

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΝΕΟΥ
ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.**

Σπουδαστής: Χρηστίδης Πέτρος (Α.Μ:5386)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Καμπουρίδης Γεώργιος.

ΠΑΤΡΑ 2016

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	3
1.1 Πρόλογος.....	3
1.2 Περιγραφή του Προβλήματος.....	4
1.3 Δομή της Εργασίας	5
2. Επισκόπηση Επιστημονικής Βιβλιογραφίας.....	6
2.1 Μεθοδολογίες εκτίμησης κόστους.....	7
2.2 Μέθοδοι εκτίμησης κόστους στη φάση σχεδιασμού	18
3. Cased Based Reasoning (cbr)-Παραμετρική μέθοδος.....	21
3.1 CaseBasedReasoning- Περιγραφή παραμετρικής μεθοδολογίας	23
3.2 Θεωρητικό υπόβαθρο.....	24
3.3 Η μεθοδολογία case-based επεμβαίνει στο πρόβλημα	27
3.4 Αναπαράσταση Γνώσης.....	30
3.5 Υπολογισμός Ομοιότητας.....	31
4. Περίπτωση μελέτης.....	32
4.1 Περιγραφή Χαρακτηριστικών Καλουπιού-Υπολογισμοί και Συγκρίσεις	35
4.2 Αποτελέσματα – Εκτίμηση Κόστους.....	43
4.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	47
5. Συμπέρασμα	48
6. Βιβλιογραφία.....	49

1. Εισαγωγή

1.1 Πρόλογος

Η πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την εκτίμηση του κόστους νέου προϊόντος κατά τη φάση του σχεδιασμού. Παρουσιάζεται μια σύντομη επισκόπηση των τεχνικών μοντελοποίησης, δίνοντας έμφαση στις μεθόδους οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια του σταδίου σχεδιασμού νέων προϊόντων. Σύμφωνα με τη θεωρία του κύκλου ζωής, τα περισσότερα χρήματα για ένα προϊόν δαπανώνται κατά τη διάρκεια της φάσης παραγωγής του, ωστόσο το μεγαλύτερο μέρος αυτών των δαπανών καθορίζονται στη φάση του σχεδιασμού. Συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια των πρώιμων φάσεων της ανάπτυξης των προϊόντων μόλις το 10-15% του προϊόντος έχει δημιουργηθεί, αλλά το 80% του κόστους έχει δαπανηθεί σ' αυτές τις φάσεις. Επιπρόσθετα, η πιθανότητα να επηρεαστεί το κόστος κατά τη διάρκεια της φάσης του σχεδιασμού είναι πολύ μεγαλύτερη απ' ό,τι σε οποιαδήποτε άλλη φάση ενώ παράλληλα το κόστος τροποποίησης είναι σημαντικά μικρότερο σε σχέση με άλλα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος. Συνεπώς, η ορθή εκτίμηση του κόστους όσο το δυνατόν νωρίτερα βοηθά τον έλεγχο της παραμέτρου του κόστους, κάτι το οποίο στη συνέχεια σημαίνει ότι η απόδοση και η αποτελεσματικότητα μιας επιχείρησης επηρεάζεται σημαντικά θετικά. Παρουσιάζεται η προτεινόμενη μέθοδος υπολογισμού του κόστους, η οποία αποτελείται από τη μεθοδολογία "CaseBasedReasoning" η οποία είναι μια μεθοδολογία επίλυσης νέων προβλημάτων με βάση δεδομένα και λύσεις παλαιότερων περιπτώσεων.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
Χρηστίδης Πέτρος

.....

1.2 Περιγραφή του Προβλήματος

Στην πτυχιακή εργασία θα γίνει εκτίμηση κόστους για ένα νέο υπό κατασκευή κομμάτι, με βάση ήδη υπάρχουσες εμπειρικές γνώσεις. Μέσω της μεθοδολογίας εκτίμησης του κόστους προστέθηκαν παλαιά χαρακτηριστικά παλιών κομματιών σε σχέση με αυτό που μελέτησα. Όπως είναι κατανοητό, τα προηγούμενα δεδομένα για το σκοπό αυτό θα είναι πολύ χρήσιμα. Ο σκοπός αυτής της υπόθεσης δεν είναι πολύ εύκολος διότι η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί και έχουν ήδη καθιερωθεί εναλλακτικοί τρόποι παραγωγής. Για παράδειγμα, προκειμένου να κατασκευασθεί ένα προϊόν θα χρειαστούν πολλές λεπτομέρειες. Έτσι μπορούμε να καταλάβουμε ότι αυτό είναι ένα πολύ περίπλοκο ζήτημα. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν τα αρχεία από όλα τα είδη των τμημάτων που τελικά θα δημιουργήσουν το τελικό προϊόν. Επιπλέον, είναι κατανοητό ότι πολλές παράμετροι που έχουν να κάνουν με ένα χαρακτηριστικό του προϊόντος μπορούν να επηρεάσουν άλλα χαρακτηριστικά επίσης. Τέλος, το πρόβλημα αυτό αναλυτικά εξετάζεται στην παρούσα εργασία και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα. Με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων έγινε εκτίμηση της αξίας ενός κομματιού με βάση ένα θεωρητικό κόστος το οποίο μπορεί να αλλάξει.

1.3 Δομή της Εργασίας

Η εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο είναι η εισαγωγή και η περιγραφή του προβλήματος. Το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζει την επισκόπηση της επιστημονικής βιβλιογραφίας και 4 μέθοδοι υπολογισμού κόστους κατά τη φάση σχεδιασμού παραθέτονται και αναλύονται ξεχωριστά. Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθεται και αναλύεται η μέθοδος υπολογισμού κόστους στη φάση σχεδιασμού η οποία χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη περίπτωση. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη του προβλήματος, οι υπολογισμοί και τα αποτελέσματα. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από τα αποτελέσματα. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.

2. Επισκόπηση Επιστημονικής Βιβλιογραφίας

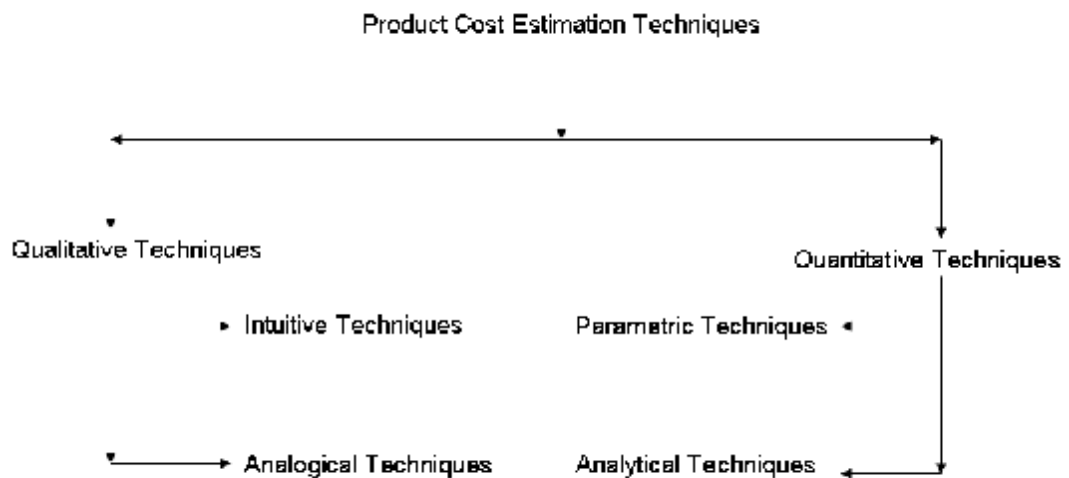
Στα επόμενα κεφάλαια παρουσιάζονται αναλυτικά οι μεθοδολογίες εκτίμησης του κόστους εν γένει και κυρίως αυτή που χρησιμοποιήθηκε για να τον υπολογισμό του τελικού κόστους του κομματιού το οποίο μελέτησα. Οι μεθοδολογίες εκτίμησης του κόστους χωρίζονται σε κατηγορίες. Πρώτον οι ποσοτικές και έπειτα οι ποιοτικές τεχνικές. Αυτές οι δύο κατηγορίες χωρίζονται επίσης σε ορισμένες υποκατηγορίες. Οι ποσοτικές σε διαισθητικές και αναλογικές τεχνικές και οι ποιοτικές σε παραμετρικές και σε αναλυτικές τεχνικές. Στην μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές τεχνικές και πιο συγκεκριμένα η μεθοδολογία “casebasedreasoning” που είναι η διαδικασία επίλυσης νέων προβλημάτων βασιζόμενος σε λύσεις παρόμοιων προβλημάτων που υπήρξαν στο παρελθόν.

2.1 Μεθοδολογίες εκτίμησης κόστους

Η ορθή εκτίμηση του κόστους έχει άμεση σχέση με την απόδοση και την αποτελεσματικότητα μιας επιχείρησης διότι η υπερεκτίμηση μπορεί να οδηγήσει σε απώλειες τις επιχειρήσεις και υπεραξία στην αγορά, ενώ η υποτίμηση μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικές απώλειες για την επιχείρηση. Λόγω του ευαίσθητου και καίριου αυτού ρόλου στην οργάνωση, η εκτίμηση του κόστους ήταν πάντοτε ένα κομβικό σημείο για το σχεδιασμό και τις επιχειρησιακές στρατηγικές και ένα βασικό σημείο για διευθυντικές πολιτικές και επιχειρηματικές αποφάσεις. Ως αποτέλεσμα, μια σημαντική ερευνητική προσπάθεια έχει επεκταθεί στη διερεύνηση των επιπτώσεων των λαθών στη φάση του σχεδιασμού και σε νέες τεχνικές και μεθόδους για την ακριβή και συνεπή εκτίμηση τους κόστους όχι μόνο για την εξεύρεση λύσεων για βέλτιστο σχεδιασμό, αλλά και για να επιτευχθεί η μέγιστη ικανοποίηση των πελατών από την άποψη του χαμηλού κόστους, της υψηλής ποιότητας, καθώς και για την έγκαιρη παράδοση των προϊόντων. Ωστόσο, δεν έχει αξιοποιηθεί μια ολοκληρωμένη ιεραρχική κατάταξη των τεχνικών εκτίμησης. Η ταξινόμηση βασίζεται στην ομαδοποίηση των τεχνικών με παρόμοια χαρακτηριστικά σε διάφορες κατηγορίες. Οι μεθοδολογίες για την εκτίμηση του κόστους οι οποίες βρίσκονται σε διαφορετικές κατηγορίες είναι διακριτές και αντικατοπτρίζουν τη φύση της εν λόγω κατηγορίας. Η διαισθητική μέθοδος βασίζεται στην εμπειρία του εκτιμητή. Το αποτέλεσμα πάντα εξαρτάται από τη γνώση του εκτιμητή του.

1. Η αναλογική μέθοδος επιχειρεί να αξιολογήσει το κόστος ενός συνόλου ή ενός συστήματος από παρόμοια σύνολα ή συστήματα.

- 2 Η αναλυτική μέθοδος επιτρέπει την αξιολόγηση του κόστους ενός προϊόντος χωρίζοντας την απαιτούμενη εργασία σε στοιχειώδεις βασικές εργασίες.
- 3 Οι διαισθητικές τεχνικές εκτίμησης κόστους βασίζονται στη χρήση της εμπειρίας για την εκτίμηση του κόστους ενός προϊόντος.
- 4 Η παραμετρική μέθοδος επιδιώκει να αξιολογήσει το κόστος ενός προϊόντος από τις παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το προϊόν, αλλά χωρίς να περιγραφούν πλήρως.



Εικόνα 1 Ταξινόμηση μεθόδων εκτίμησης κόστους.

Στο παραπάνω γράφημα έχουν ομαδοποιηθεί οι κύριες τεχνικές εκτίμησης κόστους σε τέσσερις κατηγορίες. Η πρώτη ονομάζεται ποιοτική τεχνική και αποτελείται από τις διαισθητικές και τις αναλογικές τεχνικές, ενώ η δεύτερη ονομάζεται ποσοτική τεχνική και αποτελείται από τις παραμετρικές και τις αναλυτικές τεχνικές. Εν τω μεταξύ, σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζονται μαθηματικά μοντέλα με ειδικές αναφορές με σκοπό την κατανόηση της φύσης μιας συγκεκριμένης κατηγορίας. Οι ποιοτικές τεχνικές εκτίμησης του κόστους βασίζονται κυρίως σε μια συγκριτική ανάλυση μεταξύ του νέου προϊόντος με προϊόντα που έχουν κατασκευασθεί στο παρελθόν,

προκειμένου να εντοπισθούν ομοιότητες. Οι ομοιότητες που εντοπίζονται βοηθούν στο να ενσωματωθούν παλαιά δεδομένα στο νέο προϊόν έτσι ώστε να μειωθεί αρκετά η ανάγκη για την εκτίμηση του κόστους όσον αφορά το νέο προϊόν. Υπό αυτή την έννοια, τα παλαιά δεδομένα για το σχεδιασμό και την παραγωγή του προϊόντος καθώς και η εμπειρία του εκτιμητή με βάση παρόμοια προϊόντα, μπορούν να προσφέρουν σημαντική βοήθεια για αξιόπιστες και ορθές εκτιμήσεις κόστους νέων προϊόντων. Μερικές φορές, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ήδη υπάρχοντων πληροφοριών για το σχεδιασμό και την παραγωγή οι οποίες βρίσκονται σε ένα σύστημα το οποίο βασίζεται σε κανόνες, δένδρα αποφάσεων κλπ. Επιπρόσθετα, δεδομένα του σχεδιασμού και της παραγωγής παλαιών προϊόντων με γνωστό και δεδομένο κόστος, μπορούν συστηματικά να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθεί εκτίμηση του κόστους νέων προϊόντων. Σε γενικές γραμμές, οι ποιοτικές τεχνικές μπορούν να βοηθήσουν στο να επιτευχθεί μια πρόχειρη εκτίμηση κατά τη φάση του σχεδιασμού. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν περαιτέρω σε διαισθητικές και αναλογικές τεχνικές. Από την άλλη μεριά, οι ποσοτικές τεχνικές βασίζονται σε μια λεπτομερή ανάλυση του σχεδιασμού του προϊόντος, των χαρακτηριστικών του και των αντίστοιχών διαδικασιών παραγωγής αντί να βασίζεται απλά σε ήδη υπάρχοντα δεδομένα ή στην εμπειρία του εκτιμητή. Το κόστος, ως εκ τούτου, είτε υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μια αναλυτική συνάρτηση ορισμένων μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν διαφορετικές παραμέτρους του προϊόντος είτε ως το άθροισμα των στοιχειωδών μονάδων που εκπροσωπούν διαφορετικούς πόρους που καταναλώνονται κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου παραγωγής του συγκεκριμένου προϊόντος. Αν και αυτές οι τεχνικές είναι γνωστές για την παροχή πιο ακριβών αποτελεσμάτων, η χρήση τους συνήθως περιορίζεται στα τελικά

στάδια του κύκλου σχεδιασμού του προϊόντος λόγω της απαίτησης για πιο λεπτομερή σχεδιασμό του προϊόντος. Οι ποσοτικές τεχνικές μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω σε παραμετρικές και αναλυτικές τεχνικές.

Feasibility	Definition	Developments	Production	Utilization	After sales service
	Analogical				Analogical
	Parametric				
				Analytic	

Εικόνα 2 Φάσεις ζωής προϊόντος σε σχέση με τις τεχνικές εκτίμησης κόστους.

Στον προηγούμενο πίνακα έχουν διαχωριστεί οι τεχνικές εκτίμησης του κόστους σε δύο κατηγορίες, τις ποιοτικές και τις ποσοτικές τεχνικές με κάθε μία από τις δύο να αποτελείται δύο ομάδες. Η πρώτη στη διαισθητική και αναλογική τεχνική, ενώ η δεύτερη στην παραμετρική και αναλυτική τεχνική.

Πιο αναλυτικά λοιπόν:

Αναλογικές Τεχνικές Εκτίμησης Κόστους

Οι τεχνικές αυτές εφαρμόζουν κριτήρια ομοιότητας με βάση παλαιά δεδομένα για προϊόντα με γνωστό κόστος, όπως τα μοντέλα ανάλυσης παλινδρόμησης ή οι μέθοδοι backpropagation. Πιο κάτω περιγράφονται αναλυτικά αυτές οι μέθοδοι.

- Μοντέλα Ανάλυσης Παλινδρόμησης

Τα μοντέλα αυτά κάνουν χρήση των παλαιών δεδομένων για το κόστος του προϊόντος έτσι ώστε να δημιουργήσουν μια γραμμική σχέση μεταξύ του κόστους του προϊόντος των παλαιών περιπτώσεων σχεδιασμού και των τιμών συγκεκριμένα επιλεγμένων μεταβλητών, έτσι ώστε αυτή η σχέση να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη του κόστους ενός νέου προϊόντος. Η προσέγγιση της ανάλυσης παλινδρόμησης βασίζεται στην αρχή της ομοιότητας για να χρησιμοποιήσει μια βασική τιμή κόστους και να εξετάσει τις επιπτώσεις των μεταβλητών παραγόντων υποθέτοντας γραμμικές σχέσεις μεταξύ του τελικού κόστους του προϊόντος και των παραγόντων αυτών.

- Μοντέλα Back-Propagation Neural-Network (BPNN).

Τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούν ένα νευρωνικό δίκτυο που μπορεί να εκπαιδευτεί να αποθηκεύει γνώσεις με σκοπό να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα που δεν έχουν τεθεί ποτέ στο παρελθόν. Αυτό σημαίνει ότι τα εν λόγω μοντέλα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε αβέβαιες συνθήκες και μπορούν επίσης να προσαρμοστούν για να αντιμετωπίσουν και θέματα μη γραμμικά. Η εφαρμογή των νευρωνικών δικτύων στη μηχανική για την εκτίμηση του κόστους είναι υπό συζήτηση. Παράγοντες που σχετίζονται με το κόστος όσον αφορά τη συσκευασία προϊόντων χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με ιστορικά δεδομένα κόστους με στόχο να δημιουργηθεί μια σχέση μεταξύ κόστους και των παραγόντων που σχετίζονται με το κόστος βάσει του BPNN. Η προτεινόμενη μέθοδος μπορεί να ξεπεράσει τους περιορισμούς των μοντέλων ανάλυσης παλινδρόμησης, όπως η υπόθεση των μη γραμμικών σχέσεων μεταξύ του κόστους του προϊόντος και των

μεταβλητών, καθώς και των περιορισμών των παραδοσιακών προσεγγίσεων π.χ. ,η απαίτηση των λεπτομερών πληροφοριών του κόστους, όπως το κόστος του σχεδιασμού της διαδικασίας.

Αναλυτικές Τεχνικές Εκτίμησης Κόστους.

Η προσέγγιση αυτή απαιτεί τη διάσπαση του προϊόντος σε στοιχειώδεις μονάδες, λειτουργίες και δραστηριότητες που αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς πόρους που καταναλώνονται κατά τη διάρκεια του κύκλου παραγωγής και εκφράζουν το κόστος ως ένα άθροισμα όλων αυτών των συστατικών. Αυτές οι τεχνικές μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω σε διαφορετικές κατηγορίες, οι οποίες αναφέρονται λεπτομερώς παρακάτω.

- Προσέγγιση που βασίζεται στη Λειτουργία.

Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιείται γενικά στα τελικά στάδια σχεδιασμού λόγω του τύπου των πληροφοριών που απαιτούνται και είναι μία από τις πρώτες προσπάθειες για την εκτίμηση του κόστους κατασκευής. Η προσέγγιση αυτή δίνει τη δυνατότητα εκτίμησης του κόστους παραγωγής ως άθροισμα των δαπανών που συνδέονται με την περίοδο εκτέλεσης εργασιών κατασκευής, τον μη παραγωγικό χρόνο, και τους χρόνους ρύθμισης. Έχουν αναπτυχθεί αρκετές τεχνικές με σκοπό την επιλογή εναλλακτικών διαδικασιών παραγωγής οι οποίες βελτιστοποιούν το κόστος κατεργασίας.

- Η μέθοδος Breakdown

Η μέθοδος αυτή υπολογίζει το συνολικό κόστος του προϊόντος αθροίζοντας όλα τα έξοδα που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια

του κύκλου παραγωγής του προϊόντος συμπεριλαμβανομένου του κόστους υλικών και των γενικών εξόδων.

- Μοντέλα Εκτίμησης Κόστους με βάση την Ανοχή.

Ο στόχος αυτών των μοντέλων είναι να εκτιμηθεί το κόστος του προϊόντος λαμβάνοντας υπόψη ανοχές σχεδιασμού ενός προϊόντος ως μία συνάρτηση του κόστους του προϊόντος. (Singh). Έχει παρουσιαστεί ένα πλαίσιο για το σχεδιασμό ενός προϊόντος και άλλων διαδικασιών με βάση τα κριτήρια του ελάχιστου κόστους, της μέγιστης ποιότητας καθώς και του ελάχιστου χρόνου παραγωγής. Η μεθοδολογία μοντελοποίησης βασίστηκε στη λήψη των βέλτιστων ανοχών και, ως εκ τούτου, στη δημιουργία των περιοχών αποδοχής για τις μεταβλητές σχεδιασμού που πληρούν ορισμένα κριτήρια. Ο στόχος του μοντέλου αυτού ήταν να επιλέξει τη διαδικασία και τις μεταβλητές σχεδιασμού που ελαχιστοποιούν τη συνάρτηση του κόστους. Ωστόσο, η μεθοδολογία μοντελοποίησης εξάλειψε τις ανάγκες για σχεδιαστικές αλλαγές, διότι έλαβε υπόψη διάφορους παράγοντες για το σχεδιασμό και την παραγωγή, στο αρχικό στάδιο του σχεδιασμού.

- Εκτίμηση Κόστους βάσει των Χαρακτηριστικών του προϊόντος.

Η μεθοδολογία εκτίμησης του κόστους με βάση τα χαρακτηριστικά ασχολείται με τον προσδιορισμό του κόστους που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος και τον προσδιορισμό των σχετικών δαπανών. Σημαντική έρευνα έχει διεξαχθεί, προκειμένου να εξαχθούν και να ποσοτικοποιηθούν αντιπροσωπευτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος που συμβάλλουν στο συνολικό κόστος. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί επίσης να συνδέονται και με το σχεδιασμό, όπως ο τύπος του υλικού που χρησιμοποιείται για ένα συγκεκριμένο προϊόν, γεωμετρικά στοιχεία κλπ, ή ακόμη και με συγκεκριμένες

διαδικασίες που απαιτούνται για τη δημιουργία του προϊόντος όπως είναι η μηχανική κατεργασία, η χύτευση, η χύτευση με έγχυση κ.λπ.

Διαισθητικές Τεχνικές Εκτίμησης Κόστους.

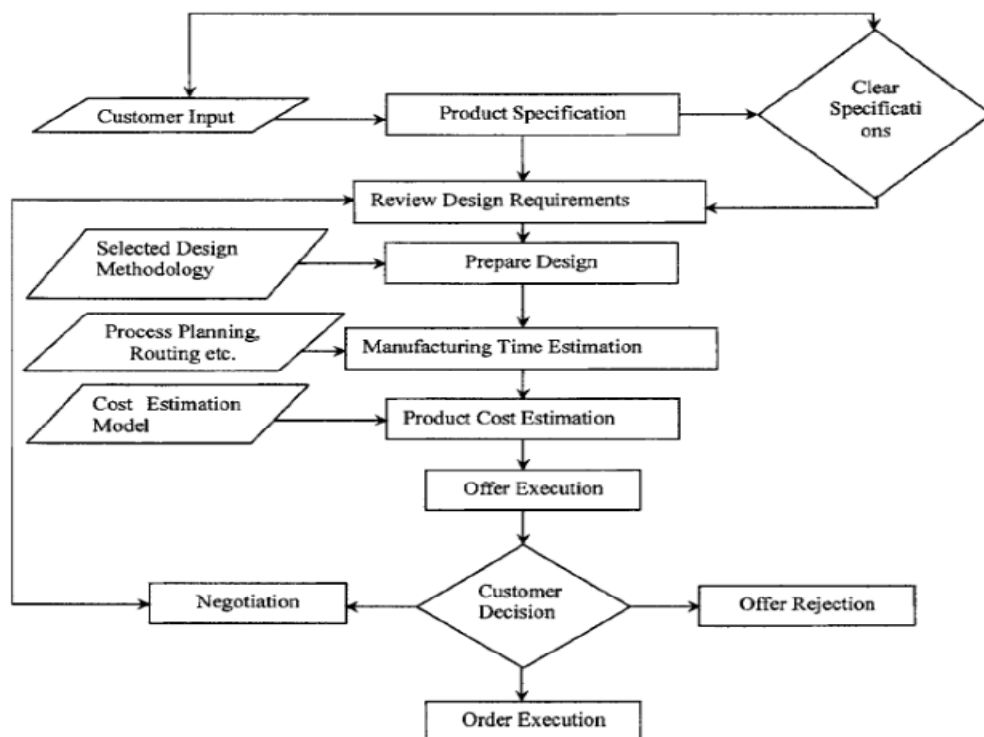
Οι διαισθητικές τεχνικές εκτίμησης κόστους βασίζονται στη χρήση της εμπειρίας. Για την εκτίμηση του κόστους ενός προϊόντος, υποπροϊόντων και εξαρτημάτων χρησιμοποιείται συστηματικά η γνώση ενός έμπειρου ατόμου. Η γνώση αυτή μπορεί να αποθηκεύεται με τη μορφή κανόνων, δένδρων αποφάσεων κλπ, σε συγκεκριμένη θέση όπως για παράδειγμα σε μια βάση δεδομένων έτσι ώστε να διευκολύνεται ο τελικός χρήστης στη βελτίωση της διαδικασίας λήψης απόφασης και στην προετοιμασία της εκτίμησης κόστους ενός νέου προϊόντος με βάση συγκεκριμένες πληροφορίες που υπάρχουν στη βάση δεδομένων. Παρακάτω αναφέρω και 5 υποκατηγορίες της διαισθητικής τεχνικής εκτίμησης του κόστους.

1 Μεθοδολογία Case-Based

Η προσέγγιση αυτή, που είναι γνωστή και ως case-based reasoning (CBR), επιχειρεί να κάνει χρήση πληροφοριών που περιέχονται σε προηγούμενες περιπτώσεις σχεδιασμού έτσι ώστε να αναπροσαρμόσει ένα παλαιό σχέδιο το οποίο ταιριάζει με τα χαρακτηριστικά του νέου σχεδίου.

2 Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (DecisionSupportSystems).

Τα συστήματα αυτά είναι χρήσιμα για την αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων όσον αφορά το σχεδιασμό. Ο κύριος σκοπός αυτών των συστημάτων είναι να βοηθήσουν τους εκτιμητές στην ορθότερη λήψη αποφάσεων σε διαφορετικά επίπεδα της διαδικασίας εκτίμησης κάνοντας χρήση της αποθηκευμένης γνώσης των εμπειρογνομώνων στον τομέα.



Εικόνα 3 Παράδειγμα συστήματος λήψης απόφασης για εκτίμηση κόστους.

3 Συστήματα Rule-Based

Τα συστήματα αυτά βασίζονται στο χρόνο διεργασίας και τον υπολογισμό του κόστους των εφικτών διεργασιών από ένα σύνολο

διαθέσιμων διεργασιών για την παραγωγή ενός προϊόντος με βάση το σχεδιασμό ή / και τους περιορισμούς ως προς την κατασκευή του.

4 Προσέγγιση βάσει της λογικής της ασάφειας (Fuzzy-Logic Approach).

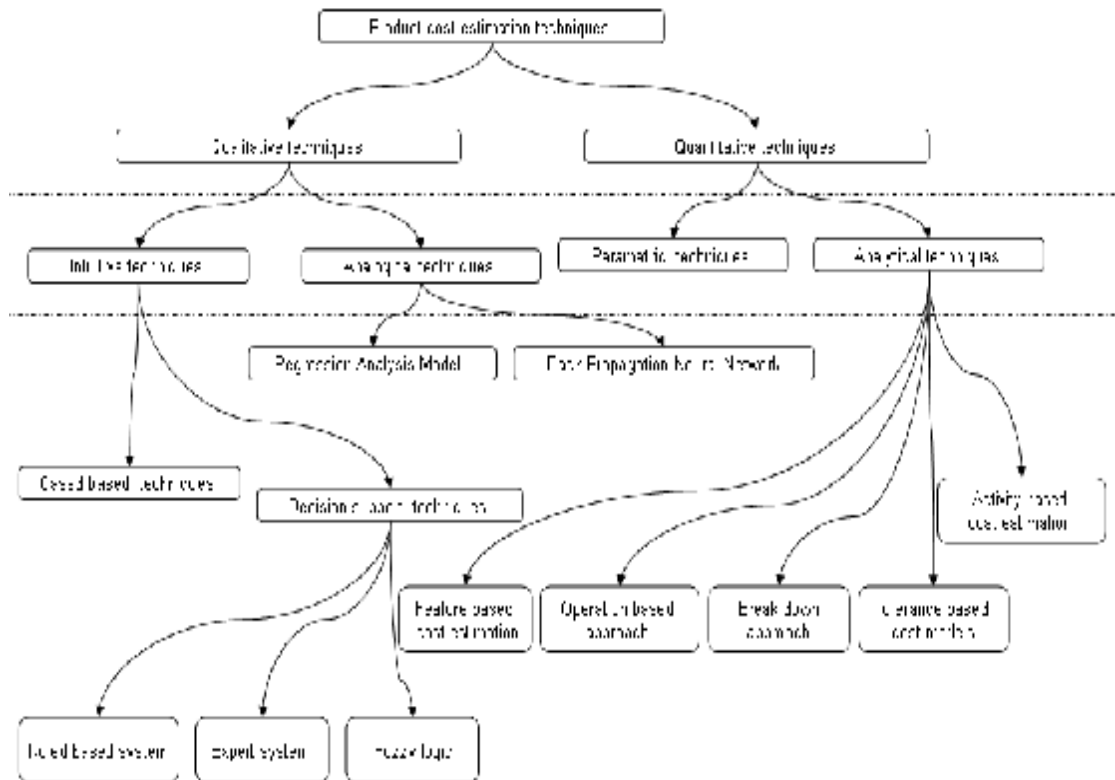
Αυτή η προσέγγιση για την εκτίμηση του κόστους είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για το χειρισμό της αβεβαιότητας. Ασαφείς κανόνες, όπως αυτοί για το σχεδιασμό και την παραγωγή, εφαρμόζονται σε τέτοιου είδους προβλήματα για να καταφέρουμε όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστες προβλέψεις.

5 Συστήματα με βάση την Εμπειρία (ExpertSystems).

Αυτή η προσέγγιση βασίζεται στην αποθήκευση της γνώσης σε μια βάση δεδομένων και τον χειρισμό αυτής έτσι ώστε όταν χρειαστεί να συναχθούν πιο γρήγορα, πιο συνεπή και πιο ακριβή συμπεράσματα. Αυτό βασίζεται σε μια προσπάθεια να γίνει μίμηση της διαδικασίας σκέψης του εμπειρογνώμονα με τη βοήθεια μιας αυτοματοποιημένης και λογικής συλλογιστικής προσέγγιση, που συνήθως επιτυγχάνεται με τον προγραμματισμό Rule-Based.

Παραμετρικές Τεχνικές Εκτίμησης Κόστους.

Τα παραμετρικά μοντέλα εφαρμόζουν στατιστικές μεθόδους και εκφράζουν το κόστος ως μια συνάρτηση των μεταβλητών συστατικών του. Αυτές οι τεχνικές θα μπορούσαν να είναι αποτελεσματικές στις περιπτώσεις εκείνες όπου θα μπορούσαν εύκολα να ταυτοποιηθούν οι παράμετροι. Παραμετρικά μοντέλα χρησιμοποιούνται γενικά για να ποσοτικοποιηθεί το κόστος ανά μονάδα ενός συγκεκριμένου προϊόντος.



Εικόνα 4 Αναλυτική ταξινόμηση των τεχνικών εκτίμησης κόστους.

Προηγουμένως έγινε μια πρόχειρη περιγραφή των τεχνικών που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του κόστους. Στην περίπτωση μου, θα επικεντρωθώ περισσότερο στη μέθοδο Case-Based Reasoning (CBR) καθώς και στην παραμετρική μέθοδο. Επιπρόσθετα, οι δύο αυτές μέθοδοι θα εξετασθούν εκτενώς. Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιάσω αυτές τις δύο μεθόδους και θα εστιάσω ιδιαίτερα στη μέθοδο CBR καθώς τη μέθοδο αυτή πρόκειται να χρησιμοποιήσω για το εργασία μου. Η ορθή εκτίμηση του κόστους είναι πολύ σημαντική διότι οι εταιρείες είναι απαραίτητο να μειώσουν το κόστος τους προκειμένου να αυξήσουν το κέρδος. Είναι σημαντικό να γίνεται ορθή εκτίμηση του κόστους όχι στο τέλος του προγράμματος παραγωγής αλλά στην αρχή της παραγωγής με σκοπό τον υπολογισμό του συνολικού κόστους. Όπως αναφέρεται στη προηγουμένως περίπου 70-

80% του κόστους καθορίζεται στην αρχή της φάσης παραγωγής. Έτσι, αν έχουμε παλαιά στοιχεία από παρόμοιες περιπτώσεις μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για να υπολογισθεί το κόστος των προϊόντων μας ορθότερα. Αυτό θα ωφελήσει την επιχείρησή μας, διότι μπορούμε να προβλέψουμε ελαττώματα και να προγραμματίσουμε καλύτερα το οικονομικό πρόγραμμα της γραμμής παραγωγής μας, ώστε να είναι πιο αποτελεσματική.

2.2 Μέθοδοι εκτίμησης κόστους στη φάση σχεδιασμού

Η επιτυχημένη λειτουργία μιας επιχείρησης παραγωγής όπως π.χ ενός μηχανουργείου, στον 21^ο αιώνα βασίζεται στην ποιότητα του προϊόντος, στις ανταγωνιστικές τιμές, στη γρήγορη παράδοση του προϊόντος και στην ευελιξία. Από την άλλη πλευρά παράγοντες όπως η παγκοσμιοποίηση και η ανάγκη για μαζική παραγωγή προϊόντων με βάση τις απαιτήσεις του πελάτη, προσθέτουν μια επιπλέον πίεση σε μια επιχείρηση όσον αφορά την επιβίωση της και ταυτόχρονα το να είναι κερδοφόρα. Όμως, παρά την καινοτόμο προσέγγιση και την ποιότητα των νέων προϊόντων, μια επιχείρηση μπορεί να παραμείνει χρονοβόρα και λιγότερο αποδοτική. Επιπλέον, ο πιθανός τελικός χρήστης ενός υπό παραγωγή προϊόντος απαιτεί συχνά να γνωρίζει μια τελική τιμή από την επιχείρηση όσο το δυνατόν συντομότερα, ακόμη και αν μερικές φορές δεν τον ενδιαφέρει τόσο και παράλληλα αγνοώντας παράγοντες όπως η φύση των δεδομένων που απαιτούνται, η πολυπλοκότητα του σχεδιασμού και το εύρος της εξατομίκευσης για το προϊόν. Ακόμα χειρότερα, πολύ

συχνά, ο ίδιος ο παραγωγός αγνοεί σημαντικούς παράγοντες όπως τα βήματα για το σχεδιασμό, το βαθμό στον οποίο μπορεί το προϊόν να παραχθεί με χαμηλότερο κόστος και μέγιστη αξιοπιστία και το επίπεδο ακρίβειας που χρειάζεται για την εκτίμηση του χρόνου παραγωγής. Ως εκ τούτου, η συνολική αυτή κατάσταση μπορεί να οδηγήσει είτε σε υποτίμηση με αποτέλεσμα απώλεια κερδών που είναι πλήγμα για τους στόχους της επιχείρησης, είτε σε πιο σημαντικές στρατηγικές ζημιές που προκαλούνται από υπερεκτίμηση οδηγώντας έτσι τον πελάτη και την αγορά σε απώλεια εμπιστοσύνης απέναντι στην επιχείρηση. Όλα τα παραπάνω τονίζουν την ολοένα αυξανόμενη σημασία της εύρεσης μεθόδων για την πρόβλεψη του κόστους για ένα νέο προϊόν στις αρχικές φάσεις σχεδιασμού και ανάπτυξης με ακρίβεια. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος του κόστους ενός προϊόντος προσδιορίζεται κατά τη φάση του σχεδιασμού κάνει ζωτικής σημασίας την εκτίμηση του κόστους στη φάση του σχεδιασμού. Πολλοί ερευνητές έχουν τονίσει τη σημασία της εκτίμησης του κόστους στα πρώτα στάδια του σχεδιασμού, όταν καθορίζεται το 70-80% του συνολικού κόστους του προϊόντος. Μερικοί ερευνητές έχουν αναπτύξει μεθοδολογίες με ιδιαίτερη έμφαση στην πρόωρη εκτίμηση κόστους. Έχει προταθεί ένα πλαίσιο για την ανάπτυξη μιας βάσης δεδομένων κόστους με στόχο να καθοριστούν οι κατάλληλες δομές κόστους μέσω της ανάλυσης πληροφοριών που παρέχονται από ένα σύστημα κοστολόγησης. Αναπαράσταση γνώσης με τέτοιο τρόπο διευκόλυνε την παραγωγή των εκτιμήσεων του κόστους στο πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού. Ένα πλαίσιο για την ενσωμάτωση του κόστους σχεδιασμού στην ανάπτυξη λειτουργίας ποιότητας, qualityfunctiondeployment, (QFD) χρησιμοποιήθηκε από τους Bode και Fung. Η προσέγγιση που υιοθετήθηκε είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τους σχεδιαστές στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού των προϊόντων για τη λήψη αποφάσεων όσον αφορά την ποιότητα και το κόστος με

προτεραιότητα την επίτευξη των τεχνικών χαρακτηριστικών βάσει των απαιτήσεων του πελάτη. Στο συγκεκριμένο πλαίσιο της ταξινόμησης που παρουσιάζω στην παρούσα μελέτη, οι ποιοτικές τεχνικές είναι γενικά καλύτερες στην εκτίμηση του κόστους κατά τα πρώτα στάδια του σχεδιασμού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι τεχνικές αυτές κάνουν χρήση των τελευταίων δεδομένων για την πρόβλεψη του κόστους ενός νέου προϊόντος, χωρίς να απαιτούνται λεπτομερείς πληροφορίες, όπως γεωμετρικά δεδομένα σχεδιασμού ή αποτελέσματα του σχεδιασμού παραγωγής. Παρά το ότι η ακρίβεια των τεχνικών αυτών είναι μερικές φορές αμφισβητήσιμη, οι πρόχειρες εκτιμήσεις που λαμβάνονται κατά τα πρώτα στάδια του σχεδιασμού εξακολουθούν να παρέχουν μια καλή βάση για τη λήψη αποφάσεων που χρησιμοποιείται σε όλα τα στάδια της διαδικασίας σχεδιασμού και ανάπτυξης. Έτσι, το κόστος του προϊόντος μπορεί να ελεγχθεί σε όλα τα στάδια σχεδιασμού όταν οι εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού έχουν άμεση σχέση με το κόστος του προϊόντος σε όλα τα στάδια εκτέλεσης αφού οι εναλλακτικές διεργασίες είναι τα αποτελέσματα των επιλογών που έχουν γίνει κατά τα πρώτα στάδια της διαδικασίας σχεδιασμού. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος του κόστους του προϊόντος καθορίζεται στα αρχικά στάδια, η απόφαση για τις τεχνικές εκτίμησης του κόστους που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε είναι πολύ κρίσιμη. Από το παραπάνω κείμενο καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη τεχνική είναι η ποιοτική. Η τεχνική αυτή αποτελείται από δύο κατηγορίες, τη διαισθητική και την αναλογική, οι οποίες εξετάστηκαν προηγουμένως.

3. Cased Based Reasoning (cbr)- Παραμετρική μέθοδος

Η παραμετρική μέθοδος είναι πολύ χρήσιμη, λόγω της ταχύτητας της εκτέλεσής της. Βέβαια, η μέθοδος αυτή θεωρείται πως λειτουργεί σαν ένα «μαύρο κουτί», με τη λογική ότι με βάση τις προδιαγραφές τα μόνα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι διαφορετικά κόστη. Δεν γνωρίζουμε την προέλευση των εν λόγω δαπανών και αυτό είναι κάτι που μπορεί να αποθαρρύνει τους χρήστες. Κατά το στάδιο του σχεδιασμού, δεν είναι όλες οι πληροφορίες διαθέσιμες. Ορισμένες προδιαγραφές που απαιτούνται για τη συνάρτηση εκτίμησης κόστους δεν μπορούν ακόμη να προσδιοριστούν, αλλά για να λειτουργήσει το συγκεκριμένο μοντέλο θα πρέπει ο χρήστης να εισάγει όλες τις παραμέτρους. Ως εκ τούτου, ο σχεδιαστής θα πρέπει να κάνει κάποια εκτίμηση για τις παραμέτρους που λείπουν. Αυτό θα προκαλέσει αβεβαιότητα στο αποτέλεσμα. Ένα από τα πλεονεκτήματα της συνάρτησης εκτίμησης κόστους κατά το στάδιο του σχεδιασμού είναι να καταστεί σαφής η επίδραση των παραμέτρων στην οικονομική αξία του προϊόντος. Πράγματι, αν οι σχεδιαστές έχουν επίγνωση της επίδρασης των διαφόρων παραμέτρων σχετικά με το κόστος, θα είναι σε θέση να βελτιστοποιήσουν το σχεδιασμό του προϊόντος από οικονομική άποψη: αυτή είναι μια πολύ σημαντική πτυχή για τους σχεδιαστές. Οι συναρτήσεις εκτίμησης κόστους δε μπορούν να επιλύσουν κάποιες συγκεκριμένες ειδικές περιπτώσεις, ακόμη και αν οι παράμετροι των προδιαγραφών ενός κομματιού είναι μέσα στα όρια τα οποία επιβάλλονται από τη συνάρτηση. Ορισμένες παράμετροι οι οποίες δεν έχουν καν ληφθεί υπόψη στη συνάρτηση εκτίμησης κόστους ενδέχεται να είναι πολύ σημαντικές σε κάποια συγκεκριμένα προβλήματα. Πράγματι, όπως φαίνεται και στο σχ. 4, ακόμη και αν η τιμή μιας παραμέτρου είναι

εντός των ορίων που απαιτεί η συνάρτηση, το σφάλμα όσον αφορά την εκτίμηση του κόστους μπορεί να είναι μεγάλο. Σε κάποιες περιπτώσεις είναι πιο χρήσιμη η εκτίμηση με τεχνικές παλινδρόμησης παρά με κάποιες γενικές εξισώσεις. Τέλος, η παραμετρική μέθοδος που βασίζεται στη χρήση της συνάρτησης εκτίμησης κόστους ανταποκρίνεται στις ανάγκες του σχεδιαστή λόγω της ταχύτητας της εκτέλεσής της και στις πληροφορίες που παρέχει σχετικά με τις παγκόσμιες τάσεις, παρά τα μειονεκτήματα που αναλύθηκαν προηγουμένως. Η μεθοδολογία case-based παρέχει τη δυνατότητα να προταθεί μια λύση πολύ γρήγορα. Επιπλέον, λειτουργεί με ένα τρόπο ξεκάθαρο. Ανά πάσα στιγμή, ο χρήστης γνωρίζει την προέλευση της λύσης και μπορεί να διορθώσει το αποτέλεσμα. Επιπλέον, η μεθοδολογία case-based, έχει το ρόλο της συλλογικής μνήμης της επιχείρησης επιτρέποντας έτσι στο χρήστη να χρησιμοποιήσει λύσεις που έχουν αναπτυχθεί από άλλους. Αυτό είναι σημαντικό καθώς διατηρούνται οι πληροφορίες και τα δεδομένα στα πλαίσια της επιχείρησης και του εργοδότη ακόμη και όταν ο εργαζόμενος φύγει από την επιχείρηση ή αλλάξει θέση. Η ικανότητα της μεθοδολογίας case-based να λαμβάνει υπόψη άγνωστα δεδομένα είναι πολύ σημαντική. Σε αυτή την περίπτωση, η έρευνα πραγματοποιείται μόνο βάσει γνωστών παραμέτρων. Ύστερα, το σύστημα θα προτείνει διάφορες λύσεις με τις τιμές για τα άγνωστα δεδομένα. Η μεθοδολογία case-based χρησιμοποιείται συχνά για την επίλυση προβλημάτων όπου επίσημα δεν υπάρχουν προφανή δεδομένα και πληροφορίες από άλλες περιπτώσεις. Αυτό συνήθως συμβαίνει σε περιπτώσεις σύνθετων και πολύπλοκων συνόλων. Επιπρόσθετα, δουλεύοντας πάνω στην πιο κοντινή και όμοια περίπτωση έτσι ώστε να γίνει εκτίμηση του κόστους ενός κομματιού ή προϊόντος, η μεθοδολογία case-based μπορεί να επιλύσει συγκεκριμένες περιπτώσεις που έχουν υπάρξει στο παρελθόν. Επίσης, έχει τη

δυνατότητα να αποφύγει σφάλματα που έγιναν σε παλιές περιπτώσεις. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μεθοδολογίας αυτής έγκειται στην ικανότητά της να συνδυάζει διάφορες μεθόδους στο στάδιο της προσαρμογής. Πράγματι, εφόσον επιλεγεί η πιο κοντινή περίπτωση, ο καθορισμός των διαφόρων δαπανών για το προϊόν εξαρτάται από το είδος του κόστους και τα διαθέσιμα δεδομένα. Έτσι, για τον προσδιορισμό του χρόνου που θα χρειαστεί για να παραχθεί ένα υπό παραγωγή προϊόν, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί μια συνάρτηση εκτίμησης κόστους ή να γίνει μια απλή σύγκριση με την πλησιέστερη περίπτωση που υπάρχει. Η τιμαριθμική αναπροσαρμογή των περιπτώσεων επιτρέπει να γίνει διερεύνηση των σημαντικών παραμέτρων που σχετίζονται με το κόστος των προϊόντων που μελετήθηκαν. Ο χρήστης δεν έχει καμία εναλλακτική λύση παρά μόνο την πραγματοποίηση πολλών διαδοχικών δοκιμών συγκρίνοντας τα αποτελέσματα. Η χρήση μιας μεθόδου εκτίμησης του κόστους βάσει της μεθόδου case-based είναι πιο δύσκολη από τη χρήση μιας παραμετρικής μεθόδου διότι είναι απαραίτητο να παρέχονται οι τιμαριθμική αναπροσαρμογή των περιπτώσεων, το μέτρο ομοιότητας καθώς και οι λειτουργίες προσαρμογής.

3.1 Case Based Reasoning- Περιγραφή παραμετρικής μεθοδολογίας

Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας γίνεται περιγραφή του θεωρητικού υπόβαθρου που χρειάστηκε για να γίνουν οι υπολογισμοί και δίνονται συγκεκριμένες εξισώσεις με στόχο την υποστήριξη της επιλογής της συγκεκριμένης μεθοδολογίας.

3.2 Θεωρητικό υπόβαθρο.

Οι παραμετρικές μέθοδοι χρησιμοποιούν τη γνώση ενός ορισμένου αριθμού φυσικών χαρακτηριστικών ή παραμέτρων όπως η μάζα, ο όγκος, και ο αριθμός των κομματιών-προϊόντων που παράγονται. Οι παραμετρικές μέθοδοι επιτρέπουν έτσι να προχωρήσουμε από τεχνικές αξίες που χαρακτηρίζουν το προϊόν σε οικονομικά δεδομένα.

- **Μαθηματικοί τύποι εκτίμησης κόστους**

Ένας μαθηματικός τύπος υπολογισμού του κόστους (CEF) είναι μια απλή μαθηματική σχέση, που συνδέει το κόστος ενός προϊόντος ή μια δραστηριότητα σε περιορισμένο αριθμό τεχνικών παραμέτρων που καθορίζουν το προϊόν. Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες παραμέτρων:

- Φυσικές τιμές: σύμφωνα με τη λειτουργική περιγραφή.
- Τιμή διαστασιολόγησης: σύμφωνα με την περιγραφή.

Η μαθηματική αυτή σχέση για τον υπολογισμό του κόστους περιορίζεται γενικά σε:

- Ένα τύπο προϊόντος για την εκτίμηση του κόστους.
- Ένα τύπο τεχνολογίας για την παραγωγή του προϊόντος.
- Ένα βήμα στον κύκλο ζωής του προϊόντος.

Καθώς ο στόχος είναι η εκτίμηση του κόστους ενός νέου προϊόντος, θα χρησιμοποιηθεί ένας μαθηματικός τύπος για την εκτίμηση του κόστους. Στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού μπορεί να γίνει πρόβλεψη, όπως έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, του κόστους ενός κομματιού που θα παραχθεί. Με βάση κάποια παλιά

δεδομένα μπορεί να δημιουργηθεί ένας εμπειρικός τύπος που θα το κάνει αυτό. Η δημιουργία ενός τέτοιου τύπου μπορεί να γίνει σε τέσσερα στάδια.

1. Επιλογή των παραμέτρων που αφορούν το κόστος: η επιλογή των παραμέτρων γίνεται γενικά από τους ειδικούς.
2. Επιλογή της δομής του τύπου: όλα τα είδη δομών μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Παρ'όλα αυτά, στην πράξη, το 95% των περιπτώσεων μπορεί να επιλυθεί με μια πολλαπλασιαστική μορφή που είναι γραμμική:

$$C = b_0 \times P_1^{b_1} \times P_2^{b_2} \dots$$

3. Υπολογισμός των συντελεστών b_i από πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση: ο προσδιορισμός των b_i μπορεί εύκολα να γίνει με μία γενίκευση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων για αρκετές μεταβλητές. Αυτή η μέθοδος απαιτεί υπολογισμό.
4. Εξέταση των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται: η εξέταση των αποτελεσμάτων μπορεί να γίνει για τρία σημεία:
 - Περιθώριο αβεβαιότητας κάθε b_i συντελεστή.
 - Περιθώριο αβεβαιότητας για τις τιμές του κόστους που προβλέπονται από το μαθηματικό τύπο για ένα νέο προϊόν.
 - Απλοποίηση του μαθηματικού τύπου.

Κατά τη δημοσίευση του μαθηματικού τύπου εκτίμησης κόστους είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί, την ίδια στιγμή, η τεχνολογική οικογένεια για την οποία ισχύει, οι μονάδες μέτρησης όλων των παραμέτρων, ο αριθμός των χρησιμοποιημένων σημείων, η εμπιστοσύνη και η ακρίβεια του.

Η μεθοδολογία case based reasoning (CBR) χρησιμοποιεί λύσεις παλαιών περιπτώσεων για να λύσει το υπάρχον πρόβλημα. Αυτό το είδος της συλλογιστικής χρησιμοποιεί τις ακόλουθες βασικές λειτουργίες: την αναγνώριση του προβλήματος, την ανάκληση παρόμοιων περιπτώσεων και τις λύσεις τους, την επιλογή και την προσαρμογή μιας από τις λύσεις στο νέο πρόβλημα, την αξιολόγηση της νέας κατάστασης και την εκμάθηση από τη λύση του προβλήματος. Εφαρμόζει τεχνικές αναπροσαρμογής και μέτρων ομοιότητας. Η λογική της μεθοδολογίας case based reasoning αιτιολογείται από τους εξής παράγοντες:

Ø Γνωστική ψυχολογία.

Η γνωστική ψυχολογία έχει δείξει ότι οι περισσότεροι άνθρωποι βελτιώνουν την ικανότητα τους να λύσουν τα προβλήματα μέσω της εμπειρίας. Έχουν μεγαλύτερη δυσκολία στην επίλυση νέων προβλημάτων σε σχέση με την επίλυση προβλημάτων που έχουν ήδη δει ή προβλημάτων που είναι παρόμοια με εκείνα που έχουν ήδη δει.

Ø Συστήματα που βασίζονται σε κανόνες. (RuleBasedSystems)

Η μεθοδολογία case-based θεωρείται μια εναλλακτική για τα συστήματα που βασίζονται στην εμπειρία. Τα συστήματα που βασίζονται σε κανόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν είναι γνωστή η περιοχή εφαρμογής έτσι ώστε να υπάρχει μια θεωρία, η γνώση όσον αφορά την εφαρμογή, ή τουλάχιστον να υπάρχουν κανόνες παραγωγής. Αυτή η κεφαλαιοποίηση και επισημοποίηση της γνώσης με τη μορφή των κανόνων καθίσταται πολύπλοκη και μερικές φορές αδύνατη, όταν η περιοχή εφαρμογής έχει μελετηθεί ελάχιστα. Επιπλέον, θεωρείται ότι το όριο των κανόνων για ένα έμπειρο

σύστημα είναι περίπου 1500 κανόνες. Με τα συστήματα case-based, χάρη στην ικανότητά τους να αλληλεπιδρούν με το παρελθόν, αποφεύγεται η επισημοποίηση της γνώσης με τη μορφή κανόνων. Καθιστούν επίσης δυνατό με βάση τη διαίσθηση, την κρίση και τις συνήθειες του εμπειρογνώμονα, να υπάρξει ένα αποτέλεσμα ή μια απόφαση, ακόμη και όταν δεν υπάρχει θεωρητικό μοντέλο του εν λόγω συστήματος. Συχνά υπάρχουν μικτά συστήματα που ενσωματώνουν ένα ειδικό σύστημα στη φάση της προσαρμογής της υπόθεσης με βάση τη μεθοδολογία case-based. Επιπρόσθετα, ένα από τα πλεονεκτήματα της τεχνικής της μεθοδολογίας case-based είναι η ευχέρεια όσον αφορά την ανάπτυξη, σε σύγκριση με τα συστήματα που βασίζονται σε κανόνες.

Ø Αναλογική συλλογιστική. (Analogical reasoning)

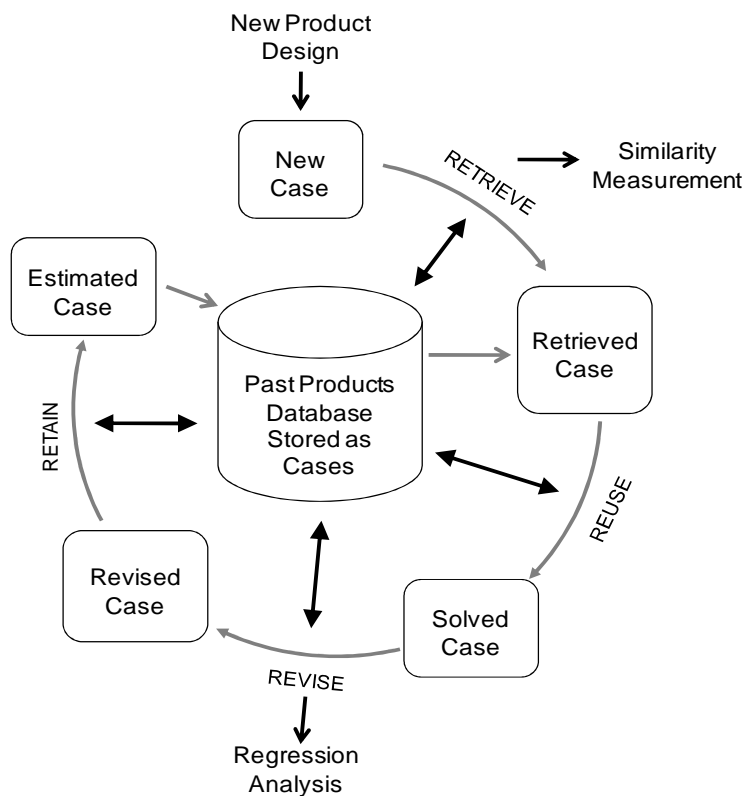
Η μεθοδολογία case-based είναι μια ιδιαίτερη περίπτωση αναλογικής συλλογιστικής που χρησιμοποιείται συχνά για την επίλυση προβλημάτων όταν τα δεδομένα και ο στόχος ανήκουν στον ίδιο τομέα. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για τομείς όπου η επαναχρησιμοποίηση των προηγούμενων λύσεων αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό μέρος της εργασίας.

3.3 Η μεθοδολογία case-based επεμβαίνει στο πρόβλημα

Η μεθοδολογία αυτή βασίζεται σε προηγούμενες περιπτώσεις. Κάθε περίπτωση χαρακτηρίζεται από διάφορους αλφαβητικούς ή αριθμητικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, η εμπειρία έχει οργανωθεί

ως ένα σύνολο παρελθοντικών περιπτώσεων που αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων από την οποία ανακαλούνται παρόμοιες περιπτώσεις με στόχο είτε να βρεθεί λύση για το υπάρχον πρόβλημα, είτε να γίνουν προτάσεις για το υπάρχον πρόβλημα. Ο κύκλος της μεθοδολογίας case-based αποτελείται από τέσσερις δραστηριότητες:

1. Ανάκληση παρόμοιων περιπτώσεων με το υπάρχον πρόβλημα.
2. Επαναχρησιμοποίηση μιας λύσης που προτείνεται από μια παρόμοια περίπτωση.
3. Αναθεώρηση ή προσαρμογή της λύσης στο υπάρχον πρόβλημα.
4. Αποθήκευση της νέας λύσης εφόσον έχει επικυρωθεί.



Η ανάλυση παλινδρόμησης αναφέρεται σε τεχνικές μοντελοποίησης και ανάλυσης αριθμητικών δεδομένων που αποτελούνται από διάφορες τιμές, από μια εξαρτημένη μεταβλητή και από μια ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Η εξαρτημένη μεταβλητή στην εξίσωση

παλινδρόμησης μοντελοποιείται ως μια συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών που ενσωματώθηκαν στο μοντέλο ως προγνωστικές ή επεξηγηματικές μεταβλητές. Εκτός από τις ανεξάρτητες μεταβλητές, όλα τα μοντέλα περιλαμβάνουν άγνωστες σταθερές που ονομάζονται παράμετροι, οι οποίες ελέγχουν τη συμπεριφορά του μοντέλου όταν από την εκτίμηση των παραμέτρων αυτών γίνεται βελτιστοποίηση του μοντέλου με στόχο την προσαρμογή στα δεδομένα.

Περίληψη

Η συγκεκριμένη εκτίμηση κόστους νέου προϊόντος βασίζεται σε δυο πυλώνες. Ο πρώτος και βασικότερος είναι η μεθοδολογία case-based που ενισχύεται από το δεύτερο που είναι οι τεχνικές ανάλυσης παλινδρόμησης. Στη μεθοδολογία case-based περιλαμβάνονται η περιγραφή της υπόθεσης, ο υπολογισμός της ομοιότητας καθώς και η προσαρμογή στο υπάρχον πρόβλημα. Η ανάλυση παλινδρόμησης παρέχει τους συντελεστές στάθμισης που απαιτούνται για τον υπολογισμό της ομοιότητας καθώς και για την προσαρμογή και την αναθεώρηση της περίπτωσης. Το πρώτο βήμα είναι ο ορισμός του νέου προβλήματος. Στην περίπτωση αυτή το νέο πρόβλημα είναι το νέο προϊόν, οπότε ορίζονται τα χαρακτηριστικά του προϊόντος. Στη συνέχεια, το νέο προϊόν συγκρίνεται με όλα τα τελευταία προϊόντα, δηλαδή τις προηγούμενες περιπτώσεις στη βάση δεδομένων. Η πιο παρόμοια προηγούμενη υπόθεση ανακτάται. Η τιμή κτήσης της ανακτημένης περίπτωσης χρησιμοποιείται ως τιμή αναφοράς για την εκτίμηση του κόστους της νέας υπόθεσης, δηλαδή το νέο προϊόν. Οι συντελεστές για τον υπολογισμό της ομοιότητας και της αναθεώρησης της περίπτωσης παρέχονται από την ανάλυση παλινδρόμησης, ενώ το σύστημα επιτρέπει στο χρήστη να τροποποιήσει τους συντελεστές με βάση την εμπειρία του. Τέλος, η εκτίμηση του κόστους του νέου

προϊόντος γίνεται μια προηγούμενη υπόθεση και αποθηκεύεται αυτόματα στη βάση δεδομένων.

3.4 Αναπαράσταση Γνώσης.

Μια υπόθεση είναι ένα κομμάτι γνώσης που αντιπροσωπεύει μια εμπειρία και αποτελείται από:

- Το πρόβλημα: Περιγραφή της κατάστασης όταν προέκυψε η υπόθεση.
- Τη λύση: Η ρίζες της λύσης του προβλήματος και,
- Το αποτέλεσμα: Περιγραφή της κατάστασης μετά τη λύση της υπόθεσης.

Αριθμός κοιλοτήτων	0,1,2,...
Type of Hardening	
Core Cap	
Tamper Evident	
Ποιότητα επιφάνειας	
Αριθμός εξαρτημάτων	
Way of Injection	
Slides	
Wall Thickness	
Ύψος	
Πλάτος	
Μήκος	

Εικόνα 5 Διάταξη χαρακτηριστικών Καλουπιού

Κάθε περίπτωση περιλαμβάνει το πρόβλημα και τη λύση του. Το πρόβλημα είναι το προϊόν που παράχθηκε στο παρελθόν και ορίζεται από τα χαρακτηριστικά του ενώ η λύση είναι το κόστος του προϊόντος αυτού. Οι περιπτώσεις αυτές μπορούν να αναπαρασταθούν χρησιμοποιώντας όλο το φάσμα της τεχνητής νοημοσύνης. Στη συγκεκριμένη προσέγγιση, οι περιπτώσεις αυτές αναπαριστώνται με τη βοήθεια μιας απλής οντολογίας. Είναι δηλαδή μια τυπική αναπαράσταση ενός συνόλου εννοιών. Για να διατυπωθεί η οντολογία ορίζονται τα κοινά χαρακτηριστικά των περιπτώσεων. Τα χαρακτηριστικά αυτά, όπως παρουσιάζονται στην εικόνα 6, είναι τα χαρακτηριστικά κάθε περίπτωσης στη βάση δεδομένων.

3.5 Υπολογισμός Ομοιότητας.

Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία στη διαδικασία ανάκτησης του case-based reasoning είναι οι τεχνικές που ονομάζονται «Nearest neighbor» και φυσικά έχουν να κάνουν με τις πιο κοντινές γειτονικές υποθέσεις σε σχέση με το υπάρχον πρόβλημα. Η προσέγγιση αυτή παρέχει την πιο παρόμοια περίπτωση με βάση το σταθμισμένο άθροισμα των χαρακτηριστικών των νέων περιπτώσεων που ταιριάζουν με τις προηγούμενες περιπτώσεις. Παρουσιάζεται η πιο γενική μορφή εξίσωση ομοιότητας

$$Sim_{Global}(T, S_j) = \sum_{i=1}^n w_i \times f(T_i, S_i)$$

4. Περίπτωση μελέτης

Η χύτευση με έγχυση είναι μια διαδικασία κατασκευής για την παραγωγή εξαρτημάτων με έγχυση υλικού σε ένα καλούπι. Η χύτευση με έγχυση μπορεί να πραγματοποιηθεί με ένα πλήθος υλικών, συμπεριλαμβανομένων μετάλλων, γυαλιού, ελαστομερών και συνηθέστερα με θερμοπλαστικά και θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή. Τα υλικά τροφοδοτούνται σε ένα θερμαινόμενο βαρέλι, αναμιγνύονται, και πιέζονται σε μία κοιλότητα του καλουπιού, όπου ψύχονται και σκληραίνουν κατά το σχήμα της κοιλότητας. Μετά το σχεδιασμό του προϊόντος, που γίνεται συνήθως από έναν βιομηχανικό σχεδιαστή ή ένα μηχανικό, κατασκευάζονται τα καλούπια. Το υλικό που χρησιμοποιείται είναι μέταλλο, συνήθως χάλυβας ή αλουμίνιο, και κατασκευάζεται με μηχανική ακρίβεια έτσι ώστε να μπορούν να σχηματιστούν τα χαρακτηριστικά του επιθυμητού προϊόντος. Η έγχυση χρησιμοποιείται ευρέως για την κατασκευή μιας ποικιλίας εξαρτημάτων, από πολύ μικρά τμήματα μέχρι ολόκληρο πάνελ του σώματος των αυτοκινήτων. Οι πρόοδοι στην τεχνολογία εκτύπωσης 3D, χρησιμοποιώντας φωτοπολυμερή τα οποία δεν τήκονται κατά τη διάρκεια της χύτευσης με έγχυση μερικών θερμοπλαστικών χαμηλότερης θερμοκρασίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ορισμένα απλά καλούπια έγχυσης. Τα κομμάτια τα οποία θα διαμορφωθούν με τη διαδικασία αυτή πρέπει να σχεδιάζονται με μεγάλη προσοχή έτσι ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία χύτευσης. Πρέπει παράλληλα να λαμβάνονται υπόψη το υλικό που χρησιμοποιείται για το κομμάτι, το επιθυμητό σχήμα και τα

χαρακτηριστικά του κομματιού, το υλικό του καλουπιού, καθώς και οι ιδιότητες της μηχανής χύτευσης.

Τα χαρακτηριστικά της διαδικασίας.

Στη διαδικασία της χύτευσης χρησιμοποιείται ένα έμβολο για να πιέσει το τηγμένο πλαστικό υλικό σε μία κοιλότητα του καλουπιού. Αυτό στερεοποιείται σε ένα σχήμα το οποίο προσαρμόζεται με βάση το περίγραμμα του καλουπιού. Συνήθως για τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται και θερμοπλαστικά και θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή, με τα πρώτα να είναι πολύ πιο παραγωγικά από την άποψη των ετήσιων ποσοτήτων υλικού επεξεργασίας. Τα θερμοπλαστικά είναι διαδεδομένα λόγω των χαρακτηριστικών τους που τα καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλα για χύτευση με έγχυση. Χαρακτηριστικά όπως η ευκολία με την οποία μπορούν να ανακυκλωθούν, η ευελιξία τους που τους επιτρέπει να χρησιμοποιούνται σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών και η ικανότητά τους να μαλακώνουν και να ρέουν όταν θερμαίνονται. Τα θερμοπλαστικά έχουν επίσης ένα στοιχείο ασφάλειας έναντι των θερμοσκληρυνόμενων καθώς εάν ένα θερμοσκληρυνόμενο πολυμερές δεν έχει εξέλθει από το βαρέλι έγχυσης στο σωστό χρόνο, ενδέχεται να συμβούν χημικές αντιδράσεις προκαλώντας ακόμη και καταστροφή της μηχανής έγχυσης.

Η χύτευση με έγχυση πραγματοποιείται με υψηλής πίεσης έγχυση της πρώτης ύλης σε ένα καλούπι το οποίο διαμορφώνει το πολυμερές στο επιθυμητό σχήμα. Το καλούπι μπορεί να είναι ενιαίο ή πολλαπλών κοιλοτήτων. Σε καλούπια πολλαπλών κοιλοτήτων μπορεί όλες οι κοιλότητες να είναι όμοιες και να σχηματίζουν τα ίδια μέρη ή μπορεί να είναι κάθε μια διαφορετική και σχηματίζουν πολλαπλές διαφορετικές γεωμετρίες κατά τη διάρκεια ενός κύκλου κατεργασίας. Τα Καλούπια

γενικά κατασκευάζονται από χάλυβες όπως των εργαλείων, αλλά τα καλούπια από ανοξείδωτο χάλυβα και από αλουμίνιο είναι τα κατάλληλα για συγκεκριμένες εφαρμογές. Τα καλούπια αλουμινίου συνήθως είναι ακατάλληλα για υψηλό όγκο παραγωγής ή για την παραγωγή κομματιών με πολύ στενές ανοχές στις διαστάσεις, καθώς έχουν κατώτερες μηχανικές ιδιότητες και είναι πιο επιρρεπή στη φθορά, σε βλάβες αλλά και σε παραμορφώσεις κατά τη διάρκεια της έγχυσης. Ωστόσο, τα καλούπια αλουμινίου είναι οικονομικά αποδοτικά σε εφαρμογές χαμηλού όγκου, καθώς το κόστος κατασκευής και ο χρόνος παραγωγής μειώνονται σημαντικά. Από την άλλη, πολλά καλούπια από χάλυβα έχουν σχεδιαστεί για να κατεργάζονται πάνω από ένα εκατομμύριο κομμάτια κατά τη διάρκεια της ζωής τους, κάτι που μπορεί να κοστίσει εκατοντάδες χιλιάδες δολάρια για να παραχθούν.

Κατά τη μορφοποίηση των θερμοπλαστικών, η πρώτη ύλη τροφοδοτείται μέσω μιας χοάνης σε ένα θερμαινόμενο κύλινδρο με ένα παλινδρομικό κοχλία. Μετά την είσοδο στο βαρέλι η θερμική ενέργεια αυξάνεται και οι δυνάμεις Van der Waals που αντιστέκονται σχετική ροή των ατομικών αλυσίδων αποδυναμώνονται ως αποτέλεσμα της δημιουργίας κενού χώρου μεταξύ των μορίων λόγω της υψηλής θερμικής ενέργειας. Η διαδικασία αυτή μειώνει το ιξώδες του, κάτι που επιτρέπει το πολυμερές να ρέει με την κινητήρια δύναμη της μονάδας έγχυσης.

4.1 Περιγραφή Χαρακτηριστικών Καλουπιού-Υπολογισμοί και Συγκρίσεις

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αρχικά περιγραφή των χαρακτηριστικών και του κόστους των παλαιών καλουπιών. Στη συνέχεια, θα γίνει περιγραφή των χαρακτηριστικών του νέου καλουπιού. Ύστερα, θα παρουσιαστούν οι πίνακες και τα διαγράμματα ομοιότητας όπου θα επιλεγούν τα τρία παλιά καλούπια που έχουν τη μεγαλύτερη ομοιότητα με το καινούριο και θα γίνουν οι απαραίτητοι υπολογισμοί για την εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού.

Χαρακτηριστικά	Καλούπι 12.20	Καλούπι 11.38	Καλούπι 11.50	Καλούπι 11.25	Καλούπι 12.50	Καλούπι 11.10	Καλούπι 11.23	Καλούπι 12.40	Καλούπι 13.10	Καλούπι 13.30
Αριθμός κοιλοτήτων	6	4	5	7	6	8	5	7	9	6
Type of Hardening	πολύ καλό	καλό	μέτριο	καλό	πολύ καλό	καλό	μέτριο	πολύ καλό	καλό	μέτριο
Core Cap	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι
Tamper Evident	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι
Ποιότητα επιφάνειας	matte	mirror	matte	mirror	matte	matte	mirror	matte	mirror	mirror
Αριθμός εξαρτημάτων	13	12	11	14	10	11	12	11	13	14
Way of Injection	cavity side	cavity side	cavity side	cavity side	cavity side	cavity side	cavity side	cavity side	cavity side	cavity side
Slides	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι
Wall Thickness	0,6mm	0,7mm	0,8mm	0,65mm	0,9mm	0,5mm	0,65mm	0,7mm	0,8 mm	0,9 mm
Ύψος	50mm	15mm	20mm	25mm	30mm	40mm	60mm	35mm	50 mm	40 mm
Πλάτος	70mm	200mm	100mm	120mm	80mm	90mm	110mm	95mm	90 mm	130 mm
Μήκος	100mm	70mm	50mm	80mm	60mm	40mm	90mm	50mm	70 mm	80 mm

Πίνακας χαρακτηριστικών παλιών καλουπιών

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των παλιών καλουπιών. Όπως είναι προφανές, για να μπορούν όλες οι παράμετροι να ληφθούν υπόψη στην εξίσωση κόστους και ομοιότητας θα πρέπει τα δεδομένα κάποιων χαρακτηριστικών να κωδικοποιηθούν έτσι ώστε να

γίνει αντικατάσταση της κατάστασης με αριθμό. Ακολουθεί ο πίνακας με τις παραμέτρους κωδικοποιημένες και δίχως μονάδες μέτρησης.

Χαρακτηριστικά	<u>Καλούπι</u> <u>12.20</u>	<u>Καλούπι</u> <u>11.38</u>	<u>Καλούπι</u> <u>11.50</u>	<u>Καλούπι</u> <u>11.25</u>	<u>Καλούπι</u> <u>12.50</u>	<u>Καλούπι</u> <u>11.10</u>	<u>Καλούπι</u> <u>11.23</u>	<u>Καλούπι</u> <u>12.40</u>	<u>Καλούπι</u> <u>13.10</u>	<u>Καλούπι</u> <u>13.30</u>
Αριθμός κοιλότητων	6	4	5	7	6	8	5	7	9	6
Type of Hardening	5	4	3	4	5	4	3	5	4	3
Core Cap	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tamper Evident	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ποιότητα επιφάνειας	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5
Αριθμός εξαρτημάτων	13	12	11	14	10	11	12	11	13	14
Way of Injection	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Slides	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Wall Thickness	0,6	0,7	0,8	0,65	0,9	0,5	0,65	0,7	0,8	0,9
Ύψος	50	15	20	25	30	40	60	35	50	40
Πλάτος	70	200	100	120	80	90	110	95	90	130
Μήκος	100	70	50	80	60	40	90	50	70	80

Στο σημείο αυτό καθώς έχουμε τα δεδομένα από τα παλαιά καλούπια, θα πρέπει να παρατεθούν και τα χαρακτηριστικά του νέου καλουπιού έτσι ώστε στη συνέχεια να μπορούν να γίνουν οι απαραίτητοι υπολογισμοί. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του νέου καλουπιού, πριν και μετά την κωδικοποίηση.

Χαρακτηριστικά	Καλούπι 13.23	Καλούπι 13.23
Αριθμός κοιλοτήτων	6	6
Type of Hardening	καλό	4
Core Cap	όχι	5
Tamper Evident	όχι	5
Ποιότητα επιφανείας	matte	4
Αριθμός εξαρτημάτων	10	10
Way of Injection	cavity side	4
Slides	όχι	4
Wall Thickness	0,6mm	0,6
Ύψος	50mm	50
Πλάτος	60mm	60
Μήκος	70mm	70

Πίνακας χαρακτηριστικών νέου καλουπιού.

Για τη σύγκριση του νέου καλουπιού με τα παλιά καλούπια και για να υπολογισθεί η ομοιότητα χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση. Η παράμετρος Pi_n αναφέρεται στα χαρακτηριστικά του νέου καλουπιού ενώ η παράμετρος Pi_o αναφέρεται στα χαρακτηριστικά του παλιού καλουπιού. Η εξίσωση αυτή εκτελείται για κάθε χαρακτηριστικό και κάθε καλούπι ξεχωριστά έτσι ώστε να υπολογισθεί η συνολική ομοιότητα στο τέλος. Το i παίρνει τιμές από 1 ως 12, δηλαδή για κάθε χαρακτηριστικό ξεχωριστά.

$$Si = 1 - \frac{|Pi_n - Pi_o|}{Pi_n}$$

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης κάθε ενός χαρακτηριστικού κάθε καλουπιού με το καινούριο καλούπι το οποίο είναι το καλούπι 13.23.

Χαρακτηριστικά	Σύγκριση η 13.23 με 12.20	Σύγκριση η 13.23 με 11.38	Σύγκριση η 13.23 με 11.50	Σύγκριση η 13.23 με 11.25	Σύγκριση η 13.23 με 12.50	Σύγκριση η 13.23 με 11.10	Σύγκριση η 13.23 με 11.23	Σύγκριση η 13.23 με 12.40	Σύγκριση η 13.23 με 13.10	Σύγκριση η 13.23 με 13.30
Αριθμός κοιλοτήτων	1	0,66667	0,83333	0,83333	1	0,66667	0,83333	0,83333	0,5	1
Type of Hardening	0,75	1	0,75	1	0,75	1	0,75	0,75	1	0,75
Core Cap	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tamper Evident	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ποιότητα επιφανείας	1	0,75	1	0,75	1	1	0,75	1	0,75	0,75
Αριθμός εξαρτημάτων	0,7	0,8	0,9	0,6	1	0,9	0,8	0,9	0,7	0,6
Way of Injection	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Slides	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wall Thickness	1	0,83333	0,66667	0,91667	0,5	0,83333	0,91667	0,83333	0,66667	0,5
Ύψος	1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	0,7	1	0,8
Πλάτος	0,83333	-1,3333	0,33333	0	0,66667	0,5	0,16667	0,41667	0,5	-0,1667
Μήκος	0,57143	1	0,71429	0,85714	0,85714	0,57143	0,71429	0,71429	1	0,85714

Πίνακας σύγκρισης χαρακτηριστικών παλιών καλουπιών με το νέο.

Όπως είναι φανερό προκύπτουν 12 αποτελέσματα για κάθε καλούπι καθώς τόσα είναι και τα χαρακτηριστικά. Δεν αρκεί αυτό για να υπολογισθεί η συνολική ομοιότητα. Για τον υπολογισμό της συνολικής ομοιότητας θα χρησιμοποιηθεί η παρακάτω εξίσωση όπου λαμβάνεται υπόψη και ο συντελεστής βαρύτητας για κάθε ένα χαρακτηριστικό.

Παρατίθεται ο πίνακας των συντελεστών βαρύτητας για κάθε χαρακτηριστικό καθώς και η εξίσωση για τον υπολογισμό της συνολικής ομοιότητας.

Χαρακτηριστικό	Συντελεστής Βαρύτητας W
Αριθμός κοίλιων	0.1
Type of Hardening	0.05
Core Cap	0.01
Tamper Evident	0.01
Ποιότητα επισήμανσης	0.01
Αριθμός εξαρτημάτων	0.03
Way of Injection	0.01
Slides	0.01
Wall Thickness	0.1
Υψος	0.2
Πλάτος	0.25
Μήκος	0.22

Πίνακας συντελεστή βαρύτητας για κάθε χαρακτηριστικό του καλουπιού.

Η εξίσωση για τον υπολογισμό της συνολικής ομοιότητας είναι η εξής:

$$\mathbf{Sim} = \mathbf{W}_1 \times \left(\mathbf{1} - \frac{|\mathbf{P1}_n - \mathbf{P1}_o|}{\mathbf{P1}_n} \right) + \mathbf{W}_2 \times \left(\mathbf{1} - \frac{|\mathbf{P2}_n - \mathbf{P2}_o|}{\mathbf{P2}_n} \right) + \dots + \mathbf{W}_{12} \times \left(\mathbf{1} - \frac{|\mathbf{P12}_n - \mathbf{P12}_o|}{\mathbf{P12}_n} \right)$$

Ουσιαστικά δηλαδή η συνολική ομοιότητα σε έναν πιο απλό τύπο είναι:

$$\mathbf{Sim} = (\mathbf{w}_1 \times \mathbf{S}_1) + (\mathbf{w}_2 \times \mathbf{S}_2) + \dots + (\mathbf{w}_{12} \times \mathbf{S}_{12})$$

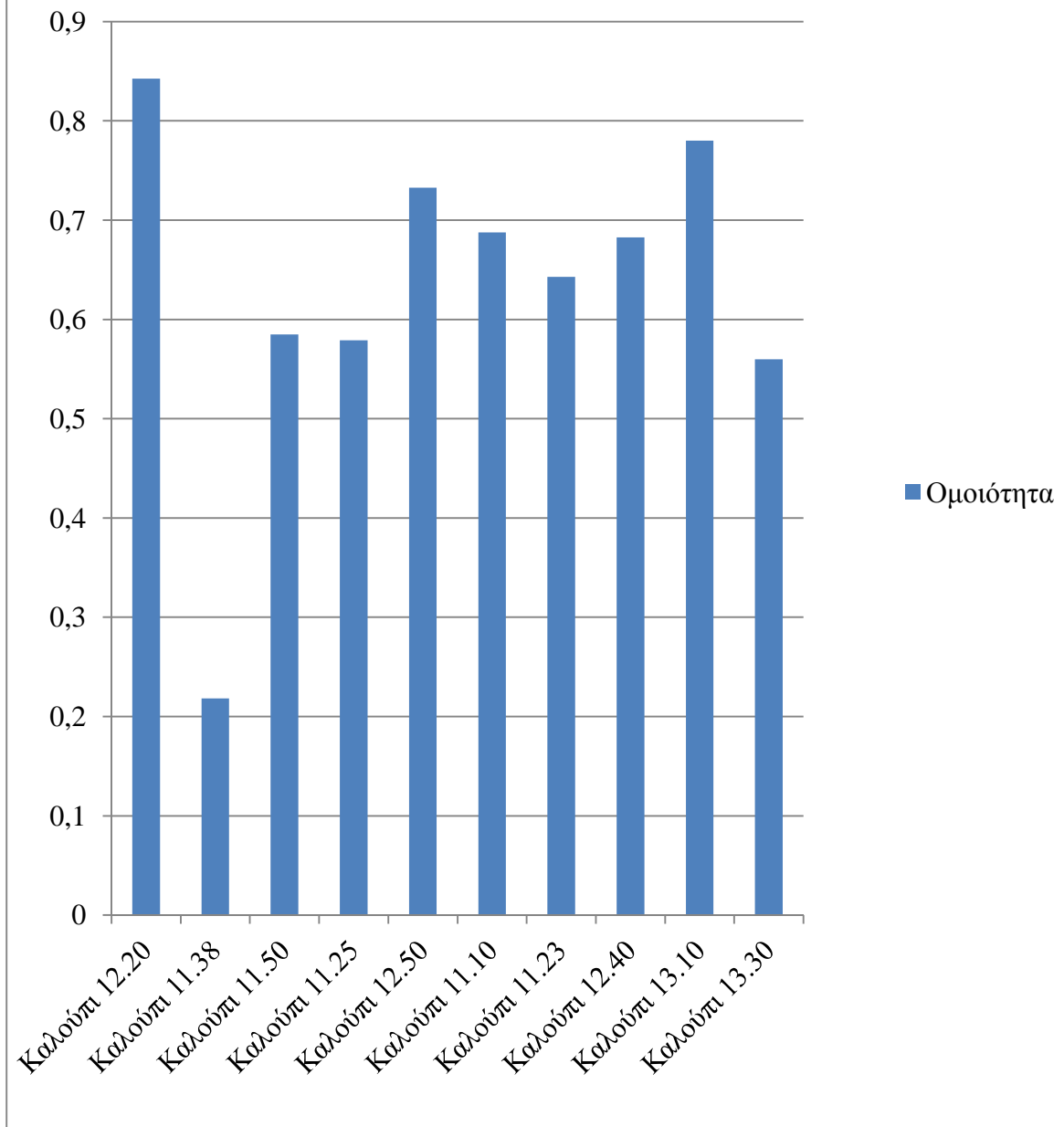
Ο υπολογισμός της συνολικής ομοιότητας είναι πολύ σημαντικός διότι έτσι θα φανεί ποια καλούπια από τα παλαιά ομοιάζουν περισσότερο στο καινούριο έτσι ώστε να μπορέσουμε εν τέλει να υπολογίσουμε και το κόστος του καινούριου. Θα προκύψουν από τους υπολογισμούς της συνολικής ομοιότητας δέκα αποτελέσματα όσα είναι και τα παλιά καλούπια. Από αυτά, θα επιλεγθούν για περαιτέρω υπολογισμούς τα τρία καλούπια τα οποία παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ομοιότητα με το καινούριο.

	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 12.20	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 11.38	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 11.50	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 11.25	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 12.50	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 11.10	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 11.23	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 12.40	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 13.10	<u>Σύγκριση</u> η 13.23 με 13.30
<u>Συνολική ομοιότητα</u>	0,84255	0,21817	0,58498	0,57907	0,73274	0,68771	0,64281	0,68248	0,78017	0,5599

Πίνακας συνολικής ομοιότητας παλιών καλουπιών με το καινούριο.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η συνολική ομοιότητα κάθε παλιού καλουπιού με το καινούριο καλούπι το οποίο είναι το 13.23. Όπως φαίνεται στον πίνακα τα τρία καλούπια που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ομοιότητα με το καινούριο είναι το καλούπι 12.20, το καλούπι 12.50 και το καλούπι 13.10. Ακολουθεί ένα διάγραμμα της ομοιότητας σε σχέση με το κάθε καλούπι έτσι ώστε να φανεί και σχηματικά το αποτέλεσμα αυτό.

Ομοιότητα

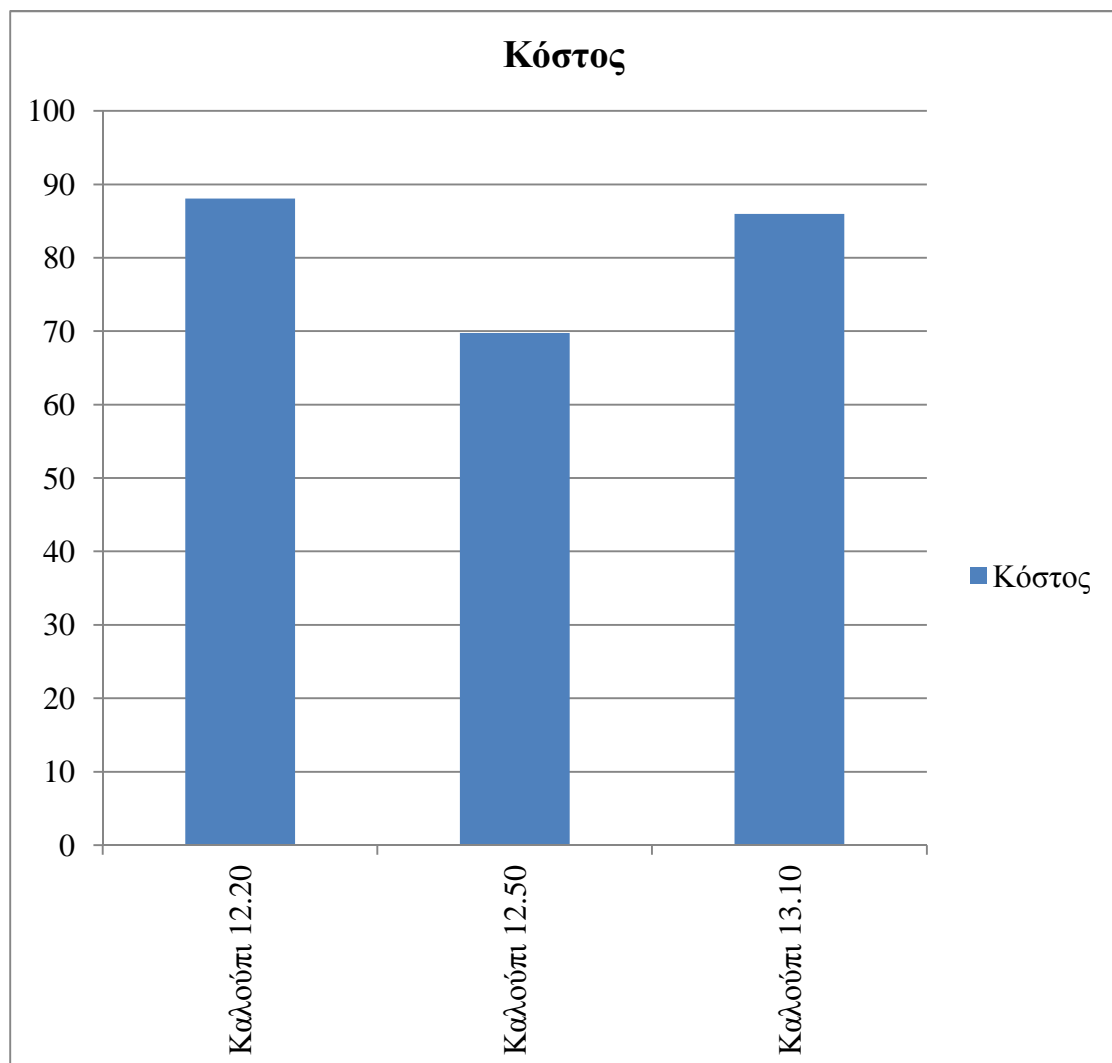


Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα τα καλούπια με την υψηλότερη ομοιότητα είναι τα καλούπια 12.20, 12.50 και 13.10 με το πρώτο να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ομοιότητα. Βάσει των τριών αυτών καλουπιών θα γίνει η εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού στη συνέχεια.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα τρία αυτά καλούπια και το κόστος τους.

<u>Καλούπι</u>	<u>Καλούπι</u>	<u>Καλούπι</u>	<u>Καλούπι</u>
	<u>12.20</u>	<u>12.50</u>	<u>13.10</u>
<u>Κόστος</u>	88,0667	69,7667	85,9778

Παρουσιάζεται και το διάγραμμα του κόστους ανά καλούπι.



Για την εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού, δηλαδή του 13.23, με βάση το κόστος των παλιών καλουπιών, θα χρησιμοποιηθεί η παρακάτω εξίσωση.

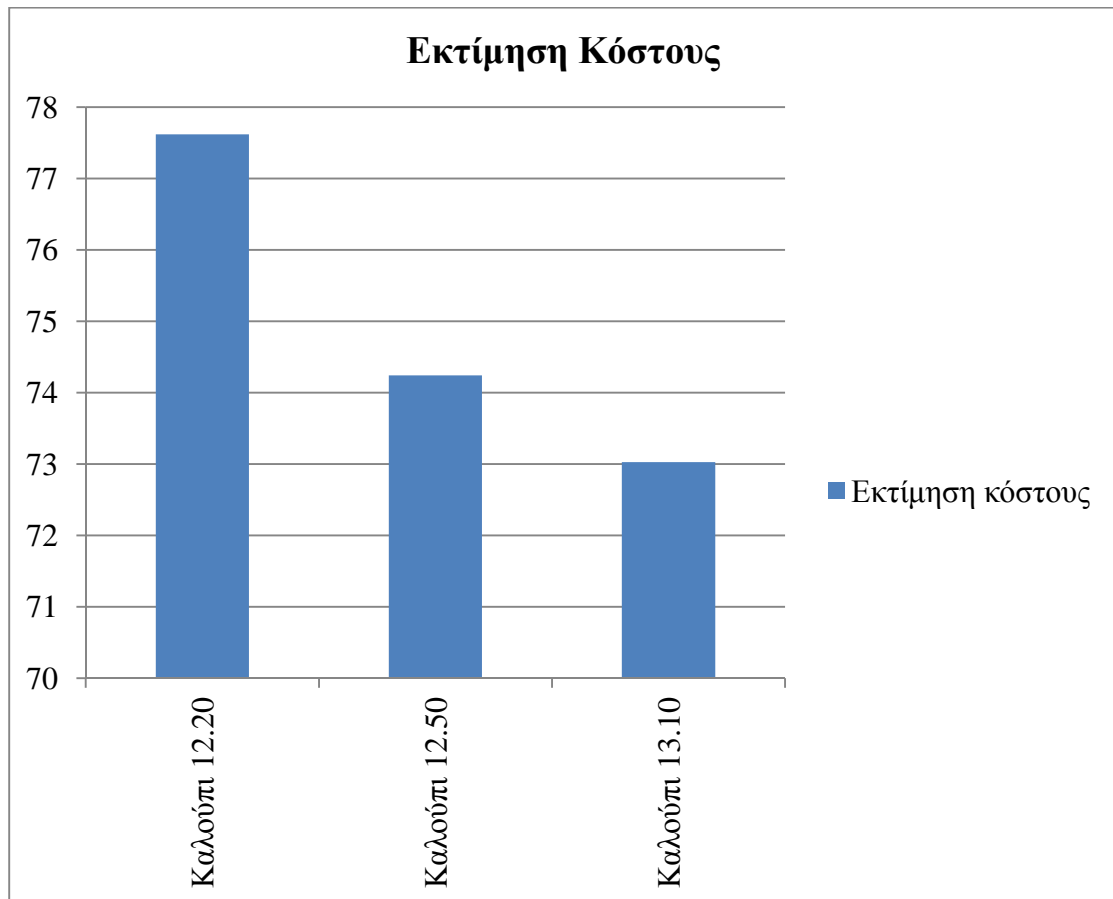
$$COST_n = [(W_1 \times \frac{P1_n}{P1_o}) + \dots + (W_{12} \times \frac{P12_n}{P12_o})] \times COST_o$$

Όπου, $cost_n$ είναι η εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού με τη μέθοδο της ομοιότητας, W_i είναι ο συντελεστής βαρύτητας κάθε χαρακτηριστικού του καλουπιού, Pi_n είναι η τιμή που έχει το κάθε χαρακτηριστικό του καινούριου καλουπιού, Pi_o είναι η τιμή που έχει το κάθε χαρακτηριστικό του παλαιού καλουπιού και $cost_o$ είναι το κόστος του παλαιού καλουπιού. Το i παίρνει τιμές από 1 ως 12 όσα είναι και τα χαρακτηριστικά του κάθε καλουπιού.

Με τη διαδικασία αυτή καταλήγουμε σε 3 αποτελέσματα εκτίμησης κόστους του νέου καλουπιού με βάση τα 3 παλιά καλούπια. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής, καθώς και τα συμπεράσματα, παρουσιάζονται παρακάτω.

4.2 Αποτελέσματα – Εκτίμηση Κόστους

Στο διάγραμμα που ακολουθεί, καθώς και στον πίνακα, παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε όσον αφορά την εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού. Στον οριζόντιο άξονα βρίσκονται τα καλούπια βάσει των οποίων έγινε η εκτίμηση του κόστους, και στον κάθετο άξονα βρίσκεται η εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού.



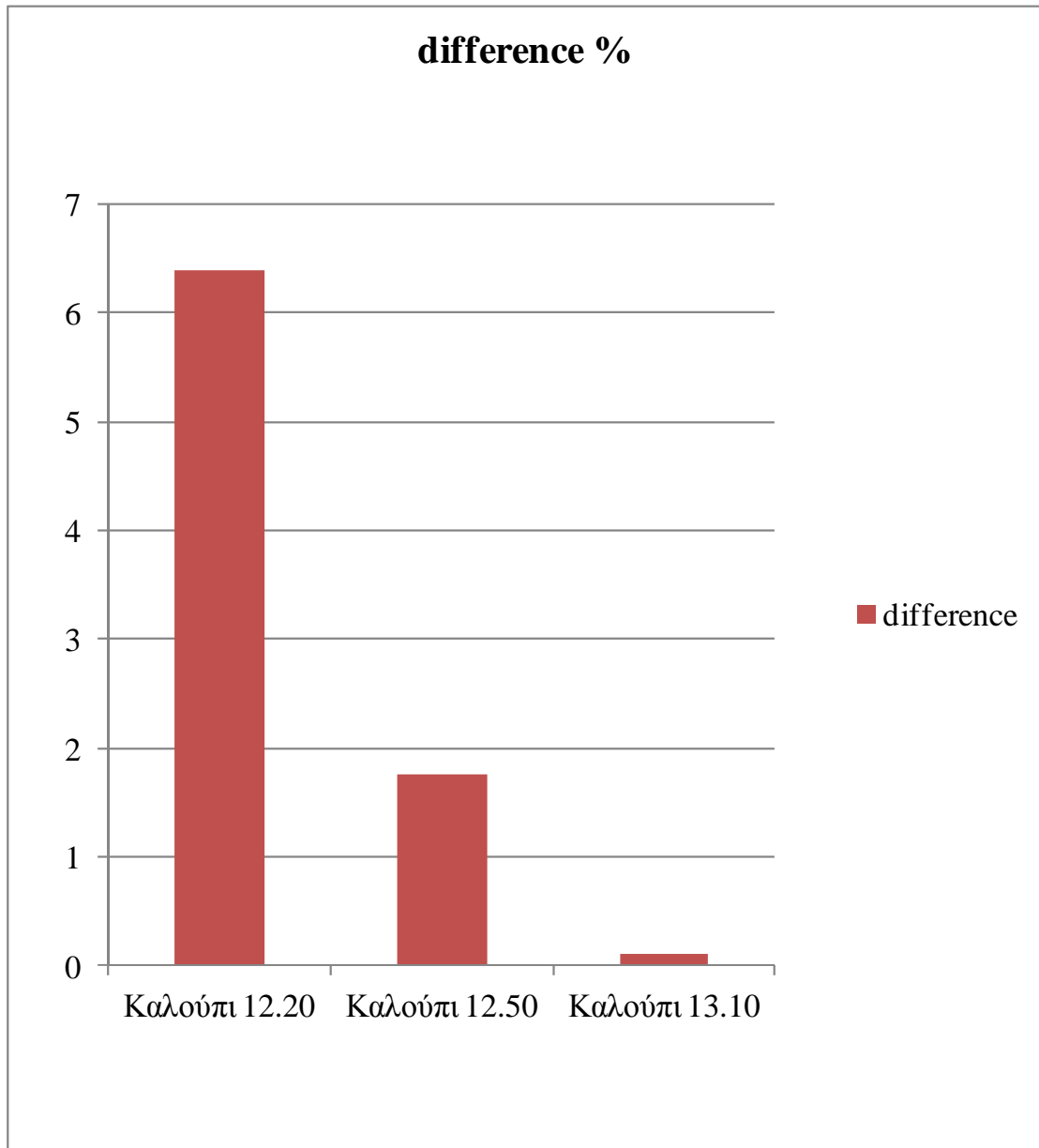
<u>Καλούπι</u>	<u>Καλούπι</u> <u>12.20</u>	<u>Καλούπι</u> <u>12.50</u>	<u>Καλούπι</u> <u>13.10</u>
<u>Εκτίμηση</u> <u>Κόστους</u> <u>νέου</u> <u>καλουπιού</u>	77,61867	74,2434	73,03041

Για την εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού με τη συγκεκριμένη μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν δεκατρία καλούπια. Το κόστος των καλουπιών αυτών ήταν γνωστό εξ αρχής. Θεωρήθηκε, λοιπόν, το ένα από τα καλούπια αυτά ως καινούριο με στόχο την εκτίμηση του κόστους του καλουπιού αυτού βάσει των υπολοίπων δώδεκα με τον τρόπο που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στους υπολογισμούς οι οποίοι έγιναν για την εκτίμηση του κόστους του καλουπιού 13.23, δε χρησιμοποιήθηκε σε κανένα σημείο το πραγματικό κόστος του καλουπιού αυτού. Έτσι, λοιπόν, καταλήξαμε σε ένα αποτέλεσμα και ο

στόχος είναι να αποδειχθεί η αξιοπιστία της μεθόδου αυτής για την εκτίμηση του κόστους. Το αποτέλεσμα αυτό καθ' αυτό δεν αρκεί για τη μελέτη της αξιοπιστίας της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε. Θα χρειαστεί να γίνει σύγκριση της διαφοράς μεταξύ του πραγματικού κόστους του καλουπιού 13.23 και της εκτίμησης του κόστους του 13.23 βάσει των τριών καλουπιών που επιλέχθηκαν. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης αυτής θα δείξει κατά πόσο είναι αξιόπιστη η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε. Μέσω της εξίσωσης που ακολουθεί θα υπολογισθεί η επί τοις εκατό διαφορά της εκτίμησης κόστους με το πραγματικό κόστος του καλουπιού 13.23.

$$D = \left(\frac{COST_n - COST_r}{COST_r} \right) \times 100$$

Στην εξίσωση αυτή ο όρος **D** αναφέρεται στην επί τοις εκατό διαφορά της εκτίμησης του κόστους σε σχέση με το πραγματικό κόστος του καλουπιού 13.23. **COST_n** είναι η εκτίμηση του κόστους και **COST_r** είναι το πραγματικό κόστος του 13.23. Όπως είναι προφανές υπάρχουν τρία διαφορετικά αποτελέσματα καθώς είναι τρεις οι εκτιμήσεις κόστους. Στο διάγραμμα που ακολουθεί, παρατίθενται τα αποτελέσματα τα οποία θα σχολιαστούν στο επόμενο κεφάλαιο. Το πραγματικό κόστος του καλουπιού 13.23 είναι 72,95555556.



4.3 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Με τη μεθοδολογία η οποία χρησιμοποιήθηκε έγινε εκτίμηση του κόστους ενός καλουπιού με βάση κάποια άλλα καλούπια. Μετά από υπολογισμούς, επιλέχθηκαν τα τρία πιο όμοια καλούπια σε σχέση με το καλούπι 13.23. Βάσει αυτών των τριών καλουπιών έγινε η εκτίμηση του κόστους του καλουπιού 13.23. Για την αξιοπιστία της μεθόδου αυτής υπολογίστηκε η επί τοις εκατό διαφορά μεταξύ του πραγματικού κόστους και της εκτίμησης του κόστους με βάση τα άλλα καλούπια. Όπως φαίνεται στο προηγούμενο διάγραμμα, η διαφορά του πραγματικού κόστους σε σχέση με την εκτίμηση του κόστους με βάση το καλούπι 12.20 είναι περίπου 6,4%, με βάση το καλούπι 12.50 είναι περίπου 1,8% και με βάση το καλούπι 13.10 είναι μόλις 0,1%. Οι διαφορές αυτές είναι πάρα πολύ μικρές, κάτι που καθιστά αξιόλογη τη μέθοδο η οποία χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του κόστους. Βέβαια. Οι μικρές αυτές διαφορές είναι απόλυτα λογικές καθώς τα καλούπια ομοιάζουν αρκετά μεταξύ τους ως προς τα χαρακτηριστικά. Ένας ακόμη λόγος είναι το ότι τα χαρακτηριστικά των καλουπιών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη μέθοδο αυτή είναι δώδεκα και όχι περισσότερα. Έτσι λοιπόν, έχοντας δώδεκα χαρακτηριστικά από κάθε καλούπι τα οποία μοιάζουν αρκετά μεταξύ τους είναι λογικό να υπάρχει αυτό το αποτέλεσμα.

5. Συμπέρασμα

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η μεθοδολογία η οποία χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του κόστους του νέου καλουπιού είναι αξιόπιστη. Είναι μια μέθοδος η οποία μπορεί να χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του κόστους νέων καλουπιών. Έχοντας ως βάση ακόμη περισσότερα καλούπια και εμπλουτίζοντας την ανάλυση με περισσότερα χαρακτηριστικά των καλουπιών, σε βάθος χρόνου μπορεί να αποδειχθεί πολύ σημαντική η χρήση της μεθόδου αυτής διότι θα αποφέρει άμεσες απαντήσεις όσον αφορά το κόστος ενός νέου καλουπιού κάτι που συνεπάγεται με εξοικονόμηση χρόνου, ακρίβεια και κέρδος για την επιχείρηση.

6. Βιβλιογραφία

https://en.wikipedia.org/wiki/Injection_moulding.

https://en.wikipedia.org/wiki/Case-based_reasoning.

Maja Pantic: Introduction to Machine Learning & Case-Based Reasoning.

Saeed Karshenas, Joey Tse: A Case-Based Reasoning Approach to Construction Cost Estimating.

Sae-Hyun Ji, Moonseo Park, Hyun Soo Lee, Yoo-Sang Yoon: Similarity Measurement method of case-based reasoning for conceptual cost estimation.

Sung-Hoon Ana, Gwang-Hee Kimb, Kyung-In Kanga: A case-based reasoning cost estimating model using experience by analytic hierarchy process.

Agnar Aamodt, Enric Plaza: Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches.

Kolodner JL. An Introduction to CBR

Chryssolouris G.: Manufacturing Systems: Theory and Practice, Introduction to Machine Learning & Case-Based Reasoning