

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

«ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ»

ΦΟΥΝΤΟΥΛΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Α.Μ.9811062



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΠΙΛΛΑΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΧΑΝΙΑ 2004

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2003-2004 στο τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης και ολοκληρώθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή κυρίου Μπιλάλη Νικόλαου.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Μπιλάλη για την ανάθεση του θέματος ,την επίβλεψη της εργασίας, για την συνεχή συμπαράσταση και καθοδήγησή του καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που μου συμπαραστάθηκε και με στήριξε στην προσπάθεια μου και όλους όσους συνέβαλλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην αποπεράτωση της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	σελ2
---------------	------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 **ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ**

1.1 Βιομηχανικό σχέδιο(εισαγωγή).....	σελ 7
1.2 Τι είναι το βιομηχανικό σχέδιο.....	σελ 8
1.3 Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές.....	σελ 10
1.4 Η στρατηγική χρήση του βιομηχανικού σχεδίου.....	σελ 13
1.5 Αξιολόγηση της ανάγκης για βιομηχανικό σχέδιο.....	σελ 14
1.5.1 Δαπάνες για το βιομηχανικό σχέδιο.....	σελ14
1.5.2 Πόσο σημαντικό είναι το βιομηχανικό σχέδιο σε ένα προϊόν;.....	σελ15
1.6 Το αντίκτυπο του βιομηχανικού σχεδίου.....	σελ 19
1.6.1 Αξίζει το βιομηχανικό σχέδιο τις επενδύσεις;.....	σελ19
1.6.2 Πώς η ενσωμάτωση του βιομηχανικού σχεδίου στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων επηρεάζει την απόδοση μίας επιχείρησης;....	σελ20
1.6.3 Πώς το βιομηχανικό σχέδιο καθιερώνει την εταιρική ταυτότητα;.....	σελ21
1.7 Η διαδικασία του βιομηχανικού σχεδίου.....	σελ23
1.7.1 Η επίδραση των βασισμένων σε υπολογιστή εργαλείων στη διαδικασία βιομηχανικού σχεδίου.....	σελ27
1.8 Διαχείριση της διαδικασίας βιομηχανικού σχεδίου.....	σελ 28
1.8.1 Πότε ενσωματώνεται το βιομηχανικό σχέδιο στην διαδικασία ανάπτυξης;.....	σελ29
1.9 Αξιολόγηση της ποιότητας του βιομηχανικού σχεδίου.....	σελ 32
1.10 Γιατί χρειάζονται προστασία τα βιομηχανικά σχέδια.....	σελ 36
1.10.1 Πώς μπορούν τα βιομηχανικά σχέδια να προστατευθούν;....	σελ36
1.10.2 Πόσο εκτενής είναι η βιομηχανική προστασία σχεδίου;.....	σελ36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΣΟ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ PRO/ENGINEER WILDFIRE

2.1 Σχεδιασμός με επιφάνειες μέσω του προγράμματος pro/ENGINEER Wildfire.....	σελ 39
2.1.1 Εισαγωγή.....	σελ 39
2.1.2 Πότε χρησιμοποιούνται επιφάνειες;.....	σελ 39
2.2 Βασικά χαρακτηριστικά επιφανειών.....	σελ 41
2.2.1 Προσδιορισμός μιας επιφάνειας.....	σελ 41
2.2.2 Επιφανειακά μπαλώματα (patches).....	σελ 41
2.2.3 Quilts.....	σελ 41
2.3 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα επιφανειών/quilts.....	σελ 42
2.3.1 Πλευρές μίας επιφάνειας.....	σελ 42
2.3.2 Επιφανειακή συνέχεια.....	σελ 42
2.3.3 Συνέχεια κυρτότητας.....	σελ 42
2.4 Σχεδιασμός επιφανειών.....	σελ 44
2.4.1 Γεωμετρία για επιφάνειες: σημεία και καμπύλες.....	σελ 44
2.5 Επεξεργασία με επιφάνειες.....	σελ 45
2.5.1 Σχεδιάζοντας στερεά χαρακτηριστικά από επιφάνειες.....	σελ 45
2.5.2 Μεταποίηση στερεών χαρακτηριστικών.....	σελ 45
2.5.3 Αφαιρώντας υλικό από ένα στερεό.....	σελ 45
2.5.4 Αναλύοντας επιφάνειες.....	σελ 46
2.6 ISDX.....	σελ 47
2.7 Σχετικά με τα χαρακτηριστικά (feature) του style (isdx).....	σελ 48
2.7.1 Το περιβάλλον του style.....	σελ 48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΣΤΟΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ

3.1 Εισαγωγή.....	σελ 51
3.2 Καμπύλες.....	σελ 52
3.2 Επιφάνειες ορίων.....	σελ 54
3.4 Swept επιφάνειες.....	σελ 56

3.5 N-πλευρες επιφάνειες.....σελ	58
3.6 Επεξεργασία επιφανειών.....σελ	60
3.7 Fillets και rounds.....σελ	62
3.8 Διάφορα αισθητικά χαρακτηριστικά.....σελ	63
3.9 Shelling (δημιουργία κελύφους).....σελ	65
3.10 Περισσότερο από απλά χαρακτηριστικά.....σελ	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΗ

4.1 Σχεδιασμός οθόνης TFT με χρήση των εργαλείων ISDX του προγράμματος pro/ENGINEER wildfire.....σελ	71
---	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ	82
----------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

1.1 Βιομηχανικό σχέδιο (εισαγωγή)

Οι σχεδιαστές βιομηχανικού σχεδίου είναι κυρίως υπεύθυνοι για την σχέση του προϊόντος με τον χρήστη και καλύπτουν την αισθητική άποψη του (πώς είναι, πώς ακούγεται, πώς μυρίζει) και την λειτουργικότητα του (πώς χρησιμοποιείται). Για πολλούς αμερικάνους κατασκευαστές το βιομηχανικό σχέδιο ιστορικά θεωρούνταν ύστερη σκέψη και το χρησιμοποιούσαν κυρίως για να δίνουν ύφος ή αισθητική άποψη σε ένα προϊόν μετά τον καθορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του. Οι εταιρίες πουλούσαν το προϊόν ανάλογα με την τεχνολογική του αξία μόνο, αν και οι πελάτες στην αξιολόγηση ενός προϊόντος χρησιμοποιούσαν μια πιο ολοκληρωμένη κρίση που συμπεριλαμβάνει την εργονομία και το στυλ.

Σήμερα ο τεχνολογικός πυρήνας ενός προϊόντος δεν είναι αρκετός για να εξασφαλίσει την εμπορική του επιτυχία. Η παγκοσμιοποίηση της αγοράς έχει σαν αποτέλεσμα το σχεδιασμό και την κατασκευή μίας ευρείας σειράς καταναλωτικών προϊόντων. Ο μεγάλος ανταγωνισμός καθιστά απίθανη την επιβίωση μίας εταιρίας που βασίζεται μόνο στα τεχνολογικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα της. Σήμερα όλο και περισσότερο αυξάνεται η χρήση του βιομηχανικού σχεδίου από εταιρίες και αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την ικανοποίηση των αναγκών των πελατών και την διαφοροποίηση των προϊόντων από αυτά του ανταγωνισμού τους.

1.2 Τι είναι το βιομηχανικό σχέδιο;

Η γέννηση του βιομηχανικού σχεδίου πραγματοποιήθηκε στην δυτική Ευρώπη, στις αρχές του 1900. Πολλές Γερμανικές εταιρίες, συμπεριλαμβανομένης της AEG, της μεγάλης εταιρίας ηλεκτρικών συσκευών, ανέθεταν σε πλήθος μηχανικών και αρχιτεκτόνων να σχεδιάσουν διάφορα προϊόντα για κατασκευή. Αρχικά αυτοί οι ευρωπαίοι σχεδιαστές είχαν μικρό αντίκτυπο στην βιομηχανία. Ωστόσο το έργο τους οδήγησε στις τελευταίες θεωρίες που έχουν επηρεάσει και διαμορφώσει αυτό που σήμερα λέμε βιομηχανικό σχέδιο. Οι πρώτες ευρωπαϊκές θεωρίες για το βιομηχανικό σχέδιο, όπως η κίνηση του Bauhaus, έδωσαν έμφαση στην σημασία της γεωμετρίας, της ακρίβειας, της απλότητας και της οικονομίας στον σχεδιασμό των προϊόντων. Εν συντομία, οι πρώτοι ευρωπαίοι σχεδιαστές πίστευαν ότι ένα προϊόν πρέπει να σχεδιαστεί “από μέσα προς τα έξω” και ότι η μορφή πρέπει να ακολουθεί την λειτουργικότητα.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ωστόσο, οι πρώτες έννοιες του βιομηχανικού σχεδίου ήταν τελείως διαφορετικές. Ενώ οι πρώτοι βιομηχανικοί σχεδιαστές στην Ευρώπη ήταν αρχιτέκτονες και μηχανικοί, οι περισσότεροι αμερικάνοι βιομηχανικοί σχεδιαστές ήταν σχεδιαστές και καλλιτέχνες, με αποτέλεσμα το βιομηχανικό σχέδιο στις Ηνωμένες Πολιτείες να είναι συνήθως ενσωματωμένο στις υπηρεσίες των πωλήσεων και της διαφήμισης, όπου το εξωτερικό μέρος ενός προϊόντος ήταν πολύ σημαντικό. Οι πρωτοπόροι στο βιομηχανικό σχέδιο στην Αμερική, συμπεριλαμβανομένων των Walter Dorwin Teague, Norman Bel Geddes, και Raymond Loewy, έδωσαν έμφαση στην βελτίωση των σχεδίων ενός προϊόντος. Αυτή η τάση παρουσιάστηκε περισσότερο στα προϊόντα στις Ηνωμένες Πολιτείες μετά το 1930. Τα προϊόντα ήταν σχεδιασμένα με σχήματα που πολλές φορές δεν ήταν λειτουργικά, σε μία προσπάθεια να δημιουργήσουν την αγοραστική έλξη. Η αυτοκινητοβιομηχανία παρέχει ένα τέτοιο παράδειγμα. Τα σχέδια των αυτοκινήτων στην Ευρώπη στην δεκαετία του 1930 ήταν αρκετά απλά και λεία, ενώ στην Αμερική τα αυτοκίνητα ήταν διακοσμημένα με πολλά μη λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως πτερύγια προκειμένου να δώσουν μία άλλη αισθητική άποψη στον προϊόν και να κερδίσουν έτσι την προτίμηση των καταναλωτών.

Στην δεκαετία του 1970, ωστόσο, οι ευρωπαίοι σχεδιαστές είχαν έντονα επηρεαστεί από τον τρόπο σκέψης του αμερικάνικου βιομηχανικού σχεδίου, κυρίως με τις δουλειές των Henry Dreyfuss και Eliot Noyes. Ο αυξημένος ανταγωνισμός στην αγορά ανάγκασε τις εταιρίες να ψάξουν καινούριους τρόπους για να βελτιώσουν και να διαφοροποιήσουν τα προϊόντα τους. Επίσης οι εταιρίες συνειδητοποίησαν ότι ο ρόλος του βιομηχανικού σχεδίου πάει πιο πέρα από το σχήμα και την εμφάνιση. Εταιρίες όπως η Bell, Deere, FORD, και IBM, οι οποίες ενσωμάτωσαν το βιομηχανικό σχέδιο στην διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων, είχαν μεγάλη επιτυχία και βοήθησαν περισσότερο προς αυτή την κατεύθυνση. Σήμερα το βιομηχανικό σχέδιο ασκείται στην Αμερική από επαγγελματίες σε πολλούς τομείς, από τα απλά σχέδια προϊόντων σε μικρές εταιρίες, μέχρι στα πιο πολύπλοκα στις μεγάλες κατασκευαστικές εταιρίες.

Οι σχεδιαστές βιομηχανικού σχεδίου της Αμερικής (IDSA) καθόρισαν το βιομηχανικό σχέδιο σαν την επιστημονική υπηρεσία δημιουργίας και ανάπτυξης σχεδίων και προδιαγραφών που βελτιστοποιούν την λειτουργία, την τιμή, και την εμφάνιση ενός προϊόντος για αμοιβαία κέρδη τόσο του χρήστη όσο και του κατασκευαστή. Αυτός ο καθορισμός είναι αρκετά ευρύς για να συμπεριλάβει τις

δραστηριότητες ολόκληρης της ομάδας ανάπτυξης προϊόντων. Στην πραγματικότητα, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές εστιάζουν την προσοχή τους επάνω στη μορφή των προϊόντων και στην αλληλεπίδραση τους με τον χρήστη. Ο Dreyfuss (1967) καταγράφει 5 κρίσιμους στόχους με τους οποίους οι βιομηχανικοί σχεδιαστές μπορούν να βοηθήσουν μία ομάδα ανάπτυξης προϊόντων για να πετύχει όταν σχεδιάζει καινούρια προϊόντα:

- **χρησιμότητα:** η επιφάνεια του προϊόντος πρέπει να είναι ασφαλής και χρήσιμη. Κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα του προϊόντος πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να υπάρχει λειτουργικότητα με τον χρήστη.
- **εμφάνιση:** μορφή, γραμμές, αναλογία και χρώμα, χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να ενσωματωθεί το προϊόν σε ένα ευχάριστο σύνολο.
- **ευκολία συντήρησης:** τα προϊόντα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να συντηρούνται και να επισκευάζονται εύκολα.
- **χαμηλό κόστος:** η μορφή και τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος έχουν μεγάλο αντίκτυπο στη σχεδίαση και το κόστος παραγωγής, και αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη από την ομάδα
- **επικοινωνία:** τα σχέδια των προϊόντων, μέσω των οπτικών ιδιοτήτων τους, πρέπει να αντανakλούν την εταιρική φιλοσοφία και αποστολή.

Το πεδίο του βιομηχανικού σχεδίου παραδοσιακά ήταν γύρω από την εισαγωγή στυλ σε νέα προϊόντα όπως οι επιπλώσεις σπιτιών και γραφείων. Στη δεκαετία του '90, η σημασία του βιομηχανικού σχεδίου είχε πλέον αναγνωριστεί σε τομείς τόσο διαφορετικούς όσο οι υπολογιστές, τα ιατρικά όργανα, και ο βιομηχανικός εξοπλισμός. Αν και το υπόβαθρο και οι δεξιότητες του βιομηχανικού σχεδιαστή είναι πολύ διαφορετικά από αυτά του μηχανικού, αυτοί συχνά λειτουργούν μαζί στα προγράμματα ανάπτυξης ώστε να πετύχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Υπάρχει μια αυξανόμενη πεποίθηση ότι η επένδυση στο βιομηχανικό σχέδιο είναι ευεργετική στην απόδοση μίας επιχείρησης. Ενσωματώνοντας το βιομηχανικό σχέδιο στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων μπορεί να ενισχυθεί σημαντικά η ανταγωνιστική θέση μιας επιχείρησης. Η βασική προϋπόθεση είναι ότι η συμμετοχή του βιομηχανικού σχεδίου στην απόδοση της επιχείρησης δεν είναι απεριόριστη, αλλά εξαρτάται από την εξέλιξη της βιομηχανίας καθώς και από τη στρατηγική χρήση του σχεδίου, ανάλογα με το αν πρόκειται για ένα προϊόν που η εμφάνιση του παίζει σημαντικό ρόλο για την προώθηση του ή εάν πρόκειται για ένα καθαρά τεχνολογικό προϊόν που δεν χρειάζεται τόσο πολύ το βιομηχανικό σχέδιο για την ανάπτυξη του. Καθορίζουμε το βιομηχανικό σχέδιο με έναν γενικό τρόπο, ως την δραστηριότητα που μετασχηματίζει ένα σύνολο απαιτήσεων για το προϊόν στην κατάλληλη επιλογή των υλικών και στην διαμόρφωση των διαφόρων στοιχείων και συστατικών. Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την εμφάνιση ενός προϊόντος, την ικανοποίηση των χρηστών από τα αντίστοιχα προϊόντα, την κατασκευή, την αποδοτική χρήση των υλικών και, τέλος, την λειτουργική απόδοση. Συλλέγοντας στοιχεία από εταιρίες που επενδύουν αρκετά στο βιομηχανικό σχέδιο και εταιρίες που επενδύουν ελάχιστα στο βιομηχανικό σχέδιο διαπιστώθηκε ότι ο βαθμός στον οποίο οι εταιρίες ενσωματώνουν το βιομηχανικό σχέδιο στα έργα ανάπτυξης νέων προϊόντων έχει μια σημαντική και θετική επιρροή στην απόδοση της επιχείρησης.

1.3 Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές

Ο σχεδιαστής βιομηχανικών προϊόντων δημιουργεί αντικείμενα που εξυπηρετούν τον άνθρωπο στην καθημερινή του ζωή. Παίρνοντας υπόψη του την βασική τεχνολογική υποδομή και το σκοπό χρήσης του αντικειμένου, δημιουργεί τη μορφή του και τη λειτουργικότητά του ανάλογα με τις σύγχρονες αισθητικές τάσεις.

Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές εκπαιδεύονται σε θέματα τεχνολογίας, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνολογία παραγωγής, τη λειτουργία των μηχανών και την τεχνολογία των υλικών. Διδάσκονται την ιστορική εξέλιξη των αντικειμένων που διαμόρφωσαν και διαμορφώνουν το περιβάλλον του ανθρώπου, από την αρχαιότητα μέχρι και τη σύγχρονη βιομηχανική εποχή. Εκπαιδεύονται όμως και σε θέματα που είναι τελείως διαφορετικά από αυτά των μηχανικών με τους οποίους πρέπει να δουλέψουν μαζί. Τα μαθήματα βιομηχανικού σχεδίου γίνονται συνήθως σε σχολεία τέχνης παρά στις επιστήμες. Περιέχουν σειρές μαθημάτων, που συμπεριλαμβάνουν την κατασκευή μοντέλων αλλά και την παράδοση της αρχιτεκτονικής. Τα αυστηρότερα βιομηχανικά προγράμματα σχεδίου κινούνται πιο κοντά προς την μηχανική και περιλαμβάνουν σειρές μαθημάτων σχετικά με την θεωρία των δομών, σε υλικά όπως το ξύλο, το μέταλλο, ή το πλαστικό.

Παράλληλα οι βιομηχανικοί σχεδιαστές μαθαίνουν να αξιολογούν αυτό που, γενικώς, αποκαλούμε αγορά: δηλαδή τις πρακτικές ανάγκες των ανθρώπων στην καθημερινή τους ζωή, τη σημασία των οικονομικών παραγόντων και την επίδραση των κοινωνικών αξιών. Κατανοούν έτσι τις αντιδράσεις του οικονομικού περιβάλλοντος και τις μεθόδους με τις οποίες ένα προϊόν μπορεί να προωθηθεί επιτυχώς. Με την εξάσκηση στις ιδιότητες των σχημάτων και των χρωμάτων, αλλά και με μαθήματα στην Ιστορία της Τέχνης, αναπτύσσουν καλλιτεχνική άποψη, η οποία τους επιτρέπει να δώσουν αισθητικό κέλυφος στη λειτουργική φόρμα ή το μηχανικό μέρος του αντικειμένου.

Η συμβολή του βιομηχανικού σχεδιαστή ήταν σε γενικές γραμμές πάνω στο ύψος και την εμφάνιση ενός προϊόντος. Στη δεκαετία του '90, ο βιομηχανικός σχεδιαστής είχε αρχίσει να διαδραματίζει το ρόλο του συνθέτη στην πρόωρη φάση της ανάπτυξης και εισαγωγής νέων προϊόντων. Ενώ οι περισσότεροι τεχνικοί ειδικοί που συμμετέχουν στο σχέδιο και την ανάπτυξη προϊόντων εξετάζουν μια ή περισσότερες ιδιαίτερες πτυχές ενός προϊόντος, ο βιομηχανικός σχεδιαστής εκπαιδεύεται για να διατηρήσει μια εστίαση στο προϊόν συνολικά. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές προσθέτουν αξία στη διαδικασία σχεδίου με την παραγωγή των φυσικών πρωτότυπων των διαφορετικών εκδόσεων ενός προϊόντος για την εκτίμηση τους από τις άλλες και με την μελέτη τους σχετικά με την ευκολία της χρήσης (ease-of-use) τους. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές ανησυχούν ιδιαίτερα για την αντιληπτή ποιότητα ενός προϊόντος στα μυαλά των χρηστών. Αυτή η διάσταση της ποιότητας ενσωματώνει και τη χρηστική, και τη συμβολική λειτουργία των προϊόντων. Ένα παράδειγμα αυτής της προοπτικής είναι ότι το σχέδιο μιας καρέκλας είναι τελειωμένο μόνο όταν κάθεται κάποιος σε αυτήν, και όχι από το εάν το σχέδιο της δείχνει ωραίο και λειτουργικό.

Ο βιομηχανικός σχεδιαστής εκπαιδεύεται για να υποβάλει ερωτήσεις για τα προϊόντα, όχι σαν τελικά προϊόντα, αλλά από την άποψη της χρήσης τους από τους ανθρώπους στην καθημερινή ζωή. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές, επομένως, προσπαθούν να ισορροπήσουν τα ζητήματα της απόδοσης των προϊόντων με ερωτήσεις για τον τρόπο της χρήσης τους. Η εμφάνιση και η αισθητική ενός προϊόντος είναι οι κύριες περιοχές του βιομηχανικού σχεδιαστή. Δεδομένου ότι πλέον

για την ανάπτυξη ενός προϊόντος χρησιμοποιούνται στοιχεία λογισμικού (συστήματα πληροφοριών και προγράμματα) που συνδυάζονται με το υλικό, η αλληλεπίδραση μεταξύ του υλικού και του λογισμικού γίνεται πιο σύνθετη (Heskett, 1989) και οι προκλήσεις για το βιομηχανικό σχέδιο ενισχύονται αναλόγως. Το κλασικό σχολείο Bauhaus του βιομηχανικού σχεδίου επιμένει ότι η μορφή ενός προϊόντος ακολουθεί τη λειτουργικότητα (απλότητα), ενώ αλλού προσπαθούν να δώσουν περισσότερη διαφοροποίηση στα προϊόντα και να τα κάνουν πιο ιδιαίτερα προσέχοντας πολύ την μορφή τους. Ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό τους στα θέματα ύφους, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές εργάζονται για να αναπτύξουν τα προϊόντα ακολουθώντας μία «ακεραιότητα σχεδίου», μια γενική εικόνα που είναι συμβατή με τα χαρακτηριστικά μίας επιχείρησης και τις προσδοκίες των πελατών της.

Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές μπορούν να εργαστούν σε ένα πρόγραμμα είτε ως εξωτερικοί σύμβουλοι σε μια εταιρία σχεδίου είτε ως μέλη μιας εσωτερικής ομάδας σχεδιασμού. Επιχειρήσεις όπως η Sony, η IBM, και η Motorola, που περιστασιακά χρησιμοποιούν συμβούλους σχεδίου, έχουν αναπτύξει προσωπικό βιομηχανικών σχεδιαστών που εξοικειώνεται με τις ικανότητες της τεχνολογίας, των κατασκευών και του μάρκετινγκ της επιχείρησης. Το 1990, οι αμερικανικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων είχαν το μεγαλύτερο προσωπικό (τουλάχιστον 600 σχεδιαστές), ενώ η μεγάλη εταιρία IBM είχε περίπου 40 βιομηχανικούς σχεδιαστές που εργάζονταν πάνω στα νέα της προϊόντα. Μια εσωτερική ομάδα βιομηχανικών σχεδιαστών εξυπηρετεί χαρακτηριστικά μια αρκετά μεγάλη επιχειρησιακή μονάδα. Οι περισσότεροι κατασκευαστές δεν έχουν βιομηχανικούς σχεδιαστές στο μόνιμο προσωπικό τους και, εάν θέλουν να χρησιμοποιήσουν κάποιον, μισθώνουν μια ανεξάρτητη συμβουλευτική εταιρία σχεδίου για τον σκοπό αυτό.

Η ενσωμάτωση των βιομηχανικών σχεδιαστών μέσα σε μια ομάδα έχει τις προκλήσεις της. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές, όπως δηλώνονται προηγουμένως, είναι μη ειδικευμένοι και δεν επικαλύπτουν στο υπόβαθρο ή τις δεξιότητές τους τους μηχανικούς. Στην πραγματικότητα, οι προσανατολισμοί τους μπορούν να εμποδίσουν την επικοινωνία, δεδομένου ότι έχουν διαφορετικές γνώσεις. Επιπλέον, πολλοί βιομηχανικοί σχεδιαστές υπερηφανεύονται οι ίδιοι για τις ικανότητές τους να γνωρίζουν τι ο πελάτης χρειάζεται. Εδώ υπάρχει κίνδυνος για σύγχυση μεταξύ αυτού που ένας εμπορικός ειδικός προσδιορίζει ως "απαιτήσεις πελατών" για ένα νέο προϊόν και τις απαιτήσεις που παρέχονται από έναν βιομηχανικό σχεδιαστή. Και στις δύο περιπτώσεις η μοναδική συμβολή του βιομηχανικού σχεδιαστή είναι η δυνατότητα να απεικονίσει πώς ένα προϊόν φαίνεται στον πελάτη.

Επειδή η απεικόνιση ενός προϊόντος είναι πολύ σημαντική στις πρώτες φάσεις ενός προγράμματος, ο βιομηχανικός σχεδιαστής είναι ιδιαίτερα πολύτιμος σε αυτές τις φάσεις. Στην πραγματικότητα μερικές επιχειρήσεις, όπως η Ciba Corning Diagnostics, χρησιμοποιούν τους βιομηχανικούς σχεδιαστές ως υπεύθυνους προγράμματος κατά τη διάρκεια αυτών των σταδίων για να επιτρέψουν σε αυτούς να συνθέσουν τις συνεισφορές των διάφορων ειδικών λειτουργιών στα σκίτσα και στα πρωτότυπα σχέδια των προϊόντων. Αυτά τα πρωτότυπα παράγονται όλο και περισσότερο στα προηγμένα συστήματα CAD (σχεδιασμός με την βοήθεια υπολογιστή), αλλά η παραδοσιακή προσέγγιση είναι να δημιουργηθούν τα φυσικά πρωτότυπα από ξύλο, άργιλο, ή πλαστικό.

Τα οπτικά πρωτότυπα μπορούν να συμβάλουν πολύ ουσιαστικά στο αποτελεσματικό σχεδιασμό των προϊόντων και την ανάπτυξη τους. Καθώς τα βιομηχανικά πρωτότυπα σχεδίου προχωρούν πλέον από τα βασικά σχέδια στην προδιαγραφή προϊόντων, όλοι οι άλλοι λειτουργικοί ειδικοί πρέπει να συνεργαστούν. Μια ελκυστική εξωτερική μορφή πρέπει να αξιολογηθεί από την άποψη εάν μπορεί

να επεξεργαστεί ή να φορμαριστεί στα επιθυμητά επίπεδα ποιότητας και κόστους, και επίσης εάν τα "εσωτερικά" του προϊόντος (δηλ στοιχεία κυκλώματος, σωληνώσεις, ή άλλα συστατικά) μπορούν να εγκατασταθούν. Ένα προτεινόμενο εξωτερικό υλικό ή μια μορφή μπορούν επίσης να αξιολογηθούν, από την άποψη τέτοιων εκτιμήσεων όπως είναι η ασφάλεια της χρήσης και η έλξη που θα προκαλέσει στην αγορά. Οι καλοί βιομηχανικοί σχεδιαστές θα προσπαθήσουν να εξετάσουν όλους αυτούς τους παράγοντες στην παραγωγή των προτύπων τους, αλλά άλλοι στην επιχείρηση θα είναι αυτοί που θα λάβουν πιθανώς τις τελικές αποφάσεις.

Πολλοί υποστηρίζουν την αποτελεσματική χρήση των βιομηχανικών σχεδιαστών επειδή τείνουν περισσότερο να προσανατολιστούν στην έννοια της "ακεραιότητας των προϊόντων". Η ακεραιότητα των προϊόντων, αν και δύσκολο να καθοριστεί εκ των προτέρων, γίνεται ένα κρίσιμο συστατικό για την ικανοποίηση των πελατών.

1.4 Η στρατηγική χρήση του βιομηχανικού σχεδίου

Ανάλογα με τους κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας ενός νέου προϊόντος, το βιομηχανικό σχέδιο μπορεί να στραφεί και προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Παραδείγματος χάριν:

- Χρησιμοποιώντας ένα νέο, λιγότερο ακριβό υλικό κατά τέτοιο τρόπο που να κάνει ένα προϊόν να φαίνεται πιο ελκυστικό και λειτουργικό, αλλά παράλληλα να έχει χαμηλότερη τιμή από τα προγενέστερα προϊόντα της επιχείρησης.

Το βιομηχανικό σχέδιο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στρατηγικά, όταν άλλες πιθανές συνεισφορές του είναι σχετικά αναξιοποίητες. Παραδείγματα καλού βιομηχανικού σχεδίου που ασκεί τέτοιες έμμεσες επιδράσεις έχουμε στις εξής περιπτώσεις :

1. Όταν η Εταιρική εικόνα και το ηθικό των υπάλληλων αυξάνεται κερδίζοντας βραβεία σχεδίου, ακόμα κι αν αυτά πρόκειται να είναι για μελλοντικά προϊόντα .
2. Όταν το βιομηχανικό σχέδιο ασχολείται με θέματα σχετικά με την συσκευασία ενός προϊόντος ή την διαφήμιση του. Δίνει έτσι μία πρόσθετη αξία στο ίδιο το προϊόν.
3. Όταν το περιβάλλον εργασίας (όπως τα γραφεία, οι αίθουσες εκθέσεως, και τα λιανικά σημεία πώλησης) μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα της εργασίας που εκτελείται σε εκείνους τους χώρους.
4. Όταν ένα συντονισμένο πρόγραμμα σχεδίου για την εταιρική ταυτότητα (π.χ σήματα, λογότυπα) έχει επιπτώσεις στην δημόσια εικόνα και τις εντυπώσεις της επιχείρησης συνολικά.

Με αυτούς και άλλους έμμεσους τρόπους, τα αποτελέσματα του βιομηχανικού σχεδίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επιτύχουν το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, εκτός από τις άμεσες συνεισφορές του, και να συμβάλλουν στην επιτυχία οποιουδήποτε προϊόντος. Οι επιχειρήσεις πρέπει να μάθουν πώς να χρησιμοποιούν τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από το βιομηχανικό σχέδιο, με στρατηγικούς τρόπους που είναι αποτελεσματικοί στις σημερινές συνθήκες της αγοράς αλλά και σύμφωνοι με τις εταιρικές στρατηγικές.

1.5 Αξιολόγηση της ανάγκης για το βιομηχανικό σχέδιο

Για να αξιολογήσουμε τη σημασία του βιομηχανικού σχεδίου σε ένα ιδιαίτερο προϊόν πρέπει αρχικά να δούμε μερικά στατιστικά στοιχεία των επενδύσεων και να καθορίσουμε έπειτα τις διαστάσεις ενός προϊόντος που επηρεάζονται από το καλό βιομηχανικό σχέδιο.

1.5.1 Δαπάνες για το βιομηχανικό σχέδιο

Ο πίνακας 1 παρουσιάζει κατά προσέγγιση το ύψος των επενδύσεων στο βιομηχανικό σχέδιο για διάφορα προϊόντα. Καταγράφονται οι δαπάνες για το βιομηχανικό σχέδιο και το αντίστοιχο ποσοστό του προϋπολογισμού ανάπτυξης που επενδύεται στο βιομηχανικό σχέδιο σε σχέση με τον συνολικό προϋπολογισμό ανάπτυξης του κάθε προϊόντος. Αυτές οι στατιστικές μπορούν να δώσουν στις ομάδες σχεδίου μια ιδέα για το πόσο οι επενδύσεις στο βιομηχανικό σχέδιο είναι απαραίτητες για ένα νέο προϊόν.

Πίνακας 1

	Ποσοστό του προϋπολογισμού ανάπτυξης που ξοδεύεται για το βιομηχανικό σχέδιο (%)	Συνολικές δαπάνες για το βιομηχανικό σχέδιο σε χιλιάδες (\$)
Jumbo jet	2	100000
Industrial food processing equipment	2	20
Automobile	3	9000
Medical imaging equipment	4	1100
Hand-held power tool	6	50
Large-scale medical equipment	7	70
Desktop computer peripheral	10	50
Hand-held vacuum	19	130
Hand-held medical instruments	28	100

Ο πίνακας δείχνει ότι οι δαπάνες για το βιομηχανικό σχέδιο είναι τεράστιες. Για τα προϊόντα με σχετικά λίγη αλληλεπίδραση με τους χρηστές όπως μερικοί τύποι βιομηχανικών εξοπλισμών, το κόστος του βιομηχανικού σχεδίου είναι μόνο στις δεκάδες χιλιάδες. Η ανάπτυξη όμως ενός έντονα οπτικού και ιδιαίτερα χρήσιμου προϊόντος όπως είναι ένα αυτοκίνητο απαιτεί εκατομμύρια από τα χρήματα του προϋπολογισμού του να επενδυθούν στο βιομηχανικό σχέδιο. Το σχετικό κόστος του βιομηχανικού σχεδίου ως μέρος του γενικού προϋπολογισμού ανάπτυξης παρουσιάζει επίσης ένα ευρύ φάσμα. Για ένα τεχνικά περίπλοκο προϊόν, όπως ένα νέο αεροσκάφος, το κόστος του βιομηχανικού σχεδίου μπορεί να είναι ασήμαντο σχετικά με τα τεχνολογικά έξοδα και τις άλλες δαπάνες ανάπτυξης. Αυτό δεν σημαίνει, εντούτοις, ότι το βιομηχανικό σχέδιο είναι ασήμαντο για τέτοια προϊόντα. Σημαίνει

μόνο ότι οι άλλες λειτουργίες ανάπτυξης είναι δαπανηρότερες. Βεβαίως η επιτυχία ενός νέου σχεδίου αυτοκινήτου εξαρτάται ιδιαίτερα από την αισθητική του αλλά και την ποιότητα του, δύο διαστάσεις που καθορίζονται κατά ένα μεγάλο μέρος από το βιομηχανικό σχέδιο, όμως η δαπάνη \$9 εκατομμυρίων για το βιομηχανικό σχέδιο, όπως φαίνεται από τον πίνακα, είναι μέτρια, σχετικά με τον ολόκληρο προϋπολογισμό ανάπτυξης.

1.5.2 Πόσο σημαντικό είναι το βιομηχανικό σχέδιο σε ένα προϊόν;

Τα περισσότερα προϊόντα στην αγορά μπορούν να βελτιωθούν και να ωφεληθούν με κάποιο τρόπο από ένα καλό βιομηχανικό σχέδιο γι αυτό και η εμπορική επιτυχία τους εξαρτάται σημαντικά από αυτό.

Έχοντας αυτό υπόψη, ένα κατάλληλο μέσο για τη αξιολόγηση του βιομηχανικού σχεδίου σε ένα συγκεκριμένο προϊόν είναι η αξιολόγηση της σημασίας του σε δύο διαστάσεις: εργονομία και αισθητική (χρησιμοποιούμε τον όρο εργονομία για να καλύψουμε όλες τις πτυχές ενός προϊόντος που αφορούν την συσχέτιση του με τον άνθρωπο). Όσο πιο σημαντική είναι η κάθε διάσταση στην επιτυχία του προϊόντος, τόσο πιο εξαρτώμενο είναι το προϊόν από το βιομηχανικό σχέδιο. Επομένως, με την απάντηση μιας σειράς ερωτήσεων κατά μήκος κάθε διάστασης μπορούμε ποιοτικά να αξιολογήσουμε τη σημασία του βιομηχανικού σχεδίου.

Εργονομικές ανάγκες

- Πόσο σημαντική είναι η ευκολία χρήσης; Η ευκολία της χρήσης ενός προϊόντος μπορεί να είναι εξαιρετικά σημαντική και για τα προϊόντα συχνής χρήσης, όπως ένα φωτοτυπικό μηχάνημα γραφείων, και για τα σπάνια χρησιμοποιούμενα προϊόντα, όπως ένας πυροσβεστήρας. Η ευκολία της χρήσης είναι πιο προκλητική εάν το προϊόν έχει πολλαπλά χαρακτηριστικά γνωρίσματα τα οποία μπορούν να συγχύσουν το χρήστη. Όταν η ευκολία της χρήσης είναι ένα σημαντικό κριτήριο, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές θα πρέπει να εξασφαλίσουν την λειτουργικότητα του προϊόντος.
- Πόσο σημαντική είναι η ευκολία της συντήρησης; Εάν το προϊόν χρειάζεται συχνά να συντηρηθεί ή να επισκευαστεί, τότε η ευκολία της συντήρησης είναι κρίσιμη. Για παράδειγμα, ένας χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να βγάλει ένα έγγραφο από έναν εκτυπωτή ή ένα φωτοτυπικό μηχάνημα εύκολα. Εντούτοις, σε πολλές περιπτώσεις μια πιο επιθυμητή λύση είναι να μην χρειάζεται το προϊόν καθόλου συντήρηση.
- Πόσες κινήσεις απαιτούνται από τον χρήστη για την λειτουργία του προϊόντος; Γενικά, όσο περισσότερες κινήσεις εξασκεί ο χρήστης πάνω στο προϊόν, τόσο περισσότερο το προϊόν εξαρτάται από το βιομηχανικό σχέδιο. Παραδείγματος χάριν ένα κουμπί ανοίγματος πόρτας απαιτεί χαρακτηριστικά μόνο μια κίνηση, ενώ ένας φορητός υπολογιστής απαιτεί πολύ περισσότερες κινήσεις, τις οποίες ο βιομηχανικός σχεδιαστής πρέπει να λάβει υπόψη του. Επιπλέον, κάθε κίνηση μπορεί να απαιτεί μια διαφορετική προσέγγιση ή και μια πρόσθετη έρευνα για το σχεδιασμό της.
- Πόσο σημαντικά είναι τα ζητήματα ασφάλειας; Όλα τα προϊόντα έχουν εκτιμήσεις ασφάλειας. Για μερικά προϊόντα αυτό μπορεί να σημαίνει σημαντικές προκλήσεις για την ομάδα σχεδίου. Παραδείγματος χάριν, οι ανησυχίες σχετικά

με την ασφάλεια στον σχεδιασμό ενός παιδικού παιχνιδιού είναι πιο σημαντικές από εκείνες για ένα νέο ποντίκι υπολογιστών.

Αισθητικές ανάγκες

- Απαιτείται η οπτική διαφοροποίηση των προϊόντων; Τα προϊόντα με σταθερή τεχνολογία εξαρτώνται ιδιαίτερα από το βιομηχανικό σχέδιο προκειμένου να δημιουργήσουν μία οπτική διαφοροποίηση και, ως εκ τούτου, να προκαλέσουν την αισθητική έλξη των καταναλωτών. Αντίθετα, ένα προϊόν όπως οι εσωτερικοί δίσκοι ενός υπολογιστή, που διαφοροποιούνται από την τεχνολογική απόδοσή τους, εξαρτώνται πολύ λιγότερο από το βιομηχανικό σχέδιο.
- Πόσο σημαντικά είναι η υπερηφάνεια της ιδιοκτησίας και της εικόνας που ένα προϊόν δίνει στους άλλους; Η κριτική ενός πελάτη πάνω σε ένα προϊόν εν μέρει βασίζεται στην αισθητική έλξη που του προκαλεί. Ένα ελκυστικό προϊόν μπορεί να συνδεθεί με την μόδα και να δημιουργήσει πιθανώς μια ισχυρή αίσθηση της υπερηφάνειας μεταξύ των ιδιοκτητών και κατόχων του. Αυτό μπορεί ομοίως να ισχύει και για ένα προϊόν που φαίνεται τραχύ ή συντηρητικό. Όταν τέτοια χαρακτηριστικά είναι σημαντικά, το βιομηχανικό σχέδιο θα διαδραματίσει έναν κρίσιμο ρόλο για την επιτυχία του προϊόντος.
- Μπορεί ένα αισθητικό προϊόν να αποτελέσει κίνητρο για την ομάδα; Ένα προϊόν που είναι αισθητικά ελκυστικό μπορεί να παράγει μια αίσθηση υπερηφάνειας μεταξύ της ομάδας σχεδίου και του κατασκευαστικού προσωπικού. Η υπερηφάνεια της ομάδας βοηθά στην ενοποίηση όλων αυτών που συνδέονται με το πρόγραμμα. Μια αρχική εικόνα του βιομηχανικού σχεδίου δίνει στην ομάδα ένα συγκεκριμένο όραμα του τελικού αποτελέσματος.

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις παραπάνω ερωτήσεις για να αξιολογήσουμε τη σημασία του βιομηχανικού σχεδίου στην ανάπτυξη του κινητού τηλεφώνου Motorola starTAC. Ο πίνακας 2 δείχνει τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης. Διαπιστώνουμε ότι και η εργονομία και η αισθητική ήταν εξαιρετικά σημαντικές για το starTAC. Συνεπώς, το βιομηχανικό σχέδιο πράγματι διαδραμάτισε έναν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό πολλών από τους κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας του προϊόντος.

Πίνακας 2

Ανάγκες	Επίπεδο σημαντικότητας	Εξήγηση της εκτίμησης
Εργονομία		
Ευκολία χρήσης	Υψηλό	Κρίσιμη για ένα κινητό τηλέφωνο δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιείται συχνά, μπορεί να χρειαστεί σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, και μπορεί να χρησιμοποιείται από οδηγούς ενώ ταξιδεύουν.

Ευκολία της συντήρησης	Χαμηλό	Όπως με τα περισσότερα ηλεκτρονικά προϊόντα της νέας τεχνολογίας απαιτείται πολύ λίγη συντήρηση.
Λειτουργικότητα	μεσαίο-υψηλό	Υπάρχουν πολλές και σημαντικές αλληλεπιδράσεις με τους χρηστές όπως: αλλαγή της μπαταρίας, εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις, προγραμματισμός των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του κινητού.
Ασφάλεια	Χαμηλό	Υπήρξαν πολύ λίγα ζητήματα ασφάλειας για τους βιομηχανικούς σχεδιαστές που εξέτασαν το starTAC. Εντούτοις, δεδομένου ότι πολλοί πελάτες χρησιμοποιούν τα τηλέφωνα στα αυτοκίνητα έπρεπε να σχεδιαστούν διάφορα αξεσουάρ για την ασφαλή και κατάλληλη, με ελεύθερα χέρια, χρήση τους.
Αισθητική		
Διαφοροποίηση προϊόντος	Υψηλό	Υπήρχαν εκατοντάδες πρότυπα κινητών τηλεφώνων στην αγορά όταν εισήχθη το starTAC. Η εμφάνισή του όμως (συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους και της μορφής του) ήταν ουσιαστική για τη διαφοροποίηση.
υπερηφάνεια ιδιοκτησίας	Υψηλό	Το starTAC προορίστηκε να είναι ένα ιδιαίτερο προϊόν το οποίο θα χρησιμοποιείται από ανθρώπους στις επιχειρήσεις και για την προσωπική επικοινωνία σε δημόσιες περιοχές. Έπρεπε να είναι φυσικά ελκυστικό για την καθημερινή χρήση.
Κίνητρο ομαδικότητας	Μεσαίο-υψηλό	Το νέο starTAC αποδείχθηκε μια σημαντική έμπνευση για την ομάδα ανάπτυξης και για την ανώτερη διοίκηση.



Κινητά τηλέφωνα της Motorola. Αυτές οι φωτογραφίες δείχνουν το αρχικό microTac μοντέλο του 1989 και το νεώτερο starTac τηλέφωνο(δεξιά) που παρουσιάστηκε το 1996.

1.6 Το αντίκτυπο του βιομηχανικού σχεδίου

Το προηγούμενο τμήμα στράφηκε προς τη σημασία του βιομηχανικού σχεδίου στην ικανοποίηση των αναγκών των πελατών. Στη συνέχεια ερευνάμε και το άμεσο οικονομικό αντίκτυπο της επένδυσης στο βιομηχανικό σχέδιο καθώς επίσης και το αντίκτυπο που το βιομηχανικό σχέδιο έχει επάνω στην εταιρική ταυτότητα.

1.6.1 Αξίζει το βιομηχανικό σχέδιο τις επενδύσεις;

Οι μάνατζερ θέλουν συχνά να ξέρουν, για ένα συγκεκριμένο προϊόν ή για μια επιχειρησιακή λειτουργία πόση προσπάθεια απαιτείται και πιο ποσό πρέπει να επενδυθεί στο βιομηχανικό σχέδιο για την ολοκλήρωση τους. Αν και είναι δύσκολο αυτό να υπολογισθεί ακριβώς, μπορούμε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα με την εξέταση των δαπανών και των κερδών.

Οι δαπάνες για το βιομηχανικό σχέδιο περιλαμβάνουν το άμεσο κόστος, το κόστος παραγωγής, και το χρονικό κόστος, τα οποία περιγράφονται παρακάτω:

- *Το άμεσο κόστος* είναι το κόστος των υπηρεσιών του βιομηχανικού σχεδίου. Αυτό το ποσό εξαρτάται από τον αριθμό των σχεδιαστών που χρησιμοποιήθηκαν, τη διάρκεια του προγράμματος, τον αριθμό πρωτοτύπων που απαιτούνται, συν τις υλικές δαπάνες και άλλες σχετικές δαπάνες.
- *Το κόστος παραγωγής* είναι η δαπάνη προκειμένου να εφαρμοστούν οι λεπτομέρειες των προϊόντων που δημιουργούνται μέσω του βιομηχανικού σχεδίου. Η τελική επιφάνεια, οι τυποποιημένες μορφές, τα πλούσια χρώματα, και πολλές άλλες λεπτομέρειες σχεδίου μπορούν να αυξήσουν το κόστος σχεδίασης και το κόστος παραγωγής. Σημειώστε, ωστόσο, ότι πολλές από τις λεπτομέρειες του βιομηχανικού σχεδίου μπορούν να εφαρμοστούν χωρίς κανένα κόστος, ιδιαίτερα εάν το βιομηχανικό σχέδιο περιλαμβάνεται αρκετά νωρίς στη διαδικασία ανάπτυξης, και κυρίως εάν ο βιομηχανικός σχεδιαστής συνεργάζεται στενά με τους κατασκευαστές και τους μηχανικούς.
- *Το χρονικό κόστος* είναι η ποινική ρήτρα που συνδέεται με την εκτεταμένη χρονική ανοχή. Δεδομένου ότι οι βιομηχανικοί σχεδιαστές προσπαθούν να καθορίσουν την εργονομία και την αισθητική ενός προϊόντος, πολλές επαναλήψεις και διάφορα πρωτότυπα σχεδίου θα είναι απαραίτητα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια καθυστέρηση στην ανάπτυξη του προϊόντος, η οποία θα έχει πιθανώς ένα οικονομικό κόστος.

Τα οφέλη της χρήσης του βιομηχανικού σχεδίου αυξάνουν την έλξη των καταναλωτών για τα προϊόντα μέσω των πρόσθετων ή των καλύτερων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και μέσω της διαφοροποίησης των προϊόντων. Αυτά τα οφέλη μεταφράζονται συνήθως σε ένα σημαντικό κέρδος για την εταιρία .

Οι δαπάνες και τα κέρδη του βιομηχανικού σχεδίου υπολογίστηκαν σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο MIT που αξιολόγησε το αντίκτυπο των λεπτομερειών των σχεδίων σχετικά με τους παράγοντες επιτυχίας των προϊόντων για ένα σύνολο ανταγωνιστικών προϊόντων στην αγορά. Αν και η συσχέτιση είναι δύσκολο να αξιολογηθεί ακριβώς, αυτή η μελέτη βρήκε έναν σημαντικό συσχετισμό μεταξύ της αισθητικής των προϊόντων και της λιανικής τους αξίας. Οι ερευνητές δεν μπορούσαν να καταλήξουν εάν οι κατασκευαστές είχαν τελικά εκτιμήσει τα προϊόντα

τους βέλτιστα, ούτε μπορούσαν αυτοί να καθορίσουν κατηγορηματικά εάν η αισθητική των προϊόντων επέτρεψε στους κατασκευαστές να επιβάλουν υψηλότερες τιμές. Ωστόσο, η έρευνα υποστηρίζει ότι έστω και μία μικρή αύξηση ανά μονάδα προϊόντος σημαίνει τεράστια κέρδη για την εταιρία. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές υποστηρίζουν ότι ακόμα και αν το βιομηχανικό σχέδιο προσθέσει ένα μικρό κόστος στο προϊόν, σίγουρα αυτό θα πληρωθεί πίσω γενναιόδωρα.

Μια δεύτερη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο ανοικτό πανεπιστήμιο της Αγγλίας επίσης υποστηρίζει ότι η επένδυση στο βιομηχανικό σχέδιο παράγει μια θετική επιστροφή για την εταιρία. Αυτή η μελέτη παρακολούθησε το εμπορικό αντίκτυπο της επένδυσης στην τεχνολογία και το βιομηχανικό σχέδιο για 221 προγράμματα σχεδίου σε μικρού και μεσαίου μεγέθους κατασκευαστικές εταιρίες. Η μελέτη υποστηρίζει ότι η επένδυση στους βιομηχανικούς συμβούλους σχεδίου οδήγησε σε κέρδη πάνω από 90 τοις εκατό (Roy και Potter, 1993).

Για μια συγκεκριμένη απόφαση οι απλοί υπολογισμοί και οι αναλύσεις ευαισθησίας μπορούν να βοηθήσουν να υπολογιστούν τα πιθανά οικονομικά οφέλη από το βιομηχανικό σχέδιο. Παραδείγματος χάριν, εάν η επένδυση στο βιομηχανικό σχέδιο θα οδηγήσει σε ένα πρόσθετο κόστος π.χ \$10 ανά μονάδα, ποιο θα είναι το καθαρό οικονομικό όφελος όταν αθροιστούν όλες οι πωλήσεις, πέρα από τις αρχικές προβλέψεις; Ομοίως, εάν η επένδυση στο βιομηχανικό σχέδιο θα οδηγήσει πιθανώς σε μια μεγαλύτερη ζήτηση για το προϊόν π.χ περίπου 1.000 μονάδες ετησίως, ποιο θα είναι το καθαρό οικονομικό όφελος όταν αθροίσουμε το αρχικό κόστος των μονάδων; Οι κατά προσέγγιση εκτιμήσεις αυτών των οφελών πρέπει να συγκριθούν με το αναμενόμενο κόστος του βιομηχανικού σχεδίου.

1.6.2 Πώς η ενσωμάτωση του βιομηχανικού σχεδίου στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων επηρεάζει την απόδοση μίας επιχείρησης;

Υπάρχει μία αυξανόμενη πεποίθηση ότι η επένδυση στο βιομηχανικό σχέδιο είναι ευεργετική για μία εταιρία. Ενσωματώνοντας το βιομηχανικό σχέδιο στην παραγωγική διαδικασία μίας εταιρίας μπορεί να βελτιωθεί η ανταγωνιστική της θέση. Η βασική προϋπόθεση είναι ότι η συμμετοχή του βιομηχανικού σχεδίου στην απόδοση της εταιρίας δεν είναι απεριόριστη αλλά εξαρτάται από την βιομηχανική εξέλιξη και από τον στρατηγικό σχεδιασμό κάθε εταιρίας. Καθορίζοντας το βιομηχανικό σχέδιο με ένα γενικό τρόπο, τότε είναι η δραστηριότητα που μετατρέπει ένα σύνολο απαιτήσεων του προϊόντος σε μία σύνθεση υλικών, στοιχείων και συστατικών. Αυτή η δραστηριότητα μπορεί να έχει αντίκτυπο στην εμφάνιση του προϊόντος, σε κατασκευαστικά θέματα, στην αποδοτική χρήση των υλικών, στην λειτουργική απόδοση και σε άλλα.

Παίρνοντας στατιστικά στοιχεία από Γερμανικές κατασκευαστικές εταιρίες για σπιτικό εξοπλισμό και για όργανα ακριβείας βγήκαν τα παρακάτω συμπεράσματα. Επιλέχτηκαν οι παραπάνω εταιρίες γιατί στον εξοπλισμό σπιτιού χρησιμοποιείται ήδη αρκετά το βιομηχανικό σχέδιο ενώ στα όργανα ακριβείας η χρήση του είναι μόλις πρόσφατη. Συλλέχτηκαν στοιχεία από 23 εταιρίες που επενδύουν αρκετά στο βιομηχανικό σχέδιο και από 24 εταιρίες που επενδύουν ελάχιστα έως τίποτα στο βιομηχανικό σχέδιο.

Διαπιστώθηκε ότι ο βαθμός στον οποίο οι εταιρίες ενσωματώνουν το βιομηχανικό σχέδιο στα αναπτυξιακά έργα των νέων τους προϊόντων έχει μια σημαντική και θετική επιρροή στην απόδοση της επιχείρησης, ειδικότερα όταν η

χρήση του βιομηχανικού σχεδίου είναι σχετικά νέα για τη βιομηχανία. Δεν υπήρξε κανένα αποτέλεσμα που να δείχνει ότι η χρήση βιομηχανικού σχεδίου είναι σημαντικότερη στις βιομηχανίες όπου η χρήση του σχεδίου είναι πλέον ώριμη από ό,τι στις βιομηχανίες όπου η χρήση του σχεδίου είναι καινούρια. Αντιθέτως διαπιστώθηκε ότι η καινοτομία χρήσης του βιομηχανικού σχεδίου έχει σημαντικά θετικά αποτελέσματα απόδοσης και στους δύο τύπους βιομηχανιών. Ένα σημαντικό συμπέρασμα από τη μελέτη είναι ότι οι διευθυντές ανάπτυξης νέων προϊόντων πρέπει να εξετάζουν τη μεταβαλλόμενη φύση του ανταγωνισμού κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των προϊόντων βιομηχανίας αναπτύσσοντας στρατηγικές που καλύπτουν τη χρήση του βιομηχανικού σχεδίου στην ανάπτυξη νέων προϊόντων. Ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι, εκτός από την ύπαρξη καινοτομίας στον τομέα των προϊόντων, η ύπαρξη καινοτομίας όσον αφορά το σχέδιο και τη στρατηγική σχεδίου μπορεί να βοηθήσει ώστε να ενισχυθεί η ανταγωνιστικότητα ανεξάρτητα από την εξέλιξη της τεχνολογίας.

1.6.3 Πώς το βιομηχανικό σχέδιο καθιερώνει την εταιρική ταυτότητα;

Η εταιρική ταυτότητα προσδιορίζεται από “το οπτικό στυλ ενός οργανισμού”, έναν παράγοντα που έχει επιπτώσεις στον προσδιορισμό της θέσης της εταιρίας στην αγορά (Olins, 1989). Η ταυτότητα μίας εταιρίας προκύπτει πρώτιστα μέσω αυτού που οι άνθρωποι βλέπουν. Η διαφήμιση, τα λογότυπα, τα σήματα, οι στολές, τα κτίρια, η συσκευασία, και τα σχέδια προϊόντων, όλα συμβάλλουν στη δημιουργία της εταιρικής ταυτότητας.

Στις βασικές παραγωγικές εταιρίες το βιομηχανικό σχέδιο παίζει καθοριστικό ρόλο στην διαμόρφωση της εταιρικής ταυτότητας. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές, καθορίζουν το στυλ ενός προϊόντος το οποίο είναι απόλυτα συσχετισμένο με την δημόσια αντίληψη της εταιρίας. Όταν τα προϊόντα μιας εταιρίας διατηρούν ένα συνεπές και αναγνωρίσιμο στυλ, τότε καθιερώνεται η οπτική τους ιδιαιτερότητα. Όταν μια εταιρία απολαμβάνει μια θετική φήμη, τότε η οπτική ιδιαιτερότητα είναι πολύτιμη, δεδομένου ότι μπορεί να δημιουργήσει μια θετική άποψη πάνω στην ποιότητα για τα μελλοντικά προϊόντα. Μερικές επιχειρήσεις που έχουν χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά το βιομηχανικό σχέδιο για να καθιερώσουν την οπτική ιδιαιτερότητα και την εταιρική ταυτότητα μέσω των γραμμών των προϊόντων τους είναι οι:

- **Apple computer, inc.:** το αρχικό Macintosh είχε ένα μικρό, σε όρθια μορφή σχήμα και έναν στιλβωμένο χρωματισμό. Αυτό το σχέδιο έδωσε εσκεμμένα στο προϊόν μία φιλική προς το χρήστη εμφάνιση που έχει συνδεθεί από τότε με όλα τα προϊόντα της apple.
- **Rolex watch co:** η γραμμή των ρολογιών Rolex διατηρεί ένα κλασικό look που δηλώνει την ποιότητα και το γόητρο της εταιρίας.
- **Braun AG:** Οι Συσκευές κουζινών Braun και οι ξυριστικές μηχανές Braun έχουν καθαρές γραμμές και βασικά χρώματα. Το όνομα Braun έχει συνδεθεί με την απλότητα και την ποιότητα.

- **Bang & Olufsen:** τα B&O high-fidelity συστήματα ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης σχεδιάζονται για να έχουν λείες γραμμές αλλά εντυπωσιακές, παρέχοντας μια εικόνα της τεχνολογικής καινοτομίας.
- **Motorola, Inc:** το αρχικό Micro TAC Flip σχέδιο τηλεφώνου είναι αμέσως αναγνωρίσιμο ως καινοτομία της Motorola. Το νεώτερο StarTAC μοντέλο χρησιμοποιεί επίσης ένα σχέδιο που δίνει έμφαση στην κυριαρχία της Motorola στην γρήγορα εξελισσόμενη βιομηχανία

1.7 Η διαδικασία του βιομηχανικού σχεδίου

Πολλές μεγάλες επιχειρήσεις έχουν εσωτερικά τμήματα βιομηχανικού σχεδίου. Οι μικρές επιχειρήσεις τείνουν να χρησιμοποιούν περιστασιακά βιομηχανικούς σχεδιαστές. Σε καθεμία περίπτωση, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές πρέπει να συμμετέχουν πλήρως μέσα στις λειτουργικές ομάδες ανάπτυξης των προϊόντων. Μέσα σε αυτές τις ομάδες οι μηχανικοί ακολουθούν μια διαδικασία για να παράγουν και να αξιολογήσουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ενός προϊόντος. Κατά τρόπο παρόμοιο, οι περισσότεροι βιομηχανικοί σχεδιαστές ακολουθούν μια διαδικασία για να δημιουργήσουν την αισθητική και την εργονομία ενός προϊόντος.

Συγκεκριμένα, η διαδικασία βιομηχανικού σχεδίου μπορεί να αποτελείται από τις ακόλουθες φάσεις:

1. Έρευνα για τις ανάγκες πελατών
2. Σύλληψη
3. Προκαταρκτικός καθορισμός
4. Περαιτέρω καθορισμός και τελική επιλογή σχεδίου
5. Σχέδια ελέγχου
6. Συντονισμός με την τεχνολογία, το κατασκευαστικό τμήμα και τους προμηθευτές

1. Έρευνα για τις ανάγκες πελατών

Η ομάδα ανάπτυξης προϊόντων αρχίζει με την αναζήτηση και τον προσδιορισμό των αναγκών των πελατών. Δεδομένου ότι οι βιομηχανικοί σχεδιαστές είναι ειδικευμένοι στην αναγνώριση ζητημάτων που περιλαμβάνουν τις αλληλεπιδράσεις ενός προϊόντος με τους χρηστές, η συμμετοχή του βιομηχανικού σχεδιαστή είναι κρίσιμη στη διαδικασία αναγνώρισης των αναγκών. Παραδείγματος χάριν, στην έρευνα των αναγκών πελατών για ένα νέο ιατρικό όργανο, ο βιομηχανικός σχεδιαστής θα μελετούσε την δυνατότητα λειτουργίας σε ένα ιατρείο και θα έπαιρνε συνέντευξη από τους παθολόγους. Ενώ η συμμετοχή τόσο του μάρκετινγκ, της σύγχρονης τεχνολογίας, όσο και του βιομηχανικού σχεδίου οδηγεί βεβαίως σε μια κοινή και περιεκτική κατανόηση των αναγκών πελατών για ολόκληρη την ομάδα, το βιομηχανικό σχέδιο επιτρέπει στον βιομηχανικό σχεδιαστή να κατανοήσει ιδιαίτερα τις αλληλεπιδράσεις του προϊόντος με τον χρήστη.

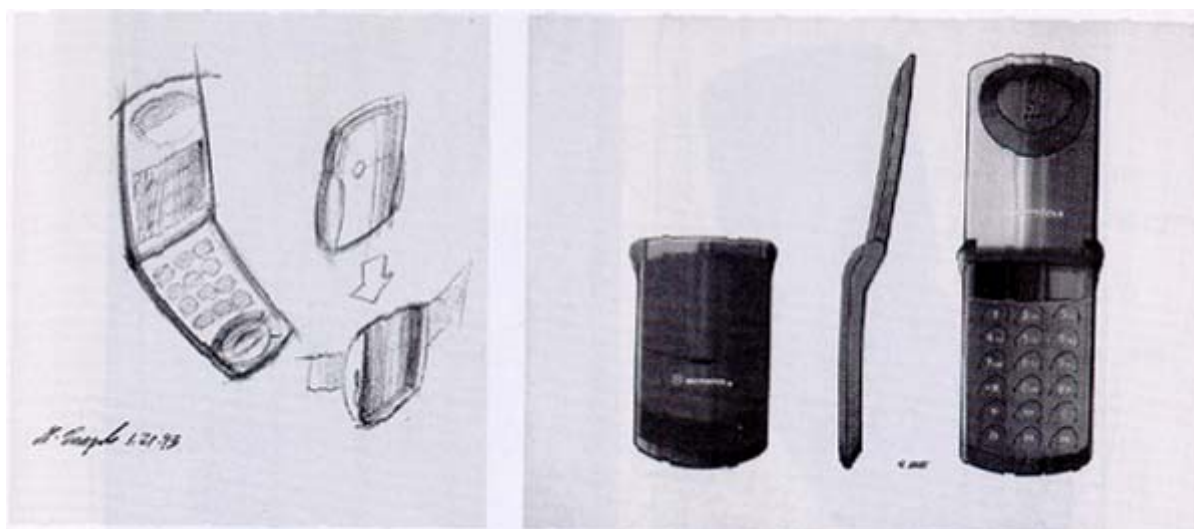
Αντίθετα από πολλές άλλες περιπτώσεις, η εργασία για το StarTAC δεν στηρίχθηκε σε μεγάλο ποσοστό επάνω σε μία επίσημη έρευνα αγοράς. Για το Motorola θεωρήθηκε ότι ήταν καλύτερο να κρατηθεί ένα υψηλό επίπεδο μυστικότητας γιατί ήταν δύσκολο να κερδιθεί η εμπιστοσύνη του πελάτη για ένα προϊόν επόμενης γενιάς. Γι αυτό το λόγο η ομάδα ανάπτυξης χρησιμοποίησε την εκτενή εισαγωγή του προϊόντος από τους υπαλλήλους της εταιρίας για να κατανοηθούν οι ανάγκες των χρηστών. Το εμπορικό προσωπικό τόνισε τη ιδιαιτερότητα του Motorola στο μέγεθος του, το βάρος του, και το οπτικό του ύφος. Η εφαρμοσμένη τεχνολογία παρείχε τις απαραίτητες πληροφορίες για τους τεχνικούς περιορισμούς που περιελάμβαναν τη γεωμετρία και τα υλικά.

2. Σύλληψη

Μόλις γίνουν κατανοητές οι ανάγκες και οι περιορισμοί των πελατών, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές βοηθούν την ομάδα για να σχεδιάσει το προϊόν. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου παραγωγής οι μηχανικοί στρέφουν φυσικά την προσοχή τους προς την εύρεση λύσεων σε τεχνικά και λειτουργικά θέματα του προϊόντος. Αυτή τη στιγμή οι βιομηχανικοί σχεδιαστές συγκεντρώνονται επάνω στη δημιουργία της μορφής του προϊόντος. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές κάνουν τα πρώτα απλά σκίτσα. Αυτά τα σκίτσα είναι ένα γρήγορο και ανέξοδο μέσο για τις ιδέες των σχεδιαστών πάνω στα νέα προϊόντα.

Τα προτεινόμενα σχέδια πρέπει να συνδεθούν με τις εφαρμόσιμες τεχνικές λύσεις ύστερα από μελέτη. Τα σκίτσα ομαδοποιούνται και αξιολογούνται από την ομάδα σύμφωνα με τις ανάγκες των πελατών, την τεχνική δυνατότητα πραγματοποίησής τους, το κόστος, και τις εκτιμήσεις της παραγωγής.

Σε μερικές επιχειρήσεις, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές εργάζονται ανεξάρτητα από τους μηχανικούς. Όταν αυτό συμβαίνει, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές είναι πιθανό να προτείνουν διάφορα σχέδια με διαφορετική μορφή και ύφος, και υπάρχουν συνήθως πολυάριθμες επαναλήψεις όταν οι μηχανικοί βρίσκουν τα σχέδια τεχνικά μη πραγματοποιήσιμα. Οι εταιρίες επομένως βρίσκουν ευεργετικό να συντονίζουν στενά τις προσπάθειες των βιομηχανικών σχεδιαστών και των μηχανικών σε όλη τη φάση ανάπτυξης των σχεδίων έτσι ώστε να αποφευχθούν αυτές οι επαναλήψεις και να μπορούν τα προϊόντα να ολοκληρωθούν γρήγορα.



Ένα γρήγορο αρχικό σκίτσο (αριστερά) και ένα πιο λεπτομερή rendering (δεξιά) του starTac κατά την διαδικασία ανάπτυξης του.

3. Προκαταρκτικός καθορισμός

Στην προκαταρκτική φάση καθορισμού οι βιομηχανικοί σχεδιαστές φτιάχνουν τα μοντέλα των πιο ελπιδοφόρων σχεδίων. Σε αυτή την φάση δημιουργούνται τα

μαλακά πρότυπα, τα οποία γίνονται κυρίως σε πλήρη κλίμακα χρησιμοποιώντας αφρό. Είναι η δεύτερη γρηγορότερη μέθοδος - ελαφρώς πιο αργή από τα σκίτσα - που χρησιμοποιείται για να αξιολογηθούν τα αρχικά σχέδια.

Αν και είναι γενικά αρκετά τραχιά, αυτά τα πρωτότυπα είναι ανεκτίμητα επειδή επιτρέπουν στην ομάδα ανάπτυξης να εκφράσει και να απεικονίσει τα αρχικά σχέδια των προϊόντων σε τρεις διαστάσεις. Τα σχέδια αξιολογούνται από τους βιομηχανικούς σχεδιαστές, τους μηχανικούς, το εμπορικό προσωπικό, και (κατά περιόδους) τους πιθανούς πελάτες όποτε και τροποποιούνται τα πρωτότυπα. Χαρακτηριστικά, οι σχεδιαστές φτιάχνουν όσο το δυνατόν περισσότερα πρωτότυπα ανάλογα με το χρόνο και τους οικονομικούς περιορισμούς. Τα σχέδια που είναι ιδιαίτερα δύσκολο να απεικονιστούν απαιτούν περισσότερα πρωτότυπα από ότι τα απλούστερα.

Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές του StarTAC χρησιμοποίησαν πολυάριθμα μαλακά πρωτότυπα για να αξιολογήσουν το γενικό μέγεθος και τη μορφή πολλών προτεινόμενων σχεδίων. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον ήταν η αίσθηση που έδινε το προϊόν στο χέρι και απέναντι στο πρόσωπο. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν μόνο να αξιολογηθούν χρησιμοποιώντας τα φυσικά πρωτότυπα.

4. Περαιτέρω καθορισμός και τελική επιλογή σχεδίου

Σε αυτή τη φάση, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές μεταπηδούν συχνά από τα μαλακά πρωτότυπα και τα πρώτα σκίτσα στα σκληρά πρωτότυπα και στα σχέδια που δίνουν πολλές πληροφορίες γνωστά ως renderings. Τα renderings παρουσιάζουν τις λεπτομέρειες του σχεδίου και απεικονίζουν συχνά το προϊόν σε χρήση. Σχεδιασμένα σε δύο ή τρεις διαστάσεις, μεταβιβάζουν πολλές πληροφορίες για το προϊόν. Τα renderings χρησιμοποιούνται συχνά για μελέτες του χρώματος και για την εξέταση της αποδοχής των προτεινόμενων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και της λειτουργίας του προϊόντος από τους πελάτες.

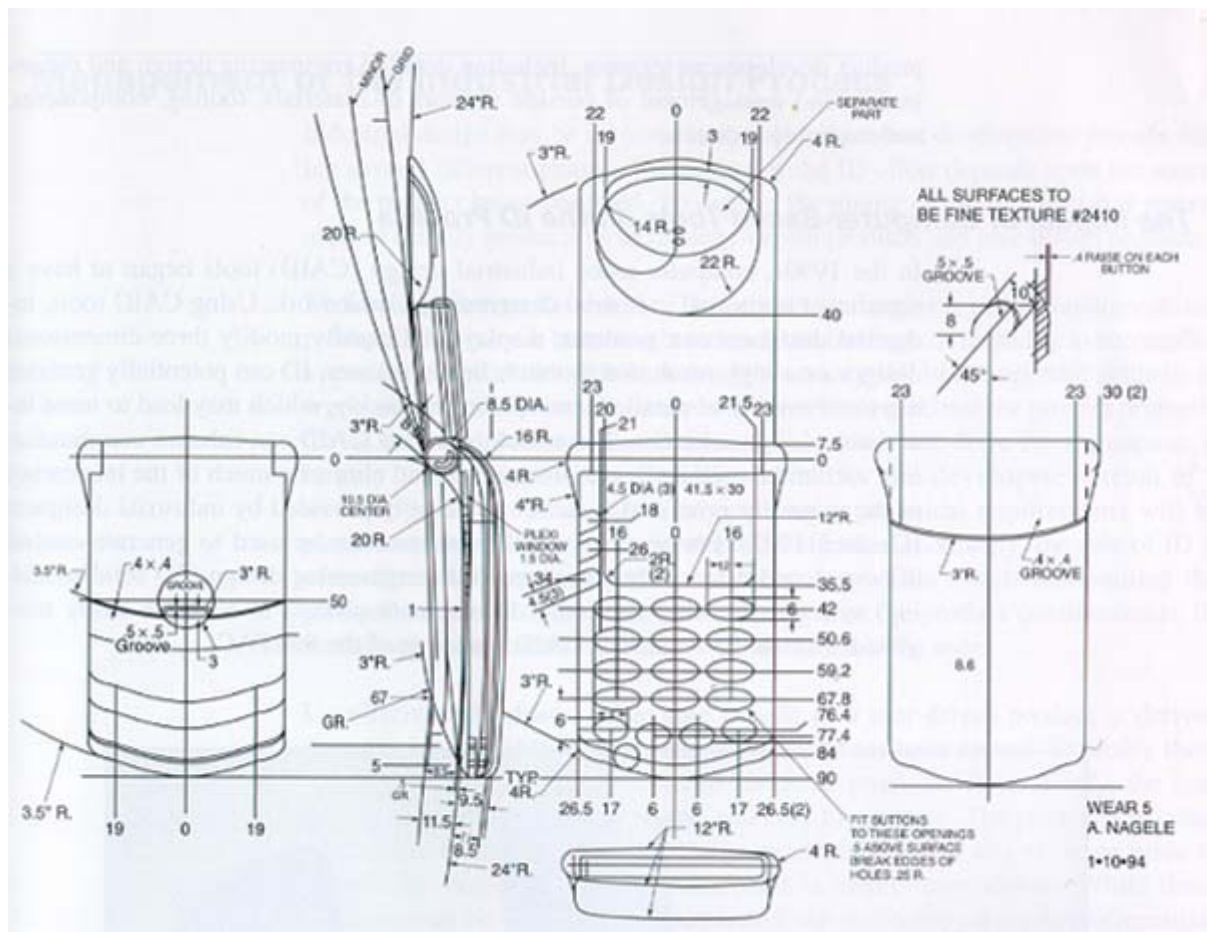
Το τελικό βήμα καθορισμού πριν επιλέγει ένα σχέδιο είναι να δημιουργηθούν τα σκληρά πρωτότυπα. Αυτά τα πρωτότυπα είναι ακόμα τεχνικά μη λειτουργικά και είναι στενά αντίγραφα του τελικού σχεδίου με μία πολύ ρεαλιστική όψη και αίσθηση. Κατασκευάζονται από ξύλο, πυκνό αφρό, πλαστικό, ή μέταλλο, και στην συνέχεια χρωματίζονται. Μπορεί να έχουν μερικά λειτουργικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως κουμπιά που ωθούνται ή γυρίζουν. Επειδή ένα σκληρό πρωτότυπο μπορεί να κοστίσει αρκετά χρήματα, μια ομάδα ανάπτυξης προϊόντων έχει συνήθως τον προϋπολογισμό για να κάνει μόνο λίγα.

Τα σκληρά πρωτότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαφημιστεί το προϊόν στο εμπόριο, για να προωθηθεί το σχέδιο στην ανώτερη διαχείριση μέσα σε μια οργάνωση και για να καθοριστεί περαιτέρω το τελικό προϊόν.

5. Σχέδια ελέγχου

Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές ολοκληρώνουν τη διαδικασία ανάπτυξης του προϊόντος κάνοντας τα τελικά σχέδια ελέγχου. Τα σχέδια ελέγχου τεκμηριώνουν την λειτουργικότητα, τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, τα μεγέθη, τα χρώματα, τα τελειώματα των επιφανειών και τις βασικές διαστάσεις του προϊόντος. Αν και δεν

είναι λεπτομερή σχέδια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατασκευαστούν τα τελικά πρωτότυπα σχεδίου. Στην ουσία, αυτά τα σχέδια δίνονται στους σχεδιαστές των επιμέρους τμημάτων για την ολοκλήρωση των λεπτομερειών.



Τα σχέδια ελέγχου του starTac που δείχνουν το τελικό σχήμα και τις διαστάσεις του.

6. Συντονισμός με τους μηχανικούς, τους κατασκευαστές και τους προμηθευτές.

Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές πρέπει να συνεχίσουν να συνεργάζονται στενά με τους μηχανικούς και τους κατασκευαστές σε όλα τα επόμενα στάδια της διαδικασίας ανάπτυξης των προϊόντων.

Μερικές εταιρίες βιομηχανικού σχεδίου προσφέρουν όλες τις σημαντικές υπηρεσίες ανάπτυξης προϊόντων, συμπεριλαμβάνοντας την δημιουργία του λεπτομερούς σχεδίου αλλά και την επιλογή και την διαχείριση των τελικών προμηθευτών των υλικών.

1.7.1 Η επίδραση των βασισμένων σε υπολογιστή εργαλείων στη διαδικασία του βιομηχανικού σχεδίου.

Στη δεκαετία του '90, τα εργαλεία βιομηχανικού σχεδίου με την βοήθεια υπολογιστή (CAID – Computer Aided Industrial Design) άρχισαν να ασκούν σημαντική επίδραση στους βιομηχανικούς σχεδιαστές και την εργασία τους. Χρησιμοποιώντας εργαλεία CAID οι βιομηχανικοί σχεδιαστές μπορούν να παράγουν, να επιδείξουν, και να τροποποιήσουν γρήγορα τα τρισδιάστατα σχέδια υψηλής ευκρίνειας. Με αυτόν τον τρόπο το βιομηχανικό σχέδιο μπορεί ενδεχομένως να παράγει έναν μεγαλύτερο αριθμό λεπτομερών σχεδίων γρηγορότερα, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε πιο καινοτόμες λύσεις σχεδίου. Ο οπτικός ρεαλισμός του CAID μπορεί να ενισχύσει την επικοινωνία μέσα στην ομάδα ανάπτυξης προϊόντων και να αποβάλει ένα μεγάλο μέρος της ανακρίβειας των σκίτσων που παράγονται με το χέρι από τους βιομηχανικούς σχεδιαστές (Cardaci, 1992). Επιπλέον, τα συστήματα CAID μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράγουν τα σχέδια ελέγχου, τα οποία στη συνέχεια μπορούν να μεταφερθούν σε μηχανολογικά σχέδια (τρειςδιάστατα στερεά), επιτρέποντας σε ολόκληρη την ομάδα ανάπτυξης του προϊόντος να μπορεί να συντονιστεί και να συνεργαστεί πιο εύκολα.

1.8 Διαχείριση της διαδικασίας βιομηχανικού σχεδίου

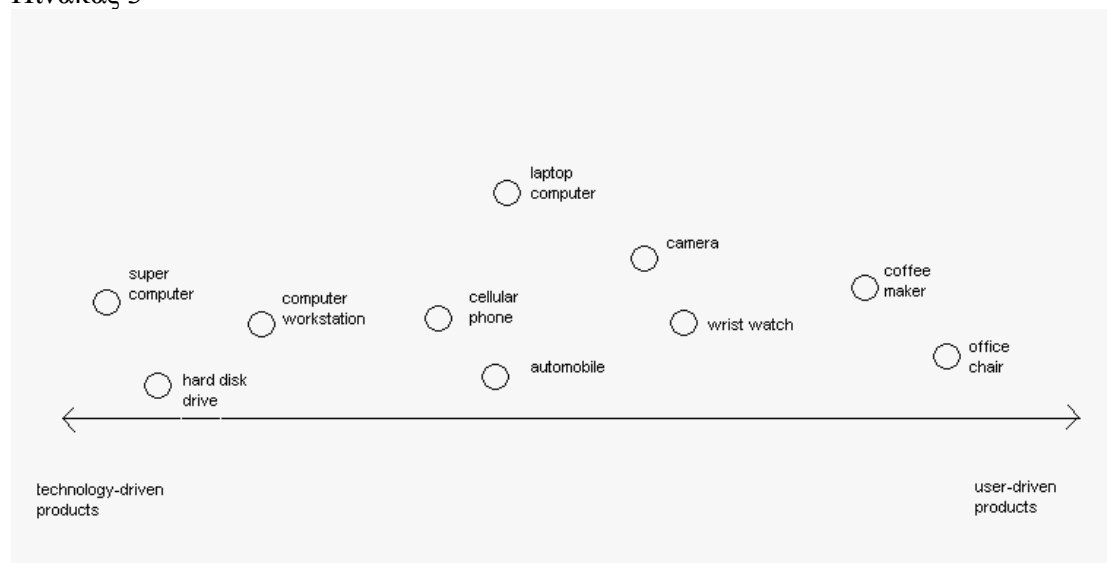
Το βιομηχανικό σχέδιο μπορεί να συμπεριληφθεί στη γενική διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων κατά τη διάρκεια διάφορων διαφορετικών φάσεων. Ο χρόνος που γίνεται η χρήση του βιομηχανικού σχεδίου εξαρτάται από τη φύση του σχεδιασμού του προϊόντος. Για αυτό είναι κατάλληλο να ταξινομηθούν τα προϊόντα ως τεχνολογικά προϊόντα (Technology-Driven Products) και σε προϊόντα κατ' απαίτηση του χρήστη (User-Driven Products).

Technology-Driven Products. Το κύριο χαρακτηριστικό ενός technology-driven προϊόντος είναι ότι το σημαντικότερο πλεονέκτημα του βασίζεται στην τεχνολογία του, ή στη δυνατότητά του να ολοκληρώσει έναν συγκεκριμένο τεχνικό στόχο. Ενώ ένα τέτοιο προϊόν μπορεί να έχει σημαντικές αισθητικές ή εργονομικές απαιτήσεις, οι καταναλωτές θα αγοράσουν πιθανότατα το προϊόν πρώτιστα για την τεχνολογική απόδοσή του. Για παράδειγμα, ένας σκληρός δίσκος για έναν υπολογιστή είναι ένα technology-driven προϊόν. Συνεπάγεται ότι η ομάδα ανάπτυξης ενός Technology-Driven προϊόντος βάζει ως πρώτο στόχο τις τεχνικές απαιτήσεις. Συνεπώς, ο ρόλος του βιομηχανικού σχεδίου περιορίζεται συχνά στη συσκευασία του προϊόντος και πως αυτό θα δείχνει. Αυτό συνεπάγεται την καλή εξωτερική εμφάνιση του προϊόντος.

User-Driven Products. Το πλεονέκτημα ενός προϊόν κατ' απαίτηση του χρήστη απορρέει από τη λειτουργικότητα του αλλά και την αισθητική έλξη που προκαλεί στους αγοραστές. Συνεπώς, το προϊόν πρέπει να είναι ασφαλές, εύκολο στην χρήση και εύκολο στην συντήρηση. Η εξωτερική εμφάνιση του προϊόντος είναι πολύ σημαντική ώστε να διαφοροποιήσει το προϊόν και να δημιουργήσει μία αίσθηση υπερηφάνειας στον ιδιοκτήτη του. Παραδείγματος χάριν, μια καρέκλα γραφείων είναι ένα User-Driven προϊόν. Ενώ αυτά τα προϊόντα μπορούν να στηρίζονται στην τεχνολογία, ωστόσο η τεχνολογία δεν διαφοροποιεί το προϊόν από τα ανταγωνιστικά του, και κατά συνέπεια, για την ομάδα ανάπτυξης προϊόντων, οι συνεισφορές του βιομηχανικού σχεδίου θα είναι σημαντικότερες από τις τεχνικές απαιτήσεις, δεδομένου ότι η τεχνολογία θεωρείται ήδη δεδομένη. Η ομάδα ανάπτυξης εστιάζει τις προσπάθειες της στην χρησιμότητα του προϊόντος.

Ο πίνακας 3 ταξινομεί διάφορα προϊόντα σε Technology-Driven Products και σε User-Driven Products. Σπάνια ένα προϊόν ανήκει σε ένα από τα δύο άκρα. Αντιθέτως, τα περισσότερα προϊόντα πέφτουν κάπου κατά μήκος της συνέχειας.

Πίνακας 3



Αυτές οι ταξινομήσεις μπορεί να είναι δυναμικές. Παραδείγματος χάριν όταν μια επιχείρηση αναπτύσσει ένα προϊόν βασισμένο σε μια νέα τεχνολογία, η επιχείρηση ενδιαφέρεται για να φέρει το προϊόν στην αγορά όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Δεδομένου ότι λίγη έμφαση δίνεται στον τρόπο με τον οποίο το προϊόν θα φαίνεται ή θα χρησιμοποιείται, ο ρόλος του βιομηχανικού σχεδίου είναι μικρός. Εντούτοις, καθώς οι ανταγωνιστές μπαίνουν στην αγορά, το προϊόν μπορεί να πρέπει να ανταγωνιστεί περισσότερες χρηστικές ή αισθητικές διαστάσεις. Σε αυτή την περίπτωση το βιομηχανικό σχέδιο αναλαμβάνει έναν εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στη διαδικασία ανάπτυξης. Ένα παράδειγμα είναι το walkman της Sony. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του πρώτου walkman ήταν η τεχνολογία του (μικροσκοπικό κασετόφωνο). Καθώς ο ανταγωνισμός μπήκε στην αγορά η Sony στηρίχθηκε σε μεγάλο ποσοστό στο βιομηχανικό σχέδιο για να δημιουργήσει την αισθητική έλξη των αγοραστών και ενίσχυσε τη χρησιμότητα του προσθέτοντας στα πλεονεκτήματα του τα τεχνικά χαρακτηριστικά των επόμενων πρωτοτύπων.

1.8.1 Πότε ενσωματώνεται το βιομηχανικό σχέδιο στην διαδικασία ανάπτυξης;

Το βιομηχανικό σχέδιο ενσωματώνεται στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων κατά τη διάρκεια των τελευταίων φάσεων ενός technology-driven προϊόντος και σε όλη τη διαδικασία ανάπτυξης ενός User-Driven προϊόντος. Σημειώστε ότι η διαδικασία βιομηχανικού σχεδίου είναι μια υπό-διαδικασία της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων. Είναι παράλληλη αλλά όχι χωριστή. Η διαδικασία βιομηχανικού σχεδίου μπορεί να είναι γρήγορη σχετικά με τη γενική διαδικασία ανάπτυξης. Η τεχνική φύση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι μηχανικοί στις δραστηριότητες ανάπτυξης του σχεδίου απαιτεί ουσιαστικά περισσότερο χρόνο από ότι τα ζητήματα που εξετάζονται από το βιομηχανικό σχέδιο.

Για ένα technology-driven προϊόν, οι δραστηριότητες του βιομηχανικού σχεδίου μπορούν να αρχίσουν αρκετά αργά στο πρόγραμμα. Αυτό είναι επειδή το βιομηχανικό σχέδιο για τέτοια προϊόντα στρέφεται κυρίως σε ζητήματα συσκευασίας. Για ένα User-Driven προϊόν το βιομηχανικό σχέδιο συμπεριλαμβάνεται νωρίτερα

στην διαδικασία ανάπτυξης και ασχολείται με περισσότερα θέματα. Πολλές φορές η διαδικασία βιομηχανικού σχεδίου μπορεί να εξουσιάσει τη γενική διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων για πολλά User-Driven προϊόντα.

Ο πίνακας 4 περιγράφει τις ευθύνες του βιομηχανικού σχεδίου κατά τη διάρκεια κάθε φάσης της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων και πώς αυτές επηρεάζουν τις άλλες δραστηριότητες της ομάδας ανάπτυξης. Απαιτείται κατάλληλος συγχρονισμός της συμμετοχής του βιομηχανικού σχεδίου και επίσης μπορεί οι ευθύνες του βιομηχανικού σχεδίου να αλλάζουν κατά την διάρκεια ανάπτυξης ενός προϊόντος ανάλογα με τον τύπο του.

Πίνακας 4

Δραστηριότητα ανάπτυξης προϊόντων	είδος προϊόντος	
	Technology-driven	user-driven
Εντοπισμός αναγκών των πελατών	Το βιομηχανικό σχέδιο δεν έχει χαρακτηριστικά καμία συμμετοχή.	Το βιομηχανικό σχέδιο συνεργάζεται πολύ στενά με το τμήμα του μάρκετινγκ για να προσδιορίσει τις ανάγκες των πελατών. Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές συμμετέχουν στις ερευνητικές ομάδες ή στις ατομικές (one-on-one) συνεντεύξεις πελατών.
Παραγωγή και επιλογή του αρχικού σχεδίου	Το βιομηχανικό σχέδιο συνεργάζεται με το μάρκετινγκ και τους μηχανικούς για να προσδιορίσει τα σημαντικότερα ζητήματα και πώς αυτά αντιμετωπίζονται. Τα ζητήματα ασφάλειας και συντήρησης είναι συχνά πρωταρχικής σπουδαιότητας.	Το βιομηχανικό σχέδιο παράγει τα πρώτα σχέδια, όπως περιγράφεται νωρίτερα στην παράγραφο 1.7.
Δοκιμή αρχικού σχεδίου	Το βιομηχανικό σχέδιο βοηθά το τεχνικό τμήμα για να δημιουργήσει τα πρωτότυπα, τα οποία παρουσιάζονται στους πελάτες.	Το βιομηχανικό σχέδιο οδηγεί στη δημιουργία των πρωτοτύπων που εξετάζονται από το μάρκετινγκ και τους πελάτες.
Μελέτη σε επίπεδο συστήματος (System-level σχέδιο)	Το βιομηχανικό σχέδιο έχει λίγη συμμετοχή.	Το βιομηχανικό σχέδιο λιγοστεύει τον αριθμό των σχεδίων και καθορίζει τις πιο ελπιδοφόρες προσεγγίσεις.

Τελικό σχέδιο, δοκιμή, και καθορισμός των τελικών λεπτομερειών	Το βιομηχανικό σχέδιο είναι αρμόδιο και για τη συσκευασία του προϊόντος, αφού ολοκληρωθούν οι περισσότερες τεχνολογικές λεπτομέρειες. Το βιομηχανικό σχέδιο θέτει τις προδιαγραφές και τους περιορισμούς για τα προϊόντα ανάλογα με την τεχνολογία και το μάρκετινγκ.	Το βιομηχανικό σχέδιο επιλέγει ένα τελικό σχέδιο, κατόπιν συνεργάζεται με τους μηχανικούς, τους κατασκευαστές, και το τμήμα του μάρκετινγκ για να οριστικοποιήσει το σχέδιο.
--	---	--

1.9 Αξιολόγηση της ποιότητας του βιομηχανικού σχεδίου

Η αξιολόγηση της ποιότητας του βιομηχανικού σχεδίου για ένα ολοκληρωμένο προϊόν είναι υποκειμενική. Εντούτοις μπορούμε ποιοτικά να καθορίσουμε εάν το βιομηχανικό σχέδιο έχει ολοκληρώσει τους στόχους του με την εξέταση κάθε πτυχής του προϊόντος που επηρεάζεται από το βιομηχανικό σχέδιο. Παρακάτω είναι πέντε κατηγορίες για την αξιολόγηση ενός προϊόντος. Αυτές οι κατηγορίες ταιριάζουν με τους πέντε κρίσιμους στόχους που θέτει ο Dreyfuss για το βιομηχανικό σχέδιο. Χρησιμοποιούμε αυτές τις κατηγορίες για να αναπτύξουμε συγκεκριμένες ερωτήσεις, που επιτρέπουν σε ένα προϊόν να εκτιμηθεί κατά μήκος των πέντε διαστάσεων. Ο πίνακας 5 δείχνει αυτήν την μέθοδο με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων για το κινητό τηλέφωνο StarTAC.

Πίνακας 5

Κατηγορία αξιολόγησης	Επίπεδο σπουδαιότητας	Εξήγηση της εκτίμησης
1. Ποιότητα της αλληλεπίδρασης του προϊόντος με τον χρήστη	μεσαίο-υψηλό	Γενικά το starTAC είναι και εύχρηστο και άνετο. Παραδείγματος χάριν: οι κλήσεις μπορούν να απαντηθούν με ένα απλό άνοιγμα της κάλυψης του πληκτρολογίου, οι αριθμοί μπορούν να σχηματιστούν εύκολα στο αριθμητικό πληκτρολόγιο, και οι λειτουργίες είναι εύκολα προσιτές. Τα μειονεκτήματα του starTAC είναι ότι η ανάγνωση στην οθόνη μπορεί να είναι δύσκολο να ερμηνευθεί επειδή αναμιγνύει τους κεφαλαίους και μικρούς αλφαβητικούς χαρακτήρες, και ότι μερικοί χρήστες αφαιρούν ακούσια την μπαταρία κατά την προσπάθεια να ανοίξουν το τηλέφωνο για πρώτη φορά.
2. Συναισθηματική έλξη	υψηλό	Το starTAC προκαλεί μια υψηλή συναισθηματική έλξη που προέρχεται από τη λεία εμφάνιση και το μικροσκοπικό μέγεθός του.

3. Δυνατότητα να διατηρηθεί και να επισκευαστεί το προϊόν	μεσαίο-υψηλό	Αν και η συντήρηση και η επισκευή δεν είναι πρωταρχικής σπουδαιότητας για τον πελάτη, τα ποσοστά του starTAC είναι υψηλά σε αυτήν την κατηγορία. Η μπαταρία μπορεί να αφαιρεθεί και να αντικατασταθεί εύκολα. Οι πελάτες μπορούν να εγκαταστήσουν τις διάφορες μπαταρίες ανάλογα με την προτίμησή τους για το μέγεθος, το βάρος, και το χρόνο ομιλίας.
4. Κατάλληλη χρήση των πόρων και των πρώτων υλών	μεσαίο-υψηλό	Το τελικό σχέδιο περιλαμβάνει μόνο εκείνα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που ικανοποιούν τις πραγματικές ανάγκες των πελατών. Τα υλικά επιλέχθηκαν για να ικανοποιήσουν τους περιορισμούς που τέθηκαν από τους κατασκευαστές του, για να αντισταθούν σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες και για να ικανοποιήσουν τα αυστηρά κριτήρια εμφάνισης.
5. Διαφοροποίηση προϊόντων	υψηλό	Η εμφάνιση του starTAC είναι σαφώς μοναδική, διαφοροποιείται και ξεχωρίζει εύκολα όταν είναι σε μια δημόσια περιοχή ή δίπλα σε ένα προϊόν ενός ανταγωνιστή.

1. Ποιότητα της αλληλεπίδρασης του προϊόντος με τον χρήστη

Αυτό είναι μια εκτίμηση για το πόσο εύκολο είναι το προϊόν στη χρήση του. Η ποιότητα της αλληλεπίδρασης συσχετίζεται με την εμφάνιση του προϊόντος και την αίσθηση του.

- Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του προϊόντος διαβιβάζουν αποτελεσματικά τη λειτουργία τους στο χρήστη;
- Είναι η χρήση του προϊόντος κατανοητή;
- Είναι όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα ασφαλή;
- Όλες οι χρήσεις του προϊόντος έχουν προσδιοριστεί;

Παραδείγματα ερωτήσεων για συγκεκριμένα προϊόντα:

- Είναι το πιάσιμο του προϊόντος άνετο;

- Είναι οι διακόπτες εύκολο να εντοπιστούν;
- Είναι οι οδηγίες χρήσεως εύκολο να διαβαστούν και να κατανοηθούν;

2. Συναισθηματική έλξη

Αυτό είναι μια εκτίμηση της γενικής καταναλωτικής έλξης που προκαλεί το προϊόν στους αγοραστές. Η έλξη επιτυγχάνεται εν μέρει μέσω της εμφάνισης, της αίσθησης, ή και του ήχου.

- Είναι το προϊόν ελκυστικό; Είναι συναρπαστικό;
- Το προϊόν εκφράζει την ποιότητα;
- Τι εικόνες έρχονται στο μυαλό κατά την εξέταση του;
- Το προϊόν εμπνέει την υπερηφάνεια της ιδιοκτησίας;
- Το προϊόν προκαλεί συναισθήματα υπερηφάνειας μεταξύ της ομάδας ανάπτυξης και του προσωπικού πωλήσεων;

Παραδείγματα ερωτήσεων για συγκεκριμένα προϊόντα:

- Πώς ηχεί η πόρτα αυτοκινήτων όταν την κλείνουμε;
- Η καφετιέρα φαίνεται ωραία πάνω στον πάγκο της κουζίνας;

3. Δυνατότητα να διατηρηθεί και να επισκευαστεί το προϊόν

Αυτό είναι μια εκτίμηση της ευκολίας της συντήρησης και της επισκευής των προϊόντων. Η συντήρηση και η επισκευή πρέπει να εξεταστούν μαζί με τις άλλες αλληλεπιδράσεις του προϊόντος με τους χρήστες.

- Είναι η συντήρηση του προϊόντος προφανής; Είναι εύκολη;
- Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των προϊόντων επικοινωνούν αποτελεσματικά;

Παραδείγματα ερωτήσεων για συγκεκριμένα προϊόντα:

- Πόσο εύκολο και προφανή είναι να τραβηχτεί ένα έγγραφο στον αντιγραφέα;
- Πόσο δύσκολο είναι να καθαριστεί ο επεξεργαστής τροφίμων;
- Πόσο δύσκολο είναι να αλλαχτούν οι μπαταρίες σε ένα walkman ή σε ένα remote control;

4. Κατάλληλη χρήση των πόρων και των πρώτων υλών

Αυτό είναι μια εκτίμηση για το πόσο καλά οι πόροι χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες των πελατών. Οι πόροι αναφέρονται χαρακτηριστικά στις δαπάνες χρημάτων για το βιομηχανικό σχέδιο και σε άλλες λειτουργίες. Αυτές οι δαπάνες τείνουν να φθάσουν τις δαπάνες της κατασκευής. Ένα κακώς σχεδιασμένο προϊόν, ένα με περιττά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, ή ένα

προϊόν που γίνεται από ένα διαφορετικό υλικό έχει επιπτώσεις στη σχεδίαση και τις διαδικασίες κατασκευής. Αυτή η κατηγορία ρωτά εάν αυτές οι επενδύσεις ξοδεύτηκαν καλά.

- Πόσο καλά χρησιμοποιήθηκαν οι πόροι για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των πελατών;
- Είναι η επιλογή υλικού κατάλληλη (από την άποψη του κόστους και της ποιότητας);
- Είναι το προϊόν με περιττά ή ελλιπή χαρακτηριστικά ;
- Εξετάστηκαν περιβαλλοντολογικοί και οικολογικοί παράγοντες;

5. Διαφοροποίηση προϊόντων

Αυτό είναι μια εκτίμηση της μοναδικότητας και της συνέπειας ενός προϊόντος με την εταιρική ταυτότητα. Αυτή η διαφοροποίηση προκύπτει κυρίως από την εμφάνιση.

- Ένας πελάτης που βλέπει το προϊόν σε ένα κατάστημα είναι σε θέση να το ξεχωρίσει λόγω της εμφάνισής του;
- Θα το θυμηθεί ένας καταναλωτής που το έχει δει σε μια διαφήμιση;
- Θα αναγνωρισθεί όταν εντοπίζεται σε ένα δημόσιο χώρο;
- Το προϊόν ενισχύει την εταιρική ταυτότητα;

1.10 Γιατί χρειάζονται προστασία τα βιομηχανικά σχέδια;

Το βιομηχανικό σχέδιο είναι που κάνει ένα αντικείμενο ελκυστικό και ευχάριστο, γι αυτό προστίθεται στην εμπορική αξία ενός προϊόντος και αυξάνει την ζήτηση του.

Όταν ένα βιομηχανικό σχέδιο προστατεύεται, ο ιδιοκτήτης του – το πρόσωπο ή η ομάδα που υπογράφει το σχέδιο- είναι εγγυημένος με ένα αποκλειστικό δικαίωμα απέναντι σε μη αυθεντικά αντίγραφα του σχεδίου από άλλες ομάδες. Αυτό βοηθάει ώστε να εξασφαλισθεί μία δίκαιη επιστροφή από τις επενδύσεις. Ένα αποτελεσματικό σύστημα προστασίας επίσης ωφελεί τους πελάτες και το κοινό γενικά με το να προωθεί τον θεμιτό ανταγωνισμό και τις δίκαιες εμπορικές συναλλαγές, ενθαρρύνοντας την δημιουργικότητα και προωθώντας πιο αισθητικά και πιο ελκυστικά προϊόντα.

1.10.1 Πώς μπορούν τα βιομηχανικά σχέδια να προστατευθούν;

Στις περισσότερες χώρες, ένα βιομηχανικό σχέδιο πρέπει να καταχωρηθεί προκειμένου να προστατευθεί βάσει του νόμου για το βιομηχανικό σχέδιο. Κατά γενικό κανόνα, για να είναι καταχωρίσιμο και προστατεύσιμο το σχέδιο πρέπει να είναι "νέο" ή "γνήσιο". Διαφορετικές χώρες έχουν ποικίλους ορισμούς τέτοιων όρων, καθώς επίσης και παραλλαγές στην ίδια την διαδικασία εγγραφής. Γενικά, "νέο" σημαίνει ότι κανένα ίδιο ή πολύ παρόμοιο σχέδιο δεν είναι γνωστό να υπάρχει πριν. Μόλις καταχωρηθεί ένα σχέδιο, ένα πιστοποιητικό εγγραφής εκδίδεται. Μετά από αυτό ο χρόνος της προστασίας είναι γενικά πέντε έτη, με τη δυνατότητα των περαιτέρω περιόδων ανανέωσης μέχρι, στις περισσότερες περιπτώσεις, 15 έτη.

Ανάλογα με την ιδιαίτερη εθνική νομοθεσία και το είδος σχεδίου, ένα βιομηχανικό σχέδιο μπορεί επίσης να προστατευθεί ως έργο τέχνης βάσει του νόμου πνευματικών δικαιωμάτων. Σε μερικές χώρες, η προστασία του βιομηχανικού σχεδίου και η κατοχύρωση των πνευματικών δικαιωμάτων μπορεί να υπάρχει ταυτόχρονα. Σε άλλες χώρες, είναι αμοιβαία αποκλεισμένα: μόλις επιλέξει ο ιδιοκτήτης ένα είδος προστασίας, δεν μπορεί πλέον να επικαλεσθεί το άλλο.

Υπό ορισμένες συνθήκες ένα βιομηχανικό σχέδιο μπορεί επίσης να είναι προστατεύσιμο βάσει του νόμου του αθέμιτου συναγωνισμού, αν και οι όροι της προστασίας και των δικαιωμάτων που εξασφαλίζονται μπορούν να είναι σημαντικά διαφορετικοί.

1.10.2 Πόσο εκτενής είναι η βιομηχανική προστασία σχεδίου;

Γενικά η προστασία βιομηχανικού σχεδίου περιορίζεται στη χώρα στην οποία η προστασία χορηγείται. Στο πλαίσιο όμως της συμφωνίας της Χάγης σχετικά με τη διεθνή κατάθεση των βιομηχανικών σχεδίων, προσφέρεται μια διαδικασία για μια διεθνή εγγραφή. Ένας υποψήφιος μπορεί να αρχειοθετήσει μια ενιαία διεθνή κατάθεση είτε στον WIPO (διεθνής οργανισμός πνευματικής ιδιοκτησίας) είτε στο

εθνικό γραφείο της χώρας που βρίσκεται. Το σχέδιο θα προστατευθεί έπειτα μέσα σε τόσες χώρες μέλη της συνθήκης, όσες επιθυμούνται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ pro/ENGINEER Wildfire

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ pro/ENGINEER Wildfire.

2.1 Σχεδιασμός με επιφάνειες μέσω του προγράμματος pro/ENGINEER Wildfire.

Το pro/ engineer έχει πολύ δυναμικά εργαλεία για σχεδιασμό επιφανειών. Είναι ιδανικά για σχεδιασμό πολύπλοκων σχημάτων και επιφανειών.

2.1.1 Εισαγωγή

Μπορείς να χρησιμοποιείς επιφάνειες για να δημιουργείς ιδιαιτερότητες και να παρέχεις ευελιξία σε ένα σχέδιο. Οι επιφάνειες συνήθως χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν ολόκληρο το περίβλημα ενός σχεδίου. Στην συνέχεια μετατρέπονται για να δημιουργήσουν τα στερεά (solid) στοιχεία. Οι επιφάνειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης για να καθοριστεί ο όγκος που περιέχετε σε ένα σχέδιο, στο εσωτερικό του οποίου ένας σχεδιαστής-μηχανικός μπορεί να προσθέσει ένα συστατικό ή ένα υποσύστημα ή να σχεδιάσει πολύπλοκα κοψίματα (cuts).

Τα μοντέρνα καταναλωτικά προϊόντα χαρακτηρίζονται από λείες γραμμές και τονίζονται από διάφορα διακριτικά χαρακτηριστικά. Τέτοια σχήματα δεν δημιουργούνται μόνο από τις αναλυτικές επιφάνειες, όπως είναι τα πλάνα αναφοράς και οι κύλινδροι, που χαρακτηρίζουν τα μηχανικά μέρη. Αντιθέτως κατασκευάζονται με την χρήση των b-spline καμπύλων και επιφανειών που δίνουν στους σχεδιαστές την ελευθερία να δημιουργήσουν πραγματικά κάθε μορφή. Οι ελευθέρως μορφής (free-form) επιφάνειες συνδυάζονται στη συνέχεια για να δημιουργήσουν ένα κλειστό σώμα, το οποίο έπειτα θα μετατραπεί σε ένα στερεό (solid) μοντέλο.

Πολλές συσκευές, όπως π.χ κάποιοι υπολογιστές, φτιάχνονται από απλά επίπεδα φύλλα μετάλλου, και τα εσωτερικά χαρακτηριστικά τους όπως οι βαλβίδες, και οι διακόπτες σχεδιάζονται έτσι ώστε να πετύχουν μια λειτουργία με το χαμηλότερο δυνατό κόστος παρά μια καλή εμφάνιση. Ωστόσο όλο και περισσότερο οι καταναλωτές απαιτούν προϊόντα που έχουν ιδιαιτερότητες και διαφοροποιούνται από τα συνηθισμένα, ώστε ακόμα και οι μεγάλες συσκευές να έχουν πια free-form λαβές και εσωτερικές σχηματοποιήσεις. Επομένως ένα CAD εργαλείο για καταναλωτικά προϊόντα χρειάζεται να μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις των βιομηχανικών σχεδιαστών και κατ' επέκταση των καταναλωτών.

2.1.2 Πότε χρησιμοποιούνται επιφάνειες;

Υπάρχουν κυρίως δύο περιπτώσεις στις οποίες χρειάζεται να χρησιμοποιείς επιφάνειες κατά τον σχεδιασμό. Η πρώτη περίπτωση είναι να χρησιμοποιείς επιφάνειες για να δημιουργείς ιδιαιτερότητες σε ένα σχέδιο χωρίς να χρησιμοποιείς

στερεή γεωμετρία . Όταν δημιουργείς ιδιαιτερότητες σε ένα σύνθετο σχέδιο ορίζονται διαφορετικές επιφάνειες οι οποίες στη συνέχεια ενώνονται για να δημιουργήσουν ένα τελικό στερεό (solid) χαρακτηριστικό. Αυτό σου επιτρέπει να παράγεις ένα σημαντικό αριθμό πληροφοριών χωρίς να δημιουργείς ξεχωριστά στερεά χαρακτηριστικά (όπως τα διαφορετικά πλάνα αναφοράς). Έτσι μπορείς να αναπτύξεις ένα σχέδιο σε ένα ακριβή στυλ χρησιμοποιώντας τεχνικές επιφανειών. Η δεύτερη περίπτωση είναι να χρησιμοποιείς επιφάνειες για την τυπική δημιουργία γεωμετρίας κατά μήκος καμπυλών, επιφανειών, και quilts.

Η σημαντικότερη χρήση επιφανειών στο pro/engineer είναι η δημιουργία σύνθετων σχημάτων τα οποία δεν είναι εύκολο να δημιουργηθούν με την χρησιμοποίηση στερεάς γεωμετρίας. Εκτός αυτού μπορείς να χρησιμοποιήσεις επιφάνειες όταν:

- η γεωμετρία είναι ορισμένη από άκρες, επιφανειακά όρια, ή τοπικές πληροφορίες μόνο.
- μαθηματικοί προσδιορισμοί όπως εφαπτόμενες είναι σημαντικοί.
- δεν υπάρχουν προφανείς μέθοδοι, χρησιμοποιώντας παραδοσιακά στερεά χαρακτηριστικά , για τον σχεδιασμό της γεωμετρίας.

2.2 Βασικά χαρακτηριστικά επιφανειών

2.2.1 Προσδιορισμός μιας επιφάνειας

Μια επιφάνεια είναι ένα μη-στερεό, μηδενικού πάχους, χαρακτηριστικό το οποίο μπορεί να ορίζει το περίγραμμα ενός σχήματος. Η λέξη επιφάνεια μπορεί να σημαίνει πολλά διαφορετικά πράγματα μέσα στο pro/engineer. Μια επιφάνεια μπορεί να αναφέρεται στα παρακάτω:

- ένα μη στερεό χαρακτηριστικό το οποίο έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας τα εργαλεία για επιφανειακή σχεδίαση(συχνά αναφέρονται σαν παπλώματα (quilts)).
- ένα όριο επιφάνειας ορισμένο από ένα στερεό χαρακτηριστικό.
- ένα επίπεδο-datum plane (άπειρη επίπεδη επιφάνεια).

2.2.2 Επιφανειακά μπαλώματα (patches)

Όταν μία επιφάνεια σχεδιάζεται από όρια χρησιμοποιώντας καμπύλες με πολύπλοκα κυκλικά τμήματα τότε η επιφάνεια που δημιουργείται έχει πολύπλοκα μπαλώματα. Αυτά γίνονται γιατί το pro/engineer καθορίζει την σχετική θέση μίας κορυφής και την ενώνει με ένα σημείο στο απέναντι όριο στην ίδια σχετική θέση.

2.2.3 Quilts

Τα quilts είναι μπαλώματα (patches) ενωμένα σε μια μη στερεή επιφάνεια. Ένα quilt μπορεί να αποτελείται από μία μοναδική επιφάνεια ή από περισσότερες επιφάνειες. Μία πολύπλοκη επιφάνεια μπορεί να σχεδιαστεί με εξώθηση (extrude) μίας πολύπλοκης καμπύλης ή με συνένωση άλλων επιφανειών μεταξύ τους. Για να σχεδιάσεις ένα quilt από πολλές επιφάνειες μπορείς να ενώσεις πολλές επιφάνειες που μοιράζονται τουλάχιστον ένα κοινό όριο.

2.3 Χαρακτηριστικά γνωρίσματα επιφανειών/quilts

2.3.1 Πλευρές μίας επιφάνειας

Κάθε επιφάνεια ή quilt έχει δύο πλευρές, οι οποίες συνήθως αναφέρονται σαν εξωτερική και εσωτερική πλευρά της επιφάνειας. Η κατεύθυνση μίας επιφάνειας είναι σημαντικό στοιχείο γιατί επηρεάζει έναν αριθμό πραγμάτων όπως το προσδιορίζων χρώμα, καθορίζει ποια πλευρά επεξεργαζόμαστε κτλ

Μια ένωση επιφανειών μπορεί να έχει επιφάνειες που έχουν διανύσματα σε διαφορετικές διευθύνσεις. Αυτό είναι ανεπιθύμητο για πολλούς λόγους. Όταν συγχωνεύεις επιφάνειες σε ένα quilt, το pro/engineer αλλάζει την διεύθυνση της επιφάνειας που έχει διαφορετικές κατευθύνσεις από την αρχική επιφάνεια/ quilt.

2.3.2 Επιφανειακή συνέχεια

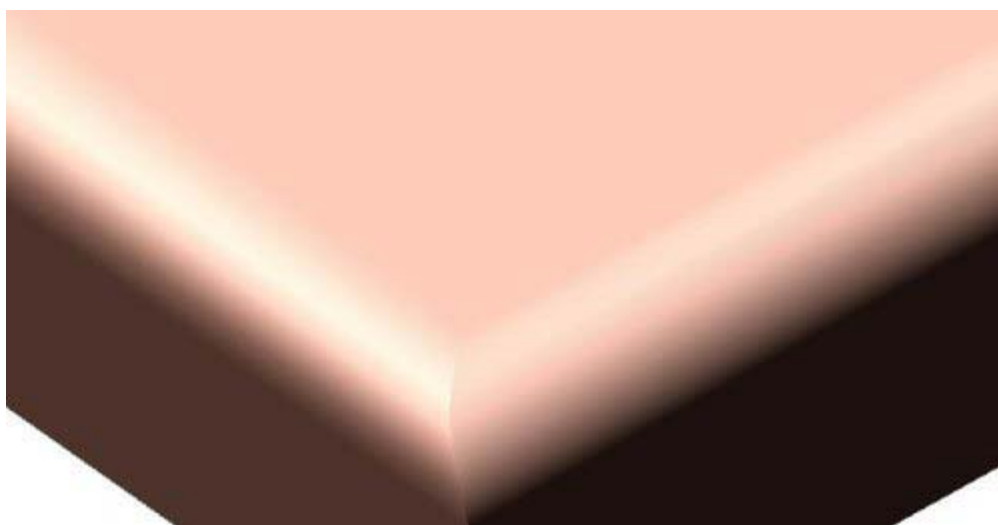
Για να κάνεις μία επιφάνεια λεία πρέπει να προσδιορίσεις την συνέχεια της ανάμεσα σε γειτονικές επιφάνειες. Υπάρχουν δύο ειδών συνεχειών:

- εφαπτομενική συνέχεια (tangent continuity) -συνένωση δύο επιφανειών που έχουν ίδια εφαπτομένη σε κάθε σημείο μεταξύ του κοινού τους ορίου.
- συνέχεια καμπυλότητας (curvature continuity) -συνένωση δύο επιφανειών που έχουν την ίδια καμπυλότητα σε κάθε σημείο μεταξύ του κοινού τους ορίου.

2.3.3 Συνέχεια καμπυλότητας

Για να εκτιμήσει κανείς τι επιτρέπει σε ένα λογισμικό CAD να παράγει ομοιόμορφες καμπύλες, είναι σημαντικό να γίνουν κατανοητές μερικές έννοιες της συνέχειας καμπυλότητας. Η καμπυλότητα μιας καμπύλης εξαρτάται από την διεύθυνση της εφαπτομένης της καμπύλης σε κάθε σημείο και παίρνει τιμή θετική ή μηδέν. Ένα τόξο, ένας κύκλος, ή ένας κύλινδρος έχουν σταθερή καμπυλότητα ενώ μια ευθεία γραμμή ή ένα πλάνο αναφοράς έχουν μηδενική καμπυλότητα. Όταν μια κυκλική λωρίδα είναι εφαπτομένη σε ένα ευθύγραμμο τμήμα, η καμπυλότητα μειώνεται απότομα από μια σταθερή τιμή σε μηδέν.

Το ανθρώπινο μάτι μπορεί να αντιληφθεί τις απότομες αλλαγές στην καμπυλότητα των επιφανειών. Μια στρογγυλή λωρίδα(round fillet) που συναντά ένα πλάνο επιφάνειας εμφανίζεται να έχει μια κορυφογραμμή στην άκρη της, ακόμα κι αν στην πραγματικότητα δεν υπάρχει καμία. Τα καλά σχεδιασμένα προϊόντα αποφεύγουν τις ασυνέχειες στη παράγωγο (ποσοστό αλλαγής) της καμπυλότητας εκτός από όταν οι κορυφογραμμές και οι αιχμηρές άκρες χρησιμοποιούνται για να δώσουν έμφαση. Οι οντότητες των οποίων η παράγωγος καμπυλότητας είναι συνεχής θεωρούνται να έχουν συνέχεια καμπυλότητας. Οι καμπύλες και οι επιφάνειες που είναι εφαπτόμενες μεταξύ τους θεωρούνται να έχουν εφαπτομενική συνέχεια, ενώ οι συνεχείς καμπύλες ή οι επιφάνειες με αιχμηρές άκρες θεωρούνται να έχουν μηδενική συνέχεια.



Το round (στρογγύλεμα) στα αριστερά διατηρεί συνέχεια καμπυλότητας μεταξύ όλων των προσώπων. Η κυρτότητα του round στα δεξιά αλλάζει απότομα όταν το τόξο συναντά το πλάνο επιφάνειας .

2.4 Σχεδιασμός επιφανειών

Το να σχεδιάζεις με επιφάνειες διαφέρει αρκετά από το να σχεδιάζεις στερεά μοντέλα στο pro/engineer. Με τα στερεά μοντέλα μπορείς συχνά να σχηματίζεις το τελικό σχήμα ενός χαρακτηριστικού και να σχεδιάζεις την γεωμετρία του με ξεχωριστές κατασκευές χαρακτηριστικών, όπως protrusion, cut, round, hole, κτλ. Με τις επιφάνειες πρέπει συνήθως να σχεδιάζεις την αναφορική γεωμετρία ενός σχήματος (π.χ σημεία και καμπύλες) πριν σχεδιάσεις μία επιφάνεια. Το να προγραμματίζεις πρώτα είναι σημαντικό για να πετύχεις τα επιθυμητά αποτελέσματα όταν σχεδιάζεις με επιφάνειες. Μπορείς να κατηγοριοποιήσεις τις επιφάνειες που μπορείς να σχεδιάσεις σε δύο κατηγορίες:

- απλές ή βασικές – οι μέθοδοι σχεδιασμού επιφανειών είναι παρόμοιες με των στερεών εργαλείων σχεδιασμού με μερικές μόνο διαφορές. Extrusion, sweep, blend είναι μερικές από τις πιο βασικές μεθόδους για να σχεδιάσεις επιφανειακά χαρακτηριστικά.
- σύνθετες – κατάλληλα εργαλεία σου επιτρέπουν να σχεδιάσεις σύνθετες επιφάνειες με στενότερο έλεγχο στα τελικά αποτελέσματα.

Η επιλογή της μεθόδου επιφανειακής σχεδίασης εξαρτάται από το σχέδιο που έχεις σκοπό να δημιουργήσεις. Αν και σύνθετα χαρακτηριστικά όπως variable section sweep και sweep blends χρησιμοποιούνται σε πολλά επιφανειακά χαρακτηριστικά, σύνθετα αποτελέσματα μπορούν να δημιουργηθούν από απλό σχεδιασμό επιφανειών και συγχωνεύσεις επιφανειών.

Όπως σε κάθε σχέδιο στο pro/engineer, όλα τα μοντέλα πρέπει να σπάζονται στην πιο απλή μορφή τους.

2.4.1 Γεωμετρία για επιφάνειες: σημεία και καμπύλες

Σημεία και καμπύλες συχνά χρειάζονται για να σχεδιάσεις όρια επιφανειών και για να προσδιορίσεις τροχιές σε πολλά επιφανειακά σχέδια

2.5 Επεξεργασία με επιφάνειες

Μπορείς να χρησιμοποιήσεις επιφάνειες με πολλούς τρόπους για να επιτύχεις τον σχεδιαστικό σου σκοπό:

- σχεδιάζοντας στερεά.
- χρησιμοποιώντας τις επιφάνειες για να μεταποιήσεις στερεές επιφάνειες.
- χρησιμοποιώντας τις επιφάνειες για να πετύχεις κοψίματα (cuts).
- για την δημιουργία κελύφους σε ένα στερεό μοντέλο χρησιμοποιώντας επιφάνειες.

2.5.1 Σχεδιάζοντας στερεά χαρακτηριστικά από επιφάνειες

Αφού δημιουργήσεις την κατάλληλη επιφάνεια, σχεδιάζεις την στερεή γεωμετρία. Μπορείς να χρησιμοποιήσεις την επιλογή protrusion, use quilt για να σχεδιάσεις ένα στερεό χαρακτηριστικό από μία επιφάνεια.

2.5.2 Μεταποίηση στερεών χαρακτηριστικών

Μπορείς να χρησιμοποιήσεις τα quilts (παπλώματα) για να αλλάξεις το σχήμα μίας στερεής επιφάνειας χρησιμοποιώντας τις παρακάτω tweak options:

- Replace
- Patch
- Free form

2.5.3 Αφαιρώντας υλικό από ένα στερεό

Μπορείς να χρησιμοποιήσεις τα quilts για να αλλάξεις το σχήμα των στερεών και να πραγματοποιήσεις τα παρακάτω :

- κοψίματα (cuts) : χρησιμοποιώντας quilts για να αφαιρεθεί υλικό
- κέλυφος (shell) : χρησιμοποιώντας quilts για να δημιουργήσεις κέλυφος σε ένα στερεό μοντέλο που έχει σύνθετο σχήμα και όπου οι υπάρχουσες εντολές για κέλυφος δεν είναι ικανές για να δημιουργήσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

2.5.4 Αναλύοντας επιφάνειες

Το pro/engineer σου προσφέρει ένα αριθμό εργαλείων για να αναλύσεις διάφορα θέματα πάνω στις επιφάνειες . Για να επιτύχεις λείες και σύνθετες επιφάνειες χρειάζεται να αναλύσεις τις επιφάνειες χρησιμοποιώντας διάφορα εργαλεία. Μπορεί να θέλεις να εκτιμήσεις μία επιφάνεια για :

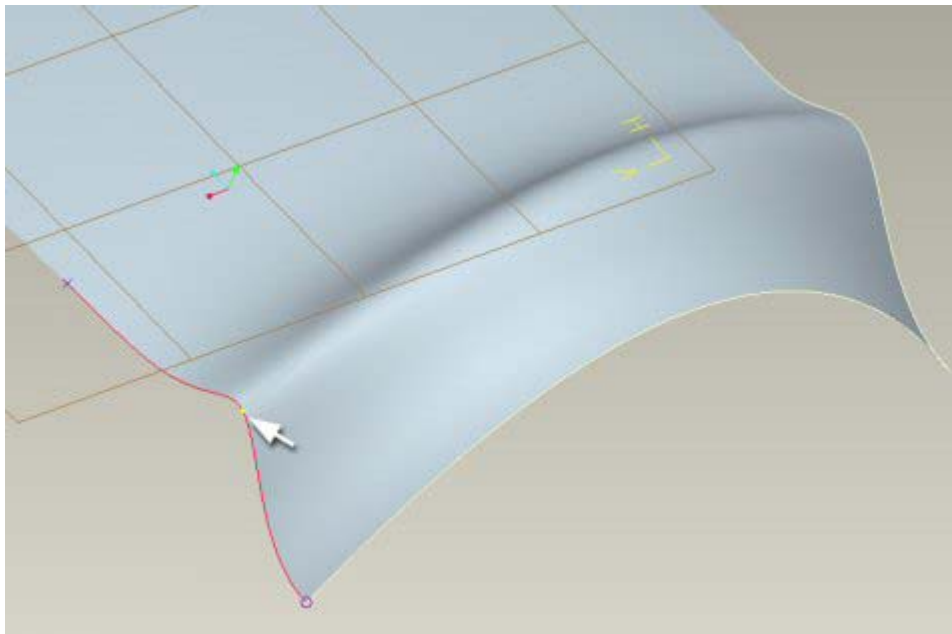
- να βρεις την συνέχεια (πόσο λεία είναι) μίας επιφάνειας
- να καθορίσεις την ποιότητα επιφάνειας μίας εισαγόμενης επιφάνειας
- να καθορίσεις τα αισθητικά χαρακτηριστικά ενός σχεδίου

2.6 ISDX

Το Interactive Surface Design Extension (ISDX) του Pro/Engineer έχει διάφορες ικανότητες για σχέδια ελευθέρας μορφής (free-form) που το SolidWorks δεν έχει. Επιτρέπει στους σχεδιαστές να φτιάξουν αισθητικά ευχάριστες καμπύλες και επιφάνειες χωρίς να σκέφτονται για περιορισμούς διαστάσεων.

Το ISDX επιτρέπει στους σχεδιαστές να σχεδιάζουν καμπύλες ακριβώς πάνω στις επιφάνειες, μία ικανότητα που δεν βρίσκεται μέσα στο Pro/Surface προϊόν του PTC. Το ISDX επίσης δίνει τους χρήστες περισσότερο interactive έλεγχο πάνω στο ταίριασμα των σημείων τέλους των καμπυλών. Ένα άλλο καλό χαρακτηριστικό του ISDX είναι ότι παρέχει στους σχεδιαστές την δυνατότητα να έλξουν τις καμπύλες ορίων και να παρακολουθήσουν τις αλλαγές στο σχήμα των επιφανειών σε πραγματικό χρόνο.

Δυστυχώς το ISDX προσφέρει μόνο ένα τεσσάρων πλευρικών ορίων τύπο επιφανειών, και αυτό επηρεάζει την χρησιμότητα του. Οι σχεδιαστές πρέπει να χρησιμοποιήσουν χαρακτηριστικά από το Pro/Surface για να δημιουργήσουν μία τριών πλευρών επιφάνεια ή μία με πέντε ή περισσότερες πλευρές.



Με το ISDX του Pro/Engineer οι σχεδιαστές μπορούν να σύρουν σημεία των καμπυλών και να παρατηρήσουν τις επιφάνειες να αναπροσαρμόζονται δυναμικά.

2.7 Σχετικά με τα χαρακτηριστικά (feature) του style (isdx)

Το style είναι ένα περιβάλλον σχεδίου μέσα στο pro/engineer που σου επιτρέπει να δημιουργείς καμπύλες ελεύθερης μορφής και επιφάνειες γρήγορα και εύκολα, και να συνδέεις τα πολλαπλά και πολύπλοκα στοιχεία στα superfeatures. Τα features του style καλούνται superfeatures επειδή μπορεί να περιέχουν απεριόριστους αριθμούς καμπυλών και επιφανειών.

Στον χρήστη του style προσφέρεται ένα ανεξάρτητο περιβάλλον διαμόρφωσης το οποίο είναι συγχρόνως και ένα pro/engineer feature. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει απόλυτα ελεύθερα features του style ή να εκμεταλλευθεί τις παραμετρικές και συνδυαστικές pro/e ικανότητες.

Τα features style είναι εύκαμπτα. Έχουν τις εσωτερικές σχέσεις parent/child, και μπορούν επίσης να έχουν σχέσεις με άλλα Pro/ENGINEER features.

Μπορείς να πραγματοποιήσεις όλα τα ακόλουθα θέματα με το style:

- Να εργάζεσαι σε περιβάλλον μίας ή περισσότερων όψεων. Το πολλών όψεων περιβάλλον είναι ένα πολύ δυναμικό χαρακτηριστικό μέσα στο Pro/ENGINEER. Μπορείς να βλέπεις και να δουλεύεις συγχρόνως σε τέσσερις όψεις του μοντέλου.
- Να δημιουργείς καμπύλες και επιφάνειες.
- Να δημιουργείς απλά χαρακτηριστικά ή superfeatures.
- Να δημιουργείς μια καμπύλη πάνω σε μία επιφάνεια (οι οποίες ονομάζονται cos και είναι ένας ειδικός τύπος καμπυλών που εκτείνονται πάνω σε μια επιφάνεια).
- Να δημιουργείς επιφάνειες από όρια, που δεν είναι απαραίτητο να είναι trimmed στις γωνίες.
- Να εισάγεις ιδιαίτερες γεωμετρικές οντότητες ή έναν συνδυασμό οντοτήτων στο feature.
- Να δημιουργείς εσωτερικές σχέσεις parent /child για τα feature του style.
- Να δημιουργείς σχέσεις parent/child μεταξύ των features style και των features του μοντέλου.

2.7.1 Το περιβάλλον του style

Το περιβάλλον του style αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- **Styling** menu στο πάνω menu bar —περιέχει το κύριο σύνολο εντολών του style για δημιουργία μιας καμπύλης ή μιας επιφάνειας και την τροποποίηση αυτών.
- Εντολές style στα **Edit, View, Analysis, Info,** και **Tools** menu—εντολές όπως το undo(αναίρεση) και το redo(επανεκτέλεση) για επεμβάσεις σε καμπύλες style, εισαγωγή του resolve mode, εμφάνιση κυρτότητας, και set style preferences(πλέγμα επιφάνειας, ποιότητα καμπυλών).
- Style toolbar—περιέχει συντομεύσεις στις εντολές Style που βρίσκονται στα Edit, View, και Analysis menu.
- Right toolbar —περιέχει συντομεύσεις για τις εντολές του **Styling** menu.
- Multiple-view display —στρέφει μεταξύ των top, isometric/trimetric, front, and right όψεων, ή εκθέτει και τις τέσσερις όψεις αμέσως. Οι όψεις τοποθετούνται στο παράθυρο όπως παρουσιάζονται κατωτέρω:

Top view	Isometric/Trimetric
Front view	Right view

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ
ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΣΤΟΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΣΤΟΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΤΗ

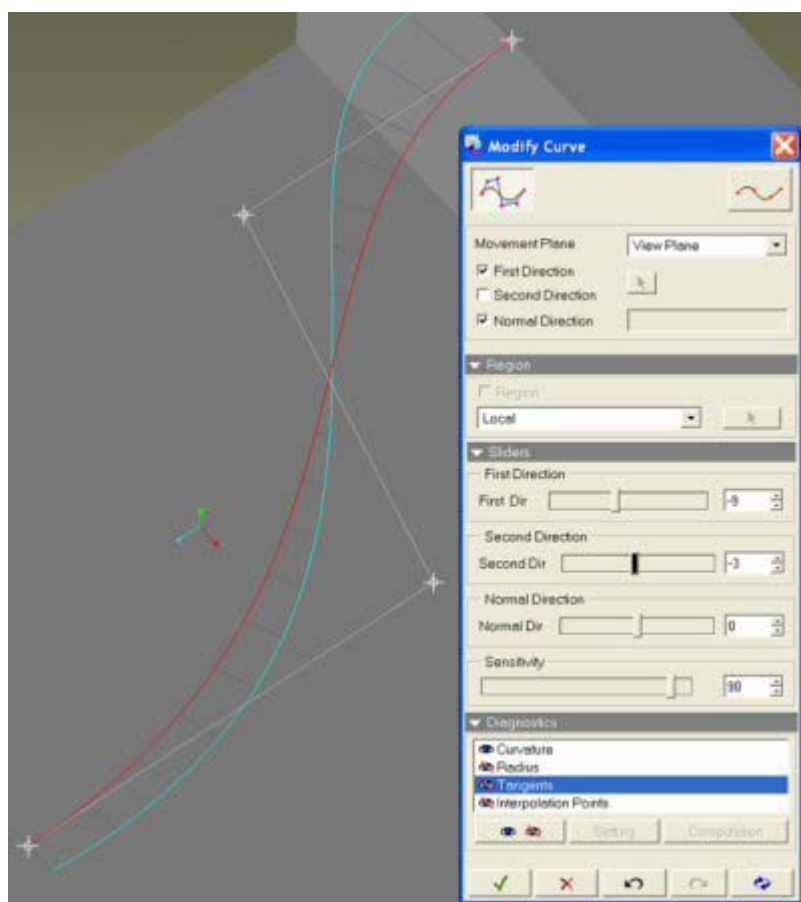
3.1 Εισαγωγή

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε μερικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες από τις οποίες παράγονται επιφάνειες ελεύθερης μορφής που είναι απαραίτητες σε ένα βιομηχανικό σχεδιαστή και θα παρουσιαστεί και ο τρόπος υλοποίησης αυτών σε δύο συστήματα, το Pro/ENGINEER wildfire και το Solidworks2004 ⁽⁸⁾, τα οποία διατίθενται στο εργαστήριο Σχεδιομελέτης. Η παρουσίαση αυτή θα βοηθήσει και στην κατανόηση των ορίων της μοντελοποίησης με στερεά και την αναγκαιότητα που για την ώρα αναδεικνύεται για τη χρήση των συστημάτων σχεδίασης με επιφάνειες. Στο μέλλον αναμένεται να επέλθει μια πλήρη συνένωση των δύο αυτών τύπων συστημάτων και δεν θα απαιτείται να χρησιμοποιούνται τελείως διαφορετικά συστήματα για την υλοποίηση ενός έργου.

3.2 Καμπύλες

Οι καμπύλες είναι η βάση όλων των free-form επιφανειών. Ένα σύστημα CAD με τα κατώτερα εργαλεία για την δημιουργία καμπύλων θα παράγει φτωχές και απλές επιφάνειες. Έτσι πριν συγκριθούν οι ικανότητες δημιουργίας επιφανειών στο Pro/engineer και στο SolidWorks, αξίζει να ελεγχθεί η δυνατότητά τους να παράγουν καμπύλες στο τρισδιάστατο σύστημα.

Και το Pro/E και το SolidWorks μπορούν να κατασκευάσουν 2D σκίτσα χρησιμοποιώντας τις splines καμπύλες και την αναλυτική γεωμετρία στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι γραμμές, τα τόξα, και τα κωνικά τμήματα. Και τα δύο προγράμματα επίσης μπορούν να κατασκευάσουν καμπύλες μέσω των τρισδιάστατων σημείων αναφοράς που είτε τοποθετούνται στο σύστημα, είτε συνδέονται με τις υπάρχουσες άκρες ή κορυφές. Εκεί όπου τα δύο προγράμματα διαφέρουν είναι ότι το Pro/E Wildfire έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει τις καμπύλες και να ορίζει έπειτα την εφαπτομένη και την μορφή συνέχειας, ταιριάζοντας αυτές με τις ήδη υπάρχουσες επιφάνειες, τα στερεά πρόσωπα, και τις άκρες. Το SolidWorks δεν μπορεί να ορίσει εφαπτομένη ή μορφή συνέχειας η οποία να ταιριάζει στα σημεία τέλους των καμπυλών.



Το Pro/E Wildfire επιτρέπει στους σχεδιαστές να ρυθμίσουν τις καμπύλες με τους κατάλληλους ρυθμιστές και στη συνέχεια να προσδιορίσουν τις εφαπτόμενες και την

μορφή συνέχειας, ταιριάζοντας έτσι κατάλληλα τις καμπύλες με τις υπάρχουσες επιφάνειες, τα στερεά πρόσωπα, και τις άκρες.

Το SolidWorks μπορεί να δημιουργήσει 3D καμπύλες χρησιμοποιώντας το 3dsketch. Αυτός ο τρόπος σχεδιασμού είναι κατά κάποιο τρόπο πιο λειτουργικός από την ικανότητα του Pro/ E να σχεδιάζει καμπύλες μέσω σημείων επειδή οι χρήστες μπορούν να συνδυάσουν τις διάφορες οντότητες και τις splines καμπύλες σε ένα ενιαίο χαρακτηριστικό (feature). Στο SolidWorks οι χρήστες μπορούν επίσης να διαστασιολογήσουν και να περιορίσουν τα τρισδιάστατα σκίτσα με τρόπους που οι χρήστες του Pro/E wildfire δεν μπορούν. Δυστυχώς το SolidWorks δεν μπορεί να συνδέσει τις 3dsketch splines με συνεχή καμπυλότητα μεταξύ τους.

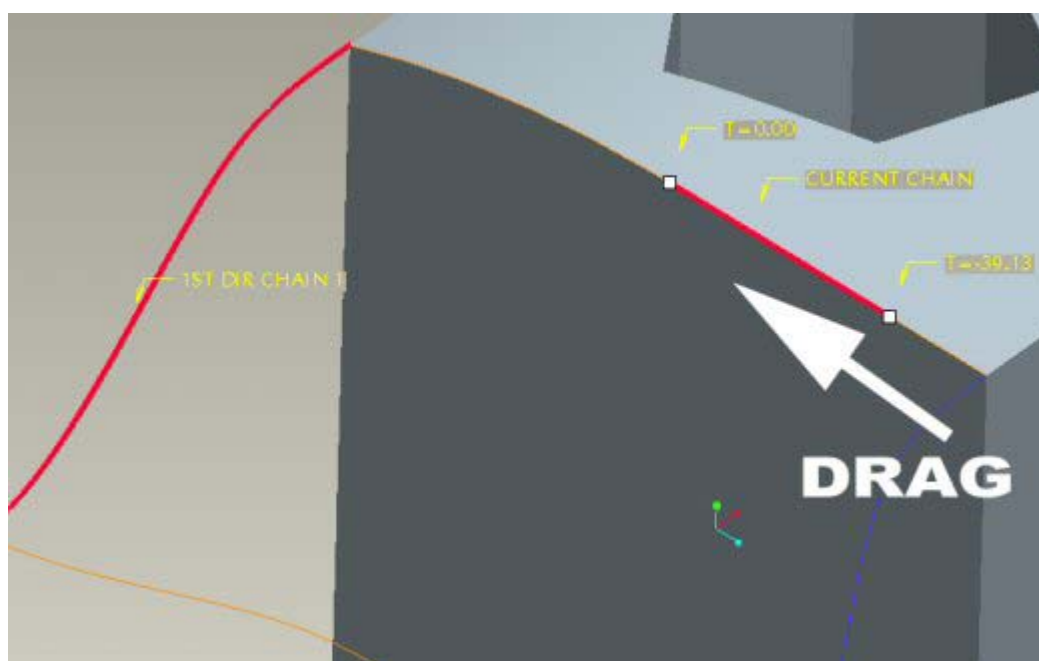
Και το Pro/E και το SolidWorks μπορούν να ενώσουν μερικές καμπύλες σε μια ενιαία σύνθετη καμπύλη. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι σημαντικό για τις σύνθετες επιφάνειες επειδή οι άκρες που τις καθορίζουν πρέπει να είναι ομαλές και χωρίς πολλαπλάσια τμήματα σκίτσων.

Το SolidWorks μπορεί να το κάνει αυτό καλύτερα από το Wildfire γιατί μπορεί να ενώσει ένα 2-D ή ένα 3-D σχέδιο το οποίο αποτελείται από πολλές οντότητες χρησιμοποιώντας την Fit Spline λειτουργία. Αντίθετα από το Wildfire, το SolidWorks αφήνει στους χρήστες τον έλεγχο της ανοχής της απόκλισης μεταξύ της καινούριας καμπύλης και της αρχικής οντότητας. Αυτή η ικανότητα δίνει στο SolidWorks τη δυνατότητα να μεταπηδήσει εκτός από λίγες περιπτώσεις στην υποκείμενη (αρχική) γεωμετρία.

3.3 Επιφάνειες ορίων

Επιφάνειες ορίων είναι οι επιφάνειες που συνήθως χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία σύνθετων μορφών. Όπως το όνομά τους υπονοεί, αυτές οι επιφάνειες κατασκευάζονται μεταξύ τριών ή τεσσάρων καμπύλων στο διάστημα. Τα ικανά συστήματα επιτρέπουν στους σχεδιαστές να προσθέσουν προσωρινές καμπύλες μεταξύ των καμπυλών ορίων για να επηρεάσουν τη μορφή της επιφάνειας τους.

Η επιφάνεια ορίων του Pro/Engineer Wildfire καλείται Boundary Blend. Ένα από τα μοναδικά χαρακτηριστικά γνωρίσματά του είναι ότι οι χρήστες μπορούν δυναμικά να ρυθμίσουν τα όρια (επέκταση, προέκταση, ή θραύση) με το σύρσιμο των τελικών σημείων της οριοθέτησης τους ή των ενδιάμεσων καμπυλών που καθορίζουν την επιφάνεια.



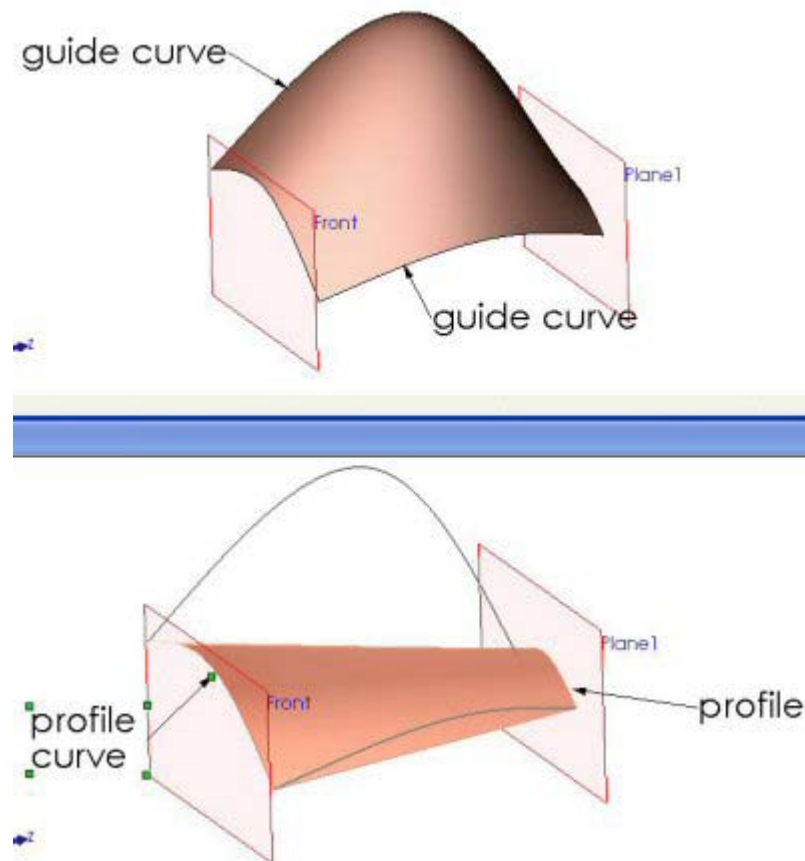
Οι χρήστες του Wildfire μπορούν να σύρουν τα τελικά σημεία για να ρυθμίσουν τις επιφάνειες.

Το SolidWorks δεν έχει πραγματικές επιφάνειες ορίων. Αντιθέτως τις προσεγγίζει με το χαρακτηριστικό Loft-with-Guide-Curve χαρακτηριστικό. Μια lofted επιφάνεια του SolidWorks καθορίζεται από δύο σχεδιαγράμματα, τα οποία μπορεί να είναι επίπεδες ή τρισδιάστατες καμπύλες. Για να ελεγχθεί η μορφή και των τεσσάρων ορίων, καμπύλες οδηγού μπορούν να προστεθούν στις δύο άκρες που δεν καθορίζονται από τα σχεδιαγράμματα.

Η lofted επιφάνεια του SolidWorks με τις καμπύλες οδηγούς δεν είναι η ίδια με την Boundary Blends επιφάνεια του Pro/E. Τα σχεδιαγράμματα και οι καμπύλες

οδηγοί δεν έχουν την ίδια επιρροή πάνω στη μορφή της επιφάνειας. Αυτή η ασυμμετρία μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητους κυματισμούς στην επιφάνεια.

Το SolidWorks επίσης προσφέρει στους σχεδιαστές λιγότερο έλεγχο πάνω στο ταίριασμα μεταξύ των παρακείμενων επιφανειών από ότι το Pro/E. Αν και το SolidWorks επιτρέπει στις παρακείμενες lofted επιφάνειες να είναι εφαπτόμενες, δεν μπορεί να βεβαιώσει τη συνεχή καμπυλότητα μεταξύ δύο επιφανειών, όπως κάνει το Pro/E Wildfire.

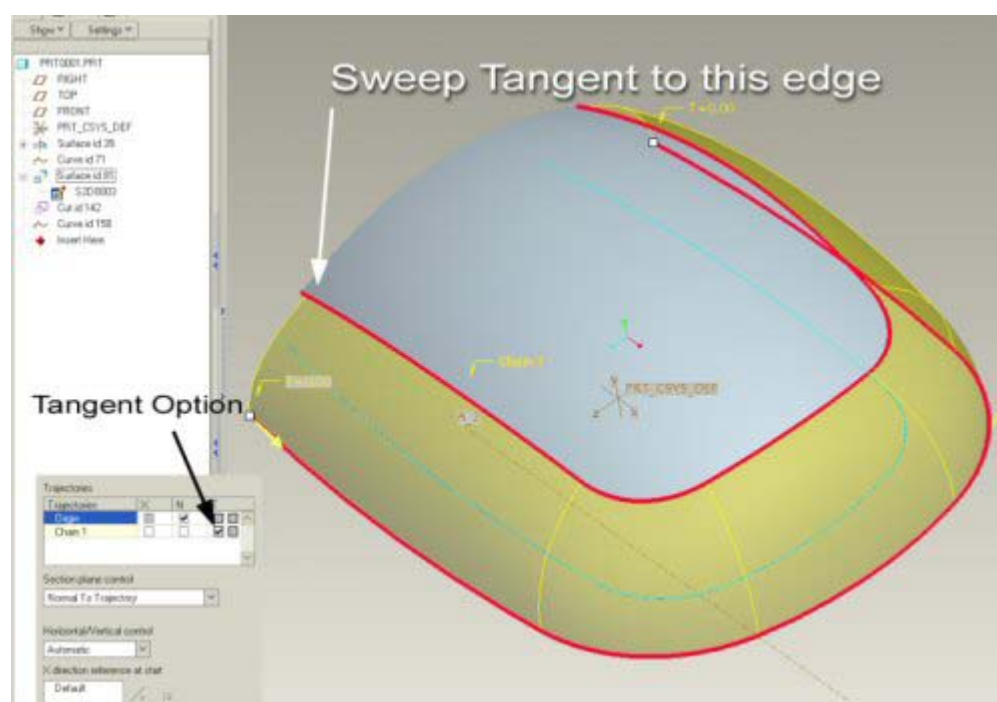


Δυο παραδείγματα μίας lofted επιφάνειας: στο κάτω σχέδιο καμία καμπύλη οδηγών δεν χρησιμοποιείται για να ελέγξει τις άκρες που δεν καθορίζονται από τα προφίλ. Στο πάνω πλαίσιο οι 3-D καμπύλες καθοδηγούν τις άκρες για να δημιουργήσουν μια πολύ διαφορετική μορφή.

3.4 Swept επιφάνειες

Οι Swept επιφάνειες είναι άλλο ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό για το βιομηχανικό σχέδιο. Τα Sweeps μοιάζουν με τις lofted επιφάνειες με καμπύλες οδηγούς, εκτός από την περίπτωση που μόνο ένα προφίλ είναι sweep κατά μήκος μιας τροχιάς.

Για την δημιουργία σύνθετων σχημάτων περισσότερο χαρακτηριστικά έχουν προστεθεί στην βασική sweep επιφάνεια για να δώσουν στους σχεδιαστές περισσότερο έλεγχο. Το Pro/E Wildfire έχει αυτό που ονομάζεται Variable Section Sweep. Αυτό το πιο δυναμικό sweep χαρακτηριστικό έχει ένα προφίλ κατά μήκος μιας πορείας και επιτρέπει στο σχεδιαστή να καθορίσει διάφορες πορείες (συχνά αποκαλούμενες οδηγοί) που περιορίζουν το σχεδιάγραμμα για να τις ακολουθήσει. Οι οδηγοί αλλάζουν το μήκος και τη μορφή του sweep τμήματος δεδομένου ότι αυτό ακολουθεί την πορεία.



Το Variable Section Sweep του Pro/Engineer με εφαπτόμενη καμπύλη οδηγό επιτρέπει στην εξωτερική swept επιφάνεια να συνδυαστεί ομαλά με την παρακείμενη εσωτερική επιφάνεια.

Επιπλέον, οι σχεδιαστές μπορούν να ορίσουν ένα άξονα κατεύθυνσης στο μεταβλητό τμήμα sweep για να εξασφαλίσουν ότι το αρχικό προφίλ δεν στρίβει καθώς κινείται κατά μήκος μίας 3διάστατης τροχιάς. Αυτή η αξονική διεύθυνση είναι πολύ σημαντική για την δημιουργία επιφανειών που χρειάζονται να είναι συνταγμένες με

ένα ορισμένο τρόπο σε όλα τα σημεία κατά μήκος της πορείας έτσι ώστε το κομμάτι να μπορεί να φορμαριστεί.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα που κάνει το Pro/E's Variable Section Sweep εξαιρετικά ισχυρό είναι η δυνατότητα του να ορίσει είτε την εφαπτομένη, είτε την συνέχεια στις καμπύλες οδηγούς που είναι στην άκρη μιας υπάρχουσας επιφάνειας ή μιας στερεής προσόψεως. Αυτό επιτρέπει στους σχεδιαστές να ταιριάζουν μία swept επιφάνεια με μία επιφάνεια με διαφορετικό σχήμα εξασφαλίζοντας μια άψογη μετάβαση μεταξύ τους.

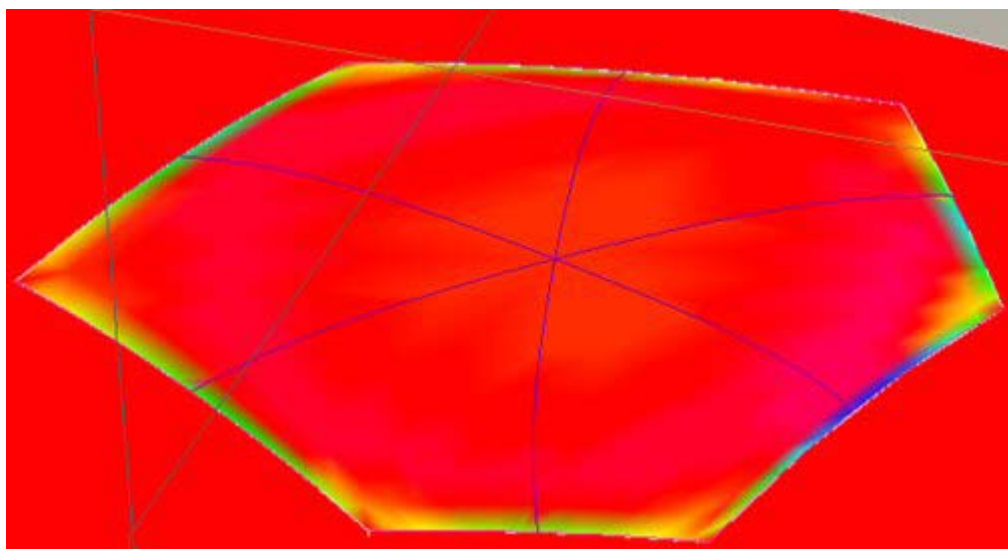
Το SolidWorks έχει επίσης τη δυνατότητα να ελέγχει τις swept επιφάνειες και τα στερεά χαρακτηριστικά με καμπύλες οδηγούς, δίνοντας τους παρόμοιες ικανότητες με το Pro/E's Variable Section Sweep. Ένας απεριόριστος αριθμός οδηγών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πορεία και το προφίλ. Το SolidWorks έχει τα διαγνωστικά για να καθορίσει πού το sweep αποτυγχάνει κατά μήκος μίας πορείας, ένα πολύτιμο εργαλείο για όποιον χρησιμοποιεί αυτό το χαρακτηριστικό.

Δυστυχώς το SolidWorks δεν μπορεί να φτιάξει καμπύλες οδηγούς εφαπτόμενες ή με συνέχεια με τις γειτονικές επιφάνειες, όπως το Pro/E κάνει. Το βασικό SolidWorks sweeps έχει μία επιλογή για Ευθυγράμμιση πορείας που δουλεύει παρόμοια με την αξονική κατεύθυνση του Pro/E. Δυστυχώς η Ευθυγράμμιση πορείας μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί στα sweeps χωρίς οδηγούς. Μόλις ο σχεδιαστής επιλέγει μια καμπύλη οδηγό, η επιλογή Ευθυγράμμιση πορείας εξαφανίζεται από τις επιλογές. Ανακεφαλαιώνοντας, οι swept επιφάνειες και τα στερεά του SolidWorks είναι πιο περιορισμένα στις ικανότητες τους από ότι αυτά του Pro/Engineer.

3.5 N-πλευρες επιφάνειες

Όλες οι επιφάνειες που περιγράφονται παραπάνω περιορίζονται από τέσσερις πλευρές. Αλλά μερικές φορές οι σχεδιαστές πρέπει να δημιουργήσουν patches (μπαλώματα) που έχουν πέντε ή περισσότερες πλευρές. Αυτή η απαίτηση είναι ιδιαίτερα συνηθισμένη για τους κατασκευαστές φορμών που πρέπει να καθορίσουν τη γεωμετρία που δεν ήταν μεταφερμένη σωστά.

Και το Pro/E και το SolidWorks έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά για τις n-πλευρικές επιφάνειες. Το Pro/Engineer έχει μια επιλογή στο Boundary Blend. Δυστυχώς αυτό το χαρακτηριστικό είναι σχεδόν άνευ αξίας επειδή οι επιφάνειες που παράγονται δείχνουν απαίσιες.



Το N-πλευρικό μπαλώμα του Pro/Engineer παράγει μη αποδεκτά αποτελέσματα. Η κυρτότητα παρουσιάζει απότομες αλλαγές, υποδειγμένες από τα πράσινα, μπλε, και κίτρινα χρώματα στις άκρες της 6-πλευρης επιφάνειας.

Οι περισσότεροι Pro/E χρήστες δουλεύουν γύρω από τις ανεπάρκειες ενός n-πλευρου Boundary Blend με την δημιουργία μίας 4-πλευρης επιφάνειας ορίων και φτιάχνοντας την στην απαραίτητη μορφή. Αυτή η τεχνική αναφέρεται συχνά ως overbuilding (ξαναχτίσιμο). Υπάρχουν φορές που ούτε το overbuilding δεν λειτουργεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι χρήστες του Pro/E πρέπει να πάνε σε άλλα προγράμματα επιφανειών για να ολοκληρώσουν την n-πλευρη επιφάνεια. (ούτε το ISDX ούτε το Pro/Designer της PTC μπορούν να φτιάξουν μια n-πλευρη επιφάνεια σε αυτή την περίπτωση).

Η Filled-Surface επιλογή του SolidWorks υπερτερεί του Pro/E Wildfire για την δημιουργία n-πλευρων μπαλωμάτων. Η Filled Surface δίνει στους χρήστες τη

δυνατότητα να συνδέσουν οποιοδήποτε αριθμό συνεχόμενων οριακών γωνιών ή καμπύλων σε μία μόνο επιφάνεια. Μπορεί επίσης να κάνει τις άκρες να είναι εφαπτόμενες στις παρακείμενες επιφάνειες, εάν οι χρήστες το επιθυμούν.

Η Filled-Surface του SolidWorks επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία τεσσάρων – πλευρών επιφανειών ορίων. Οι ενδιάμεσες καμπύλες (αποκαλούμενες καμπύλες περιορισμού) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελεγχθεί η μορφή της επιφάνειας.

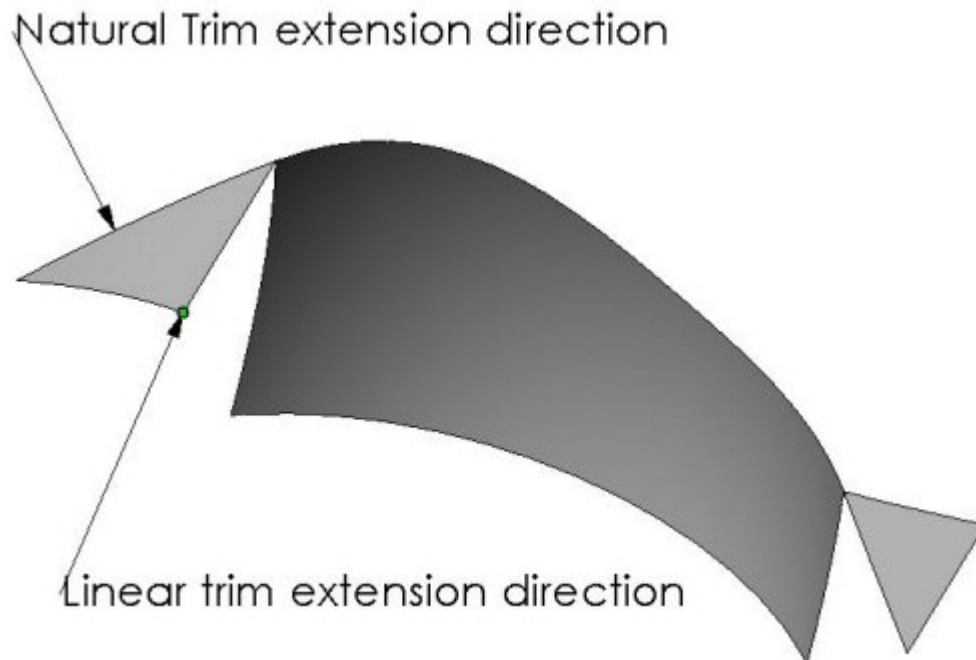
Ούτε του SolidWorks, ούτε του Pro/Engineer οι n-πλευρες επιφάνειες μπορούν να εξασφαλίσουν συνέχεια καμπυλότητας στα όρια επιφάνειας. Ακόμη όμως και με αυτόν τον περιορισμό, το Filled-Surface χαρακτηριστικό του SolidWorks μπορεί να είναι σωσίβιο σωτηρίας για τους βιομηχανικούς σχεδιαστές. Το SolidWorks απέκτησε την τεχνολογία για Filled Surface από την ομάδα Dassault Systèmes' CATIA.

3.6 Επεξεργασία επιφανειών

Ένας σχεδιαστής που φτιάχνει ένα επιφανειακό μοντέλο πρέπει τελικά να το μετατρέψει σε στερεό. Οι εντολές Trimming, extending, και joining surfaces είναι σημαντικές για την ολοκλήρωση αυτού του μέρους. Και το SolidWorks και το Pro/Engineer έχουν εκτενής ικανότητες για να επεξεργάζονται επιφάνειες. Σε μερικές περιπτώσεις, το Pro/E είναι ανώτερο, ενώ σε άλλες το SolidWorks είναι καλύτερο.

Η εντολή Merge του Pro/Engineer είναι η πιο χρήσιμη για trimming. Ένας σχεδιαστής διαλέγει δύο επιφάνειες και επιλέγει ποια πλευρά από την κάθε μια θα κρατήσει ή θα απορρίψει. Το Pro/E μετά κάνει trims της επιφάνειας και τις ενώνει μεταξύ τους.

Το SolidWorks έχει μια παρόμοια προσέγγιση, την οποία ονομάζει Mutual Trim. Το SolidWorks είναι λίγο καλύτερο στο trimming από το Pro/E γιατί προσφέρει μία επιλογή γραμμικών και φυσικών trim καμπύλων. Ένα γραμμικό trim βρίσκει την συντομότερη ίσια γραμμή από το τέλος της trimming επιφάνειας έως την άκρη της επιφάνειας που γίνεται trimmed. Ένα φυσικό trim όριο ακολουθεί την επέκταση της καμπύλης από τη διατομή στην άκρη της επιφάνειας που γίνεται trimmed. Αντίθετα από το Pro/E, το SolidWorks επίσης μπορεί να κάνει trim περισσότερες από δύο επιφάνειες σε μια λειτουργία.



Το Mutual Trim του SolidWork προσφέρει και γραμμικές και φυσικές επιφανειακές επεκτάσεις. .

Και τα δύο προγράμματα είναι ικανά για να επεκτείνουν επιφάνειες, αλλά το Pro/Engineer προσφέρει δυνατότητες που δεν βρίσκονται στο SolidWorks. Για παράδειγμα, όχι μόνο μπορεί το Pro/E να επεκτείνει μια επιφάνεια φυσικά, αλλά μπορεί επίσης να επεκτείνει μια άκρη επιφάνειας σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Το SolidWorks δεν μπορεί να το κάνει αυτό.

Το SolidWorks έχει ένα χαρακτηριστικό το οποίο λέγεται Ruled Surface το οποίο μπορεί να προστεθεί στην άκρη μιας υπάρχουσας επιφάνειας για να δημιουργήσει ένα σχήμα παρόμοιο με την επέκταση του Pro/E . Αλλά με το SolidWorks ο χρήστης μένει με ένα πρόσθετο πρόσωπο επιφανειακής οντότητας εκτός από μόνο την επέκταση του υπάρχοντος προσώπου.

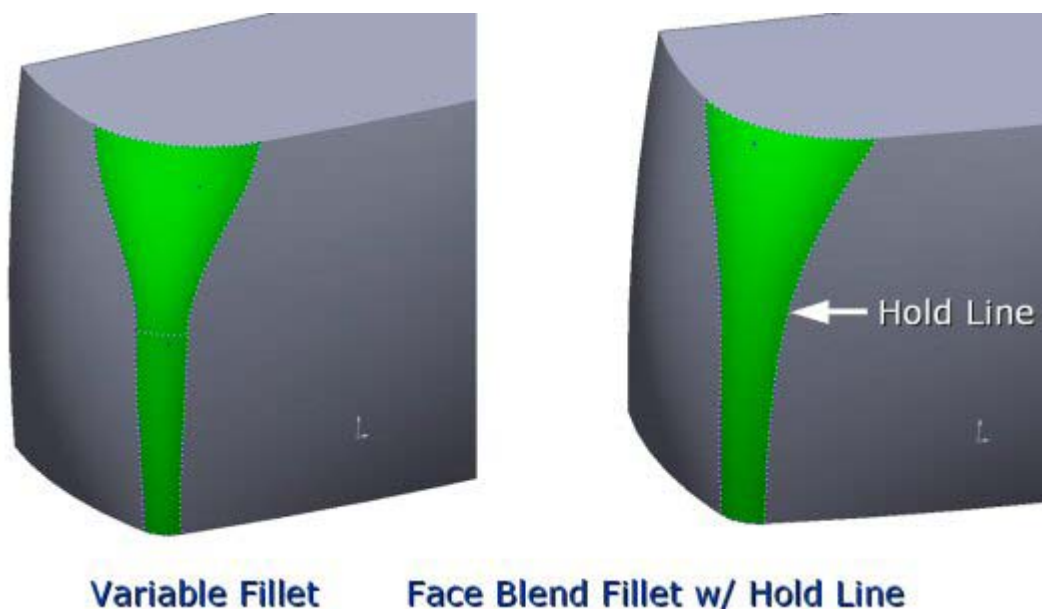
Και τα δύο προγράμματα μπορούν να αντιγράψουν, να μετατοπίσουν και να μετακινήσουν επιφάνειες. Το SolidWorks συνδυάζει τις λειτουργίες της αντιγραφής και της μετατόπισης σε μία μόνο εντολή. Ένας χρήστης απλά ορίζει την τιμή 0 για την μετατόπιση (offset) για να αντιγράψει μια επιφάνεια. Ένα ασήμαντο μειονέκτημα του Pro/E είναι ότι μόνο μια επιφάνεια μπορεί να μετατοπίζεται κάθε φορά. Για να μετατοπιστεί ένας αριθμός επιφανειών οι χρήστες του Pro/E πρέπει πρώτα να τις αντιγράψουν και να μετατοπίσουν έπειτα το αντίγραφο.

Αν ο σχεδιαστής έχει φτιάξει μια τελείως κλειστή επιφάνεια (συχνά αποκαλούμενη “water tight”), και το Pro/E και το SolidWorks μπορούν να την μετατρέψουν σε στερεή. Και τα δύο προγράμματα εκτελούν αυτήν την λειτουργία εξίσου καλά.

3.7 Fillets και rounds

Η προσθήκη ενός fillet ή round (ανάλογα με εάν αυτά είναι σε μια εσωτερική ή εξωτερική άκρη) συχνά συμβάλλει στην αισθητική όψη ενός προϊόντος. Τα Fillets επίσης εξασφαλίζουν ότι το προϊόν δεν θα προκαλέσει ανεπιθύμητη συγκέντρωση πίεσης ή ότι θα έχει αιχμηρές άκρες που μπορεί να σπάνε εύκολα.

Και το Pro/Engineer και το SolidWorks προσφέρουν εκτενής filleting ικανότητες για επιφανειακά και στερεά πρόσωπα. Και τα δύο μεταχειρίζονται την σταθερή - και μεταβλητή - ακτίνα του fillets εξίσου καλά.



Παραδείγματα του μεταβλητής ακτίνας fillet του SolidWorks και του Face Fillet με hold γραμμή.

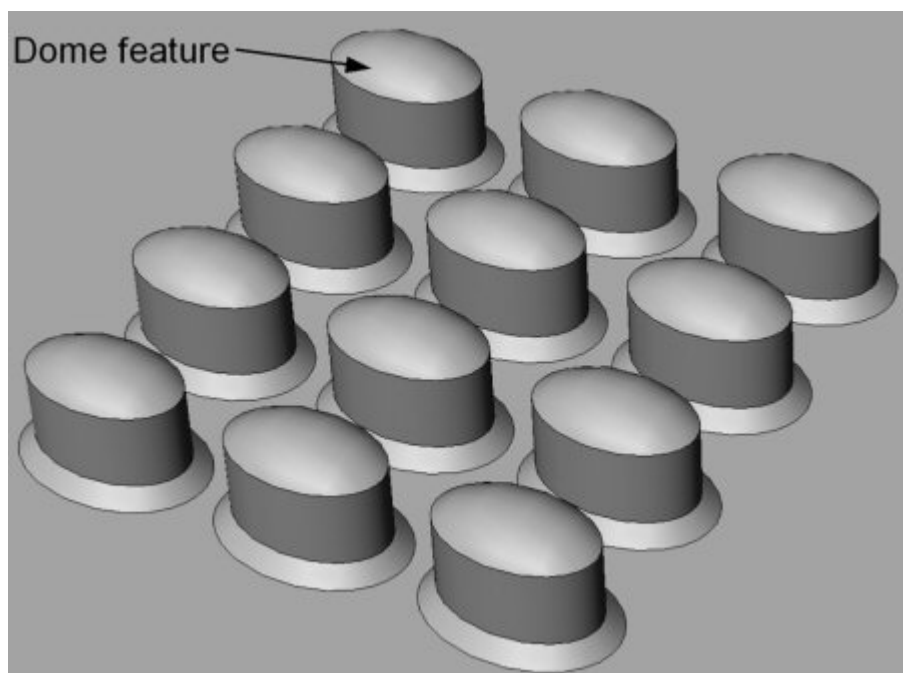
Το Pro/Engineer ολοκληρώνει αυτόν τον στόχο χρησιμοποιώντας αυτό που καλείται Through Curve. Αν και εξαιρετικά χρήσιμο, το Through Curves δεν προσφέρει την ίδια πολυπλοκότητα όπως το Face Fillet με την Hold Line επιλογή του SolidWorks. Εκτός από τα face fillets, το Pro/Engineer γενικά προσφέρει περισσότερες filleting επιλογές από ότι το SolidWorks.

3.8 Διάφορα αισθητικά χαρακτηριστικά

Και το Pro/Engineer και το SolidWorks έχουν λειτουργίες που προορίζονται να λύσουν ειδικά προβλήματα βιομηχανικού σχεδίου. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να εφαρμοστούν και σε επιφάνειες και σε στερεά σώματα.

Ένα χαρακτηριστικό το οποίο αποκαλείτε dome χρησιμοποιείται συχνά για την δημιουργία μίας διόγκωσης στην πρόσοψη ενός στερεού αντικειμένου. Οι κορυφές των κουμπιών των αριθμητικών πληκτρολογίων των κυψελοειδών τηλεφώνων και των τηλεχειριστηρίων συνήθως στρογγυλεύονται. Ένας κατάλληλος τρόπος να γίνει αυτό είναι με τα domes.

Τα SolidWorks Dome χαρακτηριστικά δουλεύουν καλά . Ο σχεδιαστής απλά διευκρινίζει το ύψος του dome και διαλέγει μία επίπεδη ή μη επίπεδη πρόσοψη. Στις επίπεδες προσόψεις το Dome του SolidWorks μπορεί να ταιριάζει το κάθετο όριο με μία ελλειπτική μετάβαση. Οι σχεδιαστές μπορούν επίσης να διευκρινίσουν το σημείο όπου το dome θα είναι υψηλότερο (ή στην περίπτωση μιας κοιλότητας το χαμηλότερο). Το dome χαρακτηριστικό του Pro/Engineer δεν δουλεύει όπως θα έπρεπε και δεν προσφέρει την ευελιξία του SolidWorks.



Τα Dome χαρακτηριστικά είναι πρακτικά για την στρογγυλοποίηση των κορυφών των πλήκτρων , όπως εδώ.

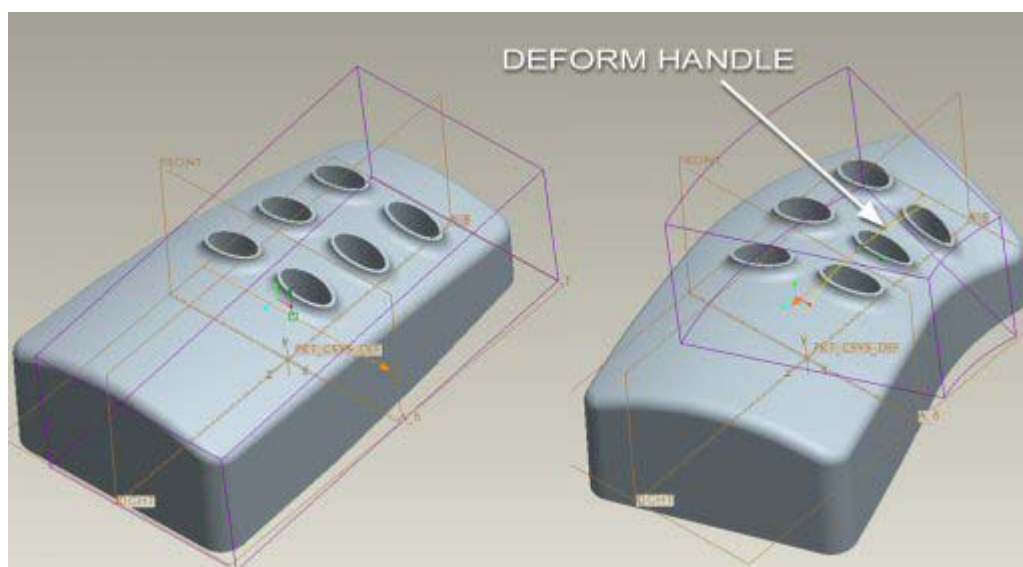
Και τα δύο προγράμματα έχουν radiate, mid-plane, and parting-surface χαρακτηριστικά, τα οποία προορίζονται για τους σχεδιαστές καλουπιών. Αλλά και οι σχεδιαστές προϊόντων τα χρησιμοποιούν αυτά επίσης.

Και το Pro/E και το SolidWorks μπορούν να παραμορφώσουν μία περιοχή ενός στερεού σώματος. Το Pro/E Wildfire έχει ένα νέο και γερό χαρακτηριστικό, το οποίο ονομάζεται Warp, που μπορεί να παραμορφώσει κάθε στερεό σχήμα σε κάτι σχεδόν αγνώριστο από το αρχικό.

Το SolidWorks 2004 εισήγαγε ένα Deform χαρακτηριστικό το οποίο είναι παρόμοιο στην χρήση του Warp του Pro/E. Το Deform του SolidWorks υστερεί και συχνά δεν μπορεί να επιτύχει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Παραδείγματος χάριν, εάν ένας σχεδιαστής προσπαθήσει να παραμορφώσει ένα μοντέλο του SolidWorks πάρα πολύ, το χαρακτηριστικό θα αποτύχει, βγάζοντας ένα μήνυμα λάθους. Μερικές φορές οι παραμορφώσεις αποτυγχάνουν ακόμα και όταν η γραφική προεπισκόπηση δείχνει ότι θα δουλέψει.

Το Warp του Pro/E είναι σε θέση να καμπυλώνει τα αντικείμενα ομοιόμορφα γύρω από μία ακτίνα. Για παράδειγμα, ένας σωλήνας στρεβλωμένος στο σχήμα του handlebar διατηρεί το κυκλικό διαγώνιο τμήμα του. Όταν υποβάλλεται σε επεξεργασία από το Deform του SolidWorks το διαγώνιο τμήμα γίνεται ελλειπτικό.

Το Deform του SolidWorks έχει μία ικανότητα που το Warp του Pro/E δεν την έχει. Το Deform επιτρέπει στους χρήστες να διευκρινίσουν ποιες προσόψεις του μοντέλου παραμένουν αμετάβλητες, ελέγχοντας έτσι ποια μέρη ενός μοντέλου παραμορφώνονται και ποια μένουν ανεπηρέαστα. Ακόμα και χωρίς την δυνατότητα του καθορισμού των προσόψεων το Warp του Pro/E παραμένει πιο αξιόπιστο και ευπροσάρμοστο από το Deform του SolidWorks.



Το Pro/E Wildfire Warp χαρακτηριστικό γνώρισμα αφήνει τους χρήστες να καμπυλώνουν την γεωμετρία του σχήματος με μια περίπου σταθερή ακτίνα.

3.9 Shelling (δημιουργία κελύφους)

Τα περισσότερα καταναλωτικά προϊόντα συχνά δημιουργούνται από καλούπια και χρειάζεται να κατασκευαστούν σαν λεπτά κελύφη. Τα περισσότερα CAD συστήματα για στερεή μοντελοποίηση έχουν την ικανότητα να παίρνουν ένα στερεό όγκο και να δημιουργούν κοιλότητα στο εσωτερικό του για να κάνουν ένα λεπτό κέλυφος ομοιόμορφου πάχους. Το Shelling είναι η διαδικασία για αυτόματο offsetting κάθε μίας από τις εξωτερικές επιφάνειες ενός μοντέλου προκειμένου να καθοριστούν οι εσωτερικοί τοίχοι.

Και το Pro/Engineer και το SolidWorks έχουν καλές shelling ικανότητες, ωστόσο αποτυγχάνουν σε πολλές περιπτώσεις. Είναι εύκολο να σχεδιαστεί ένα ωραίο CAD μοντέλο όσο αφορά το εξωτερικό του προϊόντος αλλά να έχει λανθασμένες λειτουργίες στο κέλυφος. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι χρήστες πρέπει να βοηθηθούν από το shell χαρακτηριστικό για να κάνουν αυτή την εργασία.

Και τα δύο CAD προγράμματα έχουν διαγνωστικά εργαλεία. Αυτά προσπαθούν να δείξουν τις γραφικές περιοχές όπου τα shell χαρακτηριστικά έχουν πρόβλημα, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να λάβουν διορθωτικά μέτρα. Μικρές προσόψεις ή επιφάνειες των οποίων η καμπυλότητα είναι κάτω από το ελάχιστο που μπορεί να προσδιοριστεί θα κάνει το κέλυφος να αποτύχει.

Όταν η αλλαγή ενός μοντέλου δεν είναι δυνατή και το κέλυφος αποτυγχάνει το Pro/E προσφέρει μια επιλογή η οποία ονομάζεται Auto-fit η οποία, στην ουσία, παίρνει τις ελεύθερες επιφάνειες με το σταθερό πάχος προκειμένου να παράγει την εσωτερική επιφάνεια του κελύφους. Το SolidWorks δεν έχει αυτή την ικανότητα αλλά ακολουθεί μία διαφορετική προσέγγιση.

Όταν ένα shell χαρακτηριστικό του SolidWorks αποτυγχάνει, το πρόγραμμα δίνει στους χρήστες την επιλογή να αποδέχονται μόνο τις offset επιφάνειες τις οποίες το πρόγραμμα μπορεί να χειριστεί. Ο χρήστης μπορεί έπειτα να χειριστεί τις offset επιφάνειες στις οποίες το shell χαρακτηριστικό απέτυχε να φτιάξει και να τις χρησιμοποιήσει για να κόψει το παραμένον εσωτερικό στερεό υλικό. Η προσέγγιση του SolidWorks αυτοματοποιεί πολλά πράγματα που οι χρήστες του Pro/E θα πρέπει συνήθως να ρυθμίσουν για να διορθώσουν ένα shell. Το Auto-fit του Pro/E δεν είναι πάντα αρκετά ακριβή.

3.10 Περισσότερο από απλά χαρακτηριστικά

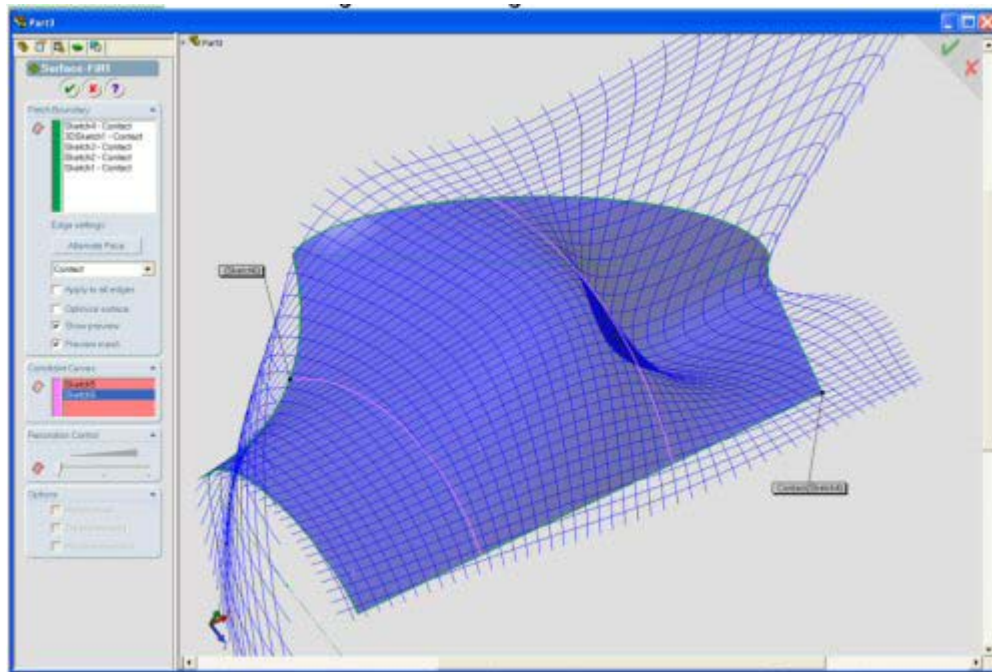
Οι χρήστες δεν μπορούν αντικειμενικά να αξιολογήσουν τα ανταγωνιστικά CAD λογισμικά απλά με το να συγκρίνουν μεμονωμένα τα χαρακτηριστικά κάθε προγράμματος. Αυτό που έχει σημασία είναι όχι μόνο οι ικανότητες κάθε προγράμματος αλλά και κατά πόσο καλά μπορούν αυτά τα προγράμματα να ολοκληρώσουν ολόκληρη την εργασία ενός σχεδιαστή.

Παρόλο που το Pro/Engineer Wildfire είναι σύνθετο και ακριβό, έχει διαπιστωθεί ότι είναι αρκετά ικανό για πολλά καταναλωτικά προϊόντα. Και το Pro/E μπορεί να εκτελέσει πολλούς στόχους χωρίς να χρειάζεται να εισάγει επιφάνειες από πιο περίπλοκα καλούπια επιφανειών όπως το Alias ή το CDRS της PTC.

Η βελτίωση του λειτουργικού περιβάλλοντος του Pro/E Wildfire σε σύγκριση με την προηγούμενη έκδοση του Pro/Engineer έχει κάνει τις κύριες πωλήσεις του SolidWorks να πέσουν αισθητά. Ενώ πολλά πράγματα στο περιβάλλον χρήσης έχουν ανανεωθεί, το περιβάλλον χρήσης του SolidWorks παραμένει καλύτερο επειδή είναι πιο κοντά στις γραμμές που ακολουθεί η Microsoft. Αλλά το περιβάλλον χρήσης ενός CAD προγράμματος δεν πρέπει να είναι το μόνο κριτήριο για την επιλογή αυτού.

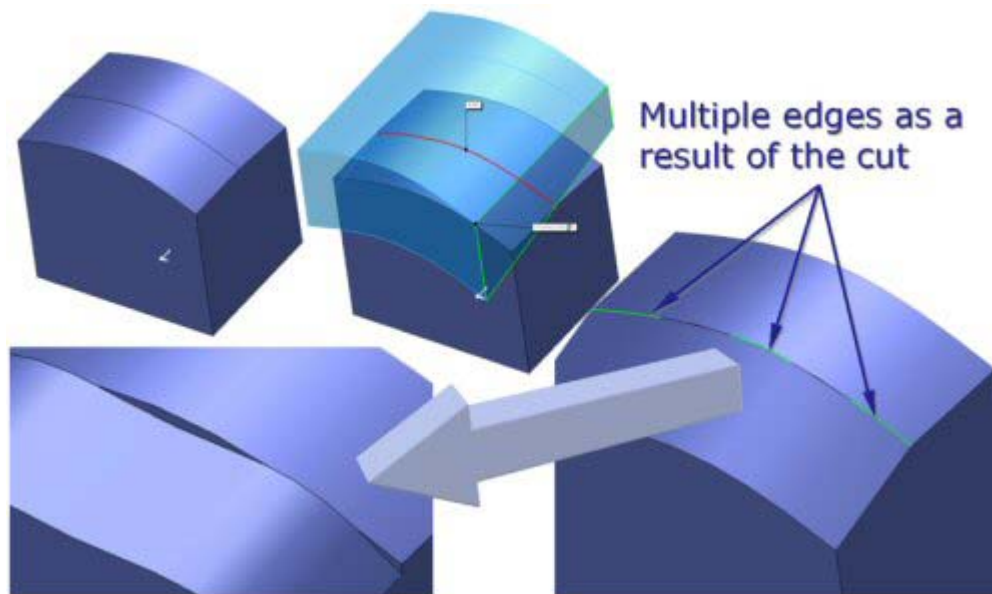
Αυτό που είναι το σημαντικότερο είναι εάν ένα σύστημα CAD μπορεί αποτελεσματικά να σχεδιάσει τα προϊόντα σύμφωνα με τις ανάγκες των πελατών. Κρίνοντας από αυτό το κριτήριο, το SolidWorks δεν είναι τόσο καλό όσο το Pro/Engineer Wildfire για το σχεδιασμό μοντέρνων καταναλωτικών προϊόντων και προϊόντων γραφείου.

Αν και το SolidWorks καυχάται ότι έχει ποικίλα χαρακτηριστικά και λειτουργίες διαμόρφωσης, αυτά δεν λειτουργούν πάντα όπως διαφημίζονται. Τα Lofts με τις καμπύλες οδηγούς συχνά παράγουν ανεπιθύμητα αποτελέσματα δημιουργώντας απαράδεκτες ατέλειες και κυματισμούς στην επιφάνεια. Εφαρμόζοντας δύο ή περισσότερες καμπύλες σε ένα filled επιφανειακό χαρακτηριστικό συχνά θα παραχθεί μία επιφάνεια που θα δείχνει κάτι σαν την «τέλεια θύελλα».



Η Filled Επιφάνεια του SolidWorks μπορεί κάποιες φορές να παράγει παράξενα και απρόβλεπτα αποτελέσματα.

Οι βιομηχανικοί σχεδιαστές χρησιμοποιούν συχνά τις επιφάνειες για να κόψουν υλικό από ένα στερεό πρότυπο. Όταν επιχειρείται αυτή η τεχνική, το SolidWorks μερικές φορές αποτυγχάνει να φτιάξει ένα χαρακτηριστικό, ειδικά αν μία ή περισσότερες άκρες της κομμένης επιφάνειας βρίσκονται στην πρόσοψη που θα κοπεί. Τα Sweeps χρησιμοποιώντας Split γραμμές και τρισδιάστατες καμπύλες συχνά δεν ακολουθούν τους προοριζόμενους οδηγούς και παράγουν μικρές προσόψεις που δεν είναι ευδιάκριτες μέχρι που ο σχεδιαστής θα προσπαθήσει να στρογγυλέψει μια άκρη ή να δημιουργήσει ένα κέλυφος στο μοντέλο. Αυτές οι συμπεριφορές δεν συμβαίνουν με το Pro/E Wildfire.

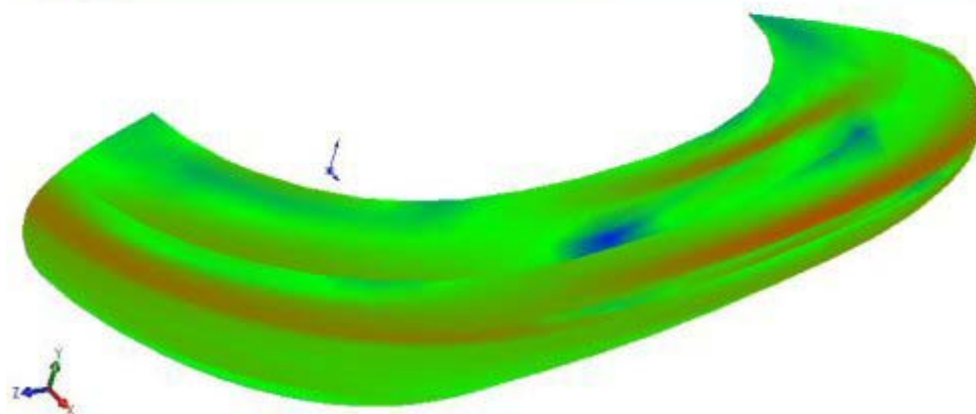
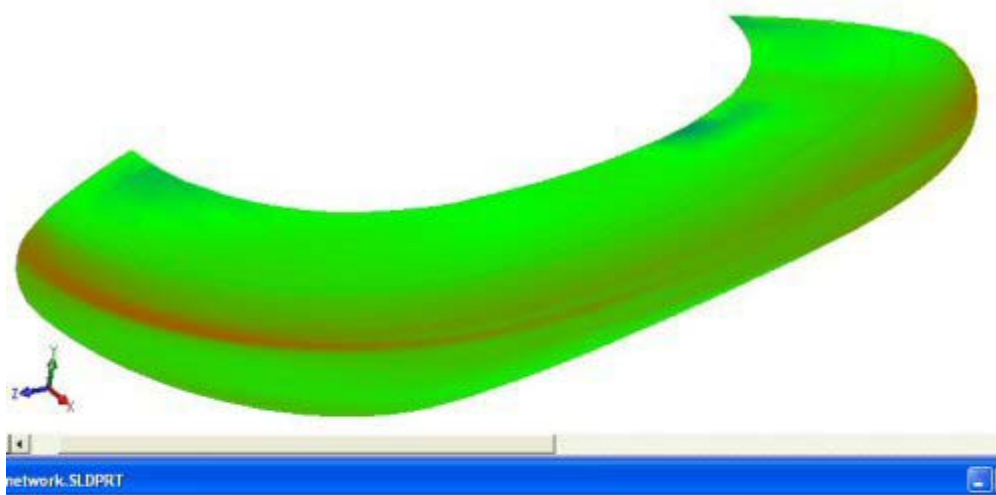


Απεικόνιση που παρουσιάζει το πρόβλημα της ανοχής της επιφάνειας/στερεού στο SolidWorks. Δείτε πώς η επιφάνεια που κόπηκε παρήγαγε πολλαπλάσιες άκρες με αποτέλεσμα οι λωρίδες και τα κελύφη να αποτύχουν.

Οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του SolidWorks γνωρίζουν τις ανεπάρκειες του προγράμματός τους και εργάζονται για να τις διορθώσουν. Ωστόσο, το Pro/Engineer Wildfire παραμένει από την IDEO το προτιμώμενο CAD σύστημα για το βιομηχανικό σχέδιο αν και δεν είναι τόσο εύκολο στην χρήση ή τόσο ελκυστικό όσο το SolidWorks.

Το SolidWorks χρησιμοποιείται επιτυχώς στο σχεδιασμό μιας σειράς καταναλωτικών προϊόντων των οποίων ο σχεδιασμός δεν έχει πολλές απαιτήσεις. Για παράδειγμα η IDEO έχει 31 άδειες του SolidWorks και 30 του Pro/Engineer. Το SolidWorks είναι ένα ιδιαίτερα ικανό σύστημα όταν χρησιμοποιείται για να σχεδιάσει μέρη με αναλυτικά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων των βιομηχανικών μηχανών ή φύλλων μετάλλου. Οι ικανότητες των CAD- συστημάτων εξελίσσονται συνεχώς, και το SolidWorks ίσως φτάσει το Pro/E σε μερικές εκδόσεις. Όπως σημειώνεται παραπάνω, το Pro/E Wildfire πρέπει να προσθέσει μερικά χαρακτηριστικά προκειμένου να διατηρήσει τα πλεονεκτήματά του σε σχέση με το SolidWorks.

Οι κατασκευαστές μοντέρνων προϊόντων που πρέπει να αποφασίσουν μεταξύ του Pro/Engineer και του SolidWorks πρέπει προσεκτικά να συγκρίνουν και τα δύο προϊόντα.



Η εικόνα δείχνει τις αστοχίες καμπυλότητας σε δύο επιφάνειες προϊόντων. Η πάνω επιφάνεια δημιουργήθηκε με το Pro/Engineer. Προσέξτε πως η καμπυλότητα ποικίλει πάνω στη επιφάνεια. Η κάτω επιφάνεια δημιουργήθηκε με το SolidWorks, το οποίο δεν μπορεί να διατηρήσει τη συνοχή μεταξύ γειτονικών επιφανειών. Η καμπυλότητα παρουσιάζει ασυνέχειες οι οποίες θα μπορούσαν να είναι ορατές σε ένα φυσικό προϊόν.

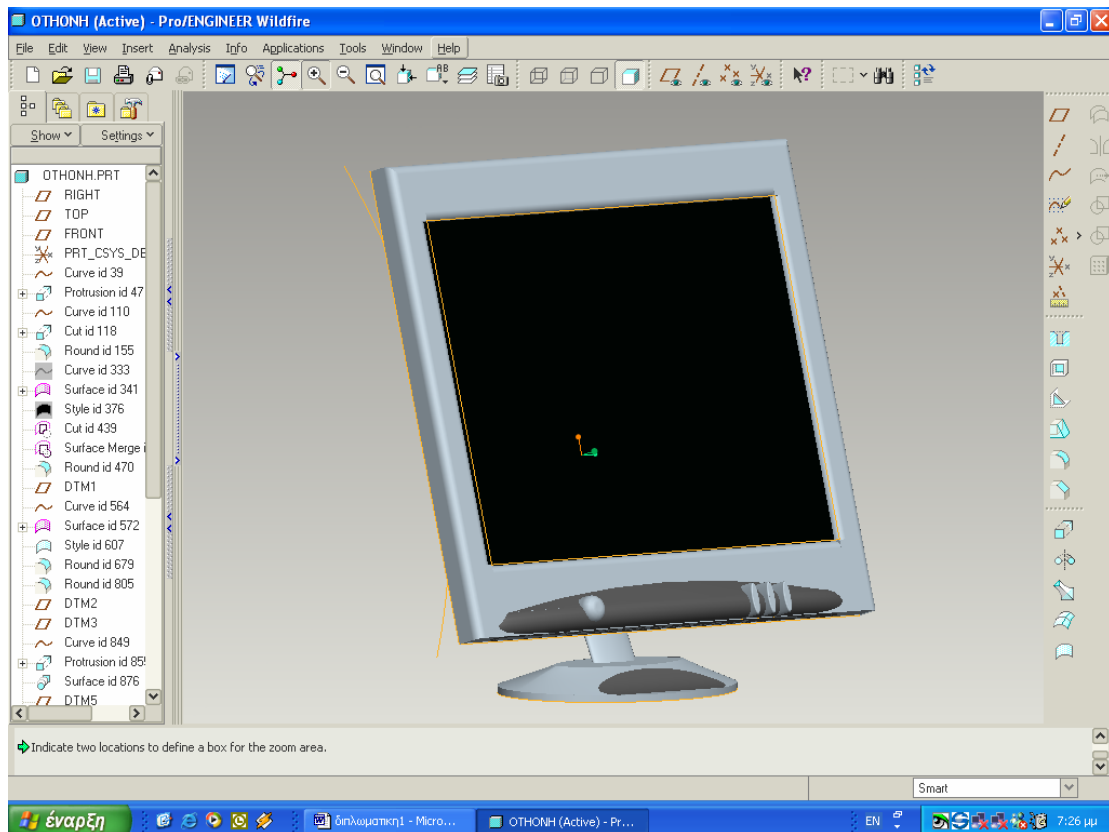
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογή :σχεδιασμός οθόνης TFT με χρήση των εργαλείων ISDX του προγράμματος pro/ENGINEER wildfire

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογή

4.1 Σχεδιασμός οθόνης TFT με χρήση των εργαλείων ISDX του προγράμματος pro/ENGINEER wildfire.



Κατά την σχεδίαση της οθόνης ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

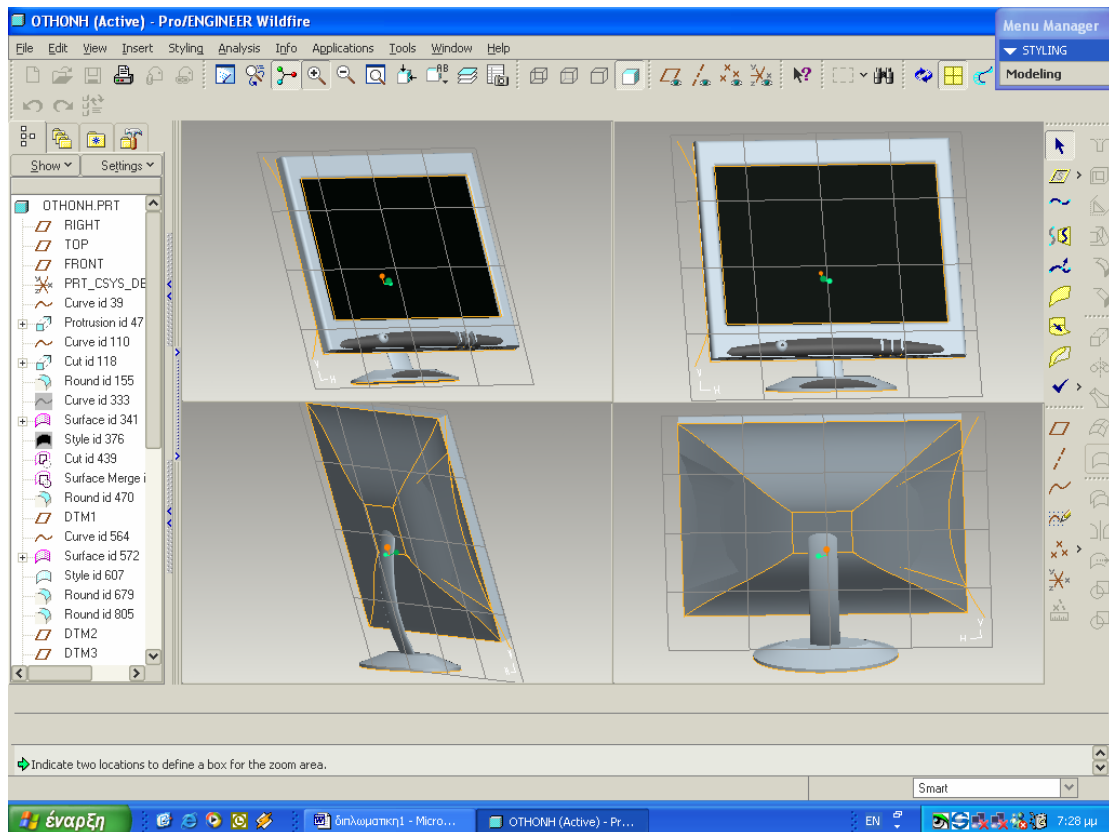
Αρχικά έγινε η σύλληψη της ιδέας για το πώς περίπου θα είναι η οθόνη λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία όπως οι απαιτήσεις ενός πελάτη για μία οθόνη tft, οι διαστάσεις του προϊόντος, οι μοντέρνες γραμμές που έπρεπε να ακολουθηθούν και τέλος η σύλληψη ιδεών για το πώς θα μπορούσε το προϊόν να γίνει πιο ελκυστικό και πιο ευπαρουσίαστο.

Στην συνέχεια δημιουργήθηκε ένα πρώτο απλό σχέδιο, στο οποίο ολοκληρώθηκε η τελική μορφή που ήθελα να δώσω στην οθόνη.

Τέλος δημιουργήθηκε το μοντέλο στον υπολογιστή μέσω του προγράμματος pro/e wildfire, όπου μπόρεσα να αποδώσω όλες τις λεπτομέρειες που ήθελα πάνω στο σχέδιο με την βοήθεια των εργαλείων του isdx.

Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν εντολές του isdx: create curves, create COS's by projecting curves onto a surface, edit curves, create surfaces from boundary curves, connect surfaces, trim selected quilts στα σημεία που χρειαζόταν ειδική επεξεργασία όπως η βάση, η πρόσοψη και η πίσω όψη της οθόνης.

Οπότε το τελικό αποτέλεσμα είναι το εξής:



Περιληπτικά ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Αρχικός σχεδιασμός της οθόνης

1)file-new-part-solid

ok

2)sketched datum curve tool

plane:top

reference:right

ok

create rectangle

continue

3)extrude tool

extrude as solid

depth value

built feature

4)sketched datum curve tool

plane:top

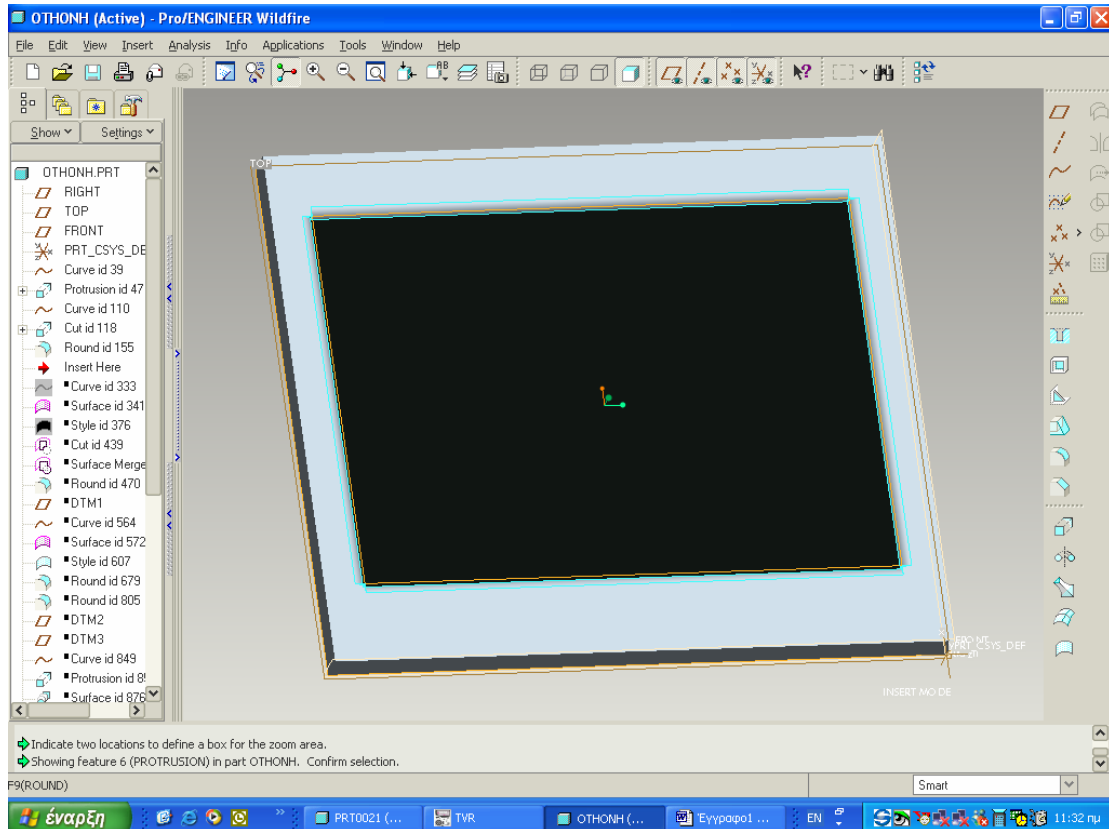
reference:right

ok

create rectangle

continue

5)extrude tool
extrude as solid
remove material
6)round tool



Σχεδιασμός προσόψεως της οθόνης

7)sketched datum curve tool
plane:right
reference:top
orientation:bottom
ok
create rectangle
continue
8)edit fill
9)style tool

create curves

free

create cos's by projecting curves onto surfaces

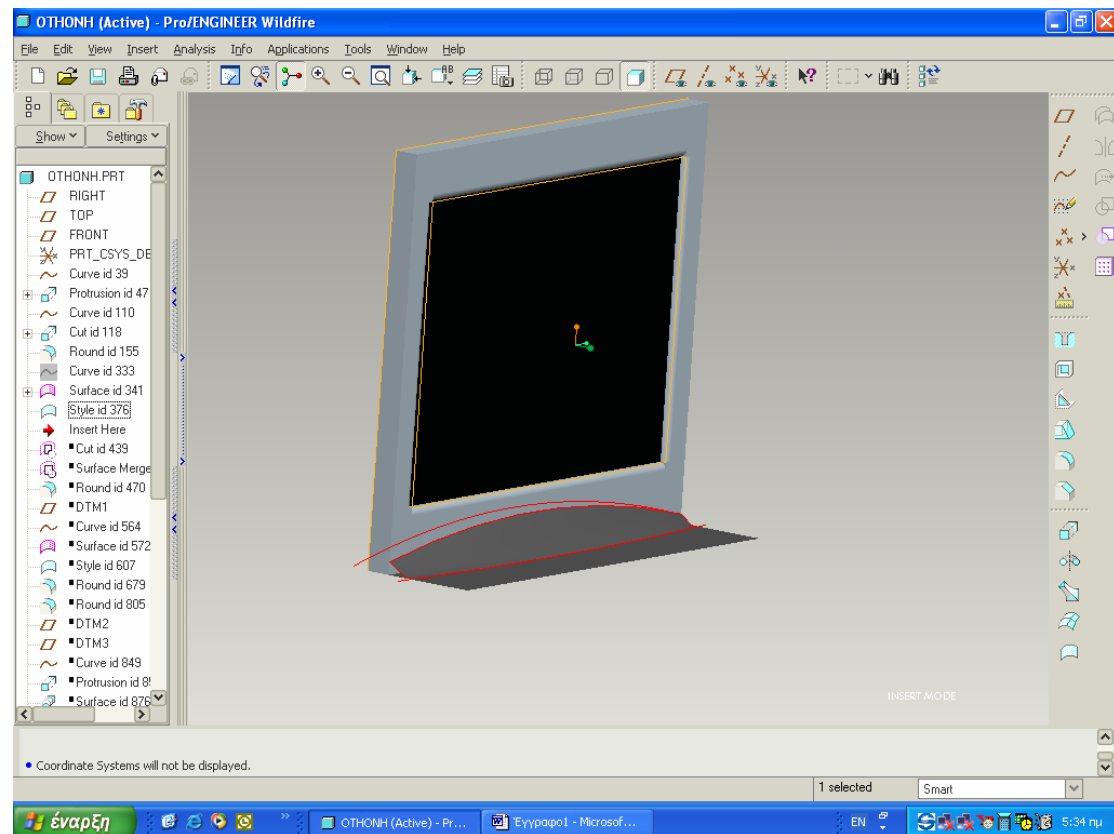
create curves

free

create cos's by projecting curves onto surfaces

create surfaces from boundary curves

continue



10)trim tool

select surface

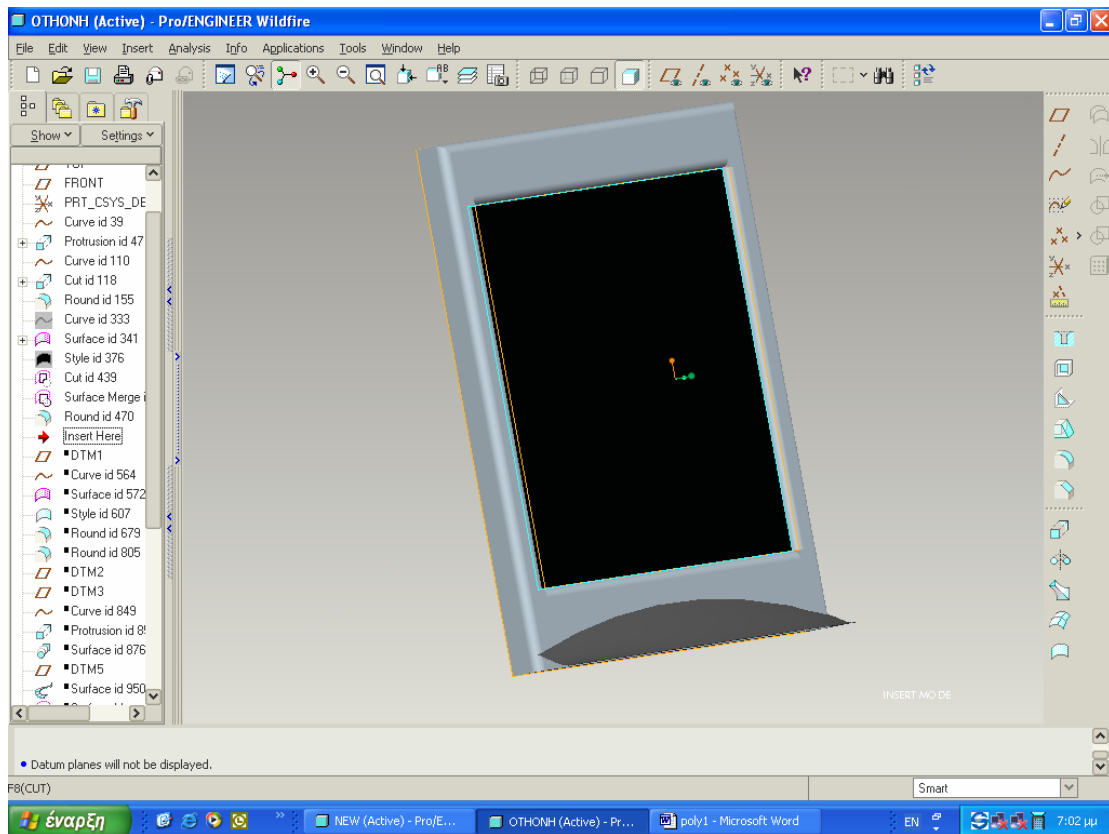
built feature

11)merge tool

select 2 quilts to merge

built feature

12)round tool



Σχεδιασμός πίσω όψης της οθόνης

13) datum plane tool

references: top

offset: translation -3

ok

14) sketched datum curve tool

plane: DTM1

reference: right

orientation: right

sketch

create rectangle

continue

15) edit fill

16) style tool

create curves

styling->snap

free

edit curves

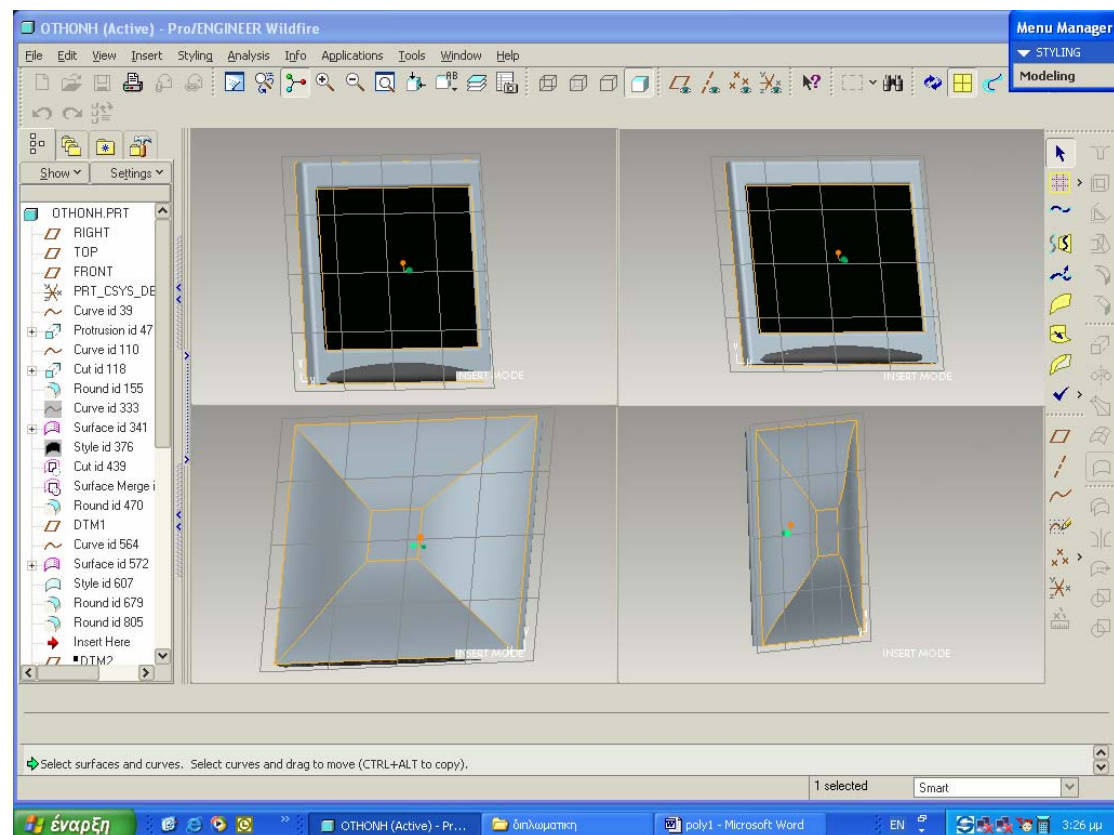
surface tangent

create surfaces from boundary curves

exit the current style feature

17)round tool

18)round tool



Σχεδιασμός βάσης

19)datum plane tool

references: RIGHT offset,edge F20(round) through
rotation : -18

ok

20)datum plane tool

references:DTM:F22 offset

translation:-16

ok

21)sketched datum curve tool

placement,sketch plane,plane:DTM3:F23

ok

sketch

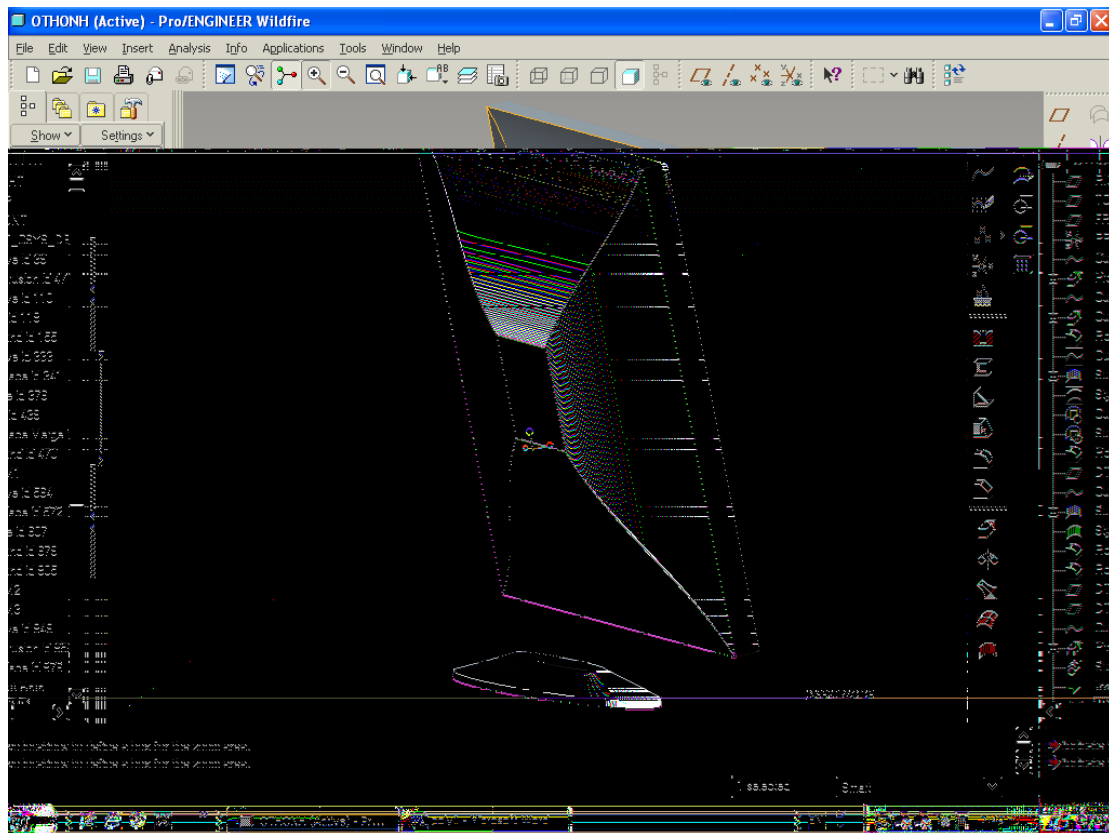
create a full ellipse

continue

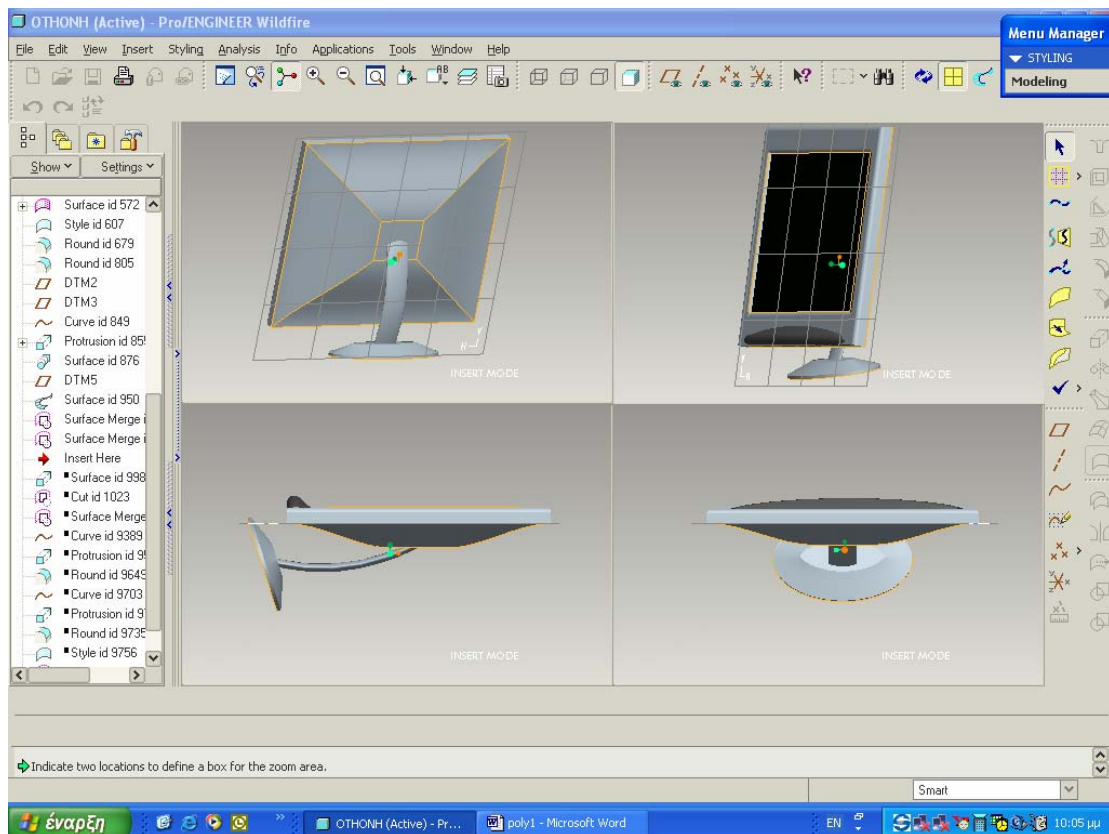
22)extrude tool

extrude as solid

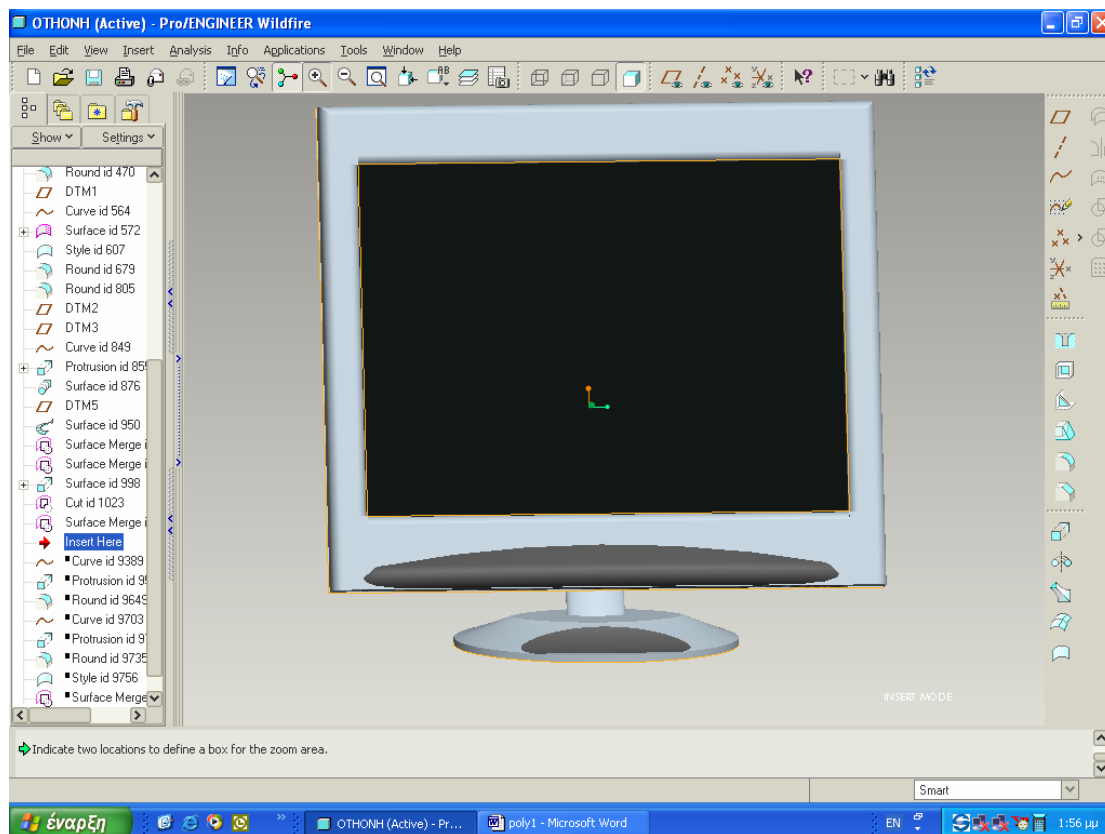
depth value :0.5
23)insert blend protrusion
parallel
regular sec
sketch sec
done
attributes smooth
section defined
direction defined
depth blind



24)datum plane tool
references:front
offset
translation:-19
25)sweep
trajectory sketched trajectory
attributes capped ends
section defined
26)surface merge
27)surface merge

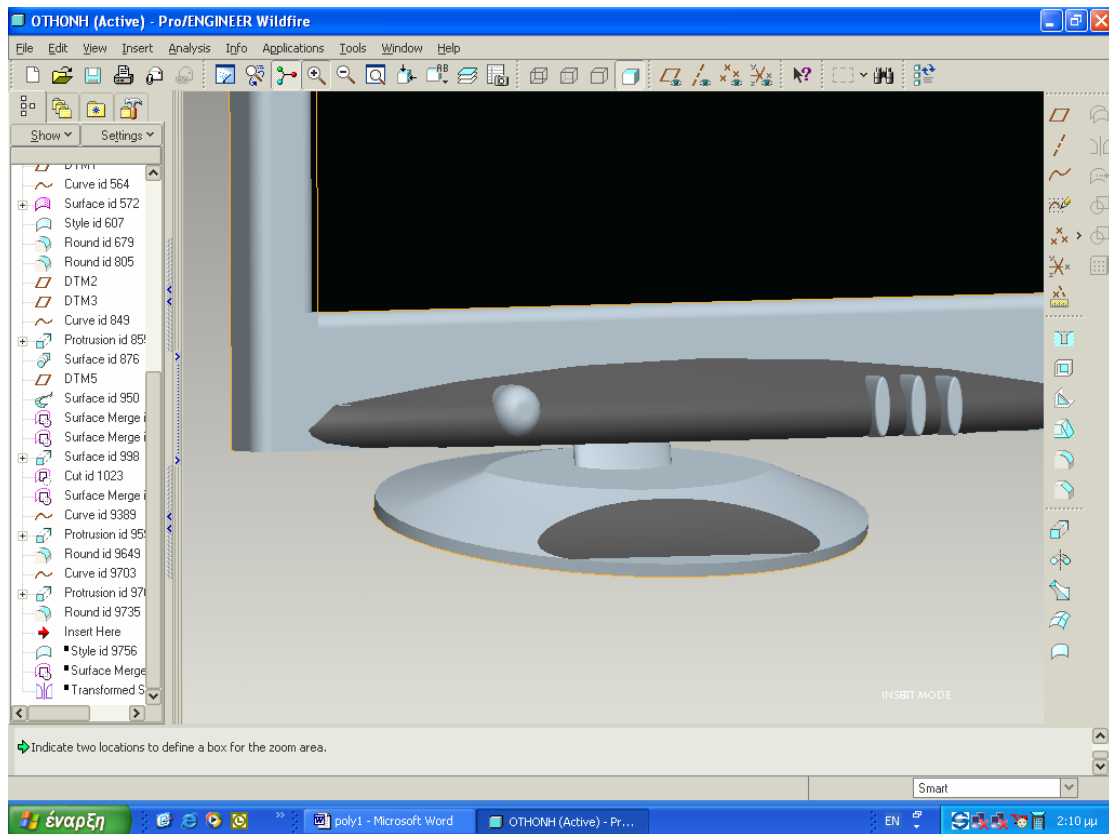


28) extrude tool
 extrude as surface
 extrude on both sides of sketch plane
 depth value 13
 29) trim tool
 build feature
 30) merge tool
 build feature



Δημιουργία κουμπιών

- 31)sketched datum curve tool
- 32)extrude tool
- 33)round tool
- 34)sketched datum curve tool
- 35)extrude tool
- 36)round tool



Διαμόρφωση πίσω όψης της οθόνης

37) style tool

create curves

create cos's by projecting curves onto surfaces

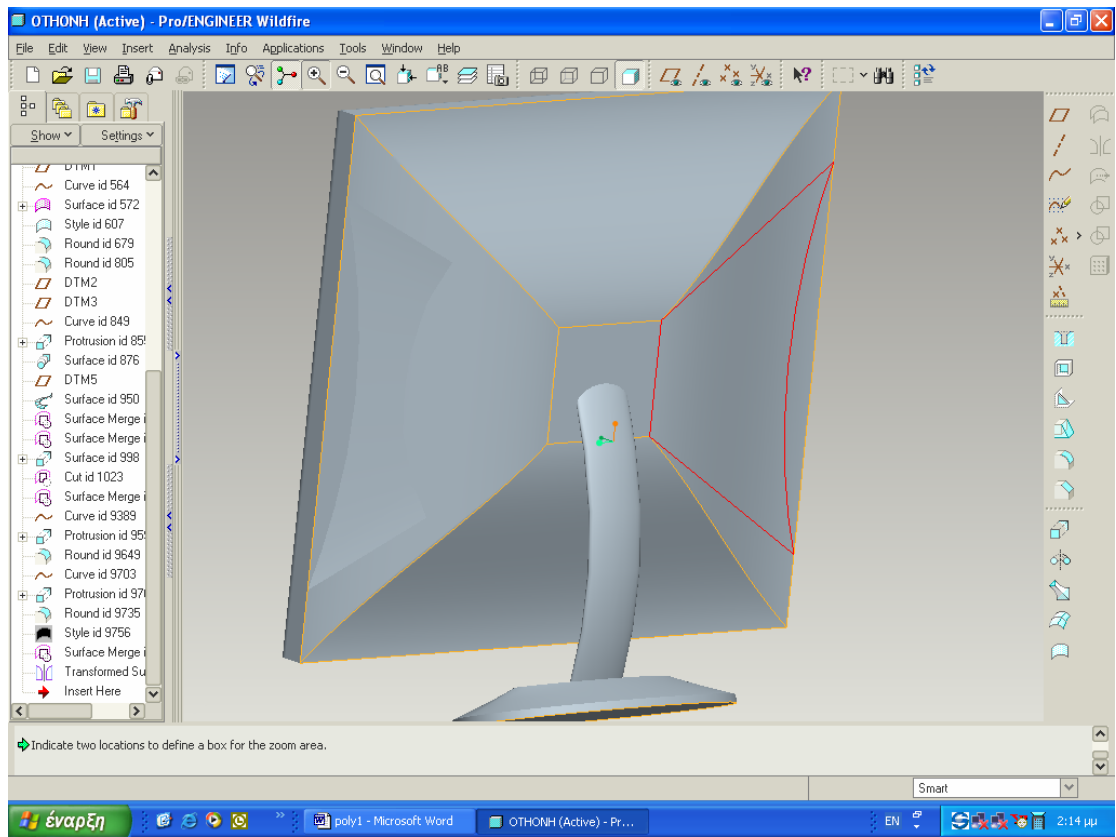
edit curves

create surfaces from boundary curves

exit the current style tool

38) merge tool

39) mirror tool



Βιβλιογραφία :

1. product design and development, karl t. Ulrich and steven d. eppinger
2. effective product design and development, Rosenthal, Stephen R- c1992
3. Successful product design, Hollins, Bill 1990
4. http://www.wipo.org/about-ip/en/industrial_designs.htm
5. article by Gemser G, Leenders MAAM -JOURNAL OF PRODUCT INNOVATION MANAGEMENT
6. Διαφορική γεωμετρία-Θεωρία επιφανειών, Βασιλείου Ι. Παπαντωνίου
7. pro/ENGINEER Help Center
8. Designing with surfaces, training guide by ptc
9. Pro/E versus SolidWorks, article published by CAD/CAM Publishing