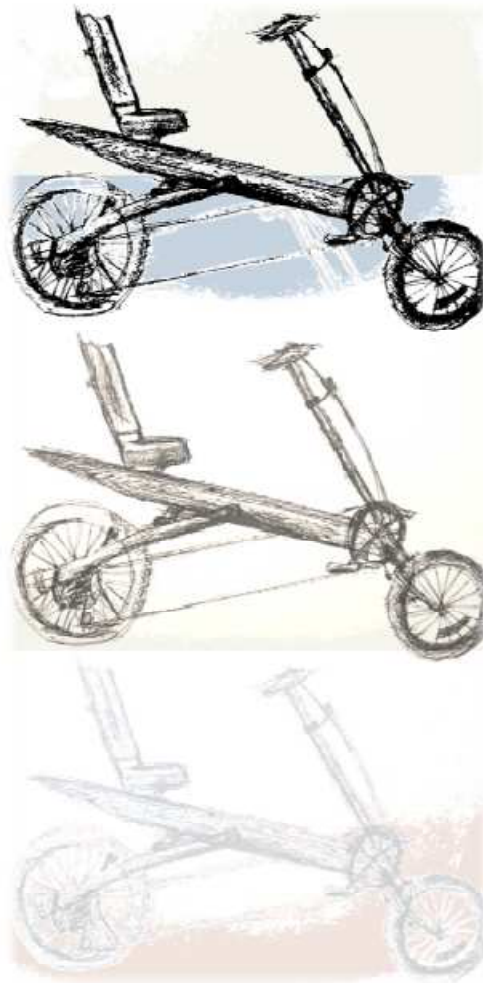


ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής
& Διοίκησης

Μελέτη και εγκατάσταση
συστήματος ανάρτησης ποδηλάτου BikeE



Ανδρέας Σιώλος

Επιβλέφης:
Καθ. Νικόλαος Μπιλάλης

Χανιά 2010



Η παρούσα μελέτη, πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής μου διατριβής, για το τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Αφορά τη διαδικασία μελέτης, σχεδιασμού και ανάπτυξης συστήματος ανάρτησης σε ένα πολύ ιδιαίτερο μοντέλο ποδηλάτου, από την εταιρία BikeE. Η εταιρία κλήθηκε να αναπτύξει το νέο προϊόν, προκειμένου να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των πελατών της, διατηρώντας παράλληλα τη σχεδιαστική της φιλοσοφία, που έχει ως βασικές αρχές, την εργονομία και την αξιοπιστία.

Η μελέτη και τα σχόλια επικεντρώνονται περισσότερο στα βήματα που ακολουθήθηκαν, τα οποία υπάγονται σε μία γενικευμένη διαδικασία για τη δημιουργία προϊόντων, η οποία αποτελεί μέρος του ενδιαφέροντος μαθήματος «Μελέτη και Ανάπτυξη Προϊόντων» που διδάσκεται στο Πολυτεχνείο Κρήτης.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξη που μου παρείχε, και επίσης:

Τον Καθηγητή κ.Νικόλαο Μπιλάλη για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του,

το συνάδελφο Παύλο Ανδρεάδη για την απλόχερη βοήθειά του,
και την αρχιτέκτονα Χρυσιάννα Καραμέρη για το σκίτσο του ποδηλάτου.

Ανδρέας Σιώλος

Χανιά, 1 Φεβρουαρίου 2010

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο	1	Ανάπτυξη Προϊόντων	σελίδα	6
Κεφάλαιο	2	Market Timing	σελίδα	14
Κεφάλαιο	3	Η BikeE	σελίδα	18
Κεφάλαιο	4	Η σχεδιαστική ομάδα	σελίδα	28
Κεφάλαιο	5	Η ανάπτυξη της ιδέας	σελίδα	32
Κεφάλαιο	6	Αξιολόγηση των ιδεών	σελίδα	54
Κεφάλαιο	7	Σχεδιασμός	σελίδα	76
Κεφάλαιο	8	Δημιουργία Προϊόντος	σελίδα	80

Παράρτημα	σελίδα	96
Βιβλιογραφία	σελίδα	98



Η διαδικασία για το σχεδιασμό και δημιουργία ενός νέου προϊόντος που ακολουθείται από τις περισσότερες εταιρίες σήμερα, βασίζεται στην αυστηρή μελέτη, και σε μία συγκεκριμένη ροή ενεργειών. Τα παραπάνω συγκλίνουν στο να διασφαλιστεί προφανώς η - όσο το δυνατόν μεγαλύτερη - προσδοκόμενη «επιτυχία» του προϊόντος στην αγορά, και βέβαια, στο να επιτευχθεί ο βέλτιστος δυνατός οικονομικός και χρονικός προγραμματισμός σε όλα τα στάδια της διαδικασίας, δεδομένου ότι ένα προϊόν αποτελεί επένδυση σε χρόνο και κεφάλαιο.

Η διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης

- ❶ Ο προσδιορισμός της ιδέας και αρχικός προγραμματισμός - (Project definition and planning)
- ❷ Ο καθορισμός των προδιαγραφών - (Specification definition)
- ❸ Ο σχεδιασμός της γενικής ιδέας - (Conceptual design)
- ❹ Η ανάπτυξη του προϊόντος - (Product development)
- ❺ Η υποστήριξη του προϊόντος, αφού αυτό κυκλοφορήσει στην αγορά - (Product support)

Στο στάδιο του προσδιορισμού της ιδέας και αρχικού προγραμματισμού της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος, στελεχώνεται πρώτα απ'όλα η ομάδα (**project team**) που θα αναλάβει τη μελέτη και ανάπτυξη του προϊόντος.

Έπειτα γίνεται ο καταμερισμός των υποχρεώσεων στα άτομα από την ομάδα που θα δραστηριοποιηθούν στη μελέτη.(Η ομάδα αυτή, υπάρχει περίπτωση να εργάζεται πάνω στο συγκεκριμένο προϊόν και σε πιθανά στάδια μετεξέλιξής του, μετά την είσοδο στην αγορά.)

- Στην παρούσα φάση γίνεται η παρουσίαση -από τα άτομα της ομάδας-, των ιδεών προς αξιολόγηση.

- Επόμενη φάση είναι αυτή, στην οποία διενεργείται έρευνα αγοράς. Ένα προϊόν δημιουργείται με γνώμονα τις απαιτήσεις ή ανάγκες των καταναλωτών.

- Στο σημείο αυτό γίνονται εκτιμήσεις για το αναμενόμενο κόστος ολόκληρης της μελέτης σε σχέση με τους οικονομικούς πόρους που διατίθενται, καθώς και για τον χρονικό ορίζοντα της μελέτης.

- Εδώ ολοκληρώνεται η πρώτη φάση της μελέτης όπου η διαδικασία οδηγείται στο κομβικό σημείο της έγκρισης -ή μή- του παραχθέντος σχεδίου.

- Στην περίπτωση της έγκρισης, η διαδικασία μεταβαίνει στη Φάση II (καθορισμός των προδιαγραφών)

Στην περίπτωση της **μη-έγκρισης**, εξετάζονται δύο πιθανά σενάρια:

- Η επιστροφή στο πρώτο βήμα της Φάσης I για διορθώσεις ή και ολικό επανασχεδιασμό του πλάνου

- Η ακύρωση του σχεδίου.

- Η πρόοδος της διαδικασίας, απαιτεί τον καθορισμό των προδιαγραφών του προϊόντος. Πρώτα απ'όλα, προσδιορίζεται το group των πελατών στους οποίους απευθύνεται το προϊόν, και στη συνέχεια οι ανάγκες / απαιτήσεις των πελατών αυτών που το προϊόν προορίζεται να καλύψει.

- Έπεται η σημαντική φάση όπου ερευνάται ο σχετικός ανταγωνισμός, για συλλογή στοιχείων που μπορούν να τροφοδοτήσουν την εταιρία με πολύτιμες πληροφορίες.

- Ύστερα από τη μελέτη των παραπάνω στοιχείων, η ερευνητική ομάδα οδηγείται στη δημιουργία των προδιαγραφών του προϊόντος, θέτοντας τους στόχους, που θα πρέπει να επιτευχθούν σε κάθε επόμενο στάδιο της εξέλιξής του.

- Η ολοκλήρωση της δεύτερης φάσης, απαιτεί την έγκριση των προδιαγραφών που τέθηκαν, διότι σε διαφορετική περίπτωση, είτε αποφασίζεται η επαναθεώρηση των προδιαγραφών, είτε η ακύρωση του προϊόντος.

- Εφόσον οριστούν οι προδιαγραφές, η επόμενη φάση αφορά τη γενική ιδέα του προϊόντος. Αρχικά, "γεννούνται" γενικές ιδέες (concepts) για τη μορφή του προϊόντος, από τη συνεργασία του ερευνητικού team. Οι ιδέες στη συνέχεια, υποβάλλονται σε λεπτομερή αξιολόγηση, ώστε να επιλεγεί αυτή που θα αναπτυχθεί περαιτέρω. Σημειώνεται, ότι πολλές φορές συμβαίνει να επιλέγονται περισσότερες από μία ιδέες προς "υλοποίηση", με φυσικά ανάλογο κόστος. Στο σημείο αυτό, ενδέχεται να υπάρξει απόφαση που απορρίπτει την επιλεγθείσα ιδέα, οπότε και γίνεται επιστροφή και πάλι στη φάση του σχεδιασμού ιδεών.

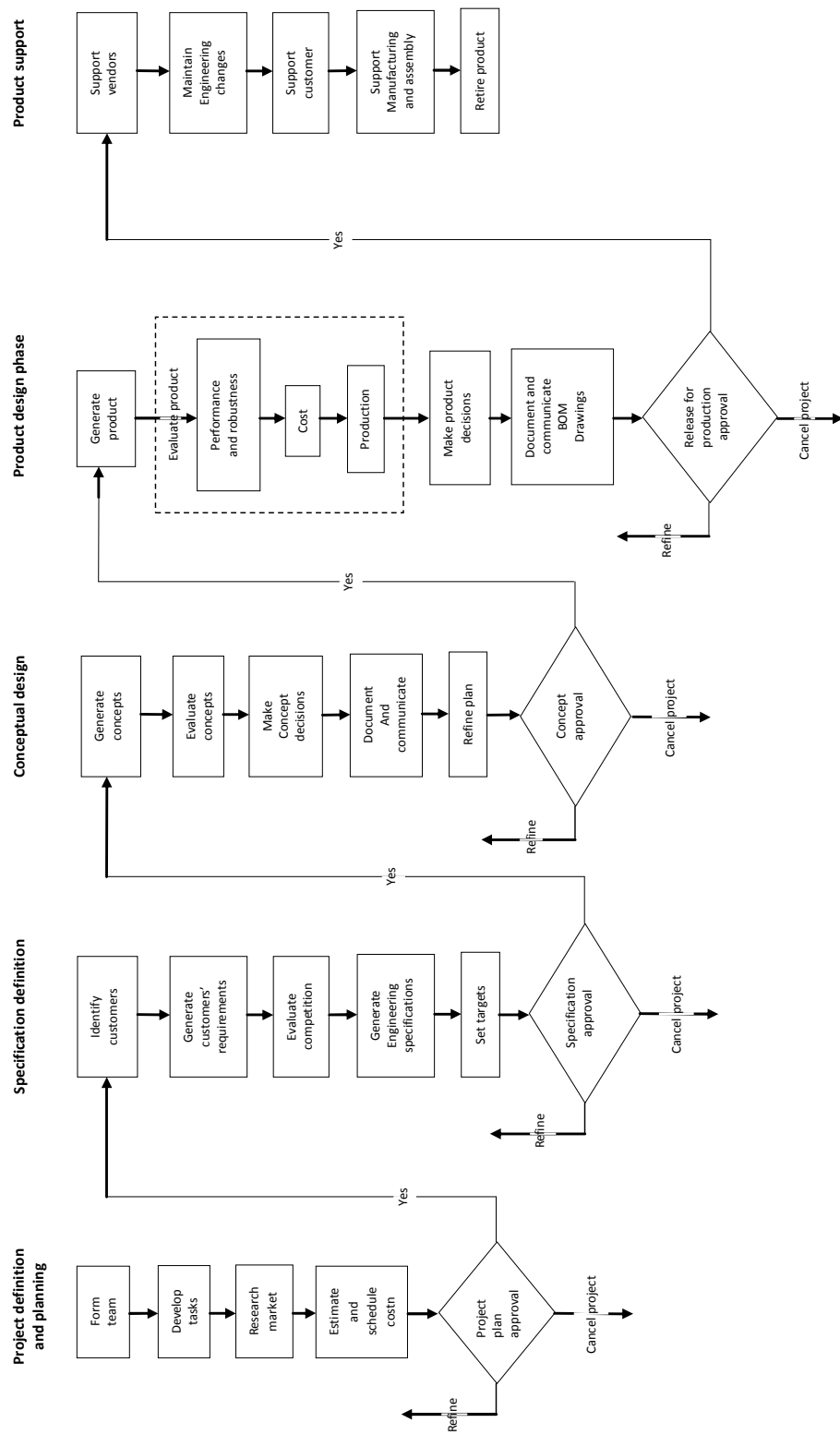
- Το βήμα που ακολουθεί μετά την επιλογή της ιδέας, είναι η παρουσίαση και περιγραφή της επιλεγθείσας ιδέας σε άλλα τμήματα της εταιρίας (κυρίως στα τμήματα παραγωγής και marketing). Με την επικοινωνία αυτή, στην ουσία γίνεται χρήση της τεχνογνωσίας των αντίστοιχων τμημάτων ώστε να γίνουν στη συνέχεια βελτιώσεις και αναθεωρήσεις που θα περιορίσουν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν κατά την παραγωγή και, ταυτόχρονα, θα αναβαθμίσουν την ποιότητα του προϊόντος (παράλληλη μηχανική). Όπως και στις προηγούμενες φάσεις, εξετάζεται και εδώ η συνέχιση -ή μή- της διαδικασίας.

- Στην πρώτη περίπτωση με την έγκριση της επιλεγθείσας προς υλοποίηση ιδέας, και στη δεύτερη περίπτωση, με την επιστροφή για δημιουργία ιδεών, ή την ακύρωση της διαδικασίας.

- Το προϊόν σε αυτό το σημείο, έχει μορφοποιηθεί σαν ιδέα, και μένει η υλοποίηση και τελική ανάπτυξή του. Έτσι, η φάση αυτή ξεκινά με τη δημιουργία του προϊόντος,

σύμφωνα με την ιδέα που έχει επιλεγεί. Όπως αναφέρθηκε, μπορεί να υλοποιηθούν περισσότερες από μία ιδέες.

- Στη συνέχεια γίνεται αξιολόγηση σταδιακά, ως προς την απόδοση, την ποιότητα της κατασκευής και ως προς το κόστος.
- Έπειτα, εξετάζονται οι λεπτομέρειες που αφορούν τη διαδικασία παραγωγής του προϊόντος. Ύστερα από αυτή τη μελέτη, λαμβάνονται οι αντίστοιχες αποφάσεις, και ανάλογα με αυτές, είτε γίνεται πρόοδος στο επόμενο βήμα, είτε επιλέγεται διαφορετική εναλλακτική για υλοποίηση και αξιολόγηση.
- Στη συνέχεια, σε συνεργασία με άλλα τμήματα της εταιρίας (κυρίως με το τμήμα παραγωγής), καθορίζονται τα μηχανολογικά σχέδια, η λίστα υλικών (BOM), που θα χρησιμοποιηθούν και γενικά εξετάζονται θέματα γύρω από τη διαδικασία παραγωγής του προϊόντος.
- Αφού καθοριστούν τα παραπάνω και εγγραφεί το προϊόν, ξεκινά η διαδικασία παραγωγής.
- Στην περίπτωση μή-έγγρισης, είτε γίνεται επιστροφή για διορθώσεις ή επιλογή εναλλακτικών λύσεων, είτε ακύρωση του προϊόντος.



Διάγραμμα 1.1 - Γενικευμένη διαδικασία μελέτης-ανάπτυξης προϊόντων

Η ομάδα που ήταν υπεύθυνη για το σχεδιασμό, μεριμνά για την υποστήριξη του προϊόντος, καθ'όλη την πορεία του στην αγορά. Ενημερώνει τους πελάτες για το προϊόν, μπορεί να αποφασίσει αλλαγές λειτουργικής, ή μορφολογικής φύσεως, παρέχει υποστήριξη στους χρήστες του προϊόντος και τελικά είναι αυτή που επιλέγει τη χρονική στιγμή για την απόσυρσή του.

Η παραπάνω περιγραφείσα διαδικασία, αποτελεί ένα γενικευμένο μοντέλο, πουπερικλύει βασικά και κατά κάποιο τρόπο, απαραίτητα βήματα για μία μεθοδευμένη μελέτη. Η διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης προϊόντων, είναι σαφώς διαφορετική μεταξύ των εταιριών. Βασικοί παράγοντες που συντελούν στη διαμόρφωση της διαδικασίας αυτής, για μία εταιρία είναι:

- το είδος του -προς μελέτη- προϊόντος,
- η δυναμικότητά της σε προσωπικό και εξοπλισμό
- τα οικονομικά μεγέθη που δύναται να δαπανήσει σε έρευνα

Έτσι, υιοθετεί αυτοσχέδια μοντέλα ανάπτυξης προϊόντων τα οποία εξελίσσει μέσα στο χρόνο ώστε να ανταποκρίνονται στον τρόπο λειτουργίας της.



Market
timing

Είναι προφανές ότι μία εταιρία αποσκοπεί στην εμπορική της επιτυχία. Πέρα λοιπόν από την πρόοδο των πωλήσεων των προϊόντων ή των υπηρεσιών της, σημαντική επιδίωξη μπορεί να είναι και η παγίωση του κύρους που συνοδεύει το όνομά της.

Η έννοια κύρος αφορά στην αναγνώριση που επιτυγχάνει μία εταιρία για την ποιότητα και αξιοπιστία των προϊόντων της (ή υπηρεσιών) της στο παρελθόν. Για παράδειγμα, σε ένα αυτοκίνητο, ο όρος αξιοπιστία συνεπάγεται ενεργητική και παθητική ασφάλεια. Σε ένα όμως προϊόν μίας χρήσης όπως ένα αναψυκτικό, το κρίσιμο χαρακτηριστικό είναι η ικανοποίηση της ανάγκης που έκανε τον αγοραστή να το επιλέξει.

Σημαντικό είναι ότι σε πολλές περιπτώσεις το κύρος και η εικόνα της εταιρίας μεταβάλλονται δυναμικά, αλλά ετεροχρονισμένα σε σχέση με την ικανοποίηση των χρηστών, γεγονός που μπορεί να αξιοποιήσει η εταιρία κατά το στρατηγικό προγραμματισμό της. Το κύρος προσφέρει σημαντική ανάδραση στις πωλήσεις, αφού επιδρά σημαντικά στους αναποφασιστους και στους λιγότερο απαιτητικούς καταναλωτές.

Η επικοινωνία

Η εμπορική επιτυχία μιας εταιρίας, μπορεί με σιγουριά να ειπωθεί, ότι θεμελιώνεται και χτίζεται πάνω στην επικοινωνία που επιδιώκει η εταιρία, με το καταναλωτικό κοινό. Η ικανότητά της να “διαβάζει” τις επιθυμίες (“τί και πώς”) του καταναλωτή, επιφέρει ισχυρή γνώση ώστε να μεγιστοποιείται η πιθανότητα επιτυχημένων προϊόντων στην αγορά ύστερα από μία σωστή ανάλυση.

Η συλλογή πληροφοριών από το καταναλωτικό κοινό, μπορεί να επιτευχθεί ουσιαστικά με τρεις μεθόδους:

Μία μέθοδος είναι η παρατήρηση χρηστών διαφόρων προϊόντων της εταιρίας, αλλά και ανταγωνιστικών εταιριών. Με την παρατήρηση αυτή, εντοπίζονται τα πιθανά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των εκάστοτε προϊόντων από τη σκοπιά του χρήστη-καταναλωτή. Έπεται αποκωδικοποίηση των δεδομένων αυτών σε

όρους των τμημάτων marketing, και σχεδιασμού. Η εταιρία έτσι μπορεί να αναπτύξει, ή να βελτιώσει ένα προϊόν, κάνοντάς το περισσότερο προσιτό και προσφιλές στο χρήστη, επικρατώντας του ανταγωνισμού. Ένα παράδειγμα είναι η βελτίωση της πρόσβασης και διαμόρφωσης του χώρου αποσκευών σε υπάρχον μοντέλο αυτοκινήτου, σαν αποτέλεσμα της μεθόδου.

Άλλη μέθοδος, βασίζεται στην έρευνα, και συλλογή στοιχείων για συγκεκριμένα θέματα γύρω από κάποιο προϊόν. Ο πιο συνήθης τρόπος είναι με τη μορφή ερωτηματολογίων, όπου οι χρήστες καλούνται να απαντήσουν σε γενικές γύρω από το προϊόν ερωτήσεις, αλλά και ερωτήσεις που αφορούν λεπτομέρειες. Σημαντικότερο και πιο κρίσιμο στάδιο αυτής της μεθόδου, είναι η ετοιμασία του ερωτηματολογίου.

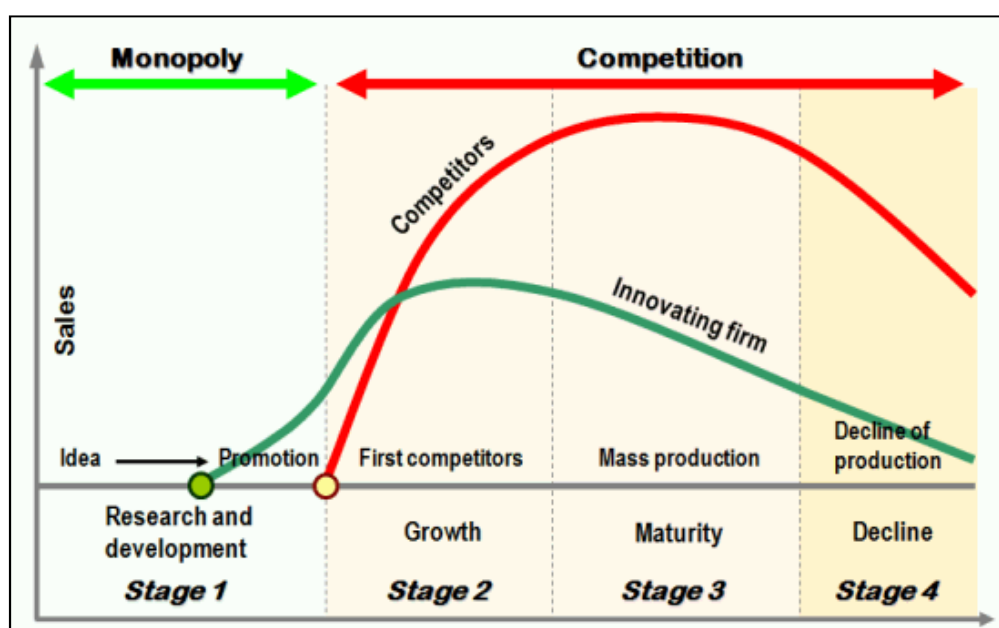
Μια άλλη δημοφιλής μέθοδος είναι αυτή του “focus group”, όπου η συλλογή στοιχείων γίνεται με τη μορφή ευθείας συζήτησης, αποτελούμενης από άτομα του σχεδιαστικού *team*, και συνήθως δέκα επιλεγμένους πελάτες.

Ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος, ξεκινά από την εμβρυακή του μορφή ως “ιδέα”, περιλαμβάνει την παραγωγή, είσοδο και πορεία του στην αγορά, και κατόπιν την απόσυρσή του.

Μία επιτυχημένη μελέτη, θα φέρει το προϊόν σε πλεονεκτική θέση έναντι του ανταγωνισμού, και τα ανάλογα κέρδη στην εταιρία. Ιδανική είναι η περίπτωση όπου ο ανταγωνισμός καθυστερεί να εισέλθει, οπότε και η καθυστέρηση αυτή μετατρέπεται σε κέρδος, και ωφέλιμο χρόνο για να αποφασιστεί η “επόμενη κίνηση” της εταιρίας. Είναι πολύ σημαντικό το προϊόν να εισέλθει την “κατάλληλη” στιγμή, στην “κατάλληλη” αγορά.

Συνήθως, η κατάλληλη στιγμή για τα περισσότερα προϊόντα, “είναι-όσο-νωρίτερα- γίνεται” (*yesterday!*) , δεδομένων παραμέτρων που καθορίζουν την τάση των καταναλωτών (πχ. εποχιακά προϊόντα), και του ανταγωνισμού. Ο όρος κατάλληλη αγορά, αφορά κυρίως το πόσο ενδιαφέρον, ή αδιάφορο μπορεί να υπάρξει το προϊόν σε μία αγορά.

Η εξέλιξη ενός ήδη υπάρχοντος προϊόντος, γίνεται γιατί του δίνει σημαντική εμπορική ώθηση, και αυξάνει τη διάρκεια ζωής του, ανταποκρινόμενο σε περισσότερες απαιτήσεις καταναλωτών (αναβάθμιση επιπέδου εργονομίας-ποιότητας),ή ανταποκρινόμενο σε απαιτήσεις περισσότερων καταναλωτών (βελτίωση χρηστικότητα-σχεδιαστικές βελτιώσεις) . Εξέλιξη μπορεί να σημαίνει Παρακάτω, θα δούμε τη ροή των ενεργειών που περιγράφουν (στοιχειοθετούν) τη δημιουργία του νέου μοντέλου.



Σχημα 2.1 - Ο κύκλος ζωής του προϊόντος



Από την οπτική του πώς δημιουργείται ένα νέο προϊόν, θα εστιάσουμε στην ανάπτυξη - καθώς και στη μελέτη που προηγήθηκε - ενός νέου μοντέλου ποδηλάτου από την εταιρία BikeE. Το νέο αυτό μοντέλο, υποκείμενο στα πλαίσια της χαρακτηριστικής σχεδιαστικής φιλοσοφίας της BikeE, θα εξοπλίζεται με μηχανισμό ανάρτησης.

Όπως θα δούμε, η εταιρία ανέπτυξε το νέο μοντέλο, ανταποκρινόμενη στις απαιτήσεις μεγάλου αριθμού χρηστών ποδηλάτων (όχι μόνο της bikeE). Η εξοπλιστική αυτή αναβάθμιση θα δώσει σημαντική εμπορική ώθηση στο νέο μοντέλο, καθιστώντας το σαφώς πιο ευέλικτο, και κατά κάποιον τρόπο δικαιώνοντας τους “πιστούς” χρήστες bikeE, οι οποίοι ειδικά στις Η.Π.Α κάθε άλλο παρά λιγοστοί είναι.



Η επικοινωνία με τους χρήστες, θα γίνει με τη μορφή γραπτού ερωτηματολογίου, μέρος του οποίου θα παρατεθεί αυτούσιο παρακάτω. Η ερευνητική ομάδα, ακολούθησε τα παρακάτω βήματα, που συναποτελούν θεμελιώδη προεργασία για τη συλλογή επικοδομητικών και ουσιαστικών πληροφοριών.

Βήμα 1

Ο Αποσαφήνιση των προβλημάτων/τομών , πάνω στα οποία θα επιχειρηθεί η συλλογή πληροφοριών. Αυτό γίνεται με ταξινόμηση όλων των επιμέρους προβλημάτων και υποπροβλημάτων σε ενότητες όπου για καθεμιά, θα περιγράφεται το είδος των πληροφοριών που χρειάζονται.

Βήμα 2

- ο Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου συλλογής δεδομένων, ανάλογα με τα στοιχεία που χρειάζεται η εταιρία.

Βήμα 3

- ο Η κάθε ερώτηση θα πρέπει να έχει ξεκάθαρο θέμα καθώς και προκαθορισμένο στόχο (για ποιο -αυστηρά- ακριβώς αντικείμενο θα προσφέρουν πληροφορίες, οι απαντήσεις).

Βήμα 4

- ο Διατύπωση των ερωτήσεων, ώστε με ευκρίνεια, περιεκτικότητα και μέσα από τρόπο ξεκάθαρο, να οδηγούν στη συλλογή των σωστών πληροφοριών.

Βήμα 5

- ο Ταξινόμηση των ερωτήσεων με συναφή τρόπο, ώστε να επιτευχθεί ποιότητα στις ληφθείσες απαντήσεις. Ο συμμετέχων πρέπει να απαντήσει με τη λογική του και όχι “κατευθυνόμενος”.

Βήμα 6

- ο Συλλογή των δεδομένων ύστερα από μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία. Χρήσιμα δεδομένα, απαιτούν ένα αρκετά μεγάλο (ανάλογα με το θέμα που μελετάται) δείγμα ερωτηθέντων.

Βήμα 7

- ο Παραμετροποίηση των συλλεχθέντων δεδομένων. Αναγωγή δηλαδή των απαντήσεων τύπου “**γρήγορο**”, “**εύκολο**”, “**σημαντικό**” και λοιπά, σε όρους του γνωστικού αντικείμενου το οποίο αφορούν (π.χ. ορολογία σχεδιαστικού τμήματος).

Το ερωτηματολόγιο συλλογής πληροφοριών

Η ομάδα οδηγήθηκε στη σύνταξη του ερωτηματολογίου, του οποίου μέρος για τους χρήστες BikeE, παρατίθεται με μία όσο το δυνατόν προσεγγιστική μεταφορά στην ελληνική.

Ερώτηση 1

- Πόσα μίλια διανύετε με το ποδήλατό σας (**BikeE**), σε εβδομαδιαία βάση; (επιλογή μίας μόνο απάντησης)

1. < 5

2. 5 – 10

3. 10 – 30

4. > 30

Ερώτηση 2

- Πάνω σε τί είδους έδαφος οδηγείτε **συχνότερα** το ποδήλατό σας ;

1. Ομαλό οδόστρωμα

2. Οδώστρωμα με λακούβες

3. Χωματόδρομο

4. Υπαίθρια μονοπάτια

5. Πλήρως ανώμαλο έδαφος

Ερώτηση 3

- Αν το **BikeE** σας, διαθέτετε σύστημα ανάρτησης στο πίσω μέρος του, τί είδους έδαφος θα διανύατε ;

(επιλογή και περισσότερων -της μίας- απαντήσεων)

1. Ομαλό οδόστρωμα
2. Οδώστρωμα με λακούβες
3. Χωματόδρομο
4. Υπαίθρια μονοπάτια
5. Πλήρως ανώμαλο έδαφος

Ερώτηση 4

- Αν το **BikeE** σας, διαθέτετε σύστημα ανάρτησης στο πίσω μέρος, πόσο συχνά θα σας απασχολούσε η συντήρησή του;

(χρόνος που απαιτείται, είναι αντίστοιχος της ρύθμισης των ελαστικών του ποδηλάτου)

Επιλογή της πιο αποδεκτής απάντησης

1. Ποτέ
2. Μία φορά κάθε τρεις μήνες
3. Μία φορά το μήνα
4. Μία φορά την εβδομάδα
5. Πριν από κάθε χρήση

Ερώτηση 5

- Τί είναι πιο σημαντικό για σένα;

Αξιολόγησε από το 1 έως το 5

_____	Εξουδετέρωση ανωμαλιών του οδοστρώματος
_____	Απορρόφηση ισχυρών τρανταγμάτων από λακούβες
_____	Χαμηλές απαιτήσεις για συντήρηση
_____	Ωραίο "look"
_____	Εύκολη συντήρηση

Ερώτηση 6

- Τί βάρος έχεις; _____kgr

Ερώτηση 7

- Ανάφερε υπέρ και κατά, ή εμπειρίες σου από την καθημερινή χρήση του BikeE.

Συλλογή δεδομένων

Η ερευνητική ομάδα της εταιρίας αναφοράς μας (BikeE), επιχειρώντας διερεύνηση των τάσεων και των απαιτήσεων του target group της (οδηγοί ποδηλάτων), θα συλλέξει πληροφορίες, οι οποίες θα επεξεργαστούν σαν δεδομένα. Η επεξεργασία αυτή θα καθοδηγήσει την ομάδα ώστε να οριστεί πλήρως το πρόβλημα, καθώς και ο στόχος της: επιτυχής λύση, χρονικά, ποιοτικά, καθώς και από οικονομοτεχνικής άποψης .

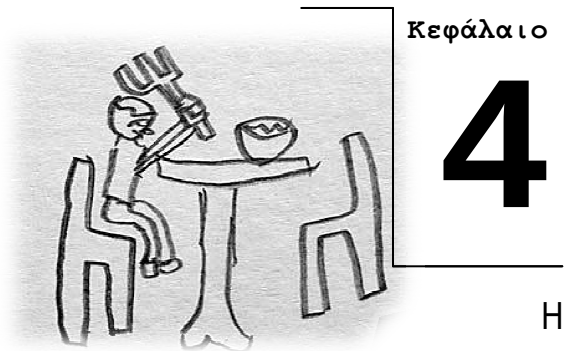


Οι απαιτήσεις για το σύστημα ανάρτησης

Η σχεδιαστική ομάδα, μέσα από τα ερωτηματολόγια και διάφορες συνεντεύξεις με ανθρώπους από καταστήματα πωλήσεων/επισκευών ποδηλάτων, διαμόρφωσε τις βασικές απαιτήσεις των χρηστών (customers' requirements), οι οποίες και προσανατολίζουν κατά κύριο λόγο τη μελέτη της εταιρίας, και παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2. Τονίζεται ότι οι απαιτήσεις αυτές, αλλά και το ζητούμενο στη φάση αυτή της διαδικασίας, απαντούν το «τί» χρειάζεται και όχι «πώς» θα είναι, ή θα λειτουργεί.

- | |
|--|
| • Απόλυτα ομαλή αίσθηση στο δρόμο |
| • Απόσβεση των κραδασμών από λακούβες |
| • Εύκολη ρύθμιση του συστήματος ανάρτησης για αναβάτες διαφορετικού βάρους |
| • Εύκολη ρύθμιση του συστήματος ανάρτησης για αναβάτες διαφορετικού ύψους |
| • Εύκολη ρύθμιση της «σκληρότητας» της ανάρτησης |
| • Εύκολη συντήρηση |
| • Να «δείχνει» σαν ανάρτηση |
| • Να μην επηρεάζεται αισθητά από τη θερμοκρασία |
| • Να μην επηρεάζεται αισθητά από τις λάσπες κλπ. |
| • Να μην είναι ευπαθές στο νερό και την υγρασία |
| • Να μην πραγματοποιεί δύο κινήσεις (κάτω-πάνω) σε κάθε πεταλιά (pogoing) |
| • Να είναι εύκολη η συναρμολόγησή του |
| • Το κόστος του πίσω ψαλιδιού να μην ξεπερνά τα \$50 |
| • Το βάρος του πίσω ψαλιδιού να μην ξεπερνά τα 400 gr |
| • Να μη μεταβάλλεται το ύψος του ποδηλάτου |

Πίνακας 3.1 – Οι πρωτεύουσες απαιτήσεις των χρηστών για το σύστημα ανάρτησης, όπως καταγράφηκαν από τη σχεδιαστική ομάδα της BikeE.



Κεφάλαιο

4

Η

σχεδιαστική

ομάδα

-Design team

Βασικό κριτήριο για τη διεκπεραίωση ενός οποιουδήποτε project, και δει αν πρόκειται για προϊόν, είναι η πλήρως οργανωμένη λειτουργία της σχεδιαστικής ομάδας. Αυτό, χαριτωμένα μπορεί να ταυτιστεί με τον «παλμό» μιας ορχήστρας, κατά την εκτέλεση ενός κομματιού, ο οποίος παλμός είναι αποτέλεσμα αξιοποίησης της δεξιοτεχνίας και της φαντασίας των μουσικών, αλλά και ανάλογος της ποιότητας κατασκευής και υλικών των οργάνων.

Η ομάδα, θα πρέπει να στελεχωθεί προφανώς, με κριτήρια το μέγεθος (δυναμικότητα) της εταιρίας, από το οικονομικό πρίσμα κυρίως, και παράλληλα, τις απαιτήσεις του εκάστοτε project. Η σχεδιαστική ομάδα της BikeE, η οποία καλείται να αναπτύξει το νέο μοντέλο, αποτελείται από το σχεδιαστή μηχανικό (*Design Engineer*), τον προϊστάμενο μάρκετινγκ (*product manager*), τον τεχνικό (*technician*), τον προϊστάμενο παραγωγής (*manufacturing manager*), το χειριστή μηχανουργό (*machinist*), ένα βιομηχανικό σχεδιαστή (*industrial designer*) και, τέλος, τον υπεύθυνο-εξειδικευμένο επί των υλικών (*materials specialist*).

Ο **σχεδιαστής μηχανικός** (*design engineer*), φέρει εξ'ολοκλήρου την ευθύνη του σχεδιασμού του προϊόντος. Γι' αυτό και η εμπειρία του μηχανικού, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ανάληψη της θέσης αυτής. Άλλο προαπαιτούμενο που μαζί με την έντονη φαντασία πρέπει να χαρακτηρίζει ένα «δημιουργικό» σχεδιαστή μηχανικό, είναι η γνώση αξιοποίησης της τρέχουσας τεχνολογίας, όσον αφορά για παράδειγμα τη χρήση λογισμικών, τα οποία εξελίσσονται με ταχύτατο ρυθμό. καθώς και η αφαιρετική ικανότητα, πάνω στο σχεδιασμό συναρμογών. Το σχεδιασμό δηλαδή αξιόπιστων συναρμολογήσεων με τα ελάχιστα απαιτούμενα εξαρτήματα. Το τελευταίο, μπορεί να προϋποθέτει ευρύτερη κατανόηση/γνώση υπαρχόντων τεχνοτροπιών. *Η έκταση του εκάστοτε project, μπορεί να απαιτήσει και παραπάνω του ενός σχεδιαστές.*

Ο **product manager** (ή προϊστάμενος marketing, ή *product marketing manager*), είναι υπεύθυνος για την εξέλιξη, και επιτυχία του προϊόντος στην

αγορά. Αποτελώντας το συνδετικό κρίκο μεταξύ προϊόντος και πελάτη/χρήστη, είθισται να προέρχεται από το τμήμα πωλήσεων, ή εξυπηρέτησης πελατών.

Ο **προϊστάμενος παραγωγής** (*production manager*), είναι ο φορέας της τεχνογνωσίας σε ό,τι αφορά τις μεθόδους, και τις διαδικασίες βιομηχανικής παραγωγής. Ένα προϊόν, πρέπει να σχεδιάζεται συμπεριλαμβανομένου και του κριτηρίου «πώς» (**how**) θα παραχθεί, μέσω της οικονομικότερης, αποδοτικότερης, και ταυτόχρονα αξιόπιστης παραγωγικής διαδικασίας. Η έννοια της αξιοπιστίας εδώ, περιλαμβάνει μειωμένη ελαττωματική παραγωγή, καθώς και επιλογή γραμμής παραγωγής, με τις ελάχιστες δυνατές χρονικές και οικονομικές απώλειες, ωφειλόμενες σε τεχνικούς λόγους (π.χ. βλάβες μηχανών).

Ο **τεχνικός** (*technician*), με τη χειρωνακτική του εμπειρία και δεξιότητα, πλάι στο σχεδιαστή, δημιουργεί τα πρωτότυπα μοντέλα του σχεδιαζόμενου προϊόντος (*prototyping process*). Πάνω στα πρωτότυπα, πραγματοποιούνται πειραματισμοί και δοκιμές, με σκοπό την ανάπτυξη και βελτίωση.

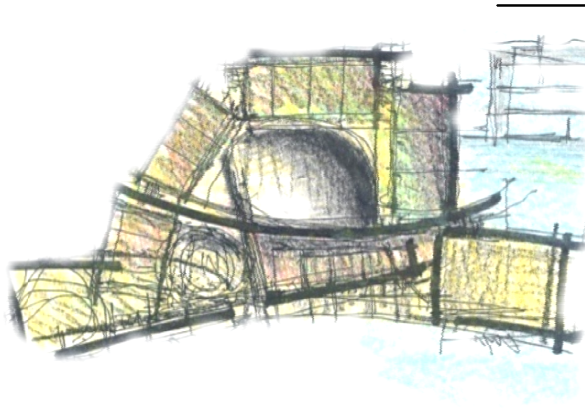


Σημαντικός είναι ο ρόλος του **materials specialist** (ειδικός επί των υλικών). Με γνώσεις **επιστήμης των υλικών**, και **χημικών διεργασιών**, θα επιλέξει επ'ακριβώς τα κατάλληλα υλικά που θα «ενσαρκώνουν» το προϊόν. Διαδικασία ιδιαίτερα περίπλοκη, αφού η επιλογή γίνεται τόσο ανάμεσα από μία τεράστια γκάμα από γνωστά έτοιμα υλικά, όσο και από υλικά (κράματα

/μείγματα) που ενσωματώνουν την εκάστοτε προχωρημένη τεχνολογία. Πολλές φορές, τα υλικά αυτά παρασκευάζονται εντός της εταιρίας. Έτσι, προσδίδονται στο προϊόν, ιδανικά οι επιθυμητές ιδιότητες, και παράλληλα το προϊόν αποκτά ταυτότητα, και διαφοροποιείται από τον ανταγωνισμό.

Ο **βιομηχανικός σχεδιαστής** (*industrial designer*), με γνώμονα τον ανθρώπινο παράγοντα του πελάτη/χρήστη, συμπληρώνει την έρευνα για το προϊόν, ως προς τη μορφή που αυτό θα έχει (look like). Η έννοια μορφή εδώ, συμπεριέχει τα εξής κριτήρια: λειτουργία, αισθητική, σχεδιασμός με κάποιο σκοπό, χρώμα, ανάπτυξη και ενσωμάτωση καινοτομιών, κ.α.

Η έρευνα μπορεί να περιλαμβάνει προγραμματισμό συστημάτων παραγωγής (CAM/CIM), και προσωμοιώσεις μέσω CAE για την ανάπτυξη της λειτουργικότητας του προϊόντος.



Κεφάλαιο

5

Η ανάπτυξη

της

ιδέας-

-Conceptual design

Ύστερα από την αποσαφήνιση του προβλήματος, και τη φάση του καθορισμού των προδιαγραφών, υπάρχει μία ξεκάθαρη εικόνα για το ποιά θα είναι τα χαρακτηριστικά, και ποιές θα είναι οι απαιτήσεις του προϊόντος. Η ποιοτική αξιοποίηση όλων των έως τώρα πληροφοριών θα αποτελέσει τη βάση για τη δημιουργία των αρχικών ιδεών (*concepts*). Αυτή είναι και ίσως η περισσότερο κομβική φάση της διαδικασίας, αφού οι νέες ιδέες μπορεί να έχουν μεταξύ τους πολλές, αλλά και ουσιαστικές διαφορές.

Τεχνικές λειτουργικού σχεδιασμού

Η BikeE, έχοντας ως σχεδιαστική αρχή τη λειτουργικότητα των προϊόντων της, θα αποδομήσει το πρόβλημα της εγκατάστασης πίσω ανάρτησης, σε επιμέρους στοιχεία και πληροφορίες. Το προϊόν, μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα μαύρο κουτί συστήματος, με είσοδο και έξοδο. Έτσι, καθίστανται μετρήσιμοι, ποσοτικοί όροι, όπως η ροή ενέργειας (*energy flow*), ή επένδυση σε υλικό (*material*).

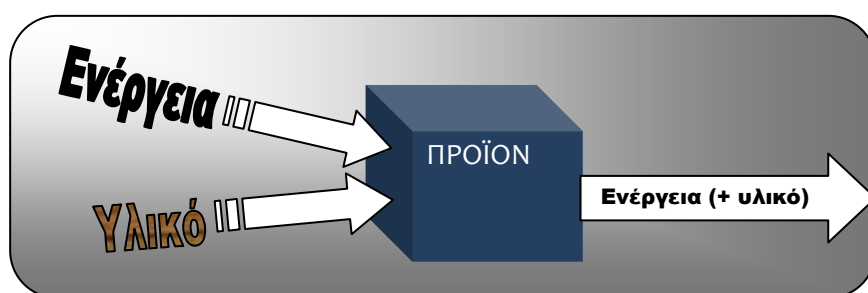
Η ανάλυση θα παραγματοποιηθεί σε τέσσερα βασικά στάδια, και αν είναι επιτυχής, θα έχει ικανοποιήσει τις παραμέτρους που έχουν τεθεί στις φάσεις που προηγήθηκαν, όπως αρχικός προγραμματισμός, προδιαγραφές, και παράλληλα, τις απαιτήσεις των χρηστών. Γι'αυτό, η μέθοδος αποδόμησης του προβλήματος είναι χρήσιμο να γίνεται με σύμβουλο τις πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί από το κοινό (ενδείκνυται η χρήση του Πίνακα **QFD**-βλ. παράρτημα) .

1^ο Στάδιο

Προσδιορισμός της ακριβούς λειτουργίας, που προορίζεται να έχει το προϊόν.

Κατευθυντήριες Οδηγίες:

Διατήρηση της διοχετευόμενης ενέργειας, είτε με την αποθήκευσή της στο σύστημα, είτε με ισόποση έξοδό της απ' αυτό.



Διατήρηση του υλικού. Τα υλικά που διέρχονται από το σύστημα, πρέπει να διατηρούνται (και όταν αυτό απαιτείται, να εξέρχονται του συστήματος κατά το επιθυμητό). Η συγκεκριμένη οδηγία αφορά στη διατήρηση της μάζας. Στις περισσότερες περιπτώσεις «ανταλλαγής υλικού», σκοπός είναι η μεγιστοποίηση του βαθμού απόδοσης ενός συστήματος που η πρωτεύουσα λειτουργία του είναι κάποια φυσική, ή χημική μεταποίηση. Οι παραγόμενες μορφές υλικού από το σύστημα, περιλαμβάνουν πέρα από τις ωφέλιμες, και τα απόβλητα.

Λεπτομερής καταγραφή όλων των αλληλοσυνδεόμενων εξαρτημάτων, και επίσης των μερών που αλληλεπιδρούν με το σύστημα με τη μορφή ενέργειας, υλικού, ή πληροφορίας.

Απάντηση στην ερώτηση: **Πώς** ο πελάτης/χρήστης, θα γνωρίζει αν το σύστημα αποδίδει;

Χρήση συγκεκριμένης ορολογίας, για περιγραφή λειτουργιών και ενεργειών του συστήματος.(Πίνακας 5.1)

Πίνακας 5.1 – Τυπικές λειτουργίες κατά το σχεδιασμό

Αφομοίωση/ Αφαίρεση	Μετατροπή	Περιορισμός	Προστασία
Ενεργοποίηση	Συνένωση/ Διακοπή	Εγκατάσταση	Έναρξη/ Διακοπή
Ενίσχυση	Κατεύθυνση	Μετακίνηση	Χειρισμός
Συναρμολόγηση/ Αποσυναρμολόγηση	Απαγωγή	Προσανατολισμός	Αποθήκευση
Μετατροπή	Καθοδήγηση	Τοποθέτηση	Παροχή
Οδήγηση	Συγκράτηση ή ασφάλιση	Προστασία	Υποστήριξη
Κατάργηση ή Αποφυγή	Αύξηση/ Μείωση	Αποδέσμευση	Μετατροπή
Συγκέντρωση		Ρύθμιση	Μετασχηματισμός
Τροchioδρόμηση	Σύνδεση/ Διαχωρισμός	Περιστροφή	Επιβεβαίωση
Έλεγχος	Ανύψωση	Διασφάλιση	

Το σύστημα που μελετάται στο BikeE, περιλαμβάνει το σκελετό του ποδηλάτου (στο εξής, «πλαίσιο»), τον πίσω τροχό, και την αλυσίδα. Στο συγκεκριμένο στάδιο, για το σύστημα ανάρτησης του που μελετάται, η **πρωτεύουσα λειτουργία** (*primary function*), μπορεί πολύ συνοπτικά, να οριστεί από δύο οπτικές:



Εικόνα 5.1- Χώρος τοποθέτησης συστήματος ανάρτησης

Μετατροπή των δυνάμεων (κατά μέτρο/κατεύθυνση), που εφαρμόζονται μεταξύ τροχού-αλυσίδας, και πλαισίου.

Μεταφορά των δυνάμεων μεταξύ τροχού - αλυσίδας , και πλαισίου, και απορρόφηση των οποιωνδήποτε απότομων φορτίων που μπορεί να αναπτυχθούν. Οι δυνάμεις προς/από την αλυσίδα επηρεάζουν σημαντικά τη λειτουργία του συστήματος ανάρτησης.

Και οι δύο παραπάνω οπτικές, οδηγούν στα συμπεράσματα:

-Η λειτουργία, αφορά στην ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ ποδηλάτη - αλυσίδας -τροχού, και πλαισίου – τροχού.

-Βασικό αντικείμενο μελέτης, είναι η ροή ενέργειας στο σύστημα.

-Τα όρια του συστήματος είναι ο πίσω τροχός, η αλυσίδα, μία τομή στο πλαίσιο του ποδηλάτου (Εικόνα 5.1).

2^ο Στάδιο

Λεπτομερής περιγραφή των υπολειτουργιών

Στόχος του 2^{ου} (αλλά και του 3^{ου}) σταδίου, είναι ο διαχωρισμός/επιμερισμός του συστήματος, σε όλα τα υποσυστήματα, που συναρμολογούνται μεταξύ τους, το απορτίζουν. Έτσι γίνεται λεπτομερής ανάλυση των μηχανισμών που απαιτούνται, και τίθενται οι βάσεις για σωστή οργάνωσή τους, και συνεπώς αξιοπιστία κατά τη λειτουργία τους.

Συγκεκριμένα:

Τα προϊόντα, βασίζονται σε γενικές ιδέες (concepts). Οι γενικές ιδέες, βασίζονται σε λειτουργίες. Η λεπτομερής ανάλυση σε λειτουργικό επίπεδο ενός συστήματος - μηχανισμού, πρωτού αυτός σχεδιαστεί λεπτομερώς, αναμένεται να επιφέρει τις βέλτιστες σχεδιαστικές λύσεις για την εκάστοτε μελέτη. Είναι βασική η προϋπόθεση να επιτευχθεί πλήρης κατανόηση των λειτουργιών, ώστε να αποφευχθούν καταστροφικές καθυστερήσεις που ωφείλονται σε σχεδιαστικά λάθη, καθώς και δαπάνες που ωφείλονται σε δέσμευση υλικού για παραγωγή λανθασμένων (σχεδιαστικά) εξαρτημάτων.

Η ανάλυση του βασικού μηχανισμού, σε επιμέρους μηχανισμούς, οδηγεί σε μεθοδικό εντοπισμό, και στην κατανόηση όλων των απαιτήσεων του σχεδιαστικού προβλήματος. Παράλληλα, δίνεται η δυνατότητα να αυξηθεί η δημιουργικότητα, καθώς μέσα από μια τέτοια ανάλυση, μπορεί να προκύψουν ιδέες, που ανταποκρίνονται καλύτερα, ή ακόμη και βέλτιστα στο πρόβλημα.

Σχόλιο:

Σε πολλές περιπτώσεις, η διαδικασία της πλήρους ανάλυσης μηχανισμών μπορεί να ξεκινήσει και πριν από τη φάση της αξιολόγησης των προδιαγραφών (ή του πίνακα QFD-βλ. παράρτημα). Όσο νωρίτερα λοιπόν, η εικόνα του «πώς» θα λειτουργεί κάτι γίνεται προφανώς πιο ξεκάθαρη.

Η λειτουργική ανάλυση, εφόσον υπάρχει η κατάλληλη τεχνογνωσία, μπορεί στην πορεία να οδηγήσει και στην επιλογή ήδη υπαρχόντων εξαρτημάτων, τα οποία και μπορούν να ενσωματωθούν στο σύστημα, δημιουργώντας το επιθυμητό αποτέλεσμα. Έτσι μπορεί να επιτευχθεί σταθερότητα, αξιοπιστία στην κατασκευή, καθώς και μείωση του χρονικού και οικονομικού κόστους.

Μία μελέτη, στο παρόν στάδιο της λειτουργικής ανάλυσης, μπορεί να έχει ως αποκλειστικό σκοπό, να ευρεθούν τα έτοιμα εξαρτήματα εκείνα, τα οποία θα συνθέσουν το μηχανισμό. Η επιλογή μπορεί να γίνει μέσα από πληθώρα τυποποιημένων σειρών εξαρτημάτων και υλικών όπως ISO- DIN κλπ..

Κατευθυντήριες Οδηγίες:

Αρχικά η μελέτη γίνεται από το πρίσμα του «τί» πρέπει να συμβαίνει, και όχι του «πώς». Αν γίνει αντίστροφα, στο παρόν στάδιο, οδηγεί στην προσθήκη λεπτομέρειας και πολλών κριτηρίων, καθιστώντας το πρόβλημα περίπλοκο και χρονοβόρο.

Χρησιμοποίηση αντικειμένων και ορολογίας που έχουν οριστεί σε προηγούμενα στάδια. Το στάδιο του **σχεδιασμού των προδιαγραφών** μπορεί να αποτελέσει σημείο αναφοράς.

Αποσυναρμολόγηση του μηχανισμού, όσο το δυνατόν πιο λεπτομερώς. Στη συνέχεια μπορεί, κάθε υποσύστημα (ή μηχανισμός), να λάβει το ρόλο του ως προς τη μετατροπή ή αλλαγή, των ροών: ενέργειας, υλικού, ή πληροφοριών.

Πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν για κάθε μηχανισμό, και πιθανές άλλες λειτουργίες που μπορεί να ακολουθούν, ή να προηγούνται της βασικής. Έτσι είναι χρήσιμο να χρησιμοποιείται συγκεκριμένη ορολογία και γι' αυτές (π.χ. προετοιμασία, χρήση, τελική).

Χρήση κατά προτίμηση ευδιάκριτων, ή και «οικείων» τρόπων συμβολισμού και σημειογραφίας κατά τη διάρκεια της μελέτης. Με τον όρο «οικεία», γίνεται παραπομπή στους συμβολισμούς που χρησιμοποιούνται στα σχέδια ηλεκτρικών κυκλωμάτων, συστημάτων σωληνώσεων, σε διαγράμματα με blocks κ.α.

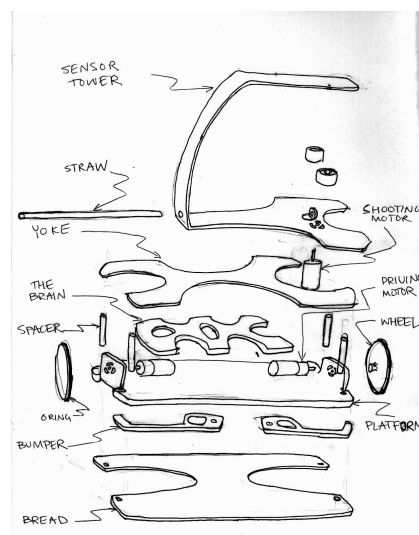
3^ο Στάδιο

Ταξινόμηση όλων των εξαρτημάτων

Η παρούσα σημαντική φάση, υφίσταται ξεχωριστά σε περιπτώσεις με αρκετά μεγάλη πολυπλοκότητα. Διαφορετικά, μπορεί να πραγματοποιηθεί παράλληλα, στο 2^ο στάδιο.

Κατευθυντήριες Οδηγίες:

Οι ροές υλικού, ενέργειας και πληροφορίας, περνούν μέσα από μία λογική και χρονική σειρά. Εντοπισμός της σχέσης μεταξύ των υποσυστημάτων, και σωστή τοποθέτησή τους. Συνήθης περίπτωση, είναι αυτή όπου η



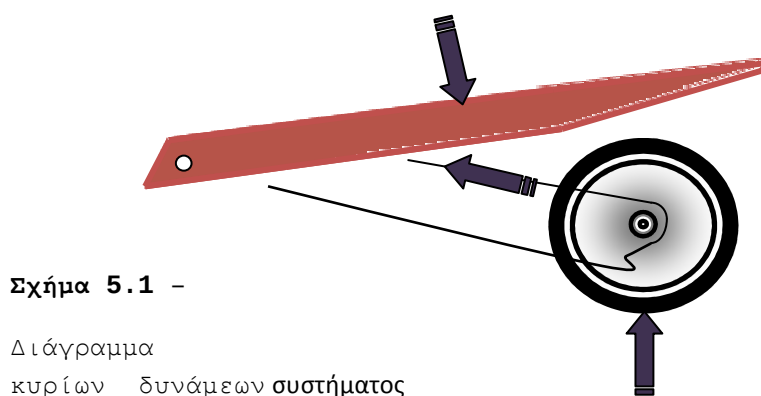
Εικόνα 5.2 -

Αποσυναρμολόγηση αρχικής
ιδέας ρομπότ του
Πανεπιστημίου του Stanford

έξοδος ενός εξαρτήματος, είναι η είσοδος του άλλου. Μία επιτυχής τέτοια ταξινόμηση, προσφέρει μία ξεκάθαρη εικόνα των ροών εντός του συστήματος, και αντιστρόφως.

Αναγνώριση τυχόν πλεοναζόντων μηχανισμών/ εξαρτημάτων, και κατάλληλος συνδυασμός τους.

Λειτουργίες ή εξαρτήματα, εκτός των ορίων του συστήματος, πρέπει να αποφεύγονται, και αν αυτό είναι αναπόφευκτο, να περιορίζονται στο ελάχιστο.

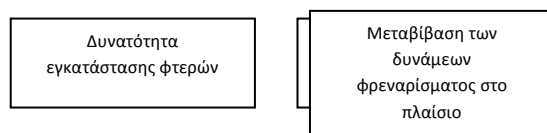
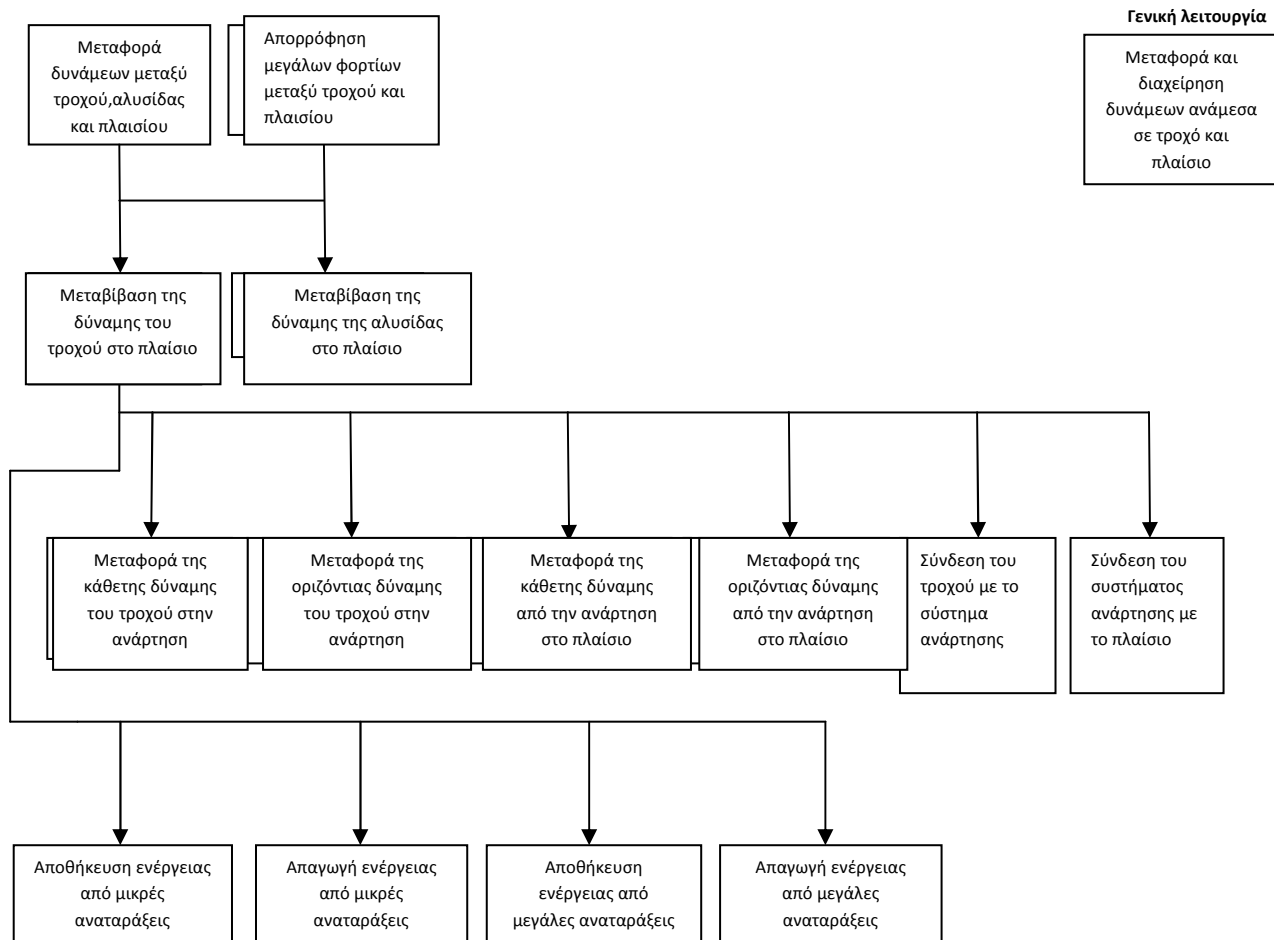


Στα πλαίσια της μελέτης της ανάρτησης του BikeE, η ομάδα αρχικά χρησιμοποίησε ένα απλουστευμένο διάγραμμα ελευθέρου σώματος (Σχήμα 5.1). Πάνω στο διάγραμμα αυτό, είναι τοποθετημένα τα βασικά φορτία, που θα «παραλαμβάνει» το σύστημα. Πρόκειται για την κάθετη δύναμη του τροχού, την εντατική δύναμη της αλυσίδας, και το φορτίο του πλαισίου, το οποίο και ισορροπεί τις προηγούμενες δύο. Αμελώντας τα πλευρικά φορτία, λόγω αδιαφορίας, διαμορφώνεται ένα πρόβλημα δύο διαστάσεων.

Η σχεδίαση του πρώτου ποδηλάτου της BikeE (που δεν περιλάμβανε ανάρτηση), είχε γίνει, σχεδόν αμελώντας την τάση της αλυσίδας, και λαμβάνοντας υπόψιν κυρίως το φορτίο του αναβάτη και την αντίδραση αυτού, από τον τροχό. Στην παρούσα στατική ανάλυση, συνυπολογίζεται η

δύναμη της αλυσίδας, μιας και η δράση της στο πίσω «V» (ψαλίδι), είναι υψηλότερη εκ των δυνάμεων τροχού και πλαισίου.

Έτσι η σχεδιαστική ομάδα κατέληξε στην ακόλουθη διάσπαση του μελετώμενου συστήματος, στις συστατικές λειτουργίες του.

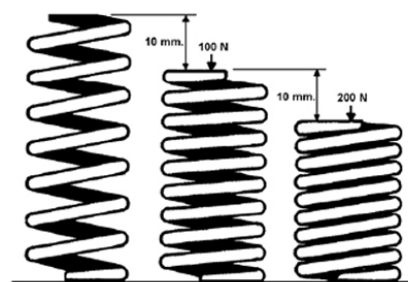


Διάγραμμα 5.1 - Λειτουργική αποσυναρμολόγηση του συστήματος ανάρτησης

Όπως φαίνεται παραπάνω, η σχεδιαστική ομάδα, προσπάθησε να εντοπίσει όσο το δυνατόν περισσότερες λειτουργίες του συστήματος. Είναι εμφανής η επικέντρωση στην ενεργειακή αλληλεπίδραση του συστήματος με τα σύνορά του, καθώς και στις ενεργειακές μεταβολές εντός συστήματος. Επιπλέον γίνεται σαφής διαχωρισμός για την απόκριση του συστήματος σε ασθενείς και ισχυρούς κραδασμούς, διότι αποτελεί σύνθετο πρόβλημα, η «συμπεριφορά» ενός μέσου μεταφοράς σε διαφόρους τύπους οδοστρώματος. Όσο αυξάνει η αίσθηση του «λείου», (σε τραχύ οδόστρωμα), τόσο μειώνεται η δυνατότητα απόσβεσης των ισχυρών αναταράξεων.

Έτσι, η ρύθμιση του συστήματος ανάρτησης γίνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις, και τη χρήση για την οποία κυρίως προορίζεται το μέσον. Με την αύξηση της ενέργειας του ελατηρίου (Σχήμα 5.2), ή της πίεσης στον κύλινδρο, στο σύστημα ανάρτησης, μειώνεται το εύρος των ταλαντώσεων, οπότε και παράλληλα, η ικανότητα απορρόφησης πολύ απότομων φορτίων.

Επίσης, λειτουργίες που συνυπολογίζονται στο διάγραμμα, είναι η βέλτιστη εισφορά της ανάρτησης κατά την πέδηση (με κατάλληλη μεταφορά δυνάμεων), καθώς και η αυτοπροστασία όλου του συστήματος (με ειδικά σχεδιασμένο κάλυμα).



Σχήμα 5.2 -

Ρύθμιση ελατηρίου ανάρτησης

Στη συνέχεια, απεικονίζονται μέσα μεταφοράς, που η ρύθμιση του συστήματος ανάρτησης που φέρουν, καθορίζει τη χρήση τους.



4^ο Στάδιο

Πλήρης ανάλυση των μηχανισμών

Στο σημείο αυτό, όλα τα εξαρτήματα και η μηχανισμοί που αποτελούν το σύστημα, θα αναλυθούν μέχρις ότου να μην είναι δυνατή περαιτέρω αποσυναρμολόγησή τους. Το σημείο αυτό, γίνεται αντιληπτό και στην

περίπτωση που καθίσταται απαραίτητη η χρήση επιπλέον εξαρτημάτων για κάποιο μηχανισμό. Έτσι, σταματά η αποσυναρμολόγηση, γιατί με νέα εισερχόμενα εξαρτήματα, πρέπει να προσδιοριστεί το πώς θα λειτουργεί ο μηχανισμός, και όχι τί ακριβώς θα κάνει, που είναι το ζητούμενο της παρούσας διαδικασίας.

Στο Διάγραμμα 5.1, περιλαμβάνονται λειτουργίες οι οποίες έχουν φτάσει σε τελικό στάδιο ανάλυσης («ατομικές»). Όμως υπάρχουν και μηχανισμοί που μπορούν περαιτέρω να αναλυθούν, ή να περιγραφούν με εξαρτήματα. Οι μηχανισμοί αποθήκευσης ενέργειας (store energy), μπορούν να παραπέμψουν σε υπάρχοντα εξαρτήματα όπως ελατήρια, κυλίνδρους, μπουκάλες, κ.α.

Είναι ευνόητο, ότι η λειτουργική ανάλυση σε κάποιο σύστημα, αποτελεί μια ιδιαίτερα σύνθετη γενικευμένη διαδικασία, με διαχείριση πολλών παραμέτρων, που εύκολα μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένες λύσεις. Έτσι, απαιτεί αρκετό χρόνο στον προγραμματισμό των εργασιών, ώστε η γνώση που θα προκύψει από αυτή, να είναι τα θεμέλια μιας επιτυχημένης μελέτης.

Η Μορφολογική μέθοδος στη δημιουργία ιδεών

Όντας ιδιαίτερα δημιουργική για την παραγωγή ιδεών, η τυποποιημένη μορφολογική μέθοδος, αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο. Εφαρμόζεται σε δύο βασικές φάσεις, και φυσικά εξαρτάται άμεσα από την τεχνογνωσία και τη δημιουργικότητα των σχεδιαστών, διότι σκοπός της είναι η εξαγωγή πολλών εναλλακτικών, από το πιο «απλό», έως το πιο σύνθετο πρόβλημα. Η ονομασία της μεθόδου, παραπέμπει στον τρόπο που αυτή προσεγγίζει το πρόβλημα, δηλαδή μελέτη σχεδίων, δομών και σχημάτων, που καταλήγει σε ένα πίνακα εναλλακτικών τρόπων προσέγγισης κάθε λειτουργίας.

Η χρήση της μεθόδου, θα δώσει μία πληθώρα λύσεων για το σύστημα της ανάρτησης του BikeE, γεγονός που προτιμάται κατά την ανάπτυξη προϊόντων, έναντι της στενότητας των λίγων και «υποχρεωτικών» εναλλακτικών.

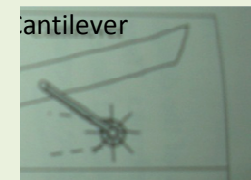
1^η φάση – Ανάπτυξη λύσεων για κάθε λειτουργία

Βασικός στόχος στην πρώτη φάση, είναι η δημιουργία όσο το δυνατόν περισσότερων ιδεών για το πώς μπορεί να επιτυγχάνεται καθεμιά από τις εντοπισμένες από προηγούμενα βήματα λειτουργίες.

Αρχικά, για κάθε μηχανισμό, αναπτύσσονται και παρατίθενται όσο το δυνατόν περισσότερες λειτουργίες, μπορεί αυτός να καλύπτει. Αυτό το βήμα στην ουσία καλύπτεται και από τις τεχνικές λειτουργικού σχεδιασμού, που περιγράφονται σε προηγούμενη ενότητα. Στη συνέχεια, στόχος είναι, να δομηθεί η καθεμία υπολειτουργία, με τα κατάλληλα μέσα, και όσο το δυνατόν περισσότερους εναλλακτικούς τρόπους. Για παράδειγμα, η λειτουργία που αναγράφεται στο Διάγραμμα 5.1 και αφορά την αποθήκευση ενέργειας στο σύστημα, από μεγάλες λακούβες (large bumps) , μπορεί να επιτευχθεί με πολλά μέσα. Ελατήρια, πνευματικοί κύλινδροι με/ή χωρίς περίβλημα ελατηρίου, διάφορα ελαστομερή, μπορούν να φέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Πρέπει όμως να εξεταστούν και να καταγραφούν όλες οι πιθανές εναλλακτικές (π.χ. flywheels, υδραυλικά συστήματα κ.α.) Η εμπειρία των σχεδιαστών αναφέρει ότι πολλές φορές, λύσεις που εκ πρώτης φαίνονται ακραίες, ή εντελώς ανέφικτες, μπορεί να οδηγήσουν σε σχεδιαστικές και μηχανικές καινοτομίες.

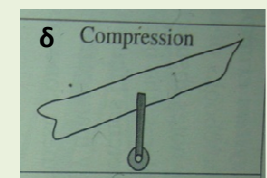
ν λειτουργιών

.ο



ύστημα ανάρτησης

στο πλαίσιο

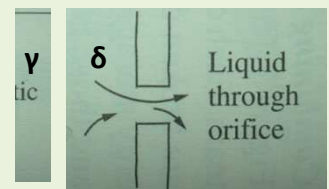


στο πλαίσιο

αταράξεις



ξεις



Είναι πολύ συχνό, στις σχεδιαστικές μελέτες, να παρατηρείται μειωμένη ύπαρξη, ή και έλλειψη ιδεών υλοποίησης λειτουργιών. Η κατάσταση στην οποία υφίσταται μία και μόνο ιδέα για μία λειτουργία, θέλει οπωσδήποτε

ενδεδειγμένη επανεξέταση. Λόγοι που μπορεί να συντρέχουν και να οδηγήσουν σε «πενιχρά σενάρια» είναι :

Κάποια θεμελιώδης παραδοχή που μπορεί να έχει γίνει, και κατευθύνει ανάλογα τις επόμενες φάσεις ανάπτυξης. Αν αυτό ισχύει, τότε όσο νωρίτερα έχει γίνει η παραδοχή, τόσο επιβαρύνεται η μελέτη, με χρόνο, κόστος, ακόμη και γενική ακύρωση.

Κατά το σχεδιασμό λειτουργιών, κατευθυντήρια οδηγία μπορεί να υπήρξε λανθασμένα το «πώς», και λιγότερο το «τί». Το αποτέλεσμα είναι προσθήκη περίπλοκων περιορισμών και επιπλέον κριτηρίων σε λάθος χρονικό σημείο, έχοντας ως ακόλουθο τον αποπροσανατολισμό από το στόχο του συγκεκριμένου βήματος.

Ενδέχεται να υπάρχει έλλειψη τεχνογνωσίας, ή η μελέτη να έχει γίνει με παράλειψη καθοριστικών βημάτων, λόγω λάθους εκτιμήσεων και κακής χρήσης των γνώσεων των σχεδιαστών .

Είναι πολύ σημαντικό, κάθε ιδέα που δημιουργείται, να προσεγγίζει ένα συγκεκριμένο επίπεδο ανάπτυξης, μηχανικής και λεπτομερειών που θα είναι το ίδιο για όλες τις εναλλακτικές ιδέες. Έτσι επιτυγχάνεται ένα είδος πρώτης ποιοτικής αξιολόγησης κάθε ιδέας, και δημιουργούνται οι προϋποθέσεις συλλογής περισσότερο εξειδικευμένων πληροφοριών και γνώσεων, για τη βελτιστοποίηση της δομής κάθε μηχανισμού.

2η φάση – Συνδυασμός εναλλακτικών

Αποτέλεσμα της 1^{ης} φάσης, είναι μία λίστα με πιθανές λύσεις που θα ικανοποιούν τις επιθυμητές λειτουργίες. Τώρα, πρέπει να γίνει κατάλληλη επιλογή και συνδυασμός ανάμεσα στις εναλλακτικές, ώστε να δημιουργηθούν πλήρη σχέδια (conceptual designs). Η μέθοδος, επιβάλλει την επιλογή μίας λύσης για κάθε λειτουργία, και εφόσον υπάρχει λειτουργική συμβατότητα, να πραγματοποιηθούν προοδευτικά συνδυασμοί.

Ένας πιθανός συνδυασμός είναι, να επιλεγεί από τον Πίνακα 5.2 η εναλλακτική 1.γ (Λειτουργία 1-Εναλλακτική γ.) για τη μεταφορά δύναμης από την αλυσίδα στο κυρίως σώμα του BikeE, ταυτόχρονα η λύση 5.α για την ενσωμάτωση ενέργειας στην ανάρτηση, και η 6.α για την απαγωγή της ενέργειας από τις λακούβες του οδοστρώματος.

Η μορφολογική μέθοδος, παρά το γεγονός ότι αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στην πορεία ανάπτυξης ενός προϊόντος, εμφανίζει και δυσκολίες που μπορεί να φέρουν δυσχέρεια στο έργο των σχεδιαστών.

Συγκεκριμένα:

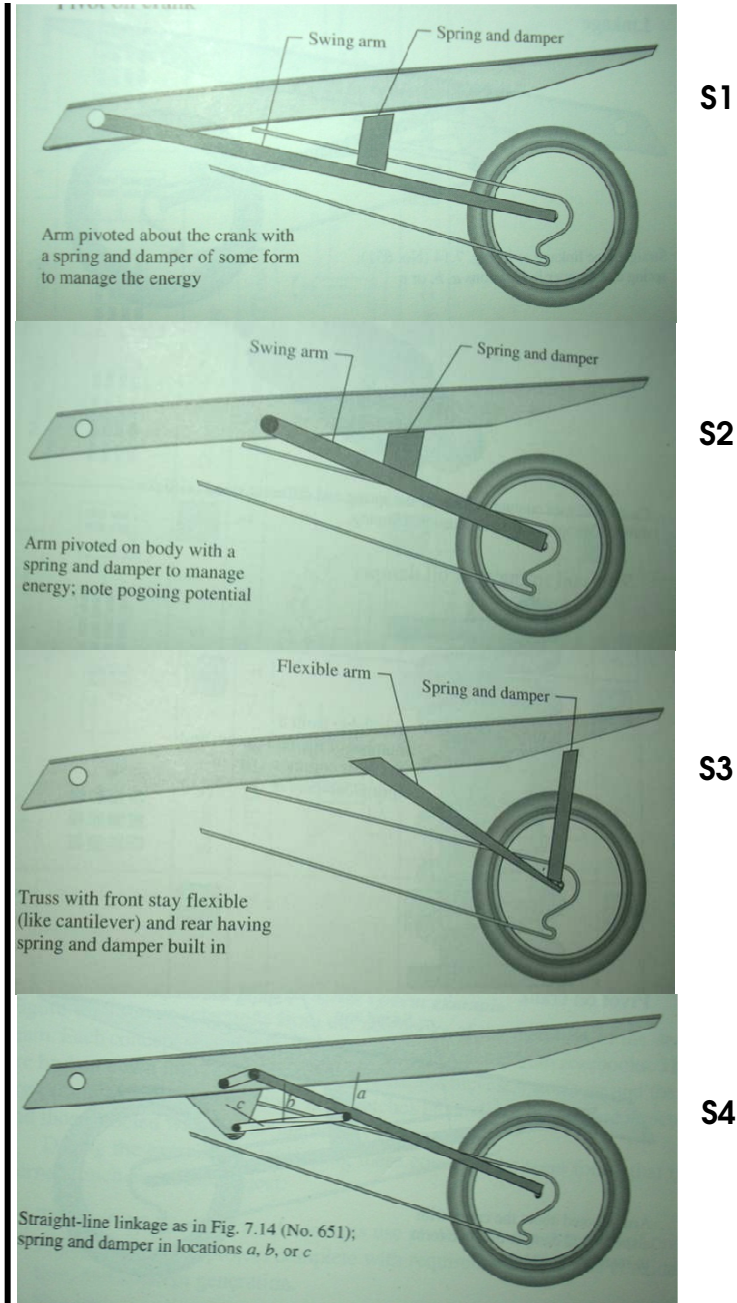
Εάν η μέθοδος εφαρμοστεί κατά γράμμα, ενδέχεται να οδηγήσει στη δημιουργία πάρα πολλών εναλλακτικών λύσεων, που αυτονόητα απαιτούν πολλούς συνδυασμούς για τη δημιουργία ολοκληρωμένων ιδεών. Η ομάδα του BikeE, κατέληξε σε τέσσερις λύσεις για τη λειτουργία απαγωγής της ενέργειας, και πέντε λύσεις για τη λειτουργία αποθήκευσης ενέργειας. Οι συνδυασμοί των δύο λειτουργιών που προκύπτουν μόνο από τις παραπάνω λύσεις είναι είκοσι. Αν υπεισέλθουν και τα υπόλοιπα κριτήρια ολόκληρου του μηχανισμού, ο αριθμός συνδυασμών που προκύπτει είναι τεράστιος (τάξη χιλιάδων). Ένας τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται ουσιαστική μείωση του όγκου του προβλήματος είναι, η προσθήκη επιπλέον, των κριτηρίων συμβατότητας εξαρτημάτων, ποιότητας τελικής κατασκευής, αντοχής υλικών και κόστους στα γνώμονες για τη δημιουργία των συνδυασμών.

Η μορφολογική μέθοδος, έχει σαν βάση το ότι κάθε λειτουργία του συστήματος, είναι ανεξάρτητη, και κάθε λύση ικανοποιεί μόνο μία λειτουργία. Αυτό φαίνεται και στον Πίνακα 5.2. Τελικά όμως το εξάρτημα που θα επιλεγεί για μεταφορά δυνάμεων από την ανάρτηση και την αλυσίδα στο κυρίως σώμα του ποδηλάτου, θα είναι ένα. Επιπλέον όμως, η ανάλυση όμως που γίνεται με τη χρήση της μεθόδου, οδηγεί σε βαθύτερη κατανόηση του μηχανικού και λειτουργικού μέρους του προβλήματος.

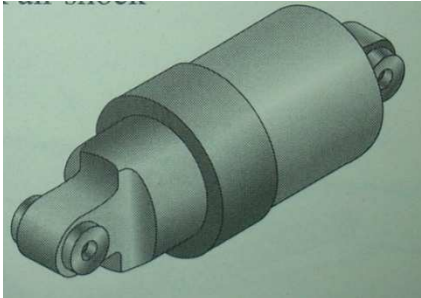
Κατά τρίτον, ενδέχεται πολλά από τα αποτελέσματα που θα έχει η εφαρμογή της μεθόδου, να μην είναι ικανοποιητικά, και ήδη να υπάρχει αυξημένο χρονικό κόστος. Παρόλαυτα, η μορφολογική μέθοδος, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην ανάπτυξη ιδεών, που μπορεί να αποτελέσουν μεταξύ άλλων, και καινοτομίες. Επίσης αποτελεί ένα πρώιμο στάδιο αξιολόγησης των νέων ιδεών και σεναρίων για το πώς θα δομηθεί ένα σύστημα.

Συνδυασμοί εναλλακτικών στο μελετώμενο πρόβλημα της εγκατάστασης ανάρτησης στο BikeE, φαίνονται στους Πίνακες 5.3 και 5.4, που προέρχεται από τις σημειώσεις της σχεδιαστικής ομάδας. Τα σχέδια που σημειώνονται με “S”, αφορούν δομή και μηχανική, ενώ αυτά που σημειώνονται με “E”, αφορούν τη διαχείριση ενέργειας.

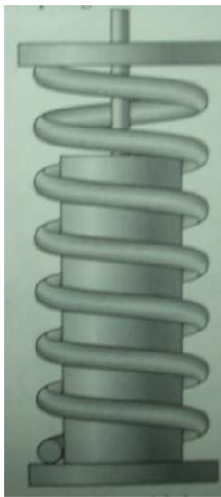
Πίνακας 5.3 - Εναλλακτικές ιδέες δομής



Πίνακας 5.4 – Εναλλακτικές ιδέες διαχείρισης ενέργειας



E1-Airshock



E2-Coil/Oil



E3-Elastomeric

Ανάριση με ελαστομερές σε δοκιμαστικό bikeE.

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των ιδεών, η σχεδιαστική ομάδα, εξήγαγε τα παρακάτω:

Οι δομές S1, S2, και S4, φέρουν σύστημα περιστροφής γύρω από άξονα. Αυτό απαιτεί ξεχωριστή μελέτη και μία ολοκληρωμένη διαδικασία ανάπτυξης (απαιτήσεις, προδιαγραφές, ανάπτυξη ιδεών κλπ.).

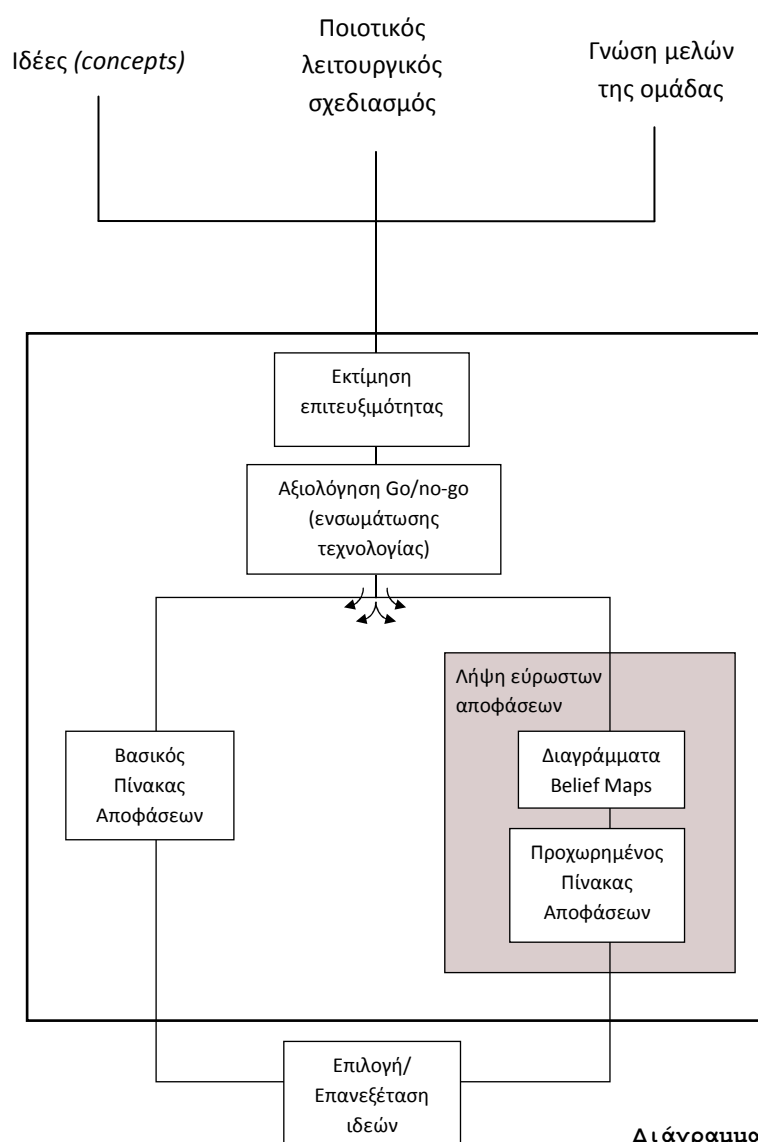
Η διαχείριση της ενέργειας, με ελατήρια, ή αποσβεστήρες ταλαντώσεων (dampers), μπορεί να υλοποιηθεί είτε με τοποθέτηση ενός ήδη υπάρχοντος στην αγορά τέτοιου υποσυστήματος, είτε με εξ'ολοκλήρου (ή έστω μερικής) κατασκευής του μέσα στην εταιρία. Στο κομβικό αυτό σημείο, η απόφαση για το τί θα επιλεγεί από τα παραπάνω, απαιτεί διερεύνηση για την αναζήτηση της βέλτιστης λύσης.

Τα τέσσερα καταληκτικά δομικά σχέδια, συνδυαζόμενα με αυτά της ενεργειακής διαχείρισης (E 1, E2 και E3), θα παράξουν 12 εναλλακτικές ιδέες (concepts). Το στάδιο της Αξιολόγησης ιδεών που έπεται στη διαδικασία, θα μειώσει τις εναλλακτικές σε μία ή δύο, για περαιτέρω ανάπτυξη (Details Design).

Κεφάλαιο
6
Αξιολόγηση
των
ιδεών-
Concept
evaluation

Το σημαντικό στάδιο της δημιουργίας ιδεών, αναμένεται να προσφέρει μία πληθώρα εναλλακτικών εκδοχών για το πώς θα κατασκευαστεί το αναπτυσσόμενο προϊόν. Η σχεδιαστική ομάδα, είτε λόγω εμπειρίας, είτε με χρήση ειδικών μεθόδων (Κεφ. 5), είναι σε θέση να απορρίψει τις «αδύναμες» εναλλακτικές που σε πρώτο βαθμό εντοπίζονται. Αυτές μπορεί να έχουν προφανή στοιχεία που τις χαρακτηρίζουν, τα οποία αφορούν συνήθως ακραίες τιμές (κόστος, χωροταξία, όγκος, βάρος, απόδοση, ισχύς κ.α.), ή χαρακτηρίζονται από παντελή αδιαφορία στα κριτήρια που έχουν τεθεί.

Στόχος της παρούσας φάσης της διαδικασίας ανάπτυξης των προϊόντων, είναι η αξιολόγηση, έπειτα επιλογή όσων, ή καλύτερα, όποιας από τις ιδέες καλύπτει ως επί τω πλείστον τις προδιαγραφές ποιότητας για να αναπτυχθεί σε ολοκληρωμένο προϊόν. Στη φάση της αξιολόγησης, απαιτείται βέλτιστη διαχείριση χρόνου ενασχόλησης με τις εναλλακτικές, δεδομένης της δυσκολίας της περιορισμένης γνώσης και πληροφοριών, λόγω της εμβρυακής ακόμη μορφής του προϊόντος.



Διάγραμμα 6.1 –
Διαδικασία αξιολόγησης ιδεών

Η χρήση των μεθόδων αξιολόγησης

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί μία σειρά από προχωρημένες μεθόδους αξιολόγησης ιδεών, μέσω της οποίας αξιολογήθηκαν και οι καταληκτικές εναλλακτικές για το BikeE. Οι παρακάτω μέθοδοι, θα λέγαμε ότι εξετάζουν τη δυναμικότητα (robust) της κάθε ιδέας, από πολλές πλευρές, πιστοποιώντας ότι οι ιδέες που θα «προαχθούν», με μεγάλη πιθανότητα, τόσο δε θα υπάρξουν ζημιογόνες (χρόνος-κεφάλαιο), όσο και ότι μπορούν να εξελιχθούν σε ένα ποιοτικό προϊόν. Αξιολόγηση (και απόρριψη) ιδεών, είναι συχνό να γίνεται και παράλληλα με τη δημιουργία τους. Μάλιστα ορισμένες εταιρίες, διαθέτοντας την αντίστοιχη τεχνογνωσία, υιοθετούν αυτή την τακτική, κατά την οποία μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση σε χρόνο, καθώς και άντληση γνώσης κατά τη διαδικασία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η “parallel set-narrowing process” που εφαρμόζει η Toyota.

1) Αξιολόγηση με βάση την επιτευξιμότητα του σχεδίου

Σε αυτό το βήμα, ο βαθμός επιτευξιμότητας, μιας εναλλακτικής, ελέγχεται από τρεις καταστάσεις:

- i. Δεν είναι επιτεύξιμη (*not feasible*)
- ii. Θα μπορούσε να λειτουργήσει, αλλά πρέπει να γίνει κάποια αλλαγή (*conditional*)
- iii. Άξια για περαιτέρω μελέτη (*worth considering*)

Για τη δημιουργία ιδεών, η σχεδιαστική ομάδα του BikeE, έκανε κυρίως, όπως είδαμε μορφολογικές προσεγγίσεις, με κύριο χαρακτηριστικό την

πληθώρα των αποτελεσμάτων της μεθόδου (*morphological method*). Οι ιδέες για την εγκατάσταση του συστήματος ανάρτησης που αναπτύχθηκαν, ύστερα από μία πρώτη διαδικασία διαλογής, περιορίστηκαν στις πλέον υποψήφιες για περαιτέρω μελέτη και αξιολόγηση. Η παρούσα φάση αξιολόγησης, δε δύναται να απαλείψει επιπλέον εναλλακτικές, αλλά ούτε και να χαρακτηρίσει με βεβαιότητα κάποια, σαν τη μοναδική βέλτιστη επιλογή. Η ερευνητική ομάδα, χαρακτηρίζει και τις 12 εναλλακτικές (**Σχήμα 5.3,4**), σαν επιτεύξιμες που μπορούν να καταταχθούν είτε στην κατηγορία **ii**, είτε στην **iii**.

2) Αξιολόγηση βάσει του « go/no-go »

Αποτελώντας το επόμενο βήμα στην αξιολόγηση των ιδεών (concepts), η μέθοδος go/no-go, ή απλά ναι / όχι, εξετάζει τις εναλλακτικές από δύο σκοπιές. Πρώτα, ως προς το αν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των πελατών / χρηστών, όπως αυτές έχουν καταγραφεί με τις μεθόδους συγκέντρωσης πληροφοριών (Κεφ. 3), και ύστερα, ως προς το αν η τεχνολογία που θα ενσωματωθεί στο προϊόν, είναι σε αρκετά ώριμο στάδιο.

Η έννοια ωριμότητα (readiness) της τεχνολογίας, πέρα από το ότι περιγράφει το επίπεδο εξέλιξής της, περικλύει τους όρους της ποιότητας και της αξιοπιστίας, προϊόντων που φέρουν την τεχνολογία αυτή. Τα προϊόντα που αποτελούν επένδυση με μεγάλο κύκλο ζωής για το χρήστη (π.χ μεταφορικά μέσα, δομικά υλικά, οικιακές συσκευές), είναι πολύ σημαντικό να ενσωματώνουν τεχνολογία αρκετά ώριμη για την εκάστοτε χρονική στιγμή, ώστε να εγγυάται την ποιότητά τους.

Στον Πίνακα 6.1 που παρατίθεται, φαίνονται μερικές από τις πιο σημαντικές τεχνολογίες, όπως εμφανίστηκαν και αναπτύχθηκαν χρονολογικά.

Πίνακας 6.1 – Η ανάπτυξη σημαντικών τεχνολογιών

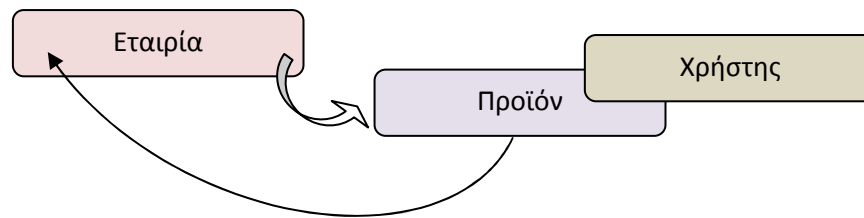
Τεχνολογία	Περίοδος και έτη ανάπτυξης
Powered human flight	1500-1903 / 403
Photographic cameras	1727-1839 / 112
Radio	1867-1902 / 35
Television	1922-1934 / 12
Radar	1925-1940 / 15
Xerography	1938-1955 / 17
Atomic bomb	1939-1945 / 6
Transistor	1948-1953 / 5
High-temperature superconductor	1987- / -

Κατευθυντήρια ερωτήματα

Δείκτες της ετοιμότητας, ή ωριμότητας της τεχνολογίας, αποτελούν τα παρακάτω ερωτήματα, που η ερευνητική ομάδα καλείται να απαντήσει, σε όσα βέβαια έχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία:

- Είναι εντοπισμένες, όλες εκείνες οι κρίσιμες παράμετροι που ελέγχουν κάθε λειτουργία;
- Είναι καθορισμένο το εύρος ασφαλούς λειτουργίας των παραμέτρων;
- Έχει εξεταστεί η ευαισθησία (sensitivity) του προϊόντος στις παραμέτρους αυτές;
- Έχουν προκαθοριστεί τύποι και μορφές αποτυχιών;
- Μπορεί η τεχνολογία που θα ενσωματώνει το προϊόν, να παραχθεί βιομηχανικά με υπάρχουσες - γνωστές διαδικασίες;

- Υπάρχει κάποιο προϊόν, ή μοντέλο που να μπορεί να δώσει θετική απάντηση στις παραπάνω ερωτήσεις;
- Είναι η τεχνολογία του προϊόντος ελέγξιμη και διαχειρίσιμη, καθ'όλο τον κύκλο ζωής του;



Το BikeE από το πρίσμα του Go/No-go

Οι 12 εναλλακτικές που όπως είδαμε, προκύπτουν από συνδυασμούς (Πίνακς. 5.3,4), ελέγχθηκαν, ως προς την απόκρισή τους στις απαιτήσεις των χρηστών, μέσω του πίνακα QFD (βλ.Παράρτημα). Επίσης η σχεδιαστική ομάδα, δοκίμασε να δώσει απαντήσεις σε όλα τα παραπάνω ερωτήματα, για το σύστημα ανάρτησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι κανένα μέλος της σχεδιαστικής ομάδας, δεν είχε στο παραλθόν σχεδιάσει και δημιουργήσει σύστημα ανάρτησης. Συνεπώς, λόγω της απουσίας σχετικής εμπειρίας, η «αποτίμηση» της ποιότητας της τεχνολογίας, θα επιτευχθεί κυρίως με τη βοήθεια βιβλιογραφικών πηγών.

Συμπεράσματα:

Λόγω της χρήσης του πίνακα QFD, οι ιδέες (concepts), έχουν δημιουργηθεί για να ανταποκρίνονται στις περισσότερες από τις απαιτήσεις των χρηστών, όπως αυτές είχαν καταγραφεί την περίοδο της συλλογής δεδομένων.

Η εναλλακτική S3 (flexible truss) απορρήφθηκε σε επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας, λόγω έλλειψης στοιχείων για τον καθορισμό των κρίσιμων παραμέτρων, της ευαισθησίας και των μοντέλων αποτυχιών μίας ελαστικής δοκού (truss) σε ποδήλατο.

Συνεπώς, η διαδικασία είχε αποτέλεσμα, τον περιορισμό του αριθμού των εναλλακτικών, με επιλογή ανάμεσα στα παρακάτω:

αμορτισέρ πνευματικής λειτουργίας (air shock),
λαδιού (oil shock), ή με ελατήριο (coil shock)

ελαστομερές (elastomeric)

Σε συνδυασμό με τις δομικές εναλλακτικές **(βλ Πίνακα 5.3,4):**

- S1
- S2
- S4

3) Αξιολόγηση μέσω του Βασικού Πίνακα αποφάσεων

Η μέθοδος Πίνακα αποφάσεων (Decision-matrix), ή μέθοδος Pugh, έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη στη σύγκριση εναλλακτικών μεταξύ τους. Επίσης αποτελεί τη βάση για μία άλλη μέθοδο αξιολόγησης, που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια. Η δομή της μεθόδου, φαίνεται στον Πίνακα 8.2,

και έχει ως στόχο την εξαγωγή βαθμολογίας για κάθε εναλλακτική, ανάλογα με την απόκρισή της στις απαιτήσεις που έχουν τεθεί από τους χρήστες. Χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη ευελιξία, και δίνει μία ευδιάκριτη κατεύθυνση για τις υπερέχουσες εναλλακτικές, καθώς και άλλες χρήσιμες πληροφορίες. Η μέθοδος γίνεται ακόμη πιο αποτελεσματική, αν εφαρμοστεί ξεχωριστά από κάθε μέλος της σχεδιαστικής ομάδας, εφόσον αυτό είναι δυνατόν. Έτσι, ύστερα γίνεται σύγκριση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Οι πίνακες αποφάσεων, μπορούν να είναι διαχειρήσιμοι από ηλεκτρονικό υπολογιστή, και εύκολα μέσω προγραμμάτων τύπου Excel, πράγμα που διευκολύνει τη σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 6.2 – Δομή του βασικού πίνακα αποφάσεων

Κριτήρια (απαιτήσεις ή προδιαγραφές)	Σημαντικότητα (βάρος)	Εναλλακτικές		
		Εναλλακτική 1	Εναλλακτική 2	Εναλλακτική 3
Κριτήριο 1	xx	Αξιολόγηση Εναλλακτικής 1 βάσει του Κριτηρίου 1	Αξιολόγηση Εναλλακτικής 2 βάσει του Κριτηρίου 1	...
Κριτήριο 2	yy	Αξιολόγηση Εναλλακτικής 1 βάσει του Κριτηρίου 1	Αξιολόγηση Εναλλακτικής 2 βάσει του Κριτηρίου 2	...
...	...	...	...	...
Κριτήριο ν	nn	(1, ν)	(2, ν)	(3, ν)
Ικανοποίηση		Score Εναλλακτικής 1	Score Εναλλακτικής 2	...

Η διαδικασία για τη δημιουργία του **Πίνακα αποφάσεων**, έχει ως εξής:

Βήμα 1	Επιλογή των κριτηρίων, πάνω στα οποία θα γίνει η αξιολόγηση.
---------------	---

Αποτελεί το πιο ενδιαφέρον βήμα της διαδικασίας, διότι τα κριτήρια, όπως αυτά θα οριστούν, θα είναι η βάση πάνω στην οποία θα γίνει η αξιολόγηση. Τα κριτήρια αυτά, μπορούν εύκολα να προσδιοριστούν, εφόσον έχει γίνει συλλογή πληροφοριών και ανάλυση μέσω του πίνακα QFD, ενώ σε διαφορετική περίπτωση, παρεμβάλεται η σύνθετη διαδικασία δημιουργίας κριτηρίων.

Αν στο προϊόν γίνεται χρήση ειδικών τεχνολογιών, είναι πολύ χρήσιμο για την «ευστοχία» των κριτηρίων, να ληφθούν πληροφορίες και από τη διαδικασία του Go/No-go.

Βήμα 2

Εισαγωγή δεικτών βάρους που ορίζουν τη σημαντικότητα

Αυτό, μπορεί να επιτευχθεί και όπως και στο Βήμα 3 του πίνακα QFD. Πρέπει να είναι σαφής η διαφοροποίηση των κριτηρίων ως προς τη σημαντικότητα, καθώς και αν είναι δυνατό, ο υπολογισμός των βαρών να γίνει ξεχωριστά για κάθε ομαδοποιημένη κατηγορία χρηστών (customer group).

Βήμα 3

Εισαγωγή, των υποψήφιων για σύγκριση εναλλακτικών

Οι υποψήφιες εναλλακτικές, είναι όλες εκείνες οι διαφορετικές γενικές ιδέες (concepts), που αναπτύχθηκαν κατά την προηγούμενη φάση της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος (concept generation). Όλες οι εναλλακτικές, πρέπει να ορίζονται με τον ίδιο τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι

πρέπει όλες να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο σχεδιαστικής ανάλυσης, (μηχανικής, λειτουργικής, λεπτομερειακού εξοπλισμού). Τέλος, σημαντικό είναι, να υπάρχει συγκρισιμότητα μεταξύ των τρόπων μετέπειτα βιομηχανικής παραγωγής, και χρήσης τεχνολογιών.

Βήμα 4 Βαθμολόγηση των εναλλακτικών

Στο σημείο αυτό, θα γίνει αξιολόγηση όλων των εναλλακτικών, ως προς κάποια εναλλακτική αναφοράς (datum), η οποία τυγχάνει της προτίμησης του σχεδιαστή. Οι εναλλακτικές θα βαθμολογηθούν, για την ικανοποίηση κάθε κριτηρίου που έχει τεθεί, με την κλίμακα +, S, -, σαν **υπερέχουσες (+1)**, **ισόβαθμες (S = same)**, ή **μή-ανταποκρινόμενες (-1)**, σε σχέση με την ανταπόκριση της εναλλακτικής αναφοράς σε κάθε κριτήριο.

Για κάθε κριτήριο δηλαδή, αν παρατηρείται :

•Υπεροχή **έναντι** της εναλλακτικής αναφοράς, τότε βαθμός: **+ 1**

•**Ισοβαθμία** (αδιαφορία), τότε **S**

•Υπεροχή **της εναλλακτικής αναφοράς**, τότε βαθμός: **-1**

Βήμα 5 Υπολογισμός της ικανοποίησης/ τελικού σκορ

Ύστερα από την παραπάνω διαδικασία της βαθμολόγησης προκύπτουν τέσσερα τελικά αποτελέσματα:

Το σύνολο των θετικών βαθμών (+)
Το σύνολο των αρνητικών βαθμών (–)
Το γενικό σύνολο βαθμών (*overall total*)
Το γενικό άθροισμα βαρών (*weighted total*)

Όπου:

Το γενικό σύνολο βαθμών εξαγάγεται, αν από το σύνολο των θετικών βαθμολογιών, αφαιρεθεί το σύνολο των αρνητικών.

Το γενικό άθροισμα βαρών, προκύπτει αλγεβρικά, αν από το άθροισμα τιμών των βαρών που φέρουν θετική βαθμολογία (+), αφαιρεθεί το άθροισμα τιμών των βαρών που φέρουν αρνητική βαθμολογία (–).

Η διαδικασία Πίνακα αποφάσεων για το BikeE

Η προηγούμενη μέθοδος του Go / no-go, είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του προβλήματος της ανάρτησης σε 3 δομικές εναλλακτικές (S1,S2,S4) και 3 εναλλακτικές ενεργειακής διαχείρισης (air shock, oil/coil shock, elastomeric). Σκοπός της παρούσας διαδικασίας, είναι η ανάδειξη των (/της) επικρατέστερων εναλλακτικών, που θα μπορέσουν να δώσουν βέλτιστη λύση στο πρόβλημα.

Η εφαρμογή της διαδικασίας Πίνακα Αποφάσεων, από τη σχεδιαστική ομάδα του BikeE, είχε την παρακάτω εξέλιξη:

Βήμα 1- Επιλογή των κριτηρίων

Τα κριτήρια, επιλέχθηκαν με βάση τις απαιτήσεις των χρηστών, σε συνδυασμό με τις κατευθύνσεις που δίνονται σε προηγούμενη παράγραφο, για το επίπεδο ετοιμότητας της τεχνολογίας. Το πρώτο, και τα υπόλοιπα βήματα, φαίνονται στον Πίνακα 8.3. Είναι εμφανής η εισαγωγή 11 κριτηρίων, ύστερα από απαλοιφή κάποιων λόγω μη-σημαντικότητας, ή συνδυασμούς όπου ήταν δυνατό, με σκοπό τη δημιουργία μιας περιεκτικής βάσης μέσω της οποίας θα γίνει η αξιολόγηση των εναλλακτικών. Από τα κριτήρια ετοιμότητας της τεχνολογίας χρησιμοποιήθηκαν δύο (11 και 12 του πίνακα 8.3), επειδή καμία από τις εναλλακτικές δεν είχε ξαναχρησιμοποιηθεί από την BikeE στο παρελθόν. Η χρήση και αξιοποίησή τους, έχει παρατηρηθεί σε πολλά άλλα προϊόντα και δει, ποδήλατα.

Βήμα 2- Εισαγωγή δεικτών βάρους

Όπως και σε άλλες πολυκριτήριες διερευνητικές μεθόδους (π.χ Electre I), η εισαγωγή δεικτών βάρους, ή σχετικής σημαντικότητας εδώ, γίνεται με κατανομή 100 μονάδων (ή 1 μονάδας σε άλλες περιπτώσεις), στα κριτήρια, ανάλογα με τη σημαντικότητα καθενός κριτηρίου (Πίνακας 6.3). Οι βαρύτητες ορίστηκαν, συναποφασιζόμενες από τα μέλη της σχεδιαστικής ομάδας.

Βήμα 3- Εναλλακτικές προς αξιολόγηση

Οι εναλλακτικές που θα εξετασθούν για τη διαχείριση της ενέργειας, είναι οι προερχόμενες από την προηγούμενη μέθοδο (Go/No-go):

- Αμορτισέρ πνευματικής λειτουργίας (*air shock*),
- Αμορτισέρ λαδιού με ελατήριο (*oil/coil shock*)
- Ελαστομερές (*elastomeric*)

Βήμα 4- Βαθμολόγηση εναλλακτικών

Σαν εναλλακτική αναφοράς, θα τεθεί η «2», και τελικά με τη διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω, τη μεγαλύτερη θετική (και $\neq S$) βαθμολογία θα συλλέξει η εναλλακτική «1», οπότε και είναι η υπερέχουσα των τριών.

Λόγω περιορισμένης χρήσης του ελαστομερούς, ειδικά σε ένα ποδήλατο, η σχεδιαστική ομάδα προχώρησε στην κατασκευή ενός πειραματικού μοντέλου BikeE, που φέρει σύστημα ανάρτησης ελαστομερούς, προκειμένου να δοκιμαστεί η συγκεκριμένη εναλλακτική, και να συλλεχθούν απαραίτητα στοιχεία για τη λειτουργία του. Στην εναλλακτική **E3** του Πίνακα 5.4 φαίνεται το μοντέλο με την ανάρτηση ελαστομερούς, στηριζόμενη σε ψαλίδι που συνδέεται με άρθρωση στο πλαίσιο (pivot on crank / S2).

Πίνακας 6.3 –Πίνακας αποφάσεων για το bikeE

Criteria		Importance	Alternatives		
			Air shock	Coil / Oil	Elastomer
1	Smooth ride on streets	13	+	D a t u m	–
2	Eliminate shocks from bumps	14	S		–
3	No pogoing	7	S		–
4	Easy to adjust for different weights	11	+		–
5	Easy to adjust ride hardness	6	S		–
6	Good environmental insensitivity	8	S		–
7	Easy to maintain	9	S		+
8	Looks like suspension	5	S		S
9	Easy to manufacture	14	S		+
10	Understand critical parameters	8	S		S
11	Latitude and sensitivity known	5	S		S
Total +			2	–	2
Total –			0	–	6
Overall total			2	–	-4
Weighted total			24	–	-36

4) Αξιολόγηση μέσω προχωρημένου πίνακα αποφάσεων

Η διαδικασία για τη δημιουργία του Προχωρημένου πίνακα αποφάσεων, έχει ως εξής:

Βήμα 1

Επιλογή των κριτηρίων, πάνω στα οποία θα γίνει η αξιολόγηση.

Όμοια με τη διαδικασία **βασικού πίνακα αποφάσεων**

Βήμα 2

Εισαγωγή δεικτών βάρους που ορίζουν τη σημαντικότητα

Όμοια με τη διαδικασία **βασικού πίνακα αποφάσεων**

Βήμα 3

Εισαγωγή, των υποψήφιων για σύγκριση εναλλακτικών

Όμοια με τη διαδικασία **βασικού πίνακα αποφάσεων**

Βήμα 4

Βαθμολόγηση των εναλλακτικών

Η βαθμολόγηση των εναλλακτικών σε αυτό το βήμα, θα γίνει εξετάζοντας την ανταπόκριση κάθε εναλλακτικής, σε καθένα κριτήριο. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του επιπέδου

σχετικής γνώσης και εμπιστοσύνης βάσει των οποίων γίνεται κάθε βαθμολόγηση. Γι' αυτά γίνεται χρήση της εξίσωσης 6.1, ή εξάγονται από το διάγραμμα **6.1** (belief map).

Στην περίπτωση που η γνώση γύρω από την εναλλακτική που αξιολογείται, κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα, ή το αποτέλεσμα της αξιολόγησης είναι ότι «πιθανώς» η εναλλακτική ανταποκρίνεται στο κριτήριο, τότε ο συντελεστής (belief) που θα λάβει η εναλλακτική, είναι **0,5**. Η εφαρμογή της συγκεκριμένης διαδικασίας (robust decision making), θα γίνει για τη μελέτη εγκατάστασης ανάρτησης στο BikeE, παρακάτω.

Για κάποια εναλλακτική, αν παρατηρούνται :

·Χαμηλά επίπεδα γνώσης, τότε τίθεται συντελεστής(belief): **0,5**

Βήμα 5

Υπολογισμός της ικανοποίησης/ τελικού σκορ

Η τιμή του βαθμού ικανοποίησης κάθε εναλλακτικής, θα δοθεί από το άθροισμα:

$$\text{Satisfaction} = \sum_{\text{criterion}} (\text{belief} \cdot \text{importance weighting})$$

Όπου ο συντελεστής «belief», δηλώνει την ευρωστία της απόφασης να τεθεί το αντίστοιχο βάρος (weighting) - δείκτης ικανοποίησης του κριτηρίου από την εναλλακτική.

Η ικανοποίηση, υπολογίζεται σαν ποσοστό (%), ή σαν ένας αριθμός μικρότερος ή ίσος του 1, με τη μονάδα ή το 100%, να σημαίνει ότι η εναλλακτική παρουσιάζει μηδενική, ή αντίστοιχα πλήρη ικανοποίηση, σε όλα τα κριτήρια. Οι ακραίες τιμές 0 ή 100% (0 ή 1), για την ικανοποίηση κριτηρίων, πολύ σπάνια εμφανίζονται. Ενδείκνυται, να δημιουργείται από κάθε μέλος της σχεδιαστικής ομάδας, ένας προχωρημένος πίνακας απόφασης, ώστε να γίνεται στη συνέχεια και υποκειμενική σύγκριση. Στην -όχι σπάνια- περίπτωση που τα αποτελέσματα των πινάκων των μελών αποκλίνουν μεταξύ τους, γίνεται περαιτέρω διερεύνηση με δημιουργία ενός νέου διαγράμματος (belief map) για κάθε κριτήριο. Στη συνέχεια, τοποθετούνται στο διάγραμμα οι υψηλότερες τιμές ικανοποίησης που δόθηκαν από τα μέλη, και αναζητούνται οι βαθμολογίες που δόθηκαν με τη χαμηλότερη σιγουριά (low confidence). Έτσι μπορεί να επανεξεταστεί η κατανόηση, των κριτηρίων, της εναλλακτικής, ή εν γένει του προβλήματος, από όλα τα μέλη.

Η διαδικασία Προχωρημένου πίνακα αποφάσεων για το BikeE

Τα αποτελέσματα του ελέγχου Go/No-go, ήταν τρία δομικά σχέδια (S1,S2,S4 σχήμα 5.3), και τρεις εναλλακτικές διαχείρισης ενέργειας (E1,E2,E3 σχήμα 5.4). Η διαδικασία Βασικού πίνακα αποφάσεων, επικεντρώθηκε στην προσπάθεια της σχεδιαστικής ομάδας να βρεί βέλτιστη λύση στο πρόβλημα διαχείρισης της ενέργειας (energy dissipation).

Σε αυτό το σημείο, θα εξεταστεί ο προχωρημένος πίνακας αποφάσεων, από την πλευρά δύο διαφορετικών μελών της σχεδιαστικής ομάδας (Fred και Bob).

Από την οπτική του Fred, τονίζεται η σημαντικότητα των κριτηρίων 2 και 9 (εξουδεταίρωση κραδασμών από λακούβες, και ευκολία στη βιομηχανική παραγωγή), αφού τα δύο κριτήρια βαθμολογήθηκαν με 14. Στο αρχείο του Fred, σημειώνονται τα παρακάτω:

« 1. Το σύστημα ελατηρίου (coil) και air shock, είναι σχετικά απλά στην κατασκευή τους. Έχω υψηλή γνώση και σιγουριά γι' αυτά. Ωστόσο, σκεπτόμενος με όρους ωριμότητας της τεχνολογίας, δεν έχω κατασκευάσει ο ίδιος κάποιο από αυτά, και έχω αβεβαιότητα όσον αφορά τις μορφές αστοχιών ή αποτυχιών (failure modes).

2. Έχω παρατηρήσει αναρτήσεις με ελαστομερές σε άλλα ποδήλατα, αλλά δεν έχω σιγουριά για το πως αυτή θα εγκατασταθεί σωστά. Το πρωτότυπο (Πιν 5.4-E3), δεν παρουσίασε δυσκολίες στην κατασκευή του, αποτελούσε όμως μια πρόχειρη κατασκευή. Παρόλο που δημιουργήσαμε ένα πρωτότυπο, δε νομίζω ότι έμαθα πολλά απ' αυτό. Δε γνωρίζω αρκετά ακόμη γι' αυτή την τεχνολογία. »

Αν εστιάσουμε λοιπόν στο κριτήριο που αφορά στην ευκολία για βιομηχανική παραγωγή (9), βλέπουμε από τον Πίνακα 6.4 παρακάτω , ότι η εναλλακτική Air Shock, συγκεντρώνει συντελεστή 0.78 , ισοβαθμώντας με την εναλλακτική Coil/Oil, και η εναλλακτική Elastomer, συγκεντρώνει 0.55.

Αναλυτικά, οι συντελεστές (belief), οι οποίοι αποτελούν τη συνθήκη κάτω από την οποία τίθεται ο βαθμός σημαντικότητας (importance),

προκύπτουν με βάση το Διάγραμμα 6.1, και στη συνέχεια αλγεβρικά, κάτι που αποτελεί μέρος της γενικευμένης διαδικασίας Προχωρημένου πίνακα αποφάσεων.

$$\text{Belief} = p(k) \cdot p(c) + (1 - p(k)) \cdot (1 - p(c)) \quad (6.1)$$

Όπου τα $p(k)$ και $p(c)$, αποτελούν τις «συντεταγμένες» της απόφασης στο διάγραμμα belief map, όσον αφορά τα επίπεδα γνώσης (knowledge) και εμπιστοσύνης (confidence), αντίστοιχα. Τα επίπεδα γνώσης και εμπιστοσύνης ή σιγουριάς του αποφασίζοντα, για ένα συγκεκριμένο θέμα που μελετάται, αποτελούν τα βασικά μεγέθη δυναμομέτρησης της απόφασης.

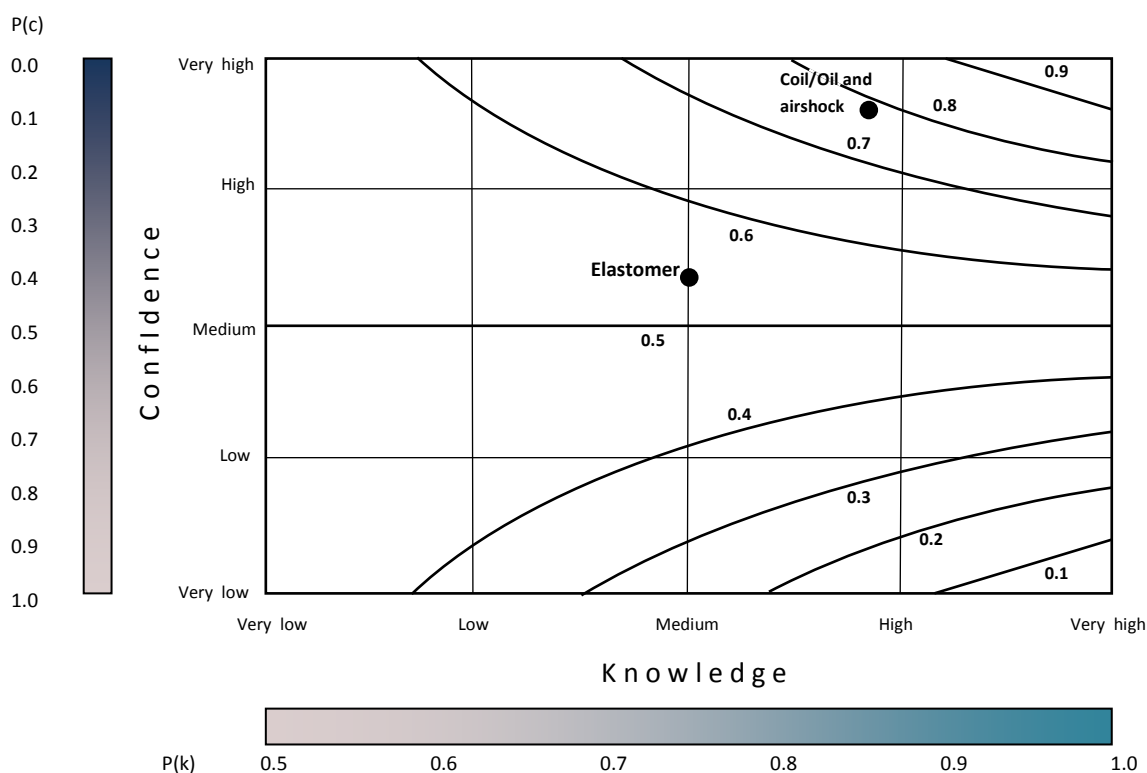
Για το κριτήριο 2 (εξουδετέρωση τρανταγμάτων από λακούβες), το μέλος της σχεδιαστικής ομάδας Bob, εκπόνησε αριθμητικά πειράματα για τη μέγιστη επιτάχυνση που θα παρατηρείται στο σύστημα πίσω τροχού, πλαισίου, όταν το ποδήλατο διέρχεται μία λακούβα με βάθος 2,5 cm. Τα αποτελέσματα, έδειξαν ότι στο αμορτισέρ πνευματικής λειτουργίας (air shock) αναπτύχθηκε μέγιστη επιτάχυνση 0.6 g. Η τιμή αυτή, πρέπει να συγκριθεί με τις το σχετικό πεδίο τιμών επιταχύνσεων, που είχε οριστεί στο στάδιο του ορισμού των προδιαγραφών (specification definition), το οποίο έχει ως επιθυμητή τιμή τα 0.4 g, και ως απορριπτέα τιμή τα 0.7 g. Τα αποτελέσματα που εξήγαγε ο Bob, μπορεί να είναι ανακριβή και να αποκλίνουν από τα πραγματικά, λόγω του γεγονότος ότι ο Bob δεν έχει αρκετή σιγουριά (confidence) για την εναλλακτική air shock, σε αντίθεση με το μέλος Fred. Η δυναμομέτρηση της απόφασης για το κριτήριο 2, των δύο παραπάνω μελών, αλλά και ενός τρίτου με σχετικά χαμηλότερη εμπειρία (Jane), φαίνεται στο Διάγραμμα 6.2.

Στον Πίνακα 6.5, παρατηρείται ότι η γενικότερη ικανοποίηση που εξήγαγε για τις εναλλακτικές ο Bob, κινείται σε χαμηλά επίπεδα (57,60,42),

έναντι των αντιστοίχων τιμών του Fred (69,64,55), με την εναλλακτική Coil/Oil, να αποτελεί βέλτιστη επιλογή, και με τον Fred , να επιλέγει Air shock.(Οι Προχωρημένοι Πίνακες αποφασεων, βρίσκονται στο τέλος του κεφαλαίου)

Τελικά η ομόφωνη επιλογή της ομάδας είναι η **S2-E1(Air Shock – Pivot on Body)**. Η ομάδα επέλεξε τη λύση εγκατάστασης του αμορτισέρ, το οποίο παραλαμβάνεται έτοιμο από μονάδα παραγωγής, και ικανοποιεί τα κριτήρια που έχουν τεθεί, είναι αποδεκτό από πλευράς κόστους, και παράλληλα η γνώση των μελών δύναται να εγγυηθεί την αξιοπιστία της κατασκευής (σε αντίθεση με την εναλλακτική Coil/Oil).

Διάγραμμα 6.1 – Belief map για το κριτήριο “Easy to manufacture” από το μέλος Fred



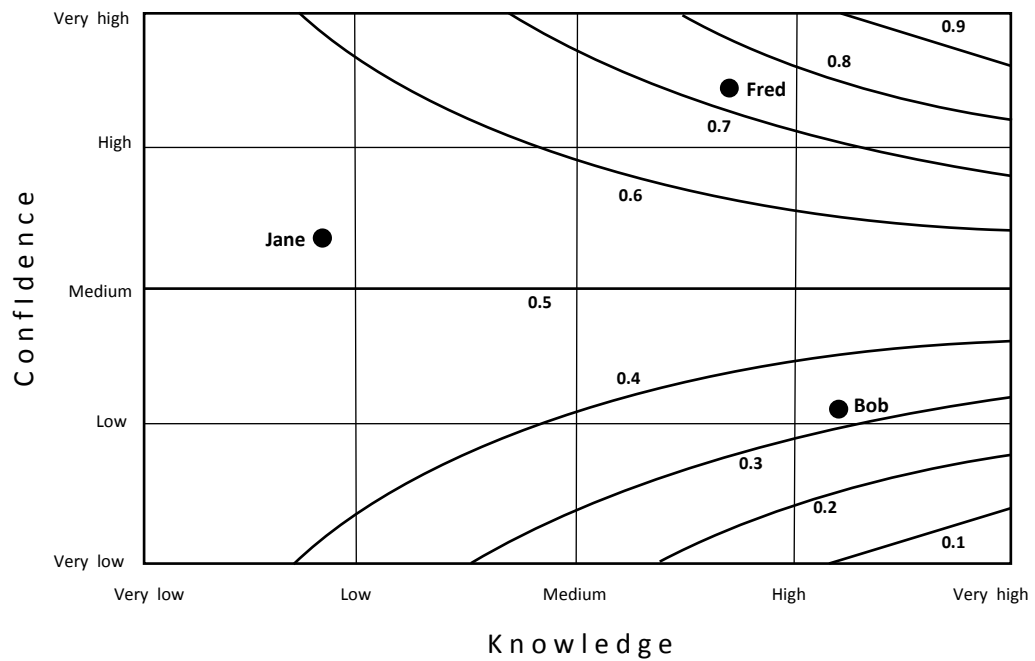
Πίνακας 6.4 – Προχωρημένος πίνακας αποφάσεων του μέλους Fred

Criteria		Importance	Alternatives		
			Air shock	Coil / Oil	Elastomer
1	Smooth ride on streets	13	0.78	0.65	0.48
2	Eliminate shocks from bumps	14	0.73	0.67	0.69
3	No pogoing	7	0.60	0.56	0.58
4	Easy to adjust for different weights	11	0.78	0.51	0.47
5	Easy to adjust ride hardness	6	0.70	0.67	0.32
6	Good environmental insensitivity	8	0.65	0.59	0.50
7	Easy to maintain	9	0.62	0.51	0.81
8	Looks like suspension	5	0.59	0.72	0.66
9	Easy to manufacture	14	0.78	0.78	0.55
10	Understand critical parameters	8	0.50	0.71	0.44
11	Latitude and sensitivity known	5	0.60	0.56	0.45
Satisfaction			69 %	64 %	55 %

Πίνακας 6.5 – Προχωρημένος πίνακας αποφάσεων του μέλους Bob

Criteria		Importance	Alternatives		
			Air shock	Coil / Oil	Elastomer
1	Smooth ride on streets	12	0.66	0.60	0.40
2	Eliminate shocks from bumps	6	0.33	0.57	0.45
3	No pogoing	9	0.50	0.50	0.50
4	Easy to adjust for different weights	14	0.70	0.60	0.30
5	Easy to adjust ride hardness	14	0.60	0.60	0.20
6	Good environmental insensitivity	3	0.75	0.40	0.50
7	Easy to maintain	9	0.70	0.70	0.80
8	Looks like suspension	12	0.50	0.92	0.40
9	Easy to manufacture	3	0.50	0.50	0.50
10	Understand critical parameters	12	0.50	0.50	0.50
11	Latitude and sensitivity known	4	0.50	0.50	0.50
Satisfaction			57 %	60 %	42 %

Διάγραμμα 6.2 – Δυναμομέτρηση απόφασης για το κριτήριο 2 από τρία μέλη της ομάδας μελέτης του **bikeE**





Κεφάλαιο

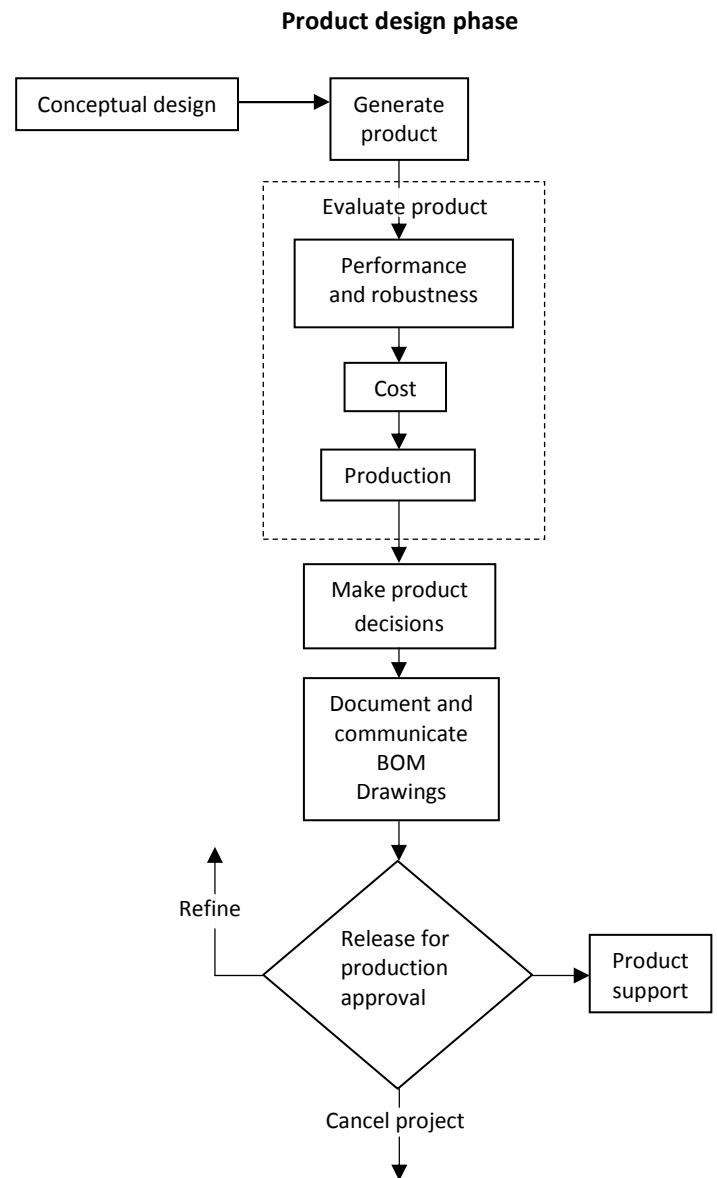
7

Σχεδιασμός

- Product
Design

Η φάση του σχεδιασμού του προϊόντος, αποτελεί τη συλλογή και χρησιμοποίηση όλων των στοιχείων και γνώσεων από τα προηγούμενα στάδια ανάπτυξης, με τελικό στόχο τη μετατροπή τους σε ένα ποιοτικό προϊόν . Ο σχεδιασμός (empodiment design, shape design, hardware design), είναι διαδικασία ενσάρκωσης –εφαρμογής- υλοποίησης των ιδεών, των δεδομένων και της γνώσης της ομάδας μελέτης, σε ένα προϊόν.

Καθοριστικοί παράγοντες της επιτυχίας της παρούσας φάσης του σχεδιασμού, αποτελούν οι εργασίες που έχουν προηγηθεί σε όλες τις προηγούμενες φάσεις του αρχικού προγραμματισμού, του ορισμού των προδιαγραφών, και του σχεδιασμού της ιδέας. Η συλλογή, ανάλυση και αξιοποίηση στοιχείων, από τους χρήστες, και τον ανταγωνισμό, διαμορφώνουν καταλυτικά το υπόβαθρο, για την μελλοντική πορεία ανάπτυξης του προϊόντος. Αντίθετα, μία μελέτη, της οποίας τα αρχικά στάδια είτε είναι ελλειπή- φτωχά, είτε αποκλίνουν από την τάση της αγοράς, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα δημιουργήσουν στην πορεία λάθη, που όσο αργότερα γίνουν αντιληπτά, τόσο ζημιογόνα θα είναι.



Η λίστα υλικών- BOM

Τα εξαρτήματα και τα υλικά που συγκροτούν ένα προϊόν, είναι πολύ σημαντικό να καταχωρηθούν σε μία λίστα, δίνοντας έτσι απαραίτητες πληροφορίες στη σχεδιαστική ομάδα, αλλά και διευκολύνοντας την επικοινωνία με τα υπόλοιπα τμήματα στην εταιρία (manufacturing, marketing, service κ.α). Η λίστα υλικών, μπορεί να θεωρηθεί το ίδιο σημαντική με τα μηχανολογικά σχέδια του προϊόντος, μιας και τα δύο αποτελούν έναν λεπτομερή οδηγό για προϊόν .

Τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν τα εξαρτήματα και τα υλικά ενός προϊόντος, μπορεί να είναι:

- Οι κωδικοί , τους οποίους έχει ορίσει η ίδια η εταιρία και αφορούν εξαρτήματα/ υλικά (είτε προερχόμενα από αγορά, είτε ιδιοκατασκευής) που χρησιμοποιεί

- Η ποσότητα των συγκεκριμένων τεμαχίων που περιλαμβάνονται σε ένα προϊόν

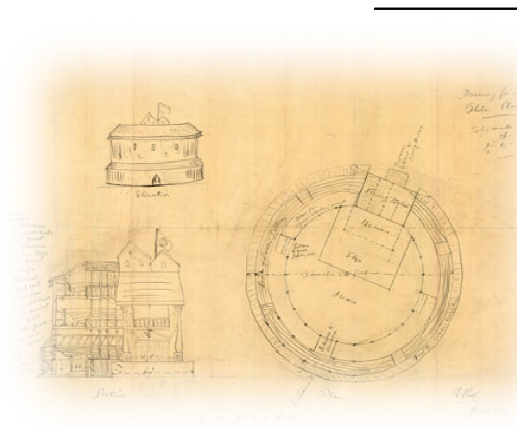
- Οι ονομασίες, ή περιγραφές (π.χ σωλήνας, εξωτερικό κάλυμμα)

- Το υλικό κατασκευής (π.χ. Πολυουραιθάνιο, τιτάνιο, ανθρακόνημα, 304 stainless steel)

- Η προέλευση (εταιρία κατασκευής, προμηθευτής)

-Αναγραφή του κωδικού τυποποίησης, βάσει προτύπων διαστασιολόγησης, ή ποιότητας (π.χ DIN, ISO-2859), για τα εξαρτήματα ή υλικά που αυτό είναι δυνατό.

-Κάθε εταιρία διαμορφώνει τη λίστα υλικών, ή κάτι αντίστοιχο αυτής, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας της, και το είδος των στοιχείων που απαιτούνται (π.χ φαγώσιμα προϊόντα)



Κεφάλαιο

8

Δημιουργία προϊόντος

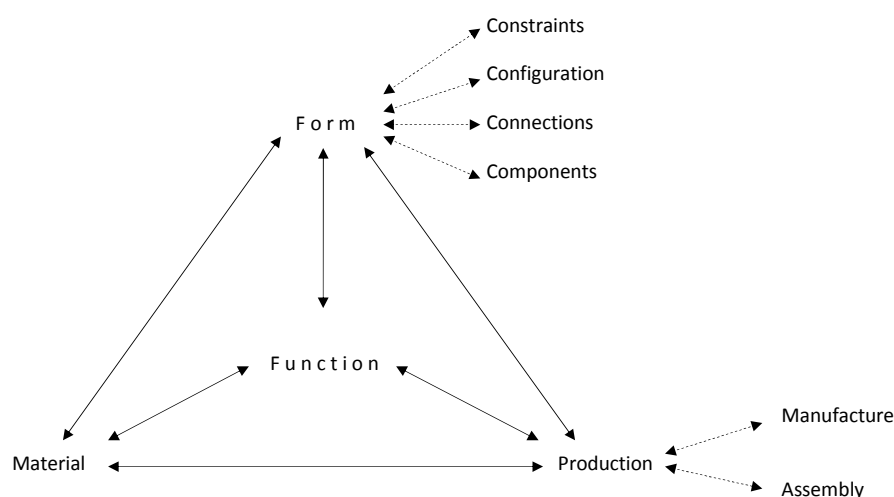
Η μελέτη που έγινε σε όλες τις προηγούμενες φάσεις της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος, όπως προαναφέρθηκε, θα αποτελέσει το «καλούπι» απ'το οποίο θα προκύψει το επιθυμητό προϊόν. Τα αποτελέσματα των εργασιών, έχουν τη μορφή των δεδομένων και πληροφοριών, της αποκτηθείσας γνώσης και εμπειρίας από τους σχεδιαστές, και των εναλλακτικών ιδεών που έχουν υποστεί αξιολόγηση μορφολογική, λειτουργική, τεχνολογική, καθώς και οικονομοτεχνική. Τα αποτελέσματα αυτά της μελέτης, καλούνται να αξιοποιηθούν, ώστε να μετατραπούν σε προϊόν που περιλαμβάνει όλες τις επιθυμητές ιδιότητες.

Η διαδικασία σχεδιασμού και μετατροπής των γενικών ιδεών (concepts), σε προϊόν βιομηχανικής παραγωγής, βασίζεται κατά πολύ στις αλληλεπιδράσεις των στοιχείων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.1. Στην πορεία του σχεδιασμού του προϊόντος, όπως και στο σχεδιασμό των ιδεών, έχει μεγάλη σημασία η μελέτη και γνώση της λειτουργίας (function) κάθε εξαρτήματος που εμπεριέχεται στο προϊόν, καθώς και ολόκληρης της κατασκευής.

Η πορεία σχεδιασμού του προϊόντος, περιλαμβάνει παράλληλη ανάπτυξη:

- σχήματος (form),
- υλικού (material)
- μεθόδων παραγωγής (production)

Τα τρία παραπάνω στοιχεία, αναπτύσσονται σαφώς καθοδηγούμενα από τη λειτουργική αποσυναρμολόγηση, βάσει της οποίας έγινε και ο σχεδιασμός της ιδέας (concept development) .



Σχήμα 8.1 – Στοιχεία που τροχιοδρομούν το σχεδιασμό του προϊόντος

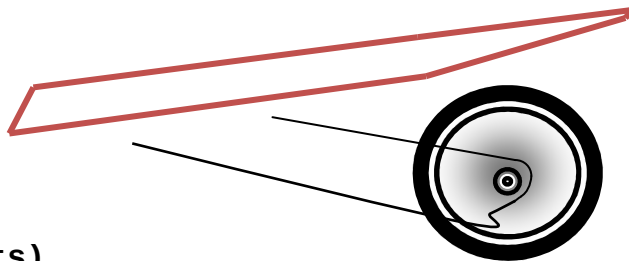
Ο σχεδιασμός της ανάρτησης του BikeE

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών ιδεών (concept evaluation) στο Κεφ. 6, έδωσε σαν αποτέλεσμα την επιλογή αμορτισέρ πνευματικής λειτουργίας (air shock), προσαρμοσμένο σε άξονα που συνδέεται στο πλαίσιο του ποδηλάτου (Pivot on body-S2).

Σε αυτή τη φάση της διαδικασίας, η σχεδιαστική ομάδα, καλείται να μετατρέψει την επιλεγθείσα γενική ιδέα, σε ένα αξιόπιστο προϊόν, το οποίο θα μεγιστοποιεί το λόγο Κέρδους / Κόστους, και παράλληλα θα πρέπει να λαμβάνεται μέσα από μία γραμμή παραγωγής. Η παράλληλη και βέλτιστη ικανοποίηση των παραπάνω προδιαγραφών, είναι ο τελικός στόχος της διαδικασίας ανάπτυξης του σχεδιαζόμενου συστήματος.

Ανάπτυξη σχήματος

Περιορισμοί (constraints)

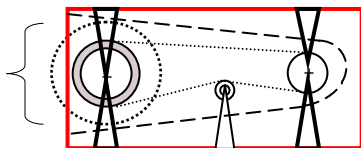


Η ανάπτυξη του σχήματος βασίζεται στα τελικά μηχανολογικά σχέδια (layout drawings). Τα σχέδια αυτά, φέρουν πληροφορίες για τη γεωμετρία του προϊόντος, καθώς και λεπτομέρειες για το σχηματισμό των εξαρτημάτων και των συνδέσεων εντός.

Τονίζεται, ότι η μελέτη γύρω από τα υλικά, έχει τεράστια σημασία για τους μηχανισμούς που περικλύει το προϊόν.

-Περιορισμοί χώρου

Σαν πρώτο στάδιο της διαδικασίας, λεπτομερούς σχεδιασμού (detailed design), τίθεται η μελέτη και κατανόηση των περιορισμών (constraints) όσον αφορά τη διαστασιολόγηση των εξαρτημάτων και της συναρμογής και τον ακριβή απαιτούμενο χώρο λειτουργίας του συστήματος. Οι περιορισμοί αυτοί τίθενται αρχικά για ολόκληρο το προϊόν, και ανάλογα με το πώς αυτό αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του, προστίθενται οι επιπλέον απαραίτητοι περιορισμοί. Πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση του χώρου που απαιτείται για τις λειτουργίες των υποσυστημάτων που εμπεριέχονται στο προϊόν, καθώς και του απαιτούμενου χώρου για την αλληλεπίδραση ολόκληρου του προϊόντος με αντικείμενα του περιβάλλοντός του. Οι αλληλεπιδράσεις, μπορούν να αναλυθούν σε μεταφορά ενέργειας/ισχύος, ροή υλικού, ή ανταλλαγή πληροφορίας.

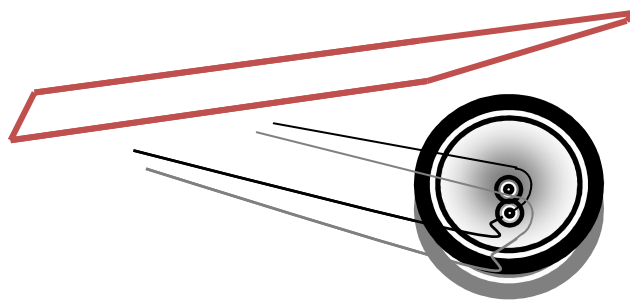
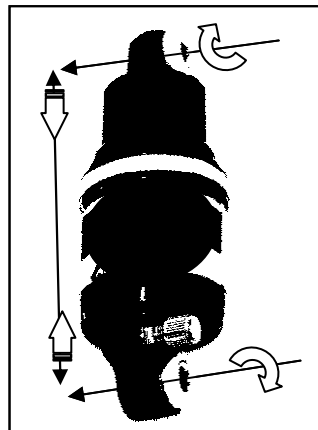


Σχήμα 8.2 - Περιορισμοί χώρου για λειτουργία ιμάντα (διακεκομμένη γραμμή). Στο άγκιστρο είναι η περιοχή αλληλεπίδρασης (κοπή) με αντικείμενα εκτός συστήματος.

Η σχεδιαζόμενη ανάρτηση του BikeE, είναι μέσο μεταφοράς ενέργειας, και έχει σαν εξωτερικά όρια τις αρθρώσεις με τις οποίες στηρίζεται στο πλαίσιο του ποδηλάτου, και το πίσω ψαλίδι.

Η ομάδα, όπως είδαμε, κατέληξε στην επιλογή του αμορτισέρ πνευματικής λειτουργίας (air shock) στηριζόμενο σε ψαλίδι που συνδέεται με άρθρωση στο πλαίσιο (pivot on crank / S2). Τώρα πρέπει να καταστούν σαφείς οι περιορισμοί χώρου που απαιτεί το σύστημα της ανάρτησης για την

πλήρη λειτουργία του. Η λειτουργία αφορά τη μεταβολή του μήκους του αμορτισέρ, καθώς και τη μετακίνηση του άξονά του ως προς το πλαίσιο, μέσω των δύο αρθρώσεων (βλ. Σχήμα δεξιά). Περιορισμοί χώρου επίσης, τίθενται και για τους υποδοχές στήριξης του αμορτισέρ στο πλαίσιο και ο ψαλίδι, καθώς και για την υποδοχή του «σταντ» (kickstand).



Σχήμα 8.3 - Σχετική θέση τροχού/αλυσίδας-πλαισίου από την πλήρη έκταση, ή συσπίρωση του αμορτισέρ

-Περιορισμοί Λειτουργίας

Σημαντική παράμετρος, είναι ότι το ποδήλατο διαθέτει σύστημα ταχυτήτων, και αυτό επηρεάζει δυναμικά την ανταπόκριση της ανάρτησης. Αυτό, πολύ περισσότερο όταν το οδόστρωμα εμφανίζει κλίση. Επίσης, το σύστημα ανάρτησης πρέπει να λειτουργεί ανεπηρρέαστο κάτω από οποιουσδήποτε συνδυασμούς βάρους αναβάτη – εδάφους.

Λαμβάνοντας όλα τα παραπάνω σαν περιορισμούς, η μελέτη γίνεται αρκετά πιο περίπλοκη, όμως δημιουργεί προϋποθέσεις ελαχιστοποίησης των ιδιαίτερα ζημιογόνων «λαθών μετά την παραγωγή».

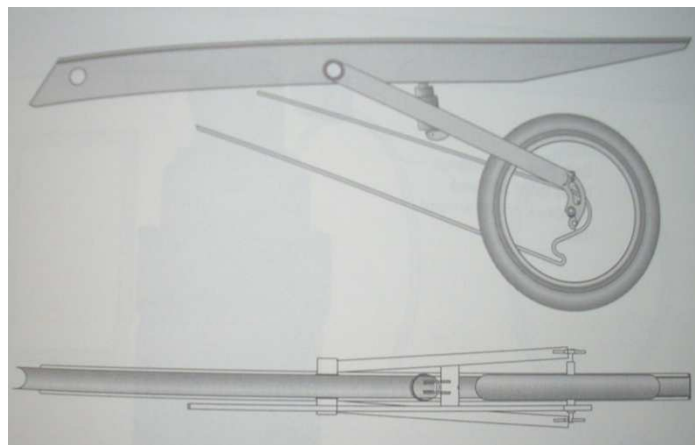
Διαμόρφωση εξαρτημάτων (configuration)

Στον όρο διαμόρφωση, συμπεριλαμβάνονται όλες οι διαδικασίες αρχιτεκτονικής και δομικής φύσης, καθώς και η οργάνωση των εξαρτημάτων και όλων των συναρμογών που αφορούν το προϊόν. Για άλλη μία φορά, μέσα από την αποσυναρμολόγηση και το διαχωρισμό σε όλα τα επιμέρους υποσυστήματα, το στάδιο αυτό παρέχει γνώση για το πως θα τοποθετηθούν τα εξαρτήματα βάσει:

- του υλικού κατασκευής (αφορά τη φύση του κάθε υλικού, και τη συμβατότητα ή μή, με άλλα υλικά)
- της όποιας αλληλεπίδρασης με άλλα εξαρτήματα σε επίπεδο λειτουργίας (σχετική κίνηση)
- της απαιτούμενης προσβασιμότητας (π.χ. για επισκευή/αντικατάσταση)

Κατά την εφαρμογή της διαδικασίας, η σχεδιαστική ομάδα, στρέφει τη μελέτη σε δύο εξαρτήματα: το ψαλίδι (swingarm), και το αμορτισέρ (air shock). Μία κομβική απόφαση που πρέπει να ληφθεί, αφορά τον τρόπο με τον οποίο θα τοποθετηθούν το αμορτισέρ και το ψαλίδι, επιτυγχάνοντας τη βέλτιστη αλληλεπίδραση μεταξύ τους, αλλά και με το πλαίσιο του ποδηλάτου. Έτσι επανέρχεται ένα πρόβλημα αξιολόγησης, στο στάδιο της δημιουργίας. Στην επιλογή θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν, η απόδοση του συστήματος (λειτουργία) και παράλληλα η αξιοπιστία και η δυνατότητα

παραγωγής (design for manufacturability) της όλης κατασκευής, όπως έχει επιλεγθεί κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των ιδεών. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που αφορά και την απόδοση, αλλά και την αξιοπιστία της λειτουργίας του ποδηλάτου είναι το πώς ανταποκρίνεται η αλυσίδα, στη λειτουργία της ανάρτησης, ταυτόχρονα με τις εκάστοτε ανωμαλίες του εδάφους.



Σχήμα 8.4 - Η τελική διάταξη του συστήματος

Στο Σχήμα 8.4 φαίνεται η διάταξη πλαίσιο-ψαλίδι-αμορτισέρ-αλυσίδα-τροχός, από τις σημειώσεις της σχεδιαστικής ομάδας. Η τοποθέτηση του ψαλιδιού είναι παρόμοια με εκείνη του πειραματικού ποδηλάτου Πίνακας 5.4.

Συνδέσεις (connections)

Το στάδιο αυτό, αποτελεί συνέχεια της διαμόρφωσης των εξαρτημάτων, και αποτελεί το τελικό στάδιο πριν την υλοποίησή τους. Η ανάπτυξη και καταγραφή των συνδέσεων μεταξύ των εξαρτημάτων, και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μηχανισμών του συστήματος, θα διαμορφώσει τις λειτουργίες που αυτό θα εκτελεί. Σημειώνουμε ότι σε αυτό το σημείο

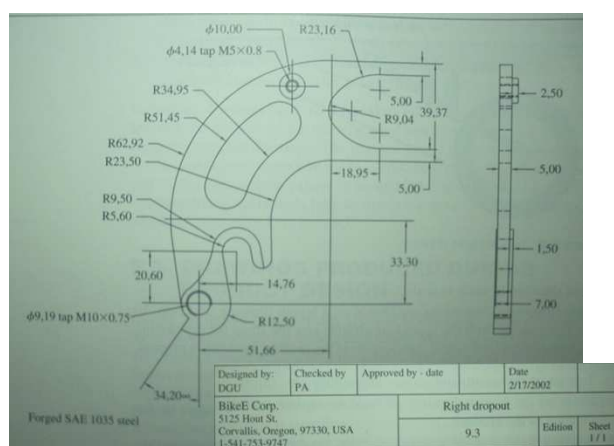
κλείνει το περιθώριο ανοχής λαθών, διότι η διόρθωσή τους οδηγεί σε σημαντικό κόστος.

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των συνδέσεων /αλληλεπιδράσεων μεταξύ των εξαρτημάτων του συστήματος ανάρτησης, υπήρξε ίσως το πιο απαιτητικό μέρος της διαδικασίας από πλευράς χρόνου.

Η σχεδιαστική ομάδα, κατέγραψε τέσσερις συνδέσεις για το (όχι ιδιαίτερα περίπλοκο) σύστημα, μιας και το αμορτισέρ που θα χρησιμοποιηθεί, αποτελεί «έτοιμο» εξάρτημα.

- **Σύνδεση τροχού - ψαλιδιού.**

Επιτεύχθηκε με την ειδική διαμόρφωση που καλείται “dropout” (βλ. Σχ 8.5), και η οποία υιοθετείται από πληθώρα κατασκευαστών ποδηλάτων, λόγω της ευκολίας που επιτρέπει στη σύνδεση- αποσύνδεση του τροχού, αλλά και της αξιόπιστης λειτουργίας που παρέχεται από την προένταση της κοχλίωσης (αξονική- ακτινική σταθερότητα).



Σχήμα 8.5 - “Dropout”: Η απόληξη του ψαλιδιού του bikeE.

- **Σύνδεση ψαλιδιού – αμορτισέρ.**

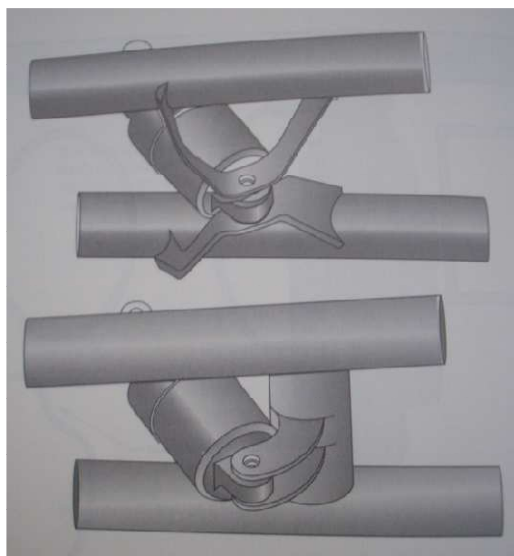
Η συγκεκριμένη σύνδεση, είναι προκαθορισμένη, αφού τα αμορτισέρ συνοδεύονται από κατάλληλα έδρανα (bushings)(σχήμα δεξιά). Η σύνδεση αυτή, επιτρέπει ένα βαθμό ελευθερίας, λειτουργώντας σαν άρθρωση. Έτσι επιτυγχάνεται η επιθυμητή περιστροφική (σχετική) κίνηση. Το σχεδιαστικό πρόβλημα της συγκεκριμένης σύνδεσης, είναι η εγκατάσταση της διάταξης/βάσης πάνω στην οποία θα στηριχθεί το αμορτισέρ. Σκοπός είναι να μεταβιβάζονται με βέλτιστο τρόπο τα φορτία από το ψαλίδι στο αμορτισέρ. Οι δύο εναλλακτικές περιγράφονται στην ενότητα που ακολουθεί(βλ. Σχήμα 8,6).



Το αμορτισέρ με τους
αξονικούς τριβείς
σύνδεσης

- **Σύνδεση πλαισίου(σκελετού) – αμορτισέρ.**

Η σύνδεση θα είναι άρθρωση (επιτρέποντας ένα βαθμό ελευθερίας). Βασική επιδίωξη είναι να διασφαλιστεί ότι τα φορτία διαμέσου του αμορτισέρ, θα παραλαμβάνονται όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα (όχι σημειακά) από το τοίχωμα του πλαισίου. Πιθανή λάθος εκτίμηση θα οδηγούσε μαθηματικά σε αστοχία, δεδομένου ότι το τοίχωμα στη συγκεκριμένη επιφάνεια του πλαισίου χαρακτηρίζεται από ψαθυρότητα (τμήμα αλουμινίου).



Σχήμα 8.6 - Οι δύο εναλλακτικές σύνδεσης ψαλιδιού-αμορτισέρ που εξετάστηκαν (Πάνω: Διάταξη «αράχνη», Κάτω: Διάταξη σωλήνα)

- **Σύνδεση ψαλιδιού – πλαισίου.**

Η σύνδεση αυτή απαίτησε τον περισσότερο χρόνο, καθώς και τη μεγαλύτερη σχεδιαστική μελέτη. Η κίνηση που θα εκτελείται, θα είναι περιστροφική, ενός βαθμού ελευθερίας, με άξονα περιστροφής εγκάρσια οπή στο σώμα του πλαισίου. Στην οπή αυτή συγκλίνουν οι δύο δοκοί του ψαλιδιού, οι οποίες εγκαθίστανται με έδρανα κύλισης (ρουλεμάν ιδίου τύπου με αυτά που χρησιμοποιούνται στη σύνδεση των πεταλιών του BikeE). Τα ρουλεμάν σταθεροποιούνται και ασφαλίζονται με πλαστική και μπρούτζινη μούφα (αξονικός τριβέας, ξεν:bushing), και ένα ελαστικό υλικό το οποίο περιορίζει την περιστροφική κίνηση στο άνω και κάτω όριο της ελαστικότητάς του.

Εξαρτήματα (components)

- **Κατασκευή ψαλιδιού.**

Η κατασκευή του ψαλιδιού, προσεγγίστηκε τόσο από μηχανολογικής άποψης (αντοχή), όσο και από σχεδιαστικής με την έννοια της αισθητικής.

Εναλλακτικές αποτέλεσαν η δοκός I (I- beam, σχ. 8.7), η οποία παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε ροπές κάμψης, αλλά και μία τροποποιημένη κατασκευή που βασίζεται σε επιφάνειες οπλισμένες με τριγωνικές αγκυρώσεις (τεχνική ναυπηγικής) , και η οποία παρουσιάζει εξίσου μεγάλη αντοχή όντας σε εντατική κατάσταση.



Σχήμα 8.7 - Δοκός I

Σημειώνεται σε αυτό το σημείο ότι μία από τις σχεδιαστικές λύσεις που έχει εφαρμόσει η BikeE σε προηγούμενα μοντέλα είναι αυτή του κυρτού πίσω ψαλιδιού (cantilever), η σχετική ελαστικότητα του οποίου λειτουργεί ως ανάρτηση. Η σχεδιαστική λύση που θα επιλεγεί για την εγκατάσταση της ανάρτησης θα περιλαμβάνει ευθεία δοκό, με βασικό χαρακτηριστικό την αντοχή σε κάμψη.

Η ομάδα απέρριψε τη χρήση των παραπάνω εναλλακτικών, επιλέγοντας ύστερα από μελέτη αντοχών διατομών, την υιοθέτηση ράβδου (ραβδοσωλήνα), ελλειπτικής διατομής, η οποία και παρουσιάζει αυξημένη ροπή αντίστασης ως προς τον άξονα της «μεγάλης» διαμέτρου, και συνεπώς αντοχή στην κάμψη. Άλλες επιθυμητές ιδιότητες που προσφέρονται από τη συγκεκριμένη επιλογή είναι η σχετική μειωμένη ελαστικότητα της ράβδου, και η σχεδιαστική-αισθητική εικόνα ενός νέου προϊόντος. Παραλλαγή, αποτέλεσε παραλλαγή της ελλειπτικής διατομής που φέρει ομαλή εσοχή για τη

διέλευση της αλυσίδας σε ακραίες καταστάσεις (απορρίφθηκε λόγω μειωμένης αντοχής).

Ένα υποπρόβλημα σε αυτό το σημείο ήταν η επιλογή ανάμεσα στην παραγωγή της -προς χρησιμοποίηση – ράβδου εντός της εταιρίας (με ακόλουθο το σχεδιασμό του τρόπου παραγωγής), ή την προμήθεια με αγορά σε ανταγωνιστική τιμή. Απάντηση στο πρόβλημα θα δώσει η μέθοδος εκτίμησης κόστους που ακολούθησε.

- **Κατασκευή διάταξης ένωσης αμορτισέρ-ψαλιδιού.**

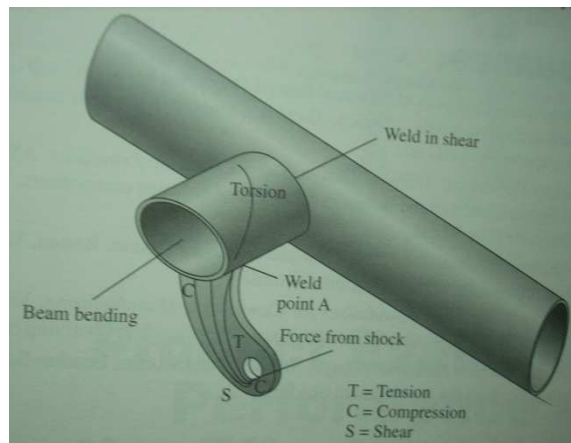
Βασικοί στόχοι του σχεδιασμού της διάταξης αυτής, είναι η μεταφορά των φορτίων από το ψαλίδι αποκλειστικά στο αμορτισέρ με τις ελάχιστες δυνατές απώλειες, και ταυτόχρονα η αντοχή του υλικού κατασκευής και των επικίνδυνων περιοχών (εδώ αναμένεται να είναι οι συγκολλήσεις). Τέλος, απαραίτητη είναι η προσβασιμότητα στη διάταξη (δυνατότητα ευκολίας στη συντήρηση)

Τα παραπάνω πρέπει να ενσωματωθούν σε μία όχι σύνθετη κατασκευή, υποκείμενη σε αυστηρούς περιορισμούς χώρου (αλυσίδα, φρένο), η οποία θα λαμβάνεται μέσα από μια παραγωγική διαδικασία (σταθερή ποιότητα-ομοιογένεια).

Οι εναλλακτικές προς υιοθέτηση που εξετάστηκαν είναι δύο: Η διάταξη «αράχνη», και η διάταξη «σωλήνα»(σχήμα 8.6).

- Η διάταξη αράχνη, με δύο αντικρυστά ελάσματα προοδευτικά μεταβαλλόμενης διατομής για την καλύτερη διοχέτευση των φορτίων, φέρει τέσσερα σημεία συγκόλλησης με το ψαλίδι, καθώς παρέχει και χώρο για τη διέλευση της αλυσίδας. Η κατασκευή είναι οριακή ως προς τα κριτήρια μορφολογικής και μηχανικής συνθετότητας (τέσσερις συγκολλήσεις).

- Η διάταξη σωλήνα, λειτουργεί εντελώς διαφορετικά στη διαβίβαση των φορτίων, καθώς είναι υποκείμενη σε ροπές κάμψης και στρέψης (Σχήμα 10.8).



Σχήμα 8.8 - Καταπόνηση της διάταξης σωλήνα

Οι συγκολλήσεις στο σημείο A είναι κρίσιμες, διότι μέσω αυτών διέρχονται τα κρουστικά φορτία από το ψαλίδι, τα οποία και παραλαμβάνονται σαν ροπή κάμψης. Ο σχεδιασμός, λόγω και των περιορισμών λειτουργίας της αλυσίδας, πρέπει να επικεντρωθεί στη στατική μελέτη, με μεταβλητή, τη διάμετρο του συνδετικού σωλήνα, ο οποίος παραλαμβάνει ροπές στρέψης τις οποίες μεταφέρει και στις συγκολλήσεις (βλ. Σχήμα 8.8). Ο υπεύθυνος βιομηχανικής παραγωγής αντιπαρέθεσε την υιοθέτηση της «μπρουτζοκόλλησης» (ετερογενής/σκληρή), έναντι της ηλεκτροσυγκόλλησης τόξου (αυτογενής), λόγω του ότι εμφανίζει υψηλά μηχανικά χαρακτηριστικά, και είναι ταχύτερη. Ύστερα από διερεύνηση, η πρόταση αυτή δεν υιοθετήθηκε καθώς λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά την κόλληση, επηρεάζεται η εσωτερική δομή του μετάλλου στη γειτονική περιοχή.

Αφού δοκιμάστηκαν και οι δύο εναλλακτικές σε όλη την περιοχή αντοχής τους, εξήχθησαν οι καταστάσεις πιθανών αστοχιών (failure modes). Έπρεπε να διασφαλιστεί ότι οιαδήποτε αστοχία, θα κατέληγε σε ασφαλή

κατάσταση για τον αναβάτη. Η διάταξη σωλήνα, ικανοποιούσε οριακά καλύτερα τα κριτήρια που είχαν τεθεί.

Υλικά (materials)

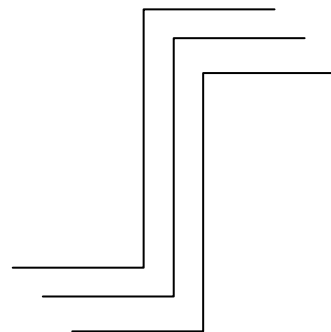
Η επιλογή των υλικών, βασίστηκε κυρίως στη γνώση και την εμπειρία των μελών της ομάδας, μιας και αποτελεί ένα ερευνητικό πεδίο που απασχολεί τα μέλη συνεχώς.

Βασικό υλικό για τα μεταλλικά μέρη αποτελεί το 4130 steel, το οποίο και χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ποδηλάτων λόγω των «καλών» μηχανικών ιδιοτήτων του (βασικότερες των οποίων είναι η αντοχή και το σχετικά χαμηλό βάρος).

Σχόλια

Είδαμε ότι η ανάπτυξη ενός προϊόντος, είναι μία διαδικασία που σαν κύριο χαρακτηριστικό έχει τα πολλά κομβικά σημεία, στα οποία πρέπει να γίνει αναζήτηση της βέλτιστης, ανάμεσα σε εναλλακτικές που εκ πρώτης, αλλά και «δεύτερης» όψεως φαίνεται να ικανοποιούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Παρατηρείται η συνεχής δημιουργία καινούργιων-προκυπτώντων υποπροβλημάτων προς λύση, ικανά να θέσουν τη μελέτη εκτός ορίζοντα χρονικού προγραμματισμού, έχοντας ως βασική συνέπεια το κόστος.

Ωστόσο, μία διαδικασία βασισμένη σε δόκιμες μεθόδους ανάπτυξης προϊόντων, όπως και η παρούσα, κινεί τη μελέτη βελτιστοποιημένη περιμετρικά, και δύναται να μεγιστοποιήσει την πιθανότητα σύγκλισης **έργου (project) – στόχου (target) (= success)**



Ο πίνακας QFD

Ο πίνακας QFD (Quality Function Deployment -Ιαπωνία 1975), είναι μία μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον ορισμό προδιαγραφών (specifications) σε ένα σχεδιαζόμενο προϊόν. Αποτελεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο, μιας και οδηγεί σε βαθύτερη κατανόηση του προβλήματος, δίνοντας πληροφορίες ταυτόχρονα, για :

- Τις προδιαγραφές και το στόχο του προϊόντος
- Την πορεία του ανταγωνισμού
- Τις απαιτήσεις των καταναλωτών/χρηστών

Και επίσης ποσοτικοποιεί προβλήματα, ορίζοντας στόχους για την εταιρία και παράλληλα διευκολύνοντας τη λύση τους.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο Πίνακας QFD, όπως χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή πληροφοριών, από τη σχεδιαστική ομάδα της BikeE, για την ανάπτυξη του συστήματος ανάρτησης.

πίνακας π1 - Ο πίνακας QFD (House of Quality) όπως αναπτύχθηκε από σχεδιαστική ομάδα της **BikeE**, για τη συλλογή πληροφοριών και την ανάπτυξη προδιαγραφών

Street rider Sales-repair person		BikeE Suspension Example	HOW													NOW					
			Energy transmitted on std road	Max acceleration on std street	Max acceleration on 2.5 cm std pothole	Max acceleration on 5 cm std pothole	Riders that notice pogoing	Rider weight range	Rider height range	# of tools to adjust	# of tools to adjust	Amount of change in spring rate	Amount of change in damping	Mean time between suspension maintenance	People liking suspension's looks	Added assembly time	1	2	3	4	5
Direction of Improvement			↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓					
Units			%	gs	gs	gs	%	lbs	in	#	#	%	%	dys	%	min					
13	14	Performance	Smooth ride on streets	●	●	○	○										◇		□		
18	12		Eliminate shock from bumps	○	○	●	●											◇	○		□
11	12		No pogoing	△				●										□	○		◇
6	8	Adjustability	Easy to adjust for different weights					●			●							□	○		◇
4	11		Easy to adjust for different heights							●	●									□	◇
10	6		Easy to adjust ride hardness									●					●		□		
6	4	Environment	No noticeable temperature effect										●	●						□	◇
4	3		No noticeable dirt effect											●	●					□	◇
8	2		No noticeable water effect											●	●						□
15	5	Other	Easy to maintain					○	○	●				●					□	○	◇
4	15		Looks like a suspension												●		◇		○		□
1	8		Easy to manufacture													●		□	●		
BikeE CT			95.	0.4	1.6	3.0	0.0	100	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
Mountain Bike			35.	0.1	0.4	0.5	20.	30.	4.0	2.0	1.0	0.0	0.0	30.		20.					
Recumbent			50.	0.1	0.7	0.9	40.	40.	6.0	1.0	1.0	0.0	0.0	45.		10.					
Target (delighted)			30.	0.1	0.4	0.5	100	100	6.0	0.0	1.0	0.0	0.0	60.	90.	10.					
Target (disgusted)			50.	0.2	0.7	1.0	50.	50.	3.0	1.0	1.0	0.0	0.0	30.	70.	20.					

Ullman, David : *“The mechanical Design Process”,third edition*, McGraw – Hill.

Paul G. , Beitz W. , Feldhusen J. , Grote K.H. : *“Engineering Design - a Systematic approach”,third edition*, Springer

Niemann, G : *“Στοιχεία μηχανών” τόμοι 1&2*, Fountas.

Μπιλάλης, Νικόλαος (2009) : *“Μελέτη και ανάπτυξη προϊόντων”,εκπαιδευτικές σημειώσεις και διαλέξεις*, Πολυτεχνείο Κρήτης

Ιστοσελίδες μεταξύ των οποίων:

www.cycle-info.bpaj.or.jp/english/index.html

www.tachyonlabs.com

<http://poleary.proboards.com>

(ανάκτηση Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2009)

