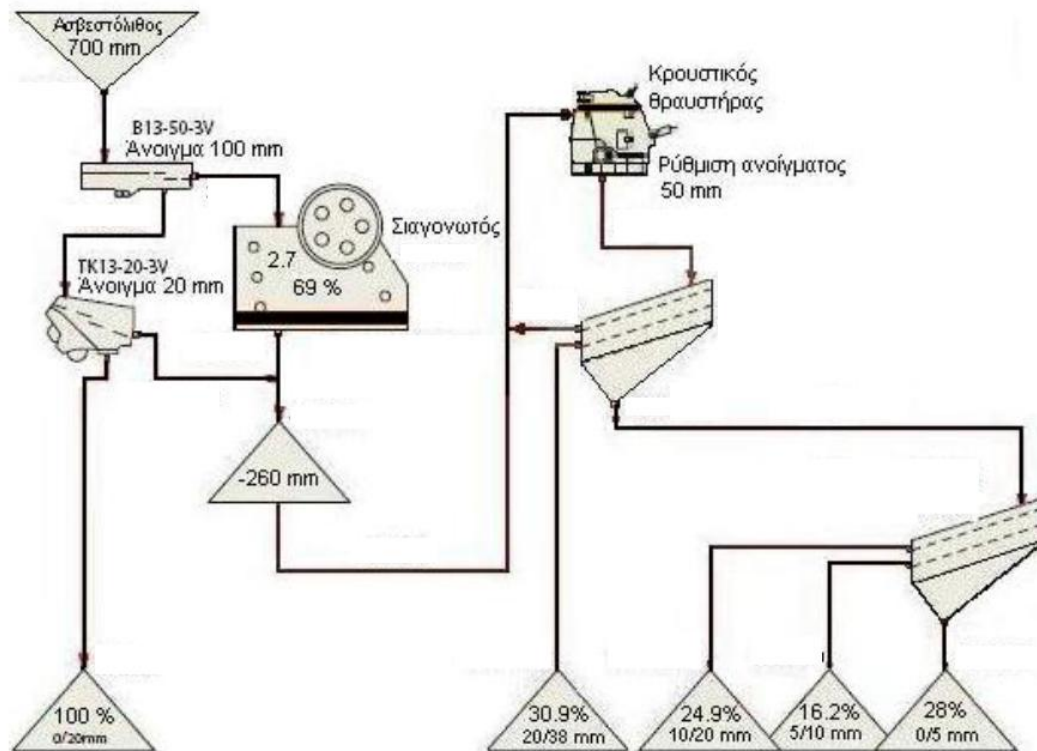
ΤΑΔΙΑ ΘΡΑΥΣΗΣ	Μηχάνημα θραύσης	Μέγιστο μέγεθος τεμαχίου τροφοδοσίας, mm	Μέγιστο μέγεθος τεμαχίου προϊόντος, mm
Πρωτογενής, Primary	Jaw crusher (Σιαγονωτός) Gyratory crusher (Γυροσκοπικός)	700-1000	100-300
Δευτερογενής, Secondary	Cone crusher (Κωνικός) HSI crusher (οριζόντιος κρουστικός) Jaw crusher (σπανίως)	100-250	20-100
Τριτογενής, Tertiary	Cone crusher (Κωνικός) VSI crusher (κατακόρυφος κρουστικός τύπου Barmac)	14-100	10-50
Τεταρτογενής κ.ο.κ., Quaternary	VSI crusher (κατακόρυφος κρουστικός τύπου Barmac) Cone crusher (Κωνικός)	10-40	10-20

Σε ευρύ πλαίσιο, τα κόσκινα είναι ένα μέρος της διαδικασίας που παράγει αδρανή υλικά. Η παραγωγική διαδικασία της μονάδας παρουσιάζεται ακολούθως.

Το βιομηχανικό ορυκτό μεταφέρεται με φορτηγά αυτοκίνητα στην εγκατάσταση από τα λατομεία και τροφοδοτούν με πρώτη ύλη τον τροφοδότη. Μετά τον τροφοδότη υπάρχει ο δονητικός προδιαλογέας, μέσω του οποίου το υλικό μεταφέρεται είτε στο σπαστήριο, είτε σε απόθεση 0-30 (Α3 φυσικό). Αντίστοιχα, μετά από τον σπαστήριο περνάει μέσω του δονητικού τροφοδότη στο χαλικο – αμμοτριβείο και εν συνεχεία μέσω του δονητικού κόσκινου σε τρεις διαφορετικές αποθέσεις των 0-5 (άμμος), 5-16 (γαρμπίλι) και 13-60 (χαλίκι)

Ένα μέρος του υλικού του κόσκινου επιστρέφει στο δονητικό τροφοδότη για περαιτέρω επεξεργασία. Συνάμα, από τις αποθέσεις ένα μέρος συσκευάζεται σε σάκους για να διατεθεί στην αγορά. Το συγκεκριμένο συγκρότημα έχει παραγωγή τελικού προϊόντος σε διάφορα στάδια. Τα προϊόντα που παράγονται είναι Α3 φυσικό, άμμος, γαρμπίλι και χαλίκι.

Στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί αναπαρίσταται η παραγωγική διαδικασία της μονάδας παραγωγής αδρανών υλικών.



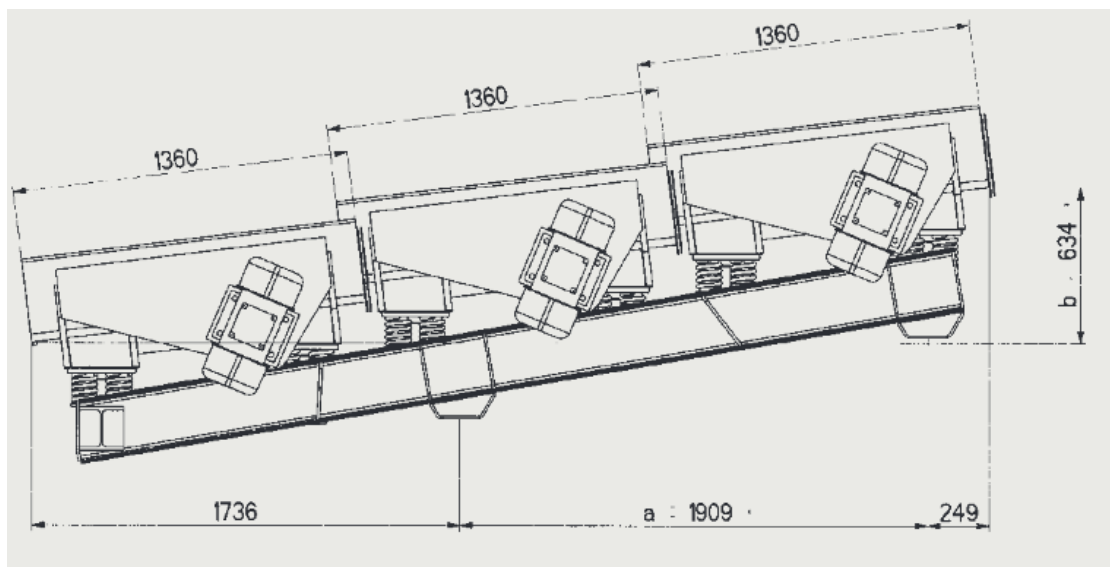
Εικόνα 18 Διάγραμμα ροής κυκλώματος παραγωγής κατάλληλων κοκκομετρικών κλασμάτων (διαβαθμισμένων) αδρανών υλικών

2.3 Ανάλυση Συστήματος

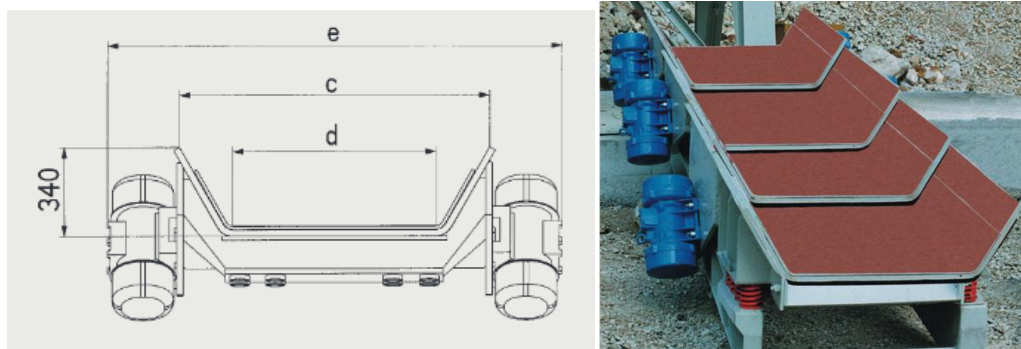
Η λειτουργία μιας μονάδας παραγωγής δομικών υλικών για σκυρόδεμα προϋποθέτει την προμήθεια σύγχρονου παραγωγικού εξοπλισμού, ο οποίος θα επιτρέπει την παραγωγή 400.000 tn αδρανών υλικών ετησίως. Θα είναι ωφέλιμο, ο εξοπλισμός να έχει συνολική ιπποδύναμη 314,81 HP ή 412,60 KW. Αναλυτικότερα, ο λατομικός εξοπλισμός σύγχρονου σχεδιασμού θραύσης και διαλογής αδρανών υλικών αναλύεται διεξοδικά στα ακόλουθα υποκεφάλαια.

2.3.1 Αυτόματος Δονητικός Τροφοδότης

Αυτόματος δονητικός τροφοδότης τύπου ACV-OMIG 125X3 με τέσσερα δονητικά κανάλια. Ειδικά για την αυτόματη τροφοδοσία των σπαστήρων πρωτογενούς θραύσης θα είναι κατασκευασμένος ο αυτόματος δονητικός τροφοδότης. Εξαρτάται από δονητικούς τομείς τραπεζοειδούς διατομής, με τις απαραίτητες ενισχυτικές νευρώσεις, τοποθετημένους σε συνέχεια ο ένας με τον άλλο, πάνω στον ίδιο στιβαρό σκελετό, με ενδιάμεση έδραση σε ελατήρια. Η μέγιστη ικανότητα δονούμενων στοιχείων ανέρχεται στα $3/10n^c$.



Εικόνα 19 Αυτόματος δονητικός τροφοδότης τύπου ACV-OMIG 125X3 με τέσσερα δονητικά κανάλια



Εικόνα 20 Σχεδιαστική τομή και τμήμα του δονητή

Πίνακας 4 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά αυτόματου δονητικού τροφοδότη τύπου ACV-OMIG 125X3

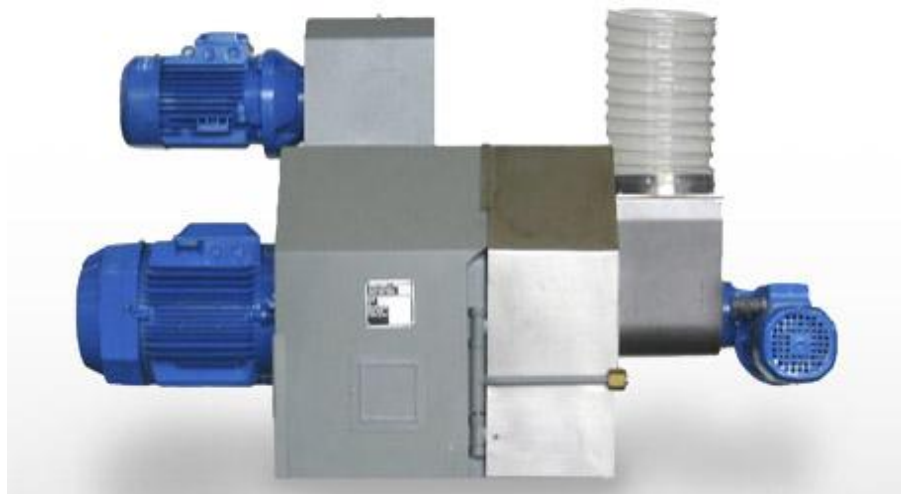
MODELLO		ACV 3÷10 100.34.136	ACV 3÷10 125.34.136	ACV 3÷10 150.34.136	ACV 3÷10 175.34.136
Dimensioni materiali	mm	800	1,000	1,300	1,500
Capacità trasport. max	mc/h	150	300	600	800
Potenza applicata totale V 380-50 HZ	Kw	8,16÷27,2	8,16÷27,2	13,2÷72	10,8÷72
Quantità elementi vibranti	n°	3÷10	3÷10	3÷10	3÷10
Caratteristiche motovibratori	giri min./FC	1,500/2,400	1,500/2,400	1,500/3,800	1,500/5,000
Capacità a raso tramoggia in carpenteria	mc	25÷65	30÷75	35÷85	340÷100
Peso alimentatore	Kg	3.300÷11.000	3.900÷13.000	4,700÷15.700	5,500÷18.400

2.3.2 Δονητικός Προδιαλογέας

Δονητικός προδιαλογέας με ρυθμιζόμενες μπάρες στον επάνω όροφο 3000mmX1200mm τύπου SGBV. Το συγκεκριμένο μηχάνημα διαθέτει ρυθμιζόμενη δόνηση από 4mm έως 7mm, ρυθμιζόμενη κλίση κόσκινου από 10° έως 25°, και ειδικό πλέγμα διαλογής στον κάτω όροφο. Ο δονητικός προδιαλογέας αποτελείται από τα πλαϊνά, τέσσερις ομάδες ελατηρίων αναλόγου διάστασης, μπάρες διαλογής, ένα δοντικό γκρουπ και δύο κινητήρες και άξονες μεταφοράς κίνησης.

2.3.3 Πρωτογενής Σιαγωνοφόρος Σπαστήρας

Πρωτογενής σιαγωνοφόρος σπαστήρας, FP 105 εργοστασίου O.M.T. – Ιταλίας. Το συγκεκριμένο μηχάνημα διαθέτει ιμάντες μετάδοσης της κίνησης και καθορίζεται από τις υποδοχές θωράκισης, την κουζινέτα και την τροχαλία.



Εικόνα 21 Σπαστήρες FP HP 15 inox

2.3.4 Χαλικο-αμμοτριβείο πολλαπλής κρούσης

Χαλικο-αμμοτριβείο πολλαπλής κρούσης τύπου MIS 6 PM, εργοστασίου O.M.T – Ιταλίας, αποτελείται από αμμοτριβείο πολλαπλής κρούσης με ρότορα, χοάνη εισαγωγής υλικών, κάσα εκφόρτωσης και κόντρα κάσα εκφόρτωσης, τροφοδότη δονητικό, και υδραυλικό εξοπλισμό για την ρύθμιση της απόστασης μαχαιριών και θωράκισης για την υδραυλική αλλαγή των μαχαιριών εκτός γερανού, καρότσι και βαρούλκο και για υδραυλικό ηλεκτρικό γκρουπ ρύθμισης απόστασης μαχαιριών.



Εικόνα 22 Αμμοτριβείο πολλαπλής κρούσης

Τα αμμοτριβεία είναι κατάλληλα για τρίτη θραύση, για παραγωγή άμμου από κοινά ασβεστολιθικά πετρώματα χαμηλής μέχρι μέτριας σκληρότητας χωρίς ιδιαίτερα φθοροποιά στοιχεία. Η σχεδιάσή τους εμπεριέχει σφυριά και σχάρες, έτσι ώστε η θραύση του πετρώματος να γίνεται αφενός με κρούση στα σταθερά μέρη και αφετέρου με σύνθλιψη μέσα από τις σχάρες. Το τελικό προϊόν (άμμος) είναι

ελεγχόμενο ως προς την κοκκομετρία του σε πολύ μεγάλο βαθμό (πάνω από 85%), μέσω απαραίτητης και κατάλληλης ρύθμισης του διακένου των σχαρών. Κατασκευάζονται σε διάφορες διαστάσεις, ανάλογα με τη επιθυμητή παραγωγική ικανότητα.

2.3.5 Δεύτερος Δονητικός Τροφοδότης

Αυτόματος δονητικός τροφοδότης τοποθετημένος στο τούνελ, μοντέλο AV 100/200. Το συγκεκριμένο μηχάνημα είναι αναγκαίο και χρήσιμο για την ομαλή και ομοιογενή ρύθμιση της ροής του υπό επεξεργασία μίγματος.



Εικόνα 23 Αυτόματος δονητικός τροφοδότης στο τούνελ, μοντέλο AV 100/200

2.3.6 Δονητικό κόσκινο

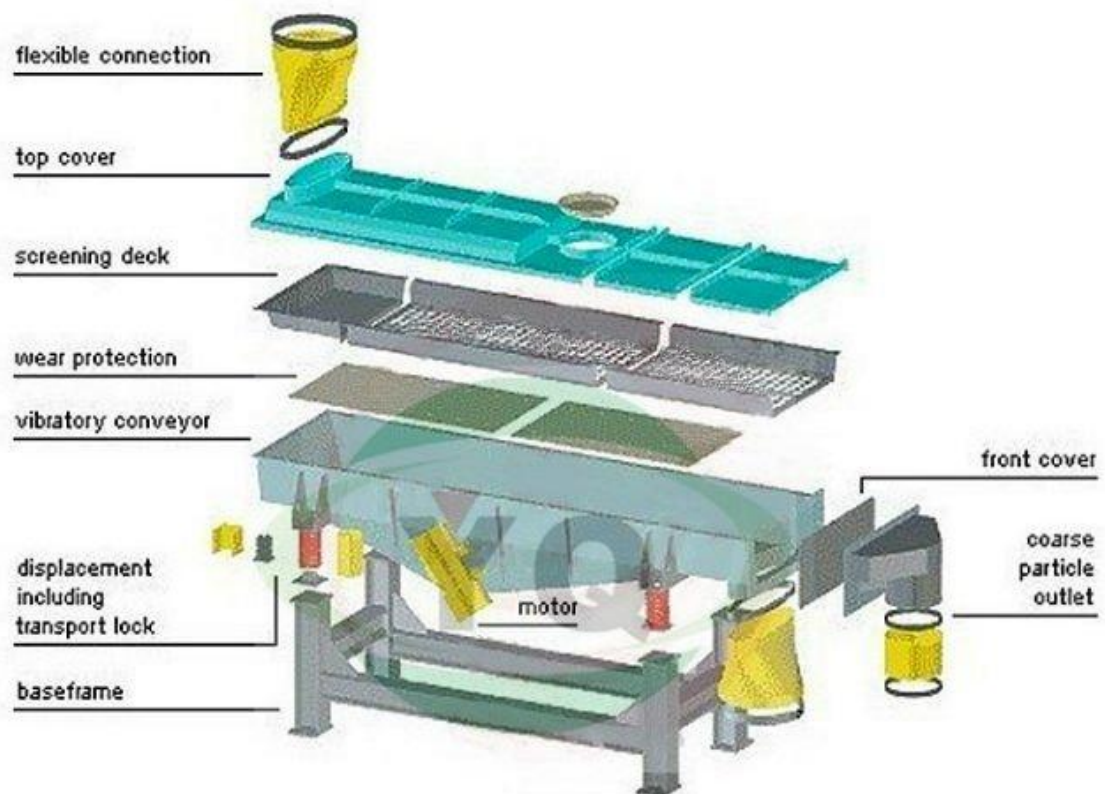
Δονητικό κόσκινο VVE ELLITOR- Βιδωτό, 3 ορόφων εργοστασίου TEXNOKAT ABETE. Το συγκεκριμένο μηχάνημα εξασφαλίζει τον διαχωρισμό του υπό επεξεργασία μίγματος σε επί μέρους υλικά διαφορετικής κοκκομετρικής διαβάθμισης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από το συνδυασμό ελλειπτικών και κυκλικών δονητικών κινήσεων.

Συνάμα, το προϊόν ισοσταθμίζεται στην είσοδο του κοσκίνου και κατανέμεται με ομοιόμορφο τρόπο με την βοήθεια του στατικού διανομέα ρυθμιζόμενο από έξω. Το ανθεκτικό περίβλημα είναι κατασκευασμένο από μαλακό χάλυβα 3mm με πλευρική ενίσχυση. Τα ελατήρια που διασφαλίζουν την μετάδοση των κραδασμών στο κοσκίνισμα είναι οκτώ στον αριθμό. Αντίστοιχα, οι σύρτες είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα. Είναι σκόπιμο να σημειωθεί, συνάμα, ότι η μηχανική δράση του κοσκίνου πραγματοποιείται με δύο μοτέρ δονήσεων, τοποθετημένα κάτω από το κόσκινο.

- Ισχύς από 2x0.5KW έως 2 x 0,85KW
- Ικανότητα πέλλετς από 5 ton/h έως 30ton/h
- Ικανότητα crumbler από 4 έως 20ton/h
- Επιφάνεια από 1 x 0,82m² έως 2 x 1,35m²

Τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το κόσκινο καταγράφονται ως εξής :

- Τροφοδοσία
- Διανομέας
- Επιφάνεια Κοσκινίσματος
- Στόμια Εκροής
- Κινητήρες Χοάνη Εκφόρτωσης με κλίση



3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ FAST

Εισαγωγή

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στα κεφάλαια 1 και 2 επιχειρείται η ανάλυση ενός πρότυπου συστήματος παραγωγής αδρανών υλικών με την μέθοδο FAST. Σε κάθε στάδιο της μεθοδολογίας, παρουσιάζονται τα απαραίτητα στοιχεία ώστε να γίνει κατανοητή η ανάπτυξη της. Στο τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας προκύπτει το συγκεντρωτικό διάγραμμα FAST.

3.1 Προσδιορισμός και Οριοθέτηση του Προβλήματος

Σε πρώτο στάδιο θα πρέπει να δημιουργηθεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα αναλυθεί το πρόβλημα. Μέσα στα όρια του πλαισίου θα πρέπει να απαντώνται ερωτήματα όπως ποια ανάγκη εξυπηρετεί, και ποια είναι η σειρά εργασιών.

Το εν λόγω σύστημα, λοιπόν, εξυπηρετεί στην ελάττωση μεγέθους αδρανών υλικών (πρωτογενή, δευτερογενή, και τριτογενή θραύση) και ταξινόμηση κατά μέγεθος (κοσκίνιση) σε κατάλληλα κοκκομετρικά κλάσματα (ομάδες διαφορετικού μεγέθους τεμαχίων).

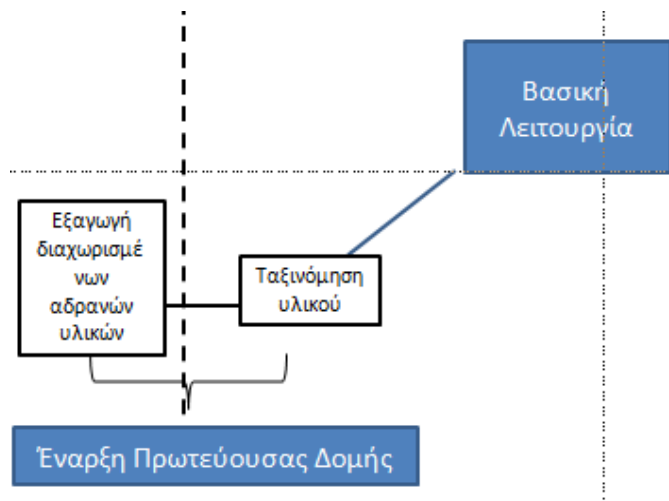
Η διαδικασία παραγωγής αδρανών υλικών χαρακτηρίζεται ως σχετικώς απλή και περιέχει τα εξής στάδια :

- Αυτόματος δονητικός τροφοδότης
- Δονητικός προδιαλογέας
- Πρωτογενής σιαγονοφόρος σπαστήρας
- Χαλικό-αμμοτριβείο πολλαπλής κρούσης
- Δεύτερος δονητικός τροφοδότης
- Δονητικό κόσκινο
- Χοάνη απόθεσης αδρανές υλικού

3.2 Προσδιορισμός Κύριας Λειτουργίας Προϊόντος

Το διάγραμμα, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1.3.2.2, ξεκινάει με την ερώτηση «Ποια είναι η κύρια λειτουργία του συστήματος;». Η κύρια λειτουργία τοποθετείται δεξιά της αριστερής γραμμής.

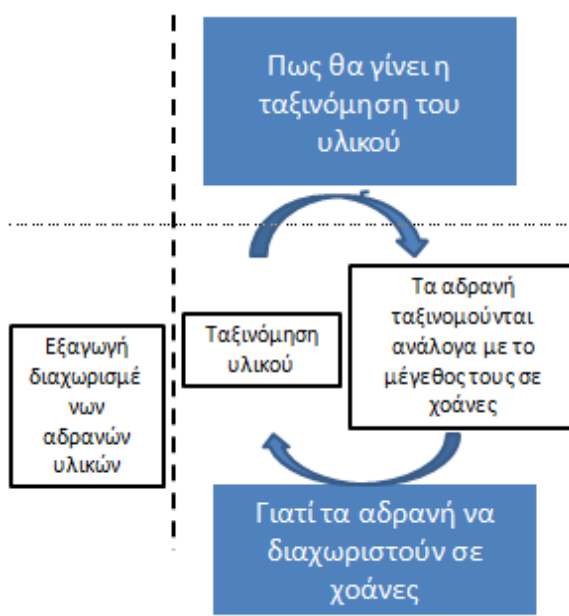
Στη συνέχεια θέτουμε το ερώτημα “Για ποιο λόγο εκτελείται αυτή η λειτουργία;”. και η απάντηση αποτελεί την λειτουργία που τοποθετείται αριστερά της αριστερής γραμμής.



Εικόνα 24 Η κύρια λειτουργία τοποθετείται δεξιά της αριστερής γραμμής

3.3 Προσδιορισμός Δευτερευουσών Λειτουργιών

Η λογική που ακολουθήθηκε στο προσδιορισμό της κύριας λειτουργίας, επαναλαμβάνεται για το σύνολο των υπολειτουργιών της αλυσίδας. Συνεχώς θέτονται τα ερωτήματα, για ποιο λόγο να γίνει αυτή η ενέργεια, ώστε να δικαιολογηθεί η προηγούμενη εργασία, και πώς για να μπορέσει να συνεχιστεί η αλυσίδα μέχρι την τελική ενέργεια.



Εικόνα 25 Συνεχώς θέτονται τα ερωτήματα πώς και για ποιο λόγο, ώστε να ολοκληρωθεί η αλυσίδα

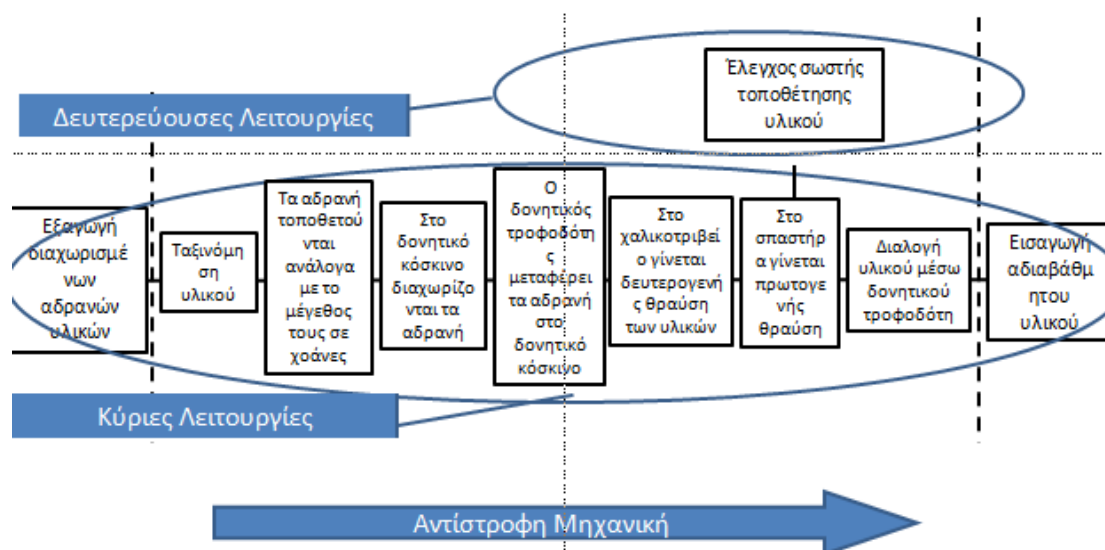
Πρωτεύουσα Διαδρομή

Η πρωτεύουσα διαδρομή θα τερματιστεί με μία λειτουργία έξω από την δεξιά γραμμή. Αυτή η λειτουργία είναι εξωτερική του προϊόντος, δεν εκτελείται από αυτό αλλά είναι απαραίτητο για την λειτουργία του



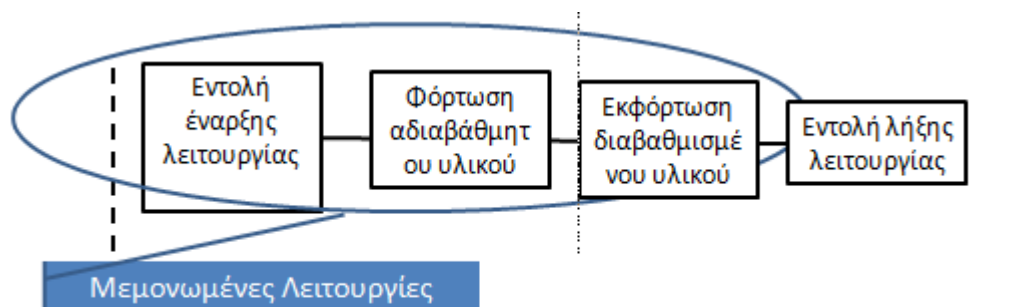
Εικόνα 26 Το τελικό στάδιο της πρωτεύουσας διαδρομής

3.4 Δευτερεύουσες Λειτουργίες



2.2.1 Μεμονωμένες Λειτουργίες

Στις μεμονωμένες λειτουργίες χρήσης του προϊόντος, υπάγονται Η εντολή έναρξης και λήξης της μεταφοράς, καθώς και η φόρτωση και η εκφόρτωση του ταινιόδρομου με υλικό. Όλες αυτές οι εργασίες εφαρμόζονται μόνο μια φορά κατά τη λειτουργία του συστήματος.

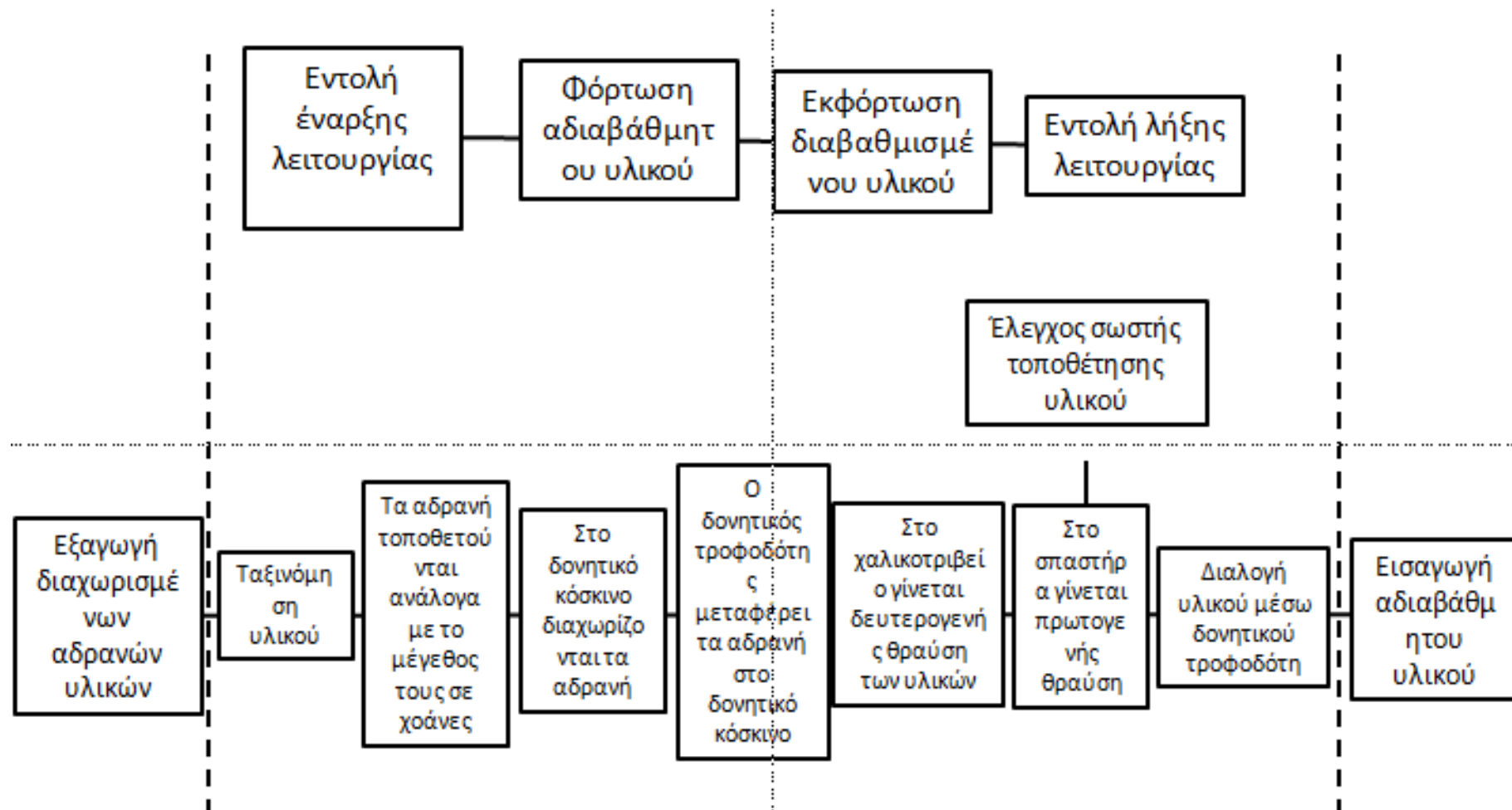


Εικόνα 27 Όλες αυτές οι εργασίες εφαρμόζονται μόνο μια φορά κατά τη λειτουργία του συστήματος

3.5 Τελικό Διάγραμμα

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν ως άνω προκύπτει το τελικό διάγραμμα για το ταινιόδρομο μεταφοράς χύμα υλικού σύμφωνα με την μέθοδο FAST

Εικόνα 28 Το τελικό διάγραμμα στο οποίο διακρίνονται οι πρωτεύουσες οι δευτερεύουσες και οι μεμονωμένες λειτουργίες του συστήματος



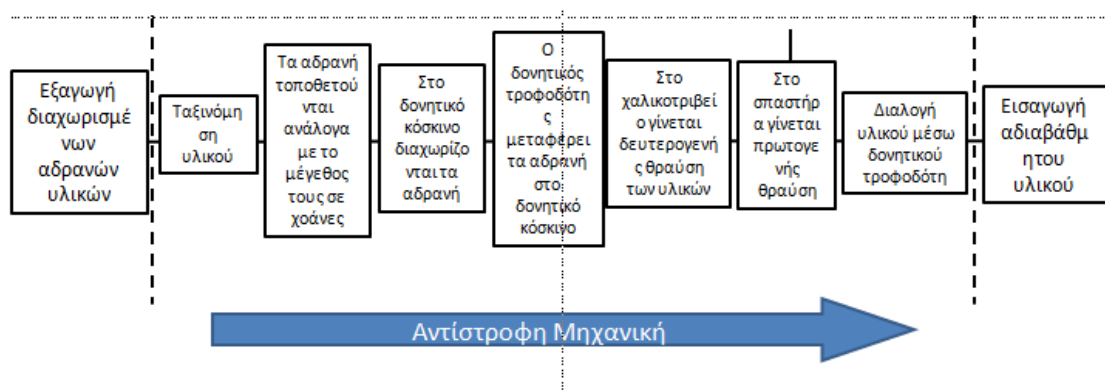
Εικόνα 28 Το τελικό διάγραμμα στο οποίο διακρίνονται οι πρωτεύουσες οι δευτερεύουσες και οι μεμονωμένες λειτουργίες του συστήματος

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

Δεδομένου ότι τα μηχανήματα ελάττωσης μεγέθους (θραυστήρες) έχουν την ουσιαστικότερη επίπτωση στις διεργασίες παραγωγής αδρανών υλικών, στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια ανάλυσης τους βάσει της μεθόδου FAST.

Θα πρέπει πως από ένα πλήθος μεθόδων ανάπτυξης λειτουργικών μοντέλων, η παρούσα μελέτη εστίασε στην μέθοδο FAST κυρίως λόγω της δημοφιλίας της όπως αυτή αποτυπώνεται την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Μετά από την βιβλιογραφική ανάλυση του θέματος εφαρμόστηκε η μέθοδος στο εξεταζόμενο προϊόν (σύστημα παραγωγής αδρανών υλικών) όπου και κατεγράφησαν οι παρατηρήσεις και τα σχετικά συμπεράσματα, ώστε σε τελευταίο στάδιο να υπάρξει ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου.

Σχετικά με την μέθοδο Function Analysis System Technique κατόπιν της εφαρμογής της συμπερασματικά προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις. Κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι πως κατά την εφαρμογή της δεν χρειάζεται να γίνει αναλυτική καταγραφή των εξαρτημάτων που συστήνουν το προϊόν. Επιπρόσθετα, η αλυσιδωτή μορφή του διαγράμματος, βοηθάει, ώστε να γίνει απολύτως κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας του προϊόντος. Στη μέθοδο παρατηρείται το φαινόμενο της αντίστροφης μηχανικής καθώς η αλυσίδα ξεκινά με την τελική ανάγκη που καλύπτει το προϊόν και σταδιακά ολοκληρώνει με την πρωτεύουσα πηγή παροχής ενέργειας.



Εικόνα 29 Διαδικασία αντίστροφης μηχανικής

Η διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου δεν είναι χρονοβόρα διαδικασία, κυρίως διότι δεν χρειάζεται να επαναληφθεί πολλές φορές κάποια μεθοδολογία. Η δυσκολία της

μεθόδου έγκειται στην αποσαφήνιση των επιμέρους εργασιών και της σύνδεσης τους για την δημιουργία της αλυσίδας εργασιών. Τέλος η μέθοδος Function Analysis System Technique, αποτελεί επί της ουσίας το εγχειρίδιο λειτουργίας του προϊόντος, μέσα από το οποίο ο χρήστης μπορεί να κατανοήσει τον τρόπο λειτουργίας του προϊόντος. Αφενός η μη αναφορά όλων των εξαρτημάτων του προϊόντος αποτελεί βασικό μειονέκτημα για την χρήση της μεθόδου ως εγχειρίδιο λειτουργίας, αφετέρου η ατέλεια αυτή της μεθόδου δύναται να αντιμετωπιστεί, αν εφαρμοστούν συνδυαστικά τα αποτελέσματα της μεθόδου FAST και SOP, (βάσει των όσων αναλύθηκαν στο 1^ο κεφάλαιο)

Πίνακας 5 Αποτελέσματα ανάλυσης που προκύπτουν από τον συνδυασμό των τριών μεθόδων

α/α	Δυνατότητες	Χρησιμότητα	Μέθοδος
1	Γνώση της διαδικασίας λειτουργίας του υλικού	Λειτουργεί σαν εγχειρίδιο για τον καταναλωτή	FAST
7	Διάκριση των λειτουργιών σε βασικές, δευτερεύουσες και μεμονωμένες	Ο διαχωρισμός, βοηθάει τον καταναλωτή, χρήστη, ώστε να κατανοήσει τη λειτουργία του συστήματος	FAST
8	Διάκριση των εργασιών λειτουργίας του προϊόντος βάση της σπουδαιότητας τους	Επιτυγχάνεται η κατανόηση από τον χρήστη για το τι μπορεί να κάνει το προϊόν και τι δεν μπορεί	FAST

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Dr.Kremer.** *Design Theories and Methods.* 2009.
2. **Otto N. Kevin, Wood L. Kristin.,** *Product Evolution - A Reverse Engineering and Redesign Methodology.*
3. **C.Nigel.** *Engineering Design Methods, Strategies for Product Design.* UK : Wiley, 2000.
4. **Pulm U. & Lindemann U.** *Enhanced Systematics for Functional Product Structuring.* 2005.
5. **J.J.Kaufman.** *Function Analysis Systems Technique - The Basics.* 1990.
6. **Dr. K. Wood, D.** Redesign of 'Arrow' Electric Staple/Nail Gun. www.me.utexas.edu. [Online] University of Texas at Austin, January 2001.
7. **K. T. Ulrich & S. D. Eppinger.** *Product Design and Developments.* 2010.
8. **Δ. Βασιβαλής, Δ.** Γενικός Εξοπλισμός - Ταινιόδρομοι Μεταφοράς Προϊόντων. www.texnika-inox.gr. [Online] 2011.
9. **Ρωμαίος, Α.** *Μελέτη Συστήματος Αυτόματης Διαλογής Δεμάτων για Εφαρμογή Express Logistics Center .* Αθήνα : Ε.Μ.Π. Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, 2007.
10. **A.B.E.E., Ραουλοτεχνική.** *Συστήματα Μεταφοράς.* Αθήνα : Ραουλοτεχνική A.B.E.E., 2011.
11. **N. Μποζίκης & Ε. Φραγκόπουλος, N.** *Σύστημα Συνεχούς Μεταφοράς Αδρανών Υλικών.* Αθήνα : Τεχνικό Επιστημονικό Περιοδικό Σκυρόδεμα & Χάλυβας, 2011.
12. **Γ. Τσακούμης, Γ.** *Σταθμός Μεταφόρτωσης Απορριμάτων Δήμου Μεγανησίου.* s.l. : Δήμος Μεγανησίου, 2011.
13. **Dr. B. Gharaibeh.** *Subtract and Operate Procedure (S&O) Reverse Engineering ME 307.* s.l. : Reverse Engineering, 2010.

14. **Mark A. Kurfman & Robert B. Stone, Jagan Rajan & Kristin L. Wood,.** *Experimental Studies Assessing the Repeatability of a Functional Modeling Derivation Method.* s.l. : Journal of Mechanical Design, University of Missouri-Rolla, The University of Texas at Austin,.
15. **Pilakoutas, K., Neocleous, K. and Tlemat, H.,** *Reuse of steel fibres as concrete reinforcement.* s.l. : Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 2004.
16. **Sami Arsoy, Richard M. Barker, J. Michael Duncan.** *The Behaviour of Integral Abutment Bridges.* s.l. : The Charles E. Via, Jr., Department of Environmental Engineering Virginia Polytechnic and State University Blacksburg, Virginia.
17. **Α. Αντζουλάκος, Α.** *Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας.* Πειραιάς : Πανεπιστήμιο Πειραιώς - Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, 2008.
18. **Δρ Γυπάκης, Αντώνιος.** *Οδηγός Εφαρμογής EMAS.* s.l. : Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών, Ιούνιος 2006.
19. **Φ. Σταματιάδης, Φ.** *Η έννοια του Total Quality Management.* 1997.

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1 Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου FAST	10
Πίνακας 2 Βασικά χαρακτηριστικά μεθόδου SOP	17
Πίνακας 3 Μηχανήματα θραύσης κατά στάδιο θραύσης και μέγεθος τεμαχίων τροφοδοσίας και προϊόντος.....	28
Πίνακας 4 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά αυτόματου δονητικού τροφοδότη τύπου ACV-OMIG 125X3	1
Πίνακας 5 Αποτελέσματα ανάλυσης που προκύπτουν από τον συνδυασμό των τριών μεθόδων	12

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1 Η δομή ενός καθίσματος αυτοκινήτου	5
Εικόνα 2 Βασική λειτουργική δομή.....	5
Εικόνα 3 Επιλογή μεταξύ λειτουργικών δομών	6
Εικόνα 4 Με τη χάραξη δύο παράλληλων ευθειών επιτυγχάνεται η οριοθέτηση του υπό μελέτη προβλήματος (Dr Kremer, Design Theories and Methods. 2009).....	11
Εικόνα 5 Η κύρια λειτουργία τοποθετείται δεξιά της αριστερής γραμμής. Κάθε λειτουργία αριστερά της επόμενης θεωρείται βασικότερης σημασίας.....	12
Εικόνα 6 Παράγονται λειτουργίες στα δεξιά της βασικής λειτουργίας, οι οποίες θα πρέπει να ικανοποιούν το σχήμα “πως εκτελείται η λειτουργία.....	12
Εικόνα 7 Δημιουργείται κατά αυτό τον τρόπο η πρωτεύουσα αλυσίδα λειτουργιών .	12
Εικόνα 8 Η πρωτεύουσα διαδρομή θα τερματιστεί με μία λειτουργία έξω από την δεξιά γραμμή.....	13
Εικόνα 9 Στο πάνω μέρος του διαγράμματος τοποθετούνται λειτουργίες οι οποίες εκτελούνται μόνο μια φορά ή συνέχεια	14
Εικόνα 10 Συγκεντρωτικό διάγραμμα FAST	15
Εικόνα 11 Κάθε φορά που επαναλαμβάνεται η μέθοδος δημιουργείται ένα διάγραμμα στο όποιο καταγράφεται το εξάρτημα που απομακρύνθηκε και ποιες ήταν οι επιπτώσεις της απομάκρυνσης του	19
Εικόνα 12 Ανάλυση σε συνθετικά μέρη της βασικής λειτουργίας του προϊόντος	20
Εικόνα 13 Η λειτουργία του black box.....	21
Εικόνα 14 Οι εισροές και οι εκροές στο μαύρο κουτί είναι τριών ειδών	21

Εικόνα 15 Οι υπολειτουργίες διατυπώνονται με την μορφή ενός ζεύγους ενεργού ρήματος και ουσιαστικού. Για παράδειγμα, “αύξησε πίεση”, “μετάφερε ροπή”, “μείωσε ταχύτητα” κτλ.	22
Εικόνα 16 Συγκεντρωτικό διάγραμμα μεθόδου FSMP (Otto N. Kevin, Wood L. Kristin,. Product Evolution - A Reverse Engineering and Redesign Methodology) ...	22
Εικόνα 17 Θραυστά αδρανή υλικά	24
Εικόνα 18 Διάγραμμα ροής κυκλώματος παραγωγής κατάλληλων κοκκομετρικών κλασμάτων (διαβαθμισμένων) αδρανών υλικών	29
Εικόνα 19 Αυτόματος δονητικός τροφοδότης τύπου ACV-OMIG 125X3 με τέσσερα δονητικά κανάλια.....	30
Εικόνα 20 Σχεδιαστική τομή και τμήμα του δονητή	30
Εικόνα 21 Σπαστήρες FP HP 15 inox.....	1
Εικόνα 22 Αμμοτριβείο πολλαπλής κρούσης.....	2
Εικόνα 23 Αυτόματος δονητικός τροφοδότης στο τούνελ, μοντέλο AV 100/200	3
Εικόνα 24 Η κύρια λειτουργία τοποθετείται δεξιά της αριστερής γραμμής.....	7
Εικόνα 25 Συνεχώς θέτονται τα ερωτήματα πως και για ποιο λόγο, ώστε να ολοκληρωθεί η αλυσίδα.....	7
Εικόνα 26 Το τελικό στάδιο της πρωτεύουσας διαδρομής.....	8
Εικόνα 27 Όλες αυτές οι εργασίες εφαρμόζονται μόνο μια φορά κατά τη λειτουργία του συστήματος.....	9
Εικόνα 28 Το τελικό διάγραμμα στο οποίο διακρίνονται οι πρωτεύουσες οι δευτερεύουσες και οι μεμονωμένες λειτουργίες του συστήματος.....	9
Εικόνα 29 Διαδικασία αντίστροφης μηχανικής.....	11

