

Έρευνα & Ανάπτυξη Προϊόντος

ΑΠΟΣΑΦΗΝΙΖΟΝΤΑΣ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ: Τεχνικές Προδιαγραφές Προϊόντος (Technical/Engineering Specifications)



Διαφάνειες Διαλέξεων
Διδάσκων: Καθ. Δ. Καραλέκας

1

1

Φάση Διερεύνησης Τεχνικών Προδιαγραφών



Υλοποίηση Οικονομικής Ανάλυσης

Συγκριτική Αξιολόγηση Ανταγωνιστικών Προϊόντων

Κατασκευή και Δοκιμή Μοντέλων και Πρωτοτύπων

Προδιαγραφές «Στόχοι»

Βασίζόμενα: στις ανάγκες του χρήστη και την συγκριτική αξιολόγηση

Τελικές Προδιαγραφές

Βασίζόμενα: στην ιδέα προς ανάπτυξη, εφικτότητα, μοντέλα, δοκιμές, αντιστάθμιση επιλογών/ πλεονεκτημάτων

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

2

2

Τι είναι οι προδιαγραφές;



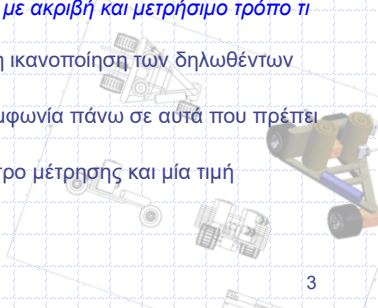
Ανάγκες χρήστη:

- ❖ Αντανακλούν τις επιθυμίες / προσδοκίες από τη χρήση του προϊόντος χωρίς να προδιαγράφουν το πώς θα ικανοποιηθούν στο τελικό προϊόν
- ❖ Παρέχουν μικρή καθοδήγηση στο πως θα σχεδιαστεί, αναπτυχθεί και κατασκευασθεί το τελικό προϊόν
- ❖ Επιτρέπουν μεγάλα περιθώρια για υποκειμενική ερμηνεία



Προδιαγραφές Προϊόντος:

- ❖ Οι προδιαγραφές θα πρέπει να καθορίζουν με ακριβή και μετρήσιμο τρόπο τι πρέπει να κάνει το προϊόν.
- ❖ Η θέσπιση αυτών δεν σημαίνει και απόλυτη ικανοποίηση των δηλωθέντων αναγκών του χρήστη
- ❖ Αντιπροσωπεύουν μία αδιαμφισβήτητη συμφωνία πάνω σε αυτά που πρέπει να επιτύχει η ομάδα ανάπτυξης
- ❖ Μία προδιαγραφή αποτελείται από: ένα μέτρο μέτρησης και μία τιμή μέτρησης



3

3

Θέσπιση Προδιαγραφών για ένα Προϊόν

Κατηγορίες άντλησης προδιαγραφών

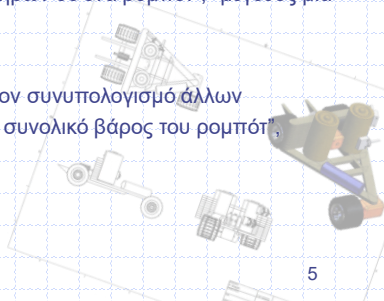
Κατηγορία	Περιγραφή
Γεωμετρία	Διαστάσεις, απαιτήσεις χώρου, κλπ
Κινηματική	Είδος και διεύθυνση κίνησης, ταχύτητα, κλπ
Δυνάμεις	Διεύθυνση και μέγεθος, συχνότητα, μετατροπή σε άλλη μορφή, κλπ
Υλικά	Ιδιότητες, ροή υλικών, σχεδιασμός για μορφοποίηση, κλπ
Σήματα	Input/output, ένδειξη
Ασφάλεια	Θέματα προστασίας
Εργονομία	Θέματα άνεσης, επαφής με τον χρήστη, χρήσης
Παραγωγή	Δυνατότητες παραγωγής, ανοχές, φύρα
Ποιοτικός έλεγχος	Δυνατότητες δοκιμών ποιοτικού ελέγχου
Συναρμολόγηση	Ειδικοί κανονισμοί, απαιτήσεις
Μεταφορά	Ανάγκες συσκευασίας
Εν λειτουργία	Θόρυβος, απόσυρση, κλπ
Συντήρηση	Διαστήματα σέρβις, συχνότητα επισκευών
Κόστη	Κόστος κατασκευής, κόστος υλικών
Προγραμματισμός	Χρονικοί περιορισμοί

4

4

Μέτρα προδιαγραφών;

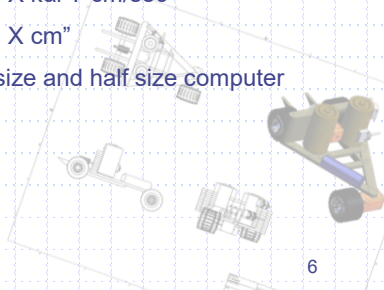
- ❖ Παράδειγμα: ο μέσος **χρόνος** τοποθέτησης μίας ανάρτησης στο σκελετό ενός ποδηλάτου είναι λιγότερος από **75 δευτερόλεπτα**.
 - «μέσος **χρόνος** τοποθέτησης»: μέτρο
 - «λιγότερο από **75 δευτερόλεπτα**»: είναι η τιμή του μέτρου
- ❖ Τα μέτρα θα πρέπει να είναι **εξαρτώμενες** και όχι ανεξάρτητες μεταβλητές:
 - ⊗ Τα ανεξάρτητα μέτρα δεν συνδέονται με άλλες κρίσιμες παραμέτρους απόδοσης του προϊόντος: “αριθμός κινητήρων σε ένα ρομπότ”, “μέγεθος μία μπαταρίας”
 - ⊗ Τα εξαρτώμενα μέτρα προκύπτουν από τον συνυπολογισμό άλλων κρίσιμων σχεδιαστικών παραμέτρων: “το συνολικό βάρος του ρομπότ”, “χρόνος απόδοσης της μπαταρίας”



5

Τιμές προδιαγραφών ;

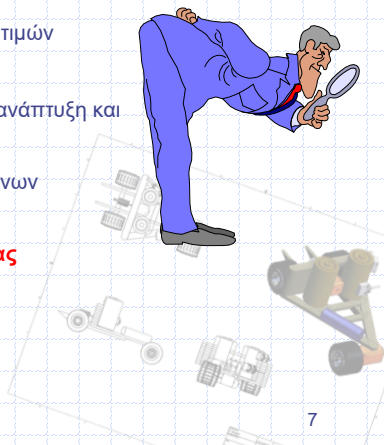
- ❖ **Τουλάχιστον X** Επιλογή μίας ελάχιστα αποδεκτής τιμής απόδοσης “η ταχύτητα μεταφοράς των εντολών στο ρομπότ είναι τουλάχιστον X sec”
- ❖ **Το μέγιστο X** Επιλογή μίας μέγιστης τιμής απόδοσης “η ακτίνα περιστροφής όχι μεγαλύτερη από X rad”
- ❖ **Μεταξύ X και Y** Επιλογή μία τιμής μεταξύ μίας ελάχιστης και μέγιστης “η ταχύτητα του ρομπότ κυμαίνεται μεταξύ X και Y cm/sec”
- ❖ **Ακριβώς X** “το μήκος του βραχίονα είναι X cm”
- ❖ **Γενικές τιμές** “θα χρησιμοποιηθούν full size and half size computer cards”



6

Διαδικασία καθορισμού προδιαγραφών

- ❖ **Καθορισμός προδιαγραφών «στόχων»**
 - ⊗ Βασιζόμενοι στις ανάγκες των χρηστών και στην συγκριτική αξιολόγηση των ανταγωνιστικών προϊόντων
 - ⊗ Επιλογή μέτρων για κάθε ανάγκη
 - ⊗ Καθορισμός «ιδανικών» και «αποδεκτών» τιμών
- ❖ **Βελτίωση προδιαγραφών**
 - ⊗ Βασιζόμενοι στην επιλογή της ιδέας προς ανάπτυξη και μελέτη εφικτότητας
 - ⊗ Τεχνική μοντελοποίηση
 - ⊗ Προσδιορισμός κρίσιμων αλληλοεξαρτώμενων παραμέτρων
- ❖ **Επανεξέταση της προηγούμενης διαδικασίας**
 - ⊗ Σημαντική για συνεχή βελτίωση



7

7

Θέσπιση Προδιαγραφών για ένα Προϊόν

Κατηγορίες άντλησης προδιαγραφών

Κατηγορία	Περιγραφή
Γεωμετρία	Διαστάσεις, απαιτήσεις χώρου, κλπ
Κινηματική	Είδος και διεύθυνση κίνησης, ταχύτητα, κλπ
Δυνάμεις	Διεύθυνση και μέγεθος, συχνότητα, μετατροπή σε άλλη μορφή, κλπ
Υλικά	Ιδιότητες, ροή υλικών, σχεδιασμός για μορφοποίηση, κλπ
Σήματα	Input/output, ένδειξη
Ασφάλεια	Θέματα προστασίας
Εργονομία	Θέματα άνεσης, επαφής με τον χρήστη, χρήσης
Παραγωγή	Δυνατότητες παραγωγής, ανοχές, φύρα
Ποιοτικός έλεγχος	Δυνατότητες δοκιμών ποιοτικού ελέγχου
Συναρμολόγηση	Ειδικοί κανονισμοί, απαιτήσεις
Μεταφορά	Ανάγκες συσκευασίας
Εν λειτουργία	Θόρυβος, απόσυρση, κλπ
Συντήρηση	Διαστήματα σέρβις, συχνότητα επισκευών
Κόστη	Κόστος κατασκευής, κόστος υλικών
Προγραμματισμός	Χρονικοί περιορισμοί

8

8

Παράδειγμα προδιαγραφών προϊόντος: Mountain Bike Suspension Fork



K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

9

9

Παράδειγμα προδιαγραφών προϊόντος: Mountain Bike Suspension Fork

Ομάδα Σχεδιασμού και Ανάπτυξης: Σημαντικό χρόνο στον εντοπισμό των αναγκών του χρήστη μέσω

- Ιδίας χρήση πολλών ποδηλάτων
- Συνεντεύξεων με γνωστούς ποδηλάτες αγώνων
- Συνεντεύξεων με ερασιτέχνες ποδηλάτες
- Επαφών με με εμπορικούς αντιπροσώπους

Προκλήσεις που θα αντιμετώπιζε η ομάδα Σχεδιασμού και Ανάπτυξης:

- Πως θα μπορούσαν οι σχετικά υποκειμενικές ανάγκες του πελάτη να μεταφραστούν σε ακριβείς στόχους της προσπάθειας ανάπτυξης
- Ποια είναι εκείνα τα χαρακτηριστικά που οδηγούν στην επιτυχία ή αποτυχία του νέου προϊόντος
- Πως η ομάδα θα ενισχύσει την αυτοπεποίθησή της ως προς το προϊόν που θα αναπτύξει
- Πως η ομάδα θα χειριστεί τους ενδεχόμενους συμβιβασμούς ανάμεσα σε αντικρουόμενα χαρακτηριστικά, όπως π.χ. κόστος και βάρος

10

10

Καταγραφή Αναγκών Χρηστών

A/A		Ανάγκη	Σημαντικ.
1	Η ανάρτηση	μειώνει τους κραδασμούς στα χέρια.	3
2	Η ανάρτηση	επιτρέπει την εύκολη διάσχιση ενός αργού, δύσβατου εδάφους.	2
3	Η ανάρτηση	επιτρέπει καταβάσεις με υψηλές ταχύτητες σε ανώμαλα μονοπάτια.	5
4	Η ανάρτηση	επιτρέπει ρυθμίσεις ευαισθησίας.	3
5	Η ανάρτηση	διατηρεί τα χαρακτηριστικά οδήγησης του ποδηλάτου.	4
6	Η ανάρτηση	παραμένει άκαμπτη σε δύσκολες στροφές.	4
7	Η ανάρτηση	είναι ελαφριά.	4
8	Η ανάρτηση	παρέχει άκαμπτα σημεία στήριξης των φρένων.	2
9	Η ανάρτηση	ταιριάζει σε μεγάλο εύρος ποδηλάτων, τροχών, και ελαστικών.	5
10	Η ανάρτηση	τοποθετείται εύκολα.	1
11	Η ανάρτηση	δέχεται προφυλακτήρες.	1
12	Η ανάρτηση	εμπνέει υπερηφάνεια.	5
13	Η ανάρτηση	είναι προσιτή στον ερασιτέχνη θιασώτη.	5
14	Η ανάρτηση	δεν μολύνεται από το νερό.	5
15	Η ανάρτηση	δεν μολύνεται από τη λάσπη.	5
16	Η ανάρτηση	είναι εύκολα προσβάσιμη για συντήρηση.	3
17	Η ανάρτηση	επιτρέπει την εύκολη αντικατάσταση φθαρμένων κομματιών.	1
18	Η ανάρτηση	συντηρείται με κοινά εργαλεία.	3
19	Η ανάρτηση	έχει μεγάλη διάρκεια ζωής.	5
20	Η ανάρτηση	είναι ασφαλής σε περίπτωση σύγκρουσης.	5

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

11

11

Καταγραφή Αναγκών Χρηστών

#		NEED	Imp
1	The suspension	reduces vibration to the hands.	3
2	The suspension	allows easy traversal of slow, difficult terrain.	2
3	The suspension	enables high speed descents on bumpy trails.	5
4	The suspension	allows sensitivity adjustment.	3
5	The suspension	preserves the steering characteristics of the bike	4
6	The suspension	remains rigid during hard cornering.	4
7	The suspension	is lightweight.	4
8	The suspension	provides stiff mounting points for the brakes.	2
9	The suspension	fits a wide variety of bikes, wheels, and tires.	5
10	The suspension	is easy to install.	1
11	The suspension	works with fenders.	1
12	The suspension	instills pride.	5
13	The suspension	is affordable for an amateur enthusiast.	5
14	The suspension	is not contaminated by water.	5
15	The suspension	is not contaminated by grunge.	5
16	The suspension	can be easily accessed for maintenance.	3
17	The suspension	allows easy replacement of worn parts.	1
18	The suspension	can be maintained with readily available tools.	3
19	The suspension	lasts a long time.	5
20	The suspension	is safe in a crash.	5

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.


12

12

Καταγραφή Αναγκών Χρηστών

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

Ανάγκη		Μέτρο
1	Μειώνει τους κραδασμούς στα χέρια	1 Απόσβεση κραδασμών από πτώση στις χειρολαβές στα 10 Hz
2	Επιτρέπει την εύκολη διάγνωση ενός αργού, δύσβατου εδάφους	2 Προένταση ελατηρίου
3	Επιτρέπει καταβάσεις με υψηλές ταχύτητες σε ανάμολα μονοπάτια	3 Μέγιστη τιμή από τη δοκιμή Monster
4	Επιτρέπει ρυθμίσεις ευαισθησίας	4 Ελάχιστος χρόνος κατάβασης σε λίστα δοκιμών
5	Διατηρεί τα χαρακτηριστικά οδήγησης του ποδηλάτου	5 Εύρος ρύθμισης συντελεστή απόσβεσης
6	Παράμεινε άκαμπτη σε δύσκολες στροφές	6 Μέγιστη διαδρομή (τροχός 26 ιντσών)
7	Είναι ελαφριά	7 Απόκλιση του σωλήνα του τιμονιού
8	Παρέχει άκαμπτα σημεία στήριξης των φρένων	8 Εγκάρσια ακαμψία στα άκρα
9	Ταιριάζει σε μεγάλο εύρος ποδηλάτων, τροχών, και ελαστικών	9 Συνολική μάζα
10	Τοποθετείται εύκολα	10 Εγκάρσια ακαμψία στα σημεία στήριξης φρένων
11	Δέχεται προφυλακτήρες	11 Διαστάσεις των πατηριών λαιμού [Headset sizes]
12	Εμπνέει υπερηφάνεια	12 Μήκος άξονα τιμονιού
13	Είναι προσητή στον ερασιτέχνη θιασώτη	13 Μεγέθη τροχών
14	Δεν μολύνεται από το νερό	14 Μέγιστο πλάτος των ελαστικών
15	Δεν μολύνεται από τη λάσπη	15 Χρόνος συναρμολόγησης στον σκελετό
16	Είναι εύκολα προσβάσιμη για συντήρηση	16 Συμβατότητα με προφυλακτήρες
17	Επιτρέπει την εύκολη αντικατάσταση φθαρμένων κομμιών	17 Εμπνέει υπερηφάνεια
18	Συντηρείται με καινά εργαλεία	18 Κόστος παραγωγής ανά μονάδα
19	Έχει μεγάλη διάρκεια ζωής	19 Χρόνος σε θάλαμο ψεκασμού άνευ εισροής ύδατος
20	Είναι ασφαλής σε περίπτωση σύγκρουσης	20 Κύκλοι σε θάλαμο λάσπης άνευ μόλυνσης
		21 Χρόνος αποσυρμολόγησης/ συναρμολόγησης για συντήρηση
		22 Ειδικά εργαλεία απαιτούμενα για συντήρηση
		23 Διάρκεια έκθεσης σε υπεριώδη ακτινοβολία έως την αποσύνθεση ελαστικών εξαρτημάτων
		24 Κύκλοι στο Monster μέχρι αστοχία
		25 Δοκιμή κατά το Ιαπωνικό Βιομηχανικό Πρότυπο
		26 Αντοχή σε κάμψη (εμπρόσθια φόρτιση)



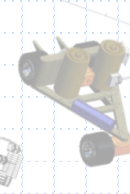
13

13

Επιλογή μέτρων και τιμών

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

Αριθμός Μέτρου	Αριθμοί Αναγκών	Μέτρο	Σημα ντικ.	Μονάδα Μέτρησης
1	1,3	Απόσβεση κραδασμών από πτώση στις χειρολαβές στα 10 Hz		dB
2	2,6	Προένταση ελατηρίου		N
3	1,3	Μέγιστη τιμή από τη δοκιμή Monster		g
4	1,3	Ελάχιστος χρόνος κατάβασης σε λίστα δοκιμών		s
5	4	Εύρος ρύθμισης συντελεστή απόσβεσης		N-s/m
6	5	Μέγιστη διαδρομή (τροχός 26 ιντσών)		mm
7	5	Απόκλιση του σωλήνα του τιμονιού		mm
8	6	Εγκάρσια ακαμψία στα άκρα		kN/m
9	7	Συνολική μάζα		kg
10	8	Εγκάρσια ακαμψία στα σημεία στήριξης φρένων		kN/m
11	9	Διαστάσεις των πατηριών λαιμού [Headset sizes]		in.
12	9	Μήκος άξονα τιμονιού		mm
13	9	Μεγέθη τροχών		Λίστα
14	9	Μέγιστο πλάτος των ελαστικών		in.
15	10	Χρόνος συναρμολόγησης στον σκελετό		s
16	11	Συμβατότητα με προφυλακτήρες		Λίστα
17	12	Εμπνέει υπερηφάνεια		Υποκ.
18	13	Κόστος παραγωγής ανά μονάδα		US\$
19	14	Χρόνος σε θάλαμο ψεκασμού άνευ εισροής ύδατος		s
20	15	Κύκλοι σε θάλαμο λάσπης άνευ μόλυνσης		K-cycles
21	16, 17	Χρόνος αποσυρμολόγησης/ συναρμολόγησης για συντήρηση		S
22	17, 18	Ειδικά εργαλεία απαιτούμενα για συντήρηση		Λίστα
23	19	Διάρκεια έκθεσης σε υπεριώδη ακτινοβολία έως την αποσύνθεση ελαστικών εξαρτημάτων		hr
24	19	Κύκλοι στο Monster μέχρι αστοχία		Κύκλοι
25	20	Δοκιμή κατά το Ιαπωνικό Βιομηχανικό Πρότυπο		Διαδική
26	20	Αντοχή σε κάμψη (εμπρόσθια φόρτιση)		kN



14

14

Επιλογή μέτρων και τιμών

Metric #	Need #s	Metric	Imp	Units
1	1,3	Attenuation from dropout to handlebar at 10hz	3	dB
2	2,6	Spring pre-load	3	N
3	1,3	Maximum value from the Monster	5	g
4	1,3	Minimum descent time on test track	5	s
5	4	Damping coefficient adjustment range	3	N-s/m
6	5	Maximum travel (26in wheel)	3	mm
7	5	Rake offset	3	mm
8	6	Lateral stiffness at the tip	3	kN/m
9	7	Total mass	4	kg
10	8	Lateral stiffness at brake pivots	2	kN/m
11	9	Headset sizes	5	in
12	9	Steertube length	5	mm
13	9	Wheel sizes	5	list
14	9	Maximum tire width	5	in
15	10	Time to assemble to frame	1	s
16	11	Fender compatibility	1	list
17	12	Instills pride	5	subj
18	13	Unit manufacturing cost	5	US\$
19	14	Time in spray chamber w/o water entry	5	s
20	15	Cycles in mud chamber w/o contamination	5	k-cycles
21	16,17	Time to disassemble/assemble for maintenance	3	s
22	17,18	Special tools required for maintenance	3	list
23	19	UV test duration to degrade rubber parts	5	hours
24	19	Monster cycles to failure	5	cycles
25	20	Japan Industrial Standards test	5	binary
26	20	Bending strength (frontal loading)	5	MN

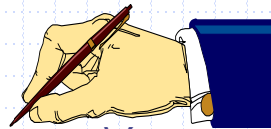
K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

15

15

Ας το προσπαθήσουμε στην τάξη!

Ανάγκη Χρήστη:
«Να γράφει μαλακά το στυλό».



16

16

Πίνακας σύνδεσης Μέτρων με Ανάγκες

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

Need	Metric	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	reduces vibration to the hands.																										
2	allows easy traversal of slow, difficult terrain		*																								
3	enables high speed descents on bumpy trails.		*	*																							
4	allows sensitivity adjustment.				*																						
5	preserves the steering characteristics of the bike.					*																					
6	remains rigid during hard cornering.		*																								
7	is lightweight.								*																		
8	provides stiff mounting points for the brakes.								*																		
9	fits a wide variety of bikes, wheels, and tires									*	*	*	*	*													
10	is easy to install															*											
11	works with fenders.															*											
12	instills pride.																	*									
13	is affordable for an amateur enthusiast.																		*								
14	is not contaminated by water.																		*								
15	is not contaminated by grunge.																		*								
16	can be easily accessed for maintenance.																		*								
17	allows easy replacement of worn parts.																		*	*	*	*	*	*	*	*	*
18	can be maintained with readily available tools.																		*	*	*	*	*	*	*	*	*
19	lasts a long time.																		*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	is safe in a crash.																		*	*	*	*	*	*	*	*	*

17

Διαδικασία Συγκριτικής Αξιολόγησης Ανταγωνιστικών Προϊόντων ως προς τις Προδιαγραφές τους

1. Λίστα θεμάτων σχεδιασμού
2. Λίστα ανταγωνιστικών / αντίστοιχων προϊόντων
3. Αναζήτηση πληροφοριών
4. Αποσυναρμολόγηση / Αντίστροφη Μηχανική
5. Προσδιορισμός μορφής και λειτουργίας
6. Προσδιορισμός των καλύτερων στην κατηγορία τους
7. Γραφική αποτύπωση των τάσεων της βιομηχανίας

18

18

Συγκριτική Αξιολόγηση των Ανιγκών

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

#	NEED	Imp	ST Tritrack	Maniray 2	Rox Tahx Quadra	Rox Tahx Ti 21	Tonka Pro	Gunhill Head Shox
1	The suspension reduces vibration to the hands.	3	*	****	**	*****	**	**
2	The suspension allows easy traversal of slow, difficult terrain.	2	**	*****	**	*****	**	*****
3	The suspension enables high speed descents on bumpy trails.	5	*	*****	**	*****	**	*****
4	The suspension allows sensitivity adjustment.	3	*	*****	**	*****	**	**
5	The suspension preserves the steering characteristics of the bike	4	****	**	*	**	**	*****
6	The suspension remains rigid during hard cornering.	4	*	**	*	*****	**	*****
7	The suspension is lightweight.	4	*	**	*	**	*****	*****
8	The suspension provides stiff mounting points for the brakes.	2	*	*****	**	**	**	*****
9	The suspension fits a wide variety of bikes, wheels, and tires.	5	****	*****	**	*****	**	*
10	The suspension is easy to install.	1	****	*****	**	*****	**	*
11	The suspension works with fenders.	1	**	*	*	*	*	*****
12	The suspension instills pride.	5	*	*****	**	*****	**	*****
13	The suspension is affordable for an amateur enthusiast.	5	*****	*	**	*	**	**
14	The suspension is not contaminated by water.	5	*	**	*****	*****	**	*****
15	The suspension is not contaminated by grunge.	5	*	**	*	**	**	*****
16	The suspension can be easily accessed for maintenance.	3	****	*****	**	*****	**	*
17	The suspension allows easy replacement of worn parts.	1	****	*****	**	*****	**	*
18	The suspension can be maintained with readily available tools.	3	****	*****	**	*****	**	*
19	The suspension lasts a long time.	5	****	*****	**	*****	**	*
20	The suspension is safe in a crash.	5	****	*****	**	*****	**	*****

19

Συγκριτική Αξιολόγηση Μέτρων

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

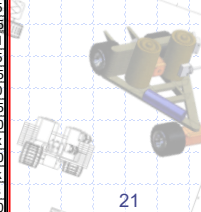
Metric #	Need #s	Metric	Imp	Units	ST Tritrack	Maniray 2	Rox Tahx Quadra	Rox Tahx Ti 21	Tonka Pro	Gunhill Head Shox
1	1,3	Attenuation from dropout to handlebar at 10hz	3	dB	8	15	10	15	9	13
2	2,6	Spring pre-load	3	N	550	760	590	710	490	690
3	1,3	Maximum valve from the Monster	5	g	3.6	3.2	3.7	3.3	3.7	3.4
4	1,3	Minimum descent time on test track	5	s	13	11.3	12.6	11.2	13.2	11
5	4	Damping coefficient adjustment range	3	N-s/m	0	0	0	200	0	0
6	5	Maximum travel (26in wheel)	3	mm	28	48	43	46	33	38
7	5	Rake offset	3	mm	41.5	39	38	38	43.2	39
8	6	Lateral stiffness at the tip	3	kN/m	59	110	85	85	65	130
9	7	Total mass	4	kg	1.409	1.385	1.409	1.364	1.222	1.1
10	8	Lateral stiffness at brake pivots	2	kN/m	295	550	425	425	325	650
11	9	Headset sizes	5	in	1.000	1.125	1.000	1.125	1.000	1.000
					1.125	1.250	1.125	1.250	1.125	1.125
					150	150	150	150	150	150
					180	140	170	170	150	170
					210	165	170	190	190	190
					230	190	190	210	210	210
					255	215	210	230	220	210
12	9	Steertube length	5	mm						NA
13	9	Wheel sizes	5	list	26in	26in	26in	700C	26in	26in
14	9	Maximum tire width	5	in	1.5	1.75	1.5	1.75	1.5	1.5
15	10	Time to assemble to frame	1	s	35	35	45	45	35	85
16	11	Fender compatibility	1	list	Zefal	none	none	none	none	all
17	12	Instills pride	5	subj	1	4	3	5	3	5
18	13	Unit manufacturing cost	5	US\$	65	105	85	115	80	100
19	14	Time in spray chamber w/o water entry	5	s	1300	2300	>3800	>3800	2300	>3600
20	15	Cycles in mud chamber w/o contamination	5	k-cycles	15	19	15	25	18	35
21	16,17	Time to disassemble/assemble for maintenance	3	s	160	245	215	245	200	425
22	17,18	Special tools required for maintenance	3	list	hex	hex	hex	hex	long pin	hex
23	19	UV test duration to degrade rubber parts	5	hours	400+	250	400+	400+	400+	250
24	19	Monster cycles to failure	5	cycles	500k+	500k+	500k+	480k	500k+	330k
25	20	Japan Industrial Standards test	5	binary	pass	pass	pass	pass	pass	pass
26	20	Bending strength (frontal loading)	5	MN	55	89	75	75	62	102

20

Επιλογή «ελάχιστων» και «ιδανικών» τιμών

Metric	Units	Marginal Value	Ideal Value
1 Attenuation from dropout to handlebar at 10hz	dB	>10	>15
2 Spring pre-load	N	480 - 800	650 - 700
3 Maximum value from the Monster	g	<3.5	<3.2
4 Minimum descent time on test track	s	<13.0	<11.0
5 Damping coefficient adjustment range	N-s/m	0	>200
6 Maximum travel (26in wheel)	mm	33 - 50	45
7 Rake offset	mm	37 - 45	38
8 Lateral stiffness at the tip	kN/m	>65	>130
9 Total mass	kg	<1.4	<1.1
10 Lateral stiffness at brake pivots	kN/m	>325	>650
11 Headset sizes	in	1.000 1.125 1.125	1.000 1.125 1.250
12 Steertube length	mm	150 170 190 210	150 170 190 210 230
13 Wheel sizes	list	26in	26in 700c
14 Maximum tire width	in	>1.5	>1.75
15 Time to assemble to frame	s	<60	<35
16 Fender compatibility	list	none	all
17 Instills pride	subj	>3	>5
18 Unit manufacturing cost	US\$	<85	<65
19 Time in spray chamber w/o water entry	s	>2300	>3600
20 Cycles in mud chamber w/o contamination	k-cycles	>15	>35
21 Time to disassemble/assemble for maintenance	s	<300	<160
22 Special tools required for maintenance	list	hex	hex
23 UV test duration to degrade rubber parts	hours	>250	>450
24 Monster cycles to failure	cycles	>300k	>500k
25 Japan Industrial Standards test	binary	pass	pass
26 Bending strength (frontal loading)	MN	>70	>100

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.



21

Αναλυτικά ή Φυσικά Μοντέλα Διερεύνησης

❖ Αναλυτικά

- ⌘ Προσομοίωση αρχών λειτουργίας
- ⌘ Εικονικά πρωτότυπα
- ⌘ Computer animations
- ⌘ Βελτιστοποίηση

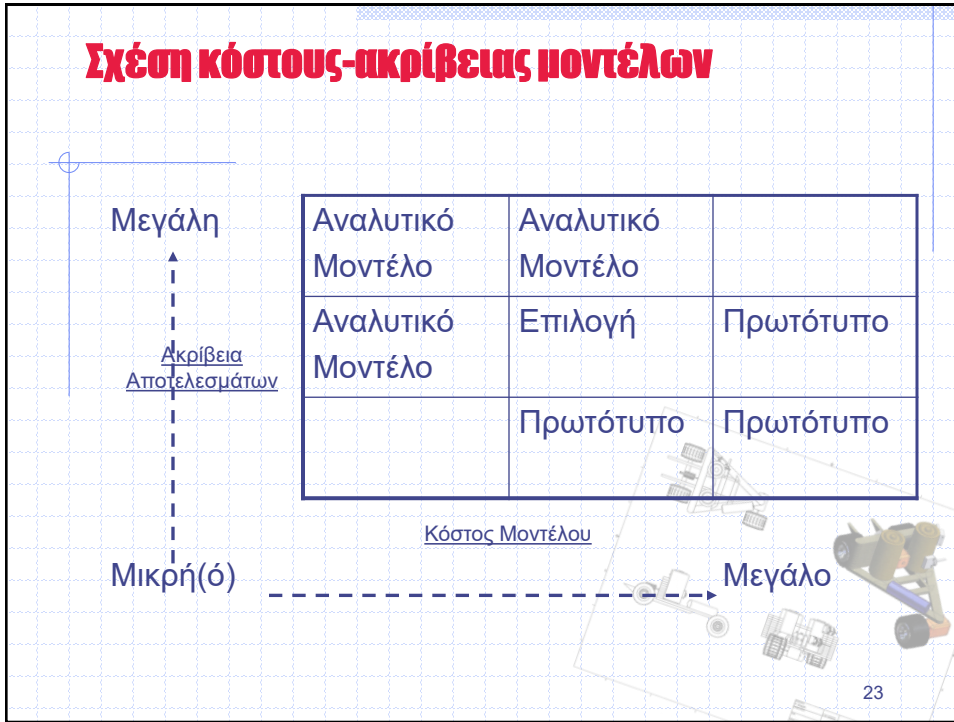
❖ Φυσικά

- ⌘ Hardware
- ⌘ Μηχανικές και φυσικές ιδιότητες
- ⌘ Πρωτότυπα
- ⌘ Πειραματικές διατάξεις
- ⌘ Λειτουργικά μοντέλα (alphas ή betas)

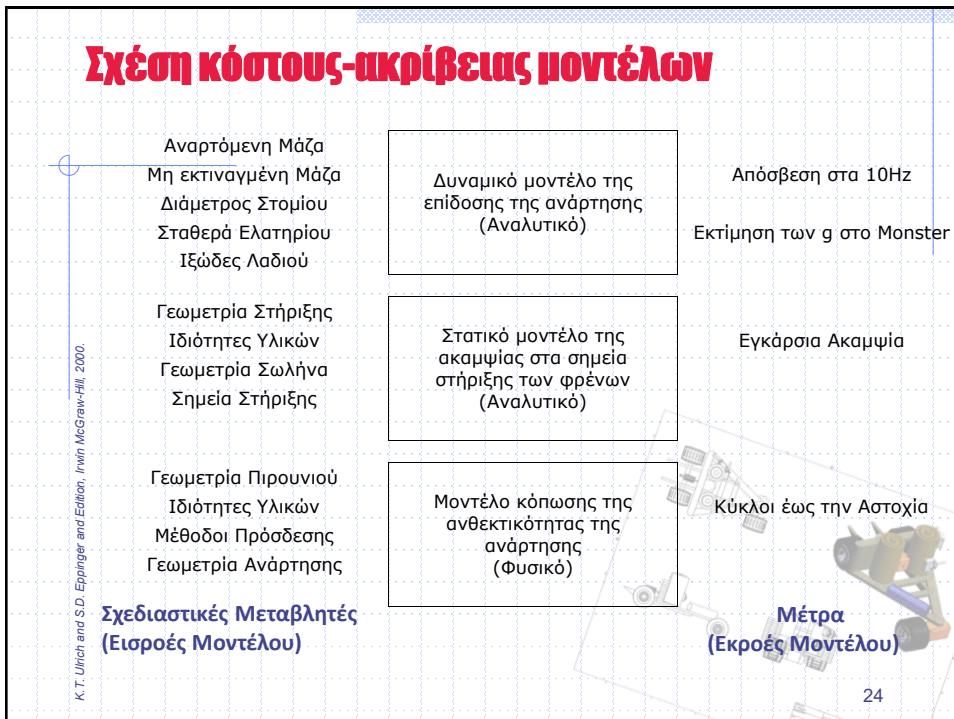




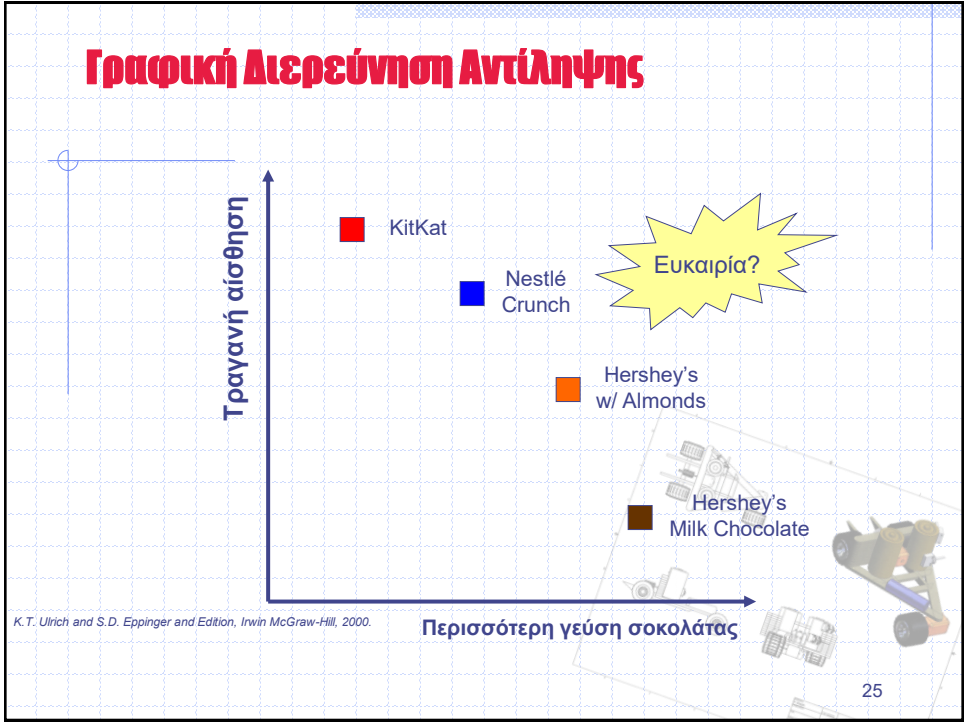

22



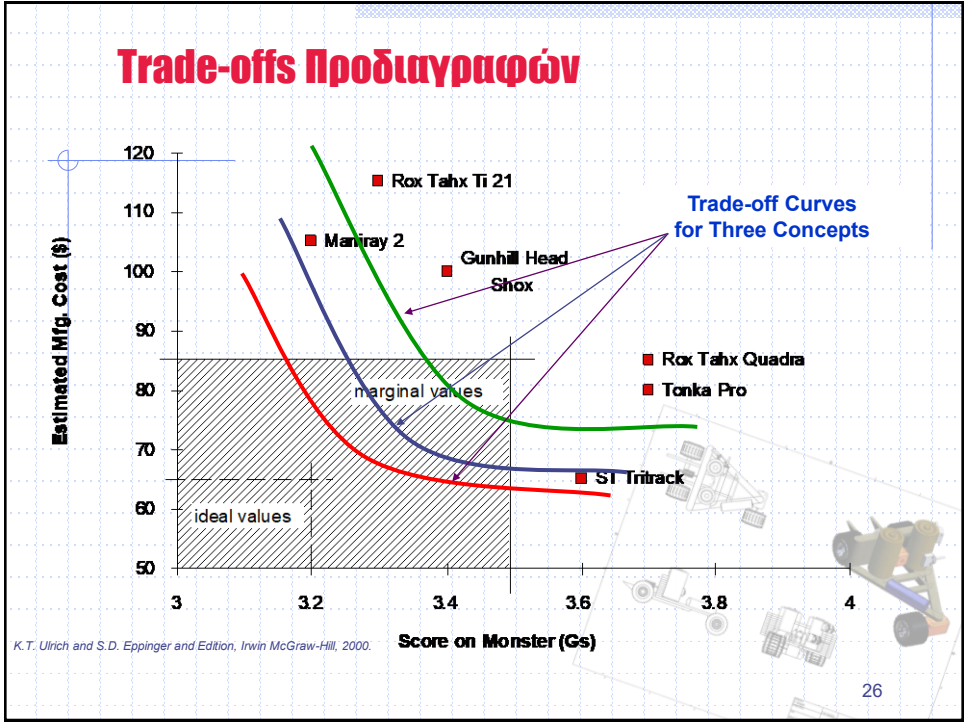
23



24



25



26

Καθορισμός Τελικών Προδιαγραφών

	METRIC	Units	Value
1	Attenuation from dropout to handlebar at 10hz	dB	>12
2	Spring pre-load	N	650
3	Maximum value from the Monster	g	<3.4
4	Minimum descent time on test track	s	<11.5
5	Damping coefficient adjustment range	N-s/m	>100
6	Maximum travel (26in wheel)	mm	43
7	Rake offset	mm	38
8	Lateral stiffness at the tip	kN/m	>75
9	Total mass	kg	<1.4
10	Lateral stiffness at brake pivots	kN/m	>425
11	Headset sizes	in	1.000 1.125
			150 170 190 210 230
12	Steertube length	mm	230
13	Wheel sizes	list	26in
14	Maximum tire width	in	>1.75
15	Time to assemble to frame	s	<45
16	Fender compatibility	list	Zefal
17	Installs pride	subj	>4
18	Unit manufacturing cost	US\$	<80
19	Time in spray chamber w/o water entry	s	>3600
20	Cycles in mud chamber w/o contamination	k-cycles	>25
21	Time to disassemble/assemble for maintenance	s	<200
22	Special tools required for maintenance	list	hex
23	UV test duration to degrade rubber parts	hours	>450
24	Monster cycles to failure	cycles	>500k
25	Japan Industrial Standards test	binary	pass
26	Bending strength (frontal loading)	MN	>100

K.T. Ulrich and S.D. Eppinger and Edition, Irwin McGraw-Hill, 2000.

27

27