



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Τίτλος : «Ανάπτυξη και εφαρμογή της μεθόδου
Design to Order»**

ΜΑΥΡΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Μπιλάλης Νικόλαος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω των καθηγητή του Πολυτεχνείου Κρήτης κ. Μπιλάλη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με κάτι πρωτοπόρο. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Μαρτίνου, κ. Φωτόπουλο και Paul Wijssen της εταιρείας InfoCAD S.A. για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και συνεργασία καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους εργαζόμενους και στελέχη της InfoCAD S.A. για την φιλοξενία και τεχνική υποστήριξη, και την εταιρεία Βιοσώλ Α.Β.Ε. για την παροχή των απαραίτητων δεδομένων, μηχανολογικών σχεδίων και τεχνικών εγχειριδίων ώστε η σχεδίαση και ανάπτυξη των τρισδιάστατων μοντέλων να είναι η καλύτερη δυνατή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την στήριξη και την βοήθεια τους όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή</u>	5
<u>Κεφάλαιο 2: Συστήματα Σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ</u>	
2.1 Εισαγωγή	7
2.2 Τύποι Συστημάτων Σχεδιομελέτης με χρήση Η.Υ	7
2.2.1 Μοντέλα ακμών	8
2.2.2 Μοντέλα επιφανειών	9
2.2.3 Μοντέλα στερεών	10
2.3 Συστήματα παραμετρικής μοντελοποίησης	11
2.3.1 Το σύστημα Pro/Engineer	12
<u>Κεφάλαιο 3: Air Handling Units</u>	
3.1 Γενικά Στοιχεία	15
3.2 ΑΗΥ Βιοσώλ	16
3.2.1 Μοτέρ – Ανεμιστήρας	17
3.2.2 Στοιχεία Ψύξης – Θέρμανσης	18
3.2.3 Φίλτρα Αέρα	19
3.2.4 Υγραντήρας	20
3.2.5 Εξασθενητής Ήχου	21
3.2.6 Εξωτερικό Πλαίσιο	21
3.3 Παραδείγματα Διαμορφώσεων ΑΗΥ	22
3.4 Ανάγκη για Design to Order	24
<u>Κεφάλαιο 4: Design – to – Order</u>	
4.1 Θεωρητική προσέγγιση	25
4.2 Ruled – Based Design στο Pro/Engineer	26
4.2.1 Relations – Parameters Tool	28
4.2.2 Pro/PROGRAM	32
4.3 Συμπέρασμα	36

Κεφάλαιο 5: Πρακτική εφαρμογή Design to Order

5.1	Ανάπτυξη Design to Order για τα AHU της Βιοσωλ	37
5.2	Επίπεδα σχεδίασης - Ονοματολογία	37
5.2.1	Χρήση ICPProE Extension	39
5.3	Σχεδίαση και συναρμολόγηση μοντέλων AHU	40
5.3.1	Παράδειγμα: Frame Assembly	43
5.4	Αυτοματοποίηση Σχεδίασης	48
5.4.1	Παρουσίαση Προγράμματος AHU Selection	48

Κεφάλαιο 6: Αποτελέσματα – Συμπεράσματα

6.1	Τελικά αποτελέσματα	54
6.2	Επέκταση της εργασίας	56
6.3	Επίλογος	56

<u>Βιβλιογραφία</u>	57
---------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- A. Parameter list
- B. Relations – Parameters

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεθοδολογία σχεδιασμού με κανόνες (Ruled-based design) έχει αναπτυχθεί για να διευκολύνει τον μηχανικό που δεν θέλει να περιορίζεται από τις παραδοσιακές μεθοδολογίες σχεδιασμού των CAD συστημάτων, αλλά θέλει τα εργαλεία που χρησιμοποιεί να προάγουν την δημιουργικότητα, να ενθαρρύνουν την εναλλακτική προσέγγιση του σχεδιασμού με σκοπό να φτάσουν στην βέλτιστη λύση. Με την χρήση αυτής της μεθόδου τα μοντέλα που αναπτύσσονται έχουν την ευελιξία να τροποποιούνται κατά την θέληση του σχεδιαστή ορίζοντας μόνο κάποιες βασικές παραμέτρους στο ανώτερο επίπεδο σχεδίασης. Με την χρήση κατάλληλων παραμέτρων και σχέσεων μεταξύ των διαστάσεων των μοντέλων, καθώς και με τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς των μοντέλων στις αλλαγές αυτές, πετυχαίνουμε την δημιουργία του κατάλληλου υπόβαθρου για την αυτοματοποίηση της σχεδίασης προϊόντων που ανταποκρίνονται στις ανάγκες του εκάστοτε πελάτη.

Έτσι οδηγούμαστε στην σχεδίαση κατά παραγγελία (Design to Order) μία νέα μορφή σχεδίασης προϊόντων που επιτρέπει την δημιουργία του προϊόντος που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του κάθε πελάτη ξεχωριστά, χωρίς υφίσταται το κόστος ανάπτυξης ενός προϊόντος από το μηδέν.

Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου θα γίνει στο σχεδιασμό βιομηχανικών κλιματιστικών της εταιρείας Βιοσωλ Α.Β.Ε. η οποία κατασκευάζει κλιματιστικά με βάση της ανάγκες του εκάστοτε πελάτη της και θέλει ένα ευέλικτο τρόπο σχεδίασης κλιματιστικών χωρίς την ανάγκη ανάπτυξης κάθε φορά ενός νέου μοντέλου.

Σκοπός της εργασίας είναι η επίδειξη των δυνατοτήτων και των πλεονεκτημάτων της μεθόδου σχεδίασης με κανόνες σε ένα πραγματικό πρόβλημα. Γι' αυτόν τον σκοπό αναπτύχθηκαν τα τρισδιάστατα μοντέλα των τμημάτων που απαρτίζουν ένα κλιματιστικό έτσι ώστε να ελέγχονται από ένα εξωτερικό πρόγραμμα με user-friendly interface. Με αυτόν τον τρόπο αυτοματοποιήθηκε όλη η διαδικασία σχεδίασης των κλιματιστικών. Τα

αποτελέσματα της εργασίας περιλαμβάνουν την σχεδίαση όλων των εξαρτημάτων των κλιματιστικών σύμφωνα με την σχεδίαση με κανόνες, την χρήση των εξωτερικών προγραμμάτων που είναι απαραίτητα για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας της σχεδίασης (ICProE Extension και AHU Selection), και την εξαγωγή των απαραίτητων μηχανολογικών σχεδίων.

Το λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για την σχεδίαση των εξαρτημάτων των κλιματιστικών είναι το Pro/ENGINEER Wildfire 3.0.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Συστήματα Σχεδιομελέτης με Χρήση Η/Υ (CAD Systems)

2.1 Εισαγωγή

Ως Σχεδιομελέτη με χρήση Η/Υ ορίζεται η χρήση της τεχνολογίας των υπολογιστών σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του προϊόντος, και ιδιαίτερα στην δημιουργία, μεταβολή, ανάλυση και βελτιστοποίηση της μορφής του προϊόντος. Περιλαμβάνει την τεχνολογία γραφικών, βάσεων δεδομένων, μαθηματικής μοντελοποίησης, προσομοίωσης και ελέγχου δεδομένων για τη δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου του προϊόντος. Στην στενή έννοια του όρου, σκοπός είναι η δημιουργία του γραφικού μοντέλου μόνο, που στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί σε κάθετες εφαρμογές, όπως:

- Παρουσίαση στον πελάτη υπό πραγματικές συνθήκες λειτουργίας, με χρήση της τεχνολογίας του φωτορεαλισμού.
- Παραγωγή του προϊόντος, κύρια σε μηχανές ψηφιακής καθοδήγησης (Συστήματα Σχεδιομελέτης και Παραγωγής με χρήση Η/Υ - Computer Aided Design and Manufacture - CAD/CAM), όπου έχουμε αναπαραγωγή στην οθόνη του υπολογιστή της κίνησης του κοπτικού εργαλείου της εργαλειομηχανής, που αποδίδει την μορφή του, πριν από τη πραγματική του κατεργασία.
- Ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία για έλεγχο αντοχής, συμπεριφορά σε ροή, κατεργασιμότητα, κλπ. και παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην οθόνη, για αξιολόγηση και βελτιστοποίηση.
- Ανάλυση λειτουργικότητας του πρωτοτύπου με τη χρήση τεχνικών εικονικής πραγματικότητας (εικονικό ή πλασματικό πρωτότυπο – Virtual Prototype), για τη μείωση του αριθμού των πρωτοτύπων και για την αξιολόγηση των τεχνικών λύσεων σε πρώιμο στάδιο.
- Ταχεία παραγωγή πρωτοτύπου και παραγωγή (Rapid Prototype and Manufacturing).
- Παραγωγή πρωτοτύπων άμεσα από το μοντέλο με χρήση ειδικών μηχανών.
- Επικοινωνία μεταξύ συνεργαζομένων ομάδων.

2.2 Τύποι Συστημάτων Σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ

Τα πρώτα συστήματα Σχεδιομελέτης ήταν συστήματα δύο διαστάσεων τα οποία ήταν κατάλληλα μόνο για σχεδίαση. Στο σύστημα των δύο διαστάσεων ο χρήστης σχεδιάζει τις όψεις του αντικειμένου, όπως θα τις

σχεδιάζε και σε ένα φύλο χαρτί. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν τρεις μεθοδολογίες τρισδιάστατης απεικόνισης:

- Μοντέλα ακμών ή σύρματος (Wire frame models)
- Μοντέλα επιφανειών (Surface models)
- Μοντέλα στερεών (Solid models)

Η τρισδιάστατη απεικόνιση είναι απαραίτητη για την παρουσίαση του αντικειμένου, την ανάλυση της συμπεριφοράς του και την παραγωγή του. Τα περισσότερα συστήματα τρισδιάστατης απεικόνισης σήμερα βασίζονται στα μοντέλα στερεών ή στα μοντέλα επιφανειών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την χρήση ενός συστήματος Σχεδιομελέτης είναι η 1 προς 1 απεικόνιση του πραγματικού αντικειμένου από το μοντέλο, σε όλες τις φάσεις χρησιμοποίησής του.

2.2.1 Μοντέλα ακμών ή σύρματος

Ένα μοντέλο ακμών αποτελείται μόνο από κορυφές και ακμές και αποτελεί την πιο απλή μορφή απεικόνισης του χώρου. Οι κορυφές είναι σημεία στο χώρο και οι ακμές είναι ευθύγραμμα τμήματα, κύκλοι, τόξα ή κωνικές τομές και σύνθετες καμπύλες ελεύθερης μορφής. Η δισδιάστατη σχεδίαση αποτελεί υποσύνολο του μοντέλου ακμών. Το μοντέλο ακμών προέρχεται από το δισδιάστατο μοντέλο με την προσθήκη της τρίτης διάστασης και την ανάπτυξη εργαλείων προβολής της γεωμετρίας στην οθόνη.

Τα προτερήματα χρήσης τους πηγάζουν από την ίδια την αρχή λειτουργίας τους:

- Ευκολία στη χρήση.
- Μικρές απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ.
- Μικρός χρόνος εκπαίδευσης.
- Δεν έχει την ορολογία που έχουν τα μοντέλα στερεών και επιφανειών.
- Αποτελεί τη βάση για τα μοντέλα επιφανειών.

Παρουσιάζουν όμως σοβαρά μειονεκτήματα, που κάνουν την εφαρμογή τους περιορισμένη:

- Απαιτούν μεγάλο χρόνο μοντελοποίησης, σε σύγκριση με μοντέλα επιφανειών- στερεών.
- Δεν είναι προφανής η απεικόνιση ορισμένων στοιχείων στο μοντέλο, (π.χ. απεικόνιση των οπών).
- Μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα που δεν ανταποκρίνονται σε υπαρκτό αντικείμενο, ή η απεικόνιση του αντικειμένου να μην είναι μονοδιάστατη.

- Παρέχουν μικρή χρήση για άλλες εφαρμογές, όπως προγραμματισμός αριθμητικού ελέγχου, ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία, μελέτη συναρμολογήσεων, κτλ.

2.2.2 Μοντέλα επιφανειών

Με τη μέθοδο των μοντέλων επιφανειών μοντελοποιείται ο φλοιός που περιβάλλει ένα αντικείμενο και του αποδίδεται η εξωτερική του μορφή, δεν μπορεί όμως να απεικονιστεί το πάχος του εξαρτήματος. Επιπλέον, η μέθοδος αυτή δεν αντιλαμβάνεται άμεσα έννοιες όπως το γεμάτο ή άδειο, το μέσα ή έξω. Χρησιμοποιείται ευρύτατα τόσο σε βιομηχανίες μεγάλου μεγέθους (αυτοκινητοβιομηχανία, αεροπορική και ναυπηγική βιομηχανία), όσο και σε μικρότερου (βιομηχανίες υποδημάτων, συσκευασίας φιαλών, κλπ). Επιπλέον, αποτελεί τη βάση για τα συστήματα βιομηχανικού σχεδιασμού. Τα πλεονεκτήματα των μοντέλων επιφανειών έναντι των μοντέλων ακμών είναι:

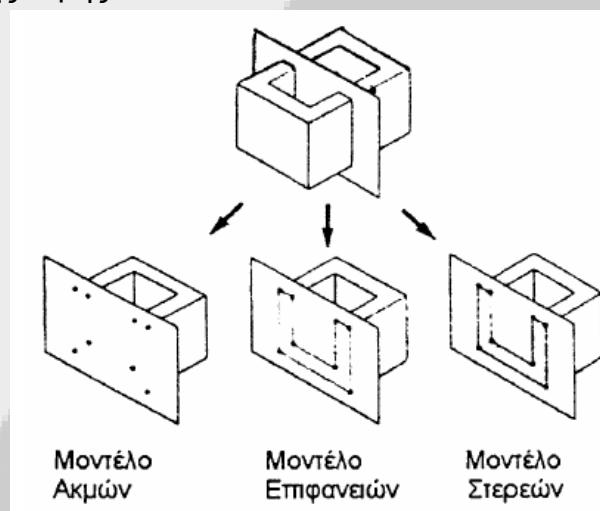
- Πιο ακριβής αναπαράσταση της τελικής μορφής του αντικειμένου.
- Δυνατότητα μοντελοποίησης σχεδόν κάθε αντικειμένου.
- Δυνατότητα αυτόματης απόκρυψης μη ορατών ακμών και επιφανειών.
- Δημιουργία πορείας κοπτικού εργαλείου για προγραμματισμό αριθμητικού ελέγχου οποιασδήποτε εργαλειομηχανής (φρέζα μέχρι 5 άξονες, τórνος, πρέσα, πλάσμα, κτλ). Η δυνατότητα αυτή είναι και το πιο ισχυρό πλεονέκτημα χρήσης των συστημάτων αυτών.
- Δημιουργία πλέγματος πεπερασμένων στοιχείων για ανάλυση ροής, θερμική ανάλυση, ανάλυση πλαστικών, κτλ.
- Υπολογισμός φυσικών ιδιοτήτων όπως επιφάνεια, όγκος, κτλ.
- Τομή και έλεγχος παρεμβολής αντικειμένων.

Εντούτοις παρουσιάζουν και μειονεκτήματα χρήσης, όπως:

- Δεν ενδείκνυνται για παραγωγή σχεδίων, επειδή η διαδικασία δημιουργίας των όψεων είναι χρονοβόρα.
- Απαιτείται γνώση της μαθηματικής αναπαράστασης των καμπυλών και των επιφανειών, ιδιαίτερα για τη διαχείριση επιφανειών ελεύθερης μορφής, με τις οποίες είναι δυνατή η αναπαράσταση των πολύπλοκης μορφής αντικειμένων.
- Συνήθως σχηματίζονται πολύπλοκα μοντέλα, που έχουν μεγάλες απαιτήσεις επεξεργασίας.
- Η δημιουργία του μοντέλου είναι επίπονη, αφού απαιτεί τη δημιουργία και διαχείριση κάποιου μοντέλου ακμών, και τη δημιουργία πάνω από αυτό επιφανειακών μπαλωμάτων.

2.2.3 Μοντέλα στερεών

Τα μοντέλα στερεών αποτελούν την πλέον σύγχρονη τάση στα Συστήματα Σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ για μηχανολογικές εφαρμογές. Μοντελοποιούν τα αντικείμενα ως κλειστούς όγκους (στερεά), και όχι ως ένα σύνολο ακμών ή επιφανειών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρέχουν πλήρη, έγκυρη και αναμφίβολη αναπαράσταση των αντικειμένων. Η διαφορά στην πληρότητα μεταξύ των τριών μεθοδολογιών τρισδιάστατης απεικόνισης φαίνεται στην Εικόνα 2.1: Το μοντέλο σχεδιασμού (κουτί) που έχει σχεδιαστεί και με τους τρεις τρόπους, τέμνεται από ένα επίπεδο. Το αποτέλεσμα στο μοντέλο των ακμών είναι οκτώ σημεία, στο μοντέλο επιφανειών είναι το περίγραμμα της τομής, ενώ στο στερεό μοντέλο περιλαμβάνεται και η γραμμοσκίαση της τομής.



Εικόνα 2.1

Η αναπαράσταση των αντικειμένων επιτυγχάνεται με την καταχώρηση τόσο των γεωμετρικών στοιχείων όσο και των πληροφοριών τοπολογίας. Τα γεωμετρικά στοιχεία είναι κοινά με τα συστήματα επιφανειών. Τα στοιχεία τοπολογίας είναι οι κορυφές, ακμές, βρόγχοι, έδρες, κελύφη και στερεά, που αποτελούν ένα αντικείμενο. Στην βάση δεδομένων τοπολογίας καταχωρούνται οι πληροφορίες που αφορούν τις σχέσεις (σύνδεση και γειτνίαση) μεταξύ αυτών των στοιχείων. Κατά τη διαδικασία σχηματισμού του μοντέλου ο χρήστης δημιουργεί μόνο τη γεωμετρία του, αλλά το σύστημα δημιουργεί εσωτερικά και την τοπολογία, και ελέγχει πάντα εάν οι διάφορες λειτουργίες διαχείρισης του μοντέλου μας δίνουν ένα έγκυρο στερεό αντικείμενο.

2.3 Συστήματα παραμετρικής μοντελοποίησης

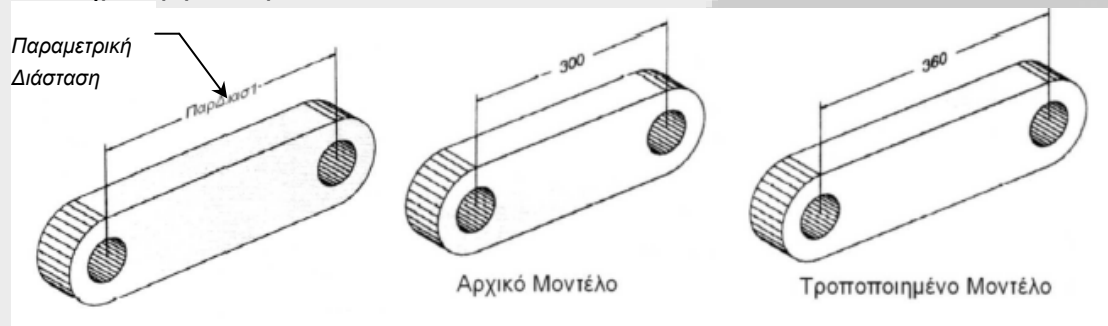
Τα πρώτα συστήματα στερεάς μοντελοποίησης ανέπτυξαν το στερεό μοντέλο από την δισδιάστατη γεωμετρία του. Ο χρήστης όριζε την ακριβή γεωμετρία του αντικειμένου, κάθε αλλαγή στις διαστάσεις και τη γεωμετρία ήταν χρονοβόρα, και το στερεό μοντέλο ήταν μια πρόσθετη εφαρμογή που μπορούσε να ενεργοποιηθεί. Η σημερινή τάση στα συστήματα μηχανολογικής σχεδίασης είναι τα παραμετρικά μοντέλα με τη χρήση μορφολογικών χαρακτηριστικών. Η παραμετρική μοντελοποίηση εμφανίσθηκε το 1987 από την εταιρεία Parametric Technology (σύστημα Pro/ENGINEER). Μέχρι το 1994 υπήρχαν 7 αντίστοιχα συστήματα, ενώ σήμερα όλοι οι προμηθευτές συστημάτων CAD για μηχανολογική σχεδίαση παρέχουν κάποιο αντίστοιχο προϊόν. Όλα όμως τα εμπορικά συστήματα στηρίζονται σε περιορισμένο αριθμό πυρήνων για τη δημιουργία του συστήματος. Οι πυρήνες αυτοί είναι: ACIS από την Spatial Technology, Parasolid από την EDS, Granite από την PTC. Μερικά από τα σημερινά εμπορικά συστήματα δίνονται στον Πίνακα 2.1:

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΠΡΟΪΟΝ	ΠΥΡΗΝΑΣ
Parametric Technology	Pro/ENGINEER	Granite
EDS	Unigraphics	Parasolid
EDS-Intergraph	Solid Edge	Parasolid
Bentley	Microstation Modeler	Parasolid
AUTODESK	Mechanical Desktop, Inventor	ACIS
DASSAULT-Solidworks	Solidworks	Parasolid
DASSAULT	CATIA 5	Parasolid
HP	HP Designer	ACIS

Πίνακας 2.1

Στην παραμετρική μοντελοποίηση οι διαστάσεις είναι παράμετροι του μοντέλου. Με την δημιουργία του μοντέλου, σε κάθε διάσταση που απαιτείται για τον ορισμό του μοντέλου αντιστοιχεί και μια πραγματική τιμή (όπως μετρείται από την κλίμακα του σχεδίου στην οθόνη). Αυτή η τιμή μπορεί να αλλάξει και αντίστοιχα μεταβάλλεται και η γεωμετρία του μοντέλου (βλ. Εικόνα 2.2), δηλαδή οι διαστάσεις που ορίζουν την μορφή ορίζουν και την γεωμετρία του. Στην παραμετρική μοντελοποίηση ορίζεται πρώτα η τρισδιάστατη μορφή του αντικειμένου, δηλαδή η τοπολογία του. Ορίζοντας την τοπολογία του το σύστημα υποθέτει, ή ζητάει να ορίσουμε, τις παραμέτρους που είναι απαραίτητες για να ελέγξει το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη θέση κάθε μορφολογικού χαρακτηριστικού, καθώς επίσης και τη λογικές σχέσεις μεταξύ διαστάσεων και μορφολογικών χαρακτηριστικών. Με τις διαστάσεις που έχει

μετρήσει μπορεί να δημιουργήσει την μορφή του αντικειμένου. Στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να ορίσει νέες τιμές στις διάφορες διαστάσεις και το σύστημα αναδημιουργεί τη νέα μορφή του αντικειμένου. Το σύστημα εσωτερικά ελέγχει τις νέες τιμές των διαστάσεων για να επαληθεύσει ότι οι τιμές είναι έγκυρες με την αρχική τοπολογία ή ότι δεν αναιρούν άλλες τιμές και στη συνέχεια αναδημιουργεί το μοντέλο.



Εικόνα 2.2

Βασικό στοιχείο των συστημάτων είναι η σχεδίαση με μορφολογικά χαρακτηριστικά ή χαρακτηριστικά (features). Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά αντιπροσωπεύουν μια ανωτέρου επιπέδου απεικόνιση ομάδας γεωμετρικών στοιχείων και ιδιοτήτων του στερεού. Ανάλογα με την εφαρμογή μπορούμε να έχουμε μορφολογικά στοιχεία για σχεδίαση, κατεργασία, ποιοτικό έλεγχο, ανάλυση, κλπ. Το χαρακτηριστικό όλων είναι ότι δεν περιορίζουν την πληροφόρηση που καταχωρούν στα μόνο γεωμετρικά στοιχεία, αλλά περιλαμβάνουν και πρόσθετη πληροφόρηση που είναι απαραίτητη για την εκάστοτε εφαρμογή, π.χ. ανοχές διαστάσεων και μορφής για μελέτη κατεργασιών. Σήμερα όλα τα συστήματα είναι του τύπου σχεδίασης με μορφολογικά χαρακτηριστικά, και κάθε γεωμετρικό στοιχείο που προστίθεται στο μοντέλο ορίζεται ως ένα νέο μορφολογικό χαρακτηριστικό. Συνεπώς, κάθε λειτουργία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μορφολογικού χαρακτηριστικού σαν τελικό αντικείμενο.

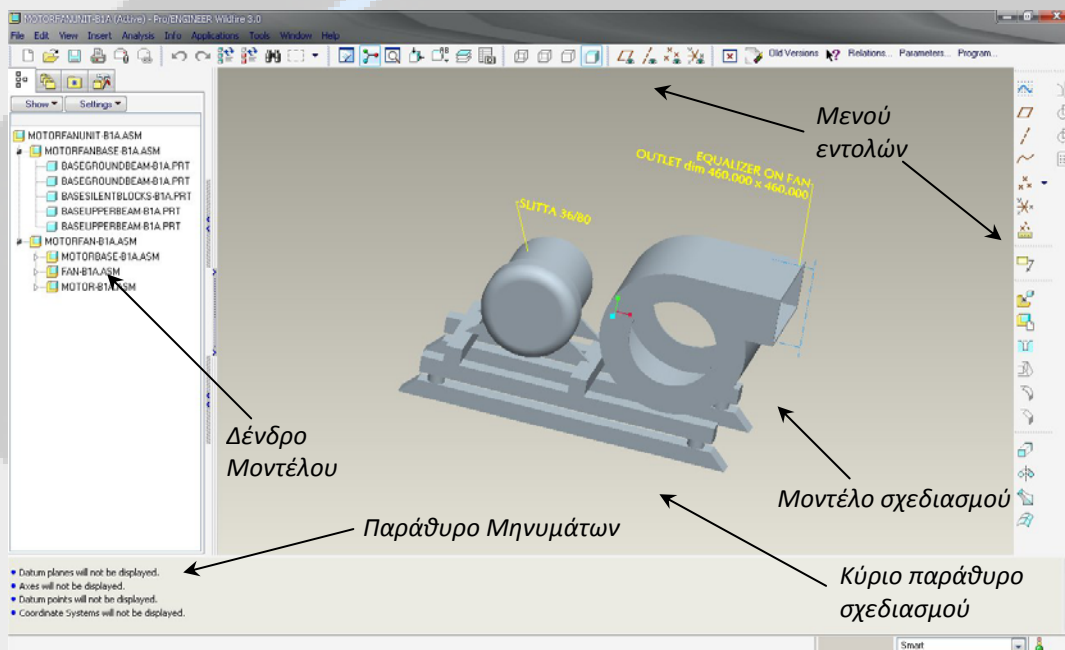
2.3.1 Το σύστημα Pro/ENGINEER

Για τη μοντελοποίηση των εξαρτημάτων των κλιματιστικών επιλέχθηκε το σύστημα Pro/ENGINEER Wildfire v3.0 της Parametric Technology. Το συγκεκριμένο λογισμικό παρέχει έναν τέτοιο συνδυασμό δυνατοτήτων και ευχρηστίας, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από μεγάλες εταιρίες, όσο και από μεμονωμένους χρήστες.

Οι βασικές λειτουργίες που μπορούν να εκτελεστούν στο Pro/ENGINEER είναι:

- ✓ Δημιουργία στερεών μοντέλων που ονομάζονται Εξαρτήματα (Parts). Τμήμα των Εξαρτημάτων είναι και τα Ελάσματα (Sheetmetals).
- ✓ Δημιουργία Επιφανειών (Surfaces).
- ✓ Δημιουργία Συναρμολογήσεων (Assemblies). Οι Συναρμολογήσεις αποτελούνται από τα Συστατικά (Components), που μπορούν να είναι άλλες Συναρμολογήσεις (που καλούνται Υποσυναρμολογήσεις (Subassemblies)), Εξαρτήματα, Επιφάνειες, κτλ. Για κάθε Συναρμολόγηση μπορεί να εξαχθεί η Λίστα Υλικών (Bill of Materials), που αναγράφει την ποσότητα, τον τύπο και το όνομα του κάθε Συστατικού της.
- ✓ Δημιουργία Μηχανολογικών Σχεδίων (Drawings) και Εκθέσεων (Reports).
- ✓ Δημιουργία αρχείου Κατεργασιών (Manufacturing) ενός Εξαρτήματος ή μιας Συναρμολόγησης σε εργαλειομηχανές CNC.
- ✓ Οργάνωση μοντέλων ή Χαρακτηριστικών σε Στρώματα (Layers).

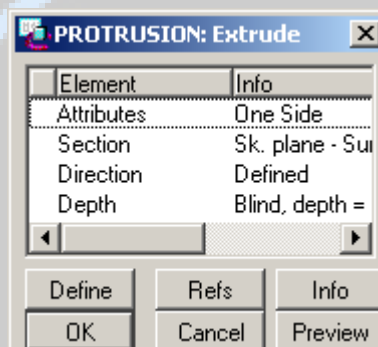
Το περιβάλλον εργασίας του Pro/ENGINEER δείχνεται στην Εικόνα 2.3. Το τμήμα της οθόνης στο οποίο βρίσκεται το μοντέλο σχεδιασμού αποτελεί το κύριο παράθυρο σχεδιασμού. Αριστερά του βρίσκεται το Δένδρο του Μοντέλου (Model Tree), το οποίο περιλαμβάνει όλα τα έως τώρα ορισμένα Χαρακτηριστικά. Πάνω από το κύριο παράθυρο σχεδιασμού και το Δένδρο του Μοντέλου υπάρχει το Παράθυρο Μηνυμάτων (Message Window), στο οποίο εμφανίζονται όλα τα μηνύματα από το Pro/ENGINEER στο χρήστη. Στο άνω και κάτω τμήμα του περιβάλλοντος εργασίας βρίσκονται αντίστοιχα το μενού εντολών του προγράμματος και η περιγραφή της λειτουργίας τους.



Εικόνα 2.3

Για να καθοριστεί σαφώς η θέση ενός Χαρακτηριστικού στο χώρο, ο χρήστης πρέπει να ορίσει τις κατάλληλες Αναφορές (References) σε σχέση με κάποια προηγούμενα Χαρακτηριστικά. Οι Αναφορές αυτές δημιουργούν σχέσεις μεταξύ των Χαρακτηριστικών που είναι γνωστές ως Σχέσεις Γονέα/Παιδιού (Parent/Child Relationships). Επιπλέον, μπορεί να εκτελέσει τις παρακάτω διαδικασίες στο Δένδρο του Μοντέλου:

- ✓ Να Διαγράψει (Delete) ένα Χαρακτηριστικό. Στην περίπτωση που αυτό είναι Γονέας, διαγράφονται και τα Παιδιά του.
- ✓ Να Εξαφανίσει (Suppress) ένα Χαρακτηριστικό, οπότε και παύει να απεικονίζεται τόσο στο μοντέλο σχεδιασμού, όσο και στο Δένδρο του Μοντέλου. Στην περίπτωση το Χαρακτηριστικό είναι Γονέας, εξαφανίζονται και τα Παιδιά του. Ένα Εξαφανισμένο Χαρακτηριστικό μπορεί να επανέλθει με χρήση της εντολής Resume.
- ✓ Να Συσχετίσει (Relation) Χαρακτηριστικά μεταξύ τους.
- ✓ Να Επαναδιατάξει (Reorder) τη θέση ενός Χαρακτηριστικού στο Δένδρο του Μοντέλου, υπό την προϋπόθεση να το τοποθετήσει μετά τους Γονείς του. Η διαδικασία της Επαναδιάταξης μπορεί να μεταβάλλει τη μορφή του μοντέλου.
- ✓ Να Τροποποιήσει (Modify) τις διαστάσεις του μοντέλου. Η νέα μορφή που λαμβάνει το μοντέλο απεικονίζεται μέσω της εντολής Αναδημιουργίας (Regenerate).
- ✓ Να Επανακαθορίσει (Redefine) όλα τα στοιχεία που καθορίζουν τη μορφή ενός Χαρακτηριστικού (Αναφορές, διαστάσεις, κτλ). Ο Επανακαθορισμός γίνεται μέσω ξεχωριστού παραθύρου, παράδειγμα του οποίου δείχνεται στην Εικόνα 2.4.



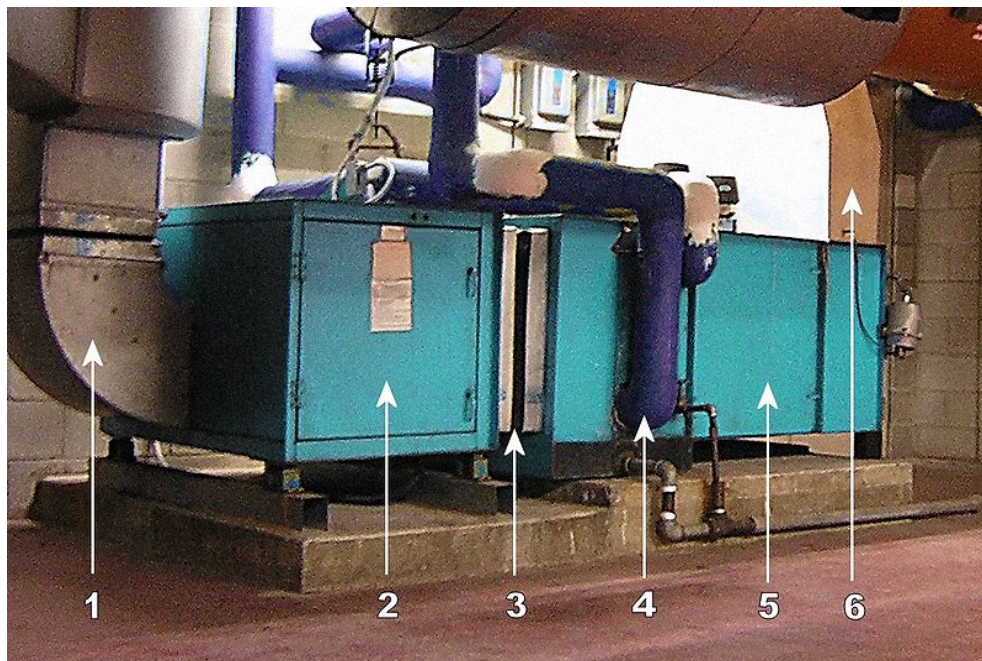
Εικόνα 2.4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Air Handling Units

3.1 Γενικά στοιχεία

Air Handling Unit (AHU) ονομάζεται η συσκευή που αναλαμβάνει να διατηρεί και να κυκλοφορεί τον αέρα ως τμήμα ενός συστήματος θέρμανσης, εξαερισμού ή κλιματισμού. Συνήθως ένα AHU είναι ένα μεταλλικό κουτί που περιέχει έναν ανεμιστήρα, στοιχεία ψύξης ή θέρμανσης, συστοιχίες ή θαλάμους φίλτρων αέρα, εξασθενητές ήχου και υγραντήρες όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.1. Τα AHU συνδέονται με τους αγωγούς κλιματισμού που διανέμουν τον νέο αέρα σε όλο το κτήριο και τον επιστρέφουν πάλι πίσω στο AHU. Ορισμένες φορές τα AHU εφοδιάζουν και επιστρέφουν τον αέρα άμεσα από τον χώρο τον οποίο εξυπηρετούν, χωρίς την ύπαρξη δικτύου αγωγών.



Παράδειγμα AHU. Η ροή του αέρα είναι από αριστερά προς τα δεξιά. Κάποια εξαρτήματα που σημειώνονται είναι:

1. Αγωγός εφοδιασμού αέρα
2. Διαμέρισμα Ανεμιστήρα
3. Αποσβεστήρας κραδασμών
4. Στοιχείο θέρμανσης ή ψύξης
5. Διαμέρισμα φίλτρων
6. Αγωγός μεικτού(επανακυκλοφορούμενου και εξωτερικού) αέρα

Εικόνα 3.1

Μικρά AHU, για τοπική χρήση, ονομάζονται τερματικές μονάδες και μπορούν να περιέχουν μόνο ένα φίλτρο αέρα, ένα στοιχείο θέρμανσης ή ψύξης και έναν ανεμιστήρα. Μεγαλύτερα AHU που χρησιμοποιούν αποκλειστικά εξωτερικό αέρα, και όχι ανακυκλούμενο, είναι γνωστά ως Makeup Air Units (MAU). Τα AHU που είναι σχεδιασμένα για χρήση σε εξωτερικούς χώρους, πιο συνηθισμένα σε οροφές κτηρίων, είναι γνωστά ως Packaged Units (PU) ή Rooftop Units (RTU).

3.2 Air Handling Units της Βιοσώλ A.B.E.

Η εταιρία Βιοσώλ A.B.E κατασκευάζει μια σειρά από AHU σε σκοπό την κάλυψη των απαιτήσεων της εγχώριας αλλά και διεθνούς αγοράς. Οι διάφορες σειρές κλιματιστικών μονάδων AHU της Βιοσώλ είναι:

- Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα - Σειρά MC

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες MC της ΒΙΟΣΩΛ αποτελούν το πιο ολοκληρωμένο πρόγραμμα μονάδων της Ελληνικής αλλά και της διεθνούς αγοράς, ειδικά σχεδιασμένων για την κάλυψη των απαιτήσεων όλων των χώρων. Θεμελιώδης αρχή της εταιρείας είναι η συνεχής βελτίωση των υλικών και της τεχνολογικής κατασκευής, τα οποία διαρκώς υποστηρίζονται μέσω συνεχούς έρευνας. Η κατασκευή τους γίνεται χωρίς τη χρήση συγκολλήσεων, ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος οξειδωσης των μεταλλικών τμημάτων.

- Σειρά MB

Η σειρά των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων MB είναι μια οικονομική σειρά μονάδων που διατίθεται σε 9 μεγέθη παροχής από 1.000 έως 10.000m³/h που σε ειδικές περιπτώσεις αποτελούν μια αξιόλογη εναλλακτική λύση αντί για τη σειρά μονάδων MC.

- Σειρά MA

Πρόκειται για μονάδες κλιματισμού χαμηλού ύψους. Ο σκελετός είναι φτιαγμένος από ανοδιωμένο προφίλ αλουμινίου με πάνελ τύπου sandwich από γαλβανισμένο φύλλο και μόνωση φαινολικής ρυτίνης.

- Σειρά MVR

Οι μονάδες MVR ή αλλιώς μονάδες ανάκτησης θερμότητας και αερισμού χρησιμοποιούνται κυρίως για βιομηχανικά και δημόσια κτίρια αλλά και για οικίες. Η κύρια εφαρμογή τους είναι να ανακτήσουν την ενέργεια που χάθηκε μέσω του αερισμού και να κρατήσουν τις αλλαγές θερμοκρασίας που προκαλούνται από τον αερισμό σε ένα δωμάτιο. Η διαδικασία που

ακολουθούν είναι να προθερμάνουν ή να προψύξουν τον εξωτερικό αέρα με τη χρησιμοποίηση του εσωτερικού εναλλάκτη θερμότητας.

Για την εκπόνηση αυτής της εργασίας θα ασχοληθούμε με την Σειρά MC που είναι η πιο απαιτητική από όλες για τον σχεδιασμό της.

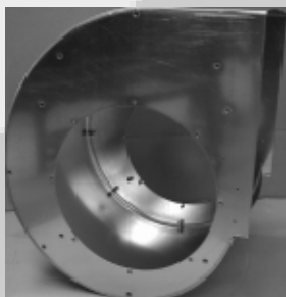
Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των AHU της Βιοσώλ παρουσιάζονται παρακάτω:

3.2.1 Μοτέρ – Ανεμιστήρας

Οι ανεμιστήρες που χρησιμοποιούνται είναι πάντα κινούμενοι από ιμάντα, τύπου διπλής εισόδου, κατασκευασμένοι από γαλβανισμένα ατσάλινα φύλλα(Εικόνα 3.2 και 3.3) με ατσάλινο άξονα κίνησης και ρουλεμάν έδρασης(Εικόνα 3.4).

Τα ηλεκτρικά μοτέρ που χρησιμοποιούνται είναι ισχύος 0,25 με 3 KW με παροχή 380/660 volt. Η τροχαλία του μοτέρ είναι κατασκευασμένη από χυτό αλουμίνιο για μοτέρ μέχρι 1,5KW και για μοτέρ από 1,5 μέχρι 3KW κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο.

Η συναρμολόγηση του μοτέρ εδράζεται σε μία βάση κατασκευασμένη από μπάρες από εξώθηση αλουμινίου και αυτή εδράζεται σε αποσβεστήρες κραδασμών(Εικόνα 3.5). Οι κλασσικοί αποσβεστήρες κραδασμών είναι από λάστιχο, αλλά μπορούν να αντικατασταθούν από αποσβεστήρες ελατηρίου εφόσον ζητηθεί.



Εικόνα 3.2



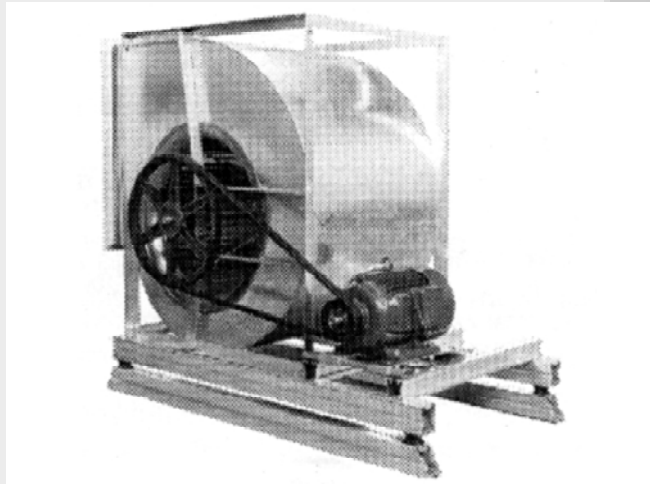
Εικόνα 3.3



Εικόνα 3.4

Τα προηγούμενα χαρακτηριστικά αφορούν τόσο τους ανεμιστήρες εισαγωγής τόσο και τους ανεμιστήρες εξαγωγής αέρα.

Οι μονάδες με διπλούς ανεμιστήρες σε παράλληλη λειτουργία είναι εφοδιασμένοι με διατάξεις αντεπιστροφής για να προλαμβάνουν την επανακυκλοφορία του αέρα όταν ο ένας ανεμιστήρας δεν λειτουργεί.

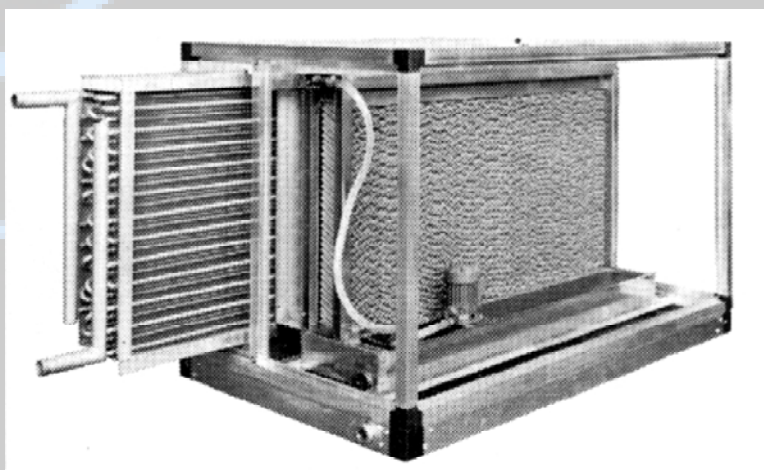


Εικόνα 3.5

3.2.2 Στοιχεία Ψύξης – Θέρμανσης

Τα στοιχεία ψύξης και θέρμανσης (Εικόνα 3.6) για την επεξεργασία του εισερχόμενου αέρα είναι εντοιχισμένα στο διαμέρισμα επεξεργασίας αέρα και έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Χάλκινους σωλήνες μηχανικά διαστελλόμενους με αλουμίνια πτερύγια
- Βήμα σωλήνων: 40mm
- Τα πτερύγια είναι διαστάσεων 2.0, 2.5 και 3.0mm (4 και 6mm για ειδικές εφαρμογές)
- Διάμετρος σωλήνων 15mm
- Το πλαίσιο των στοιχείων είναι κατασκευασμένο από γαλβανισμένα ατσάλινα φύλλα.



Εικόνα 3.6

3.2.3 Φίλτρα Αέρα

Τα φίλτρα που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Σε φίλτρα μεσαίας - υψηλής απόδοσης και φίλτρα ενεργού άνθρακα

- Φίλτρα Μεσαίας - Υψηλής απόδοσης

Τα φίλτρα μεσαίας – υψηλής απόδοσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνα τους ή ως φίλτρα προ-φιλτραρίσματος. Τα φίλτρα μεσαίας απόδοσης διακρίνονται σε τέσσερις τύπους:

α. Τύπου κελιών

Επίπεδα, 82% βαρυμετρικής αποδοτικότητας, με αφαιρούμενα καθαριζόμενα πάνελ. Τα κελιά εδράζονται σε κυλιόμενα πλαίσια για μονάδες μεγέθους μέχρι MC 300 και σε δικά τους υποπλάσια μέσα σε μεγαλύτερες μονάδες (Εικόνα 3.7).

β. Τύπου σακούλας

Κατασκευάζονται από το ίδιο υλικό όπως τα φίλτρα τύπου κελιών αλλά σε μορφή μαλακής σακούλας μήκους 380mm για μεσαίας απόδοσης και 630mm για υψηλής απόδοσης.

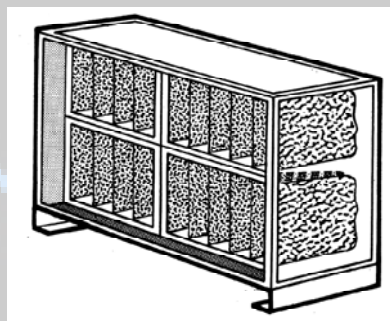
γ. Τύπου σκληρής σακούλας

Σακούλες μήκους 300mm. Αυτές οι σακούλες έχουν μεγαλύτερη αντίσταση στη φθορά και στο σπάσιμο σε σχέση με τις μαλακές σακούλες.

δ. Τύπου ρολού

Τα φίλτρα τύπου ρολού έχουν σύστημα αυτοματης κίνησης του ρολού του φίλτρου. Μήκος ρολού φίλτρου 20μ.

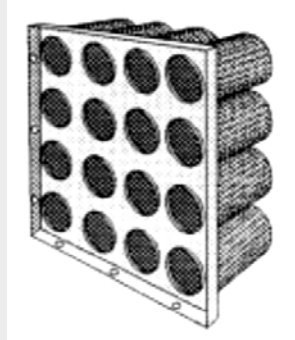
Τα φίλτρα τύπου σακούλας και σκληρής σακούλας είναι συναρμολογημένα μέσα σε υποπλάσιο από γαλβανισμένα ατσάλινα φύλλα με σύστημα αεροστεγή σφραγίσματος. Τα φίλτρα κελιών μπορούν αν χρησιμοποιηθούν και ως φίλτρα προ-φιλτραρίσματος και συναρμολογούνται στα ίδια υποπλάσια.



Εικόνα 3.7

- Φίλτρα Ενεργού Άνθρακα

Τα φίλτρα ενεργού άνθρακα(Εικόνα 3.8) είναι διαθέσιμα για εφαρμογές εξάλειψης και απορρόφησης οσμών. Τα φίλτρα ενεργού άνθρακα αποτελούνται από κυλινδρικά δοχεία συναρμολογημένα σε ατσάλινα υποπλαίσια. Τα δοχεία είναι ξαναγεμιζόμενα.



Εικόνα 3.8

3.2.4 Υγραντήρας

Οι υγραντήρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τους υγραντήρες υγρού ελάσματος και τους υγραντήρες ψεκασμού νερού.

- Υγραντήρες υγρού ελάσματος

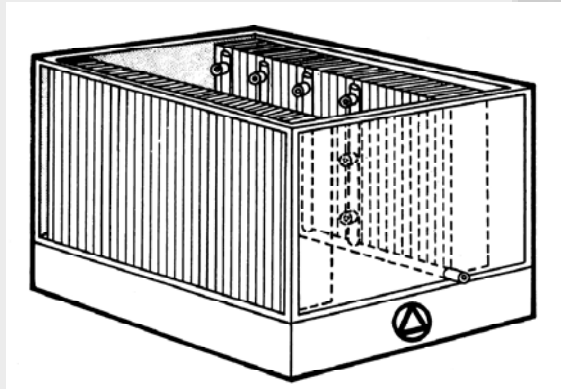
Περιλαμβάνουν μία σειρά από κελιά εμβαπτισμένα σε κυτταρίνη που είναι συναρμολογημένα σε πλαίσιο γαλβανισμένου ατσάλιου και συμπληρώνονται από δοχείο συγκέντρωσης νερού από γαλβανισμένο ατσάλι.

Ο τύπος με επανακυκλοφορία νερού εφοδιάζεται με μία φυγοκεντρική αντλία νερού, βαλβίδα ελέγχου ροής και βαλβίδα υπερχειλίσσης. Ο υγραντήρας εφοδιάζεται πάντα με λεκάνη συμπυκνωμάτων όταν η ταχύτητα του αέρα μέσα στο διαμέρισμα ξεπεράσει τα 2.9 m/s.

- Υγραντήρες Ψεκασμού νερού

Οι υγραντήρες ψεκασμού νερού(Εικόνα 3.9) χωρίς επανακυκλοφορία νερού απαιτούν την παροχή νερού όγκου 10 με 20 φορές περισσότερου από τους υγραντήρες εξατμιζόμενου υγρού. Γι' αυτό η σημαντική κατανάλωση νερού περιορίζει την χρήση του μόνο σε μονάδες μικρού μεγέθους

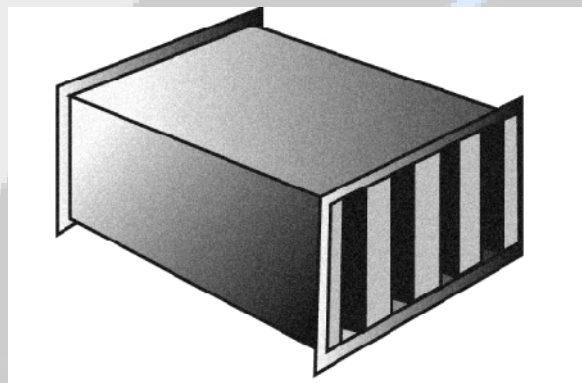
Οι υγραντήρες ψεκασμού νερού με επανακυκλοφορία νερού είναι εφοδιασμένοι με φυγοκεντρική αντλία νερού και το νερό ψεκάζεται από τα ακροφύσια με πίεση 2bar.



Εικόνα 3.9

3.2.5 Εξασθενητής Ήχου

Κατασκευάζονται από ηχομονωτικά υλικά πάχους 200mm. Η επιφάνεια τους προστατεύεται από τον αέρα με ύφασμα κατασκευασμένο από fiber-glass για να αποτραπεί η καταστροφή του ηχομονωτικού υλικού(Εικόνα 3.10).

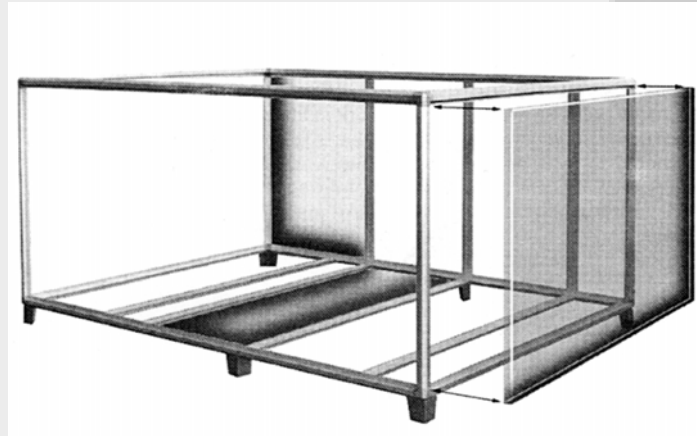


Εικόνα 3.10

3.2.6 Εξωτερικό Πλαίσιο

Το εξωτερικό πλαίσιο των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων αποτελείται από:

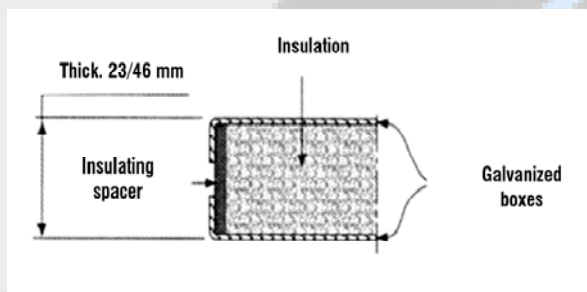
- Αυτοφερόμενο πλαίσιο από εξωθημένο αλουμίνιο συναρμολογείται με γωνίες χυτού αλουμινίου για ακριβή ευθυγράμμιση και δομή ανθεκτική στη διάβρωση(Εικόνα 3.11).



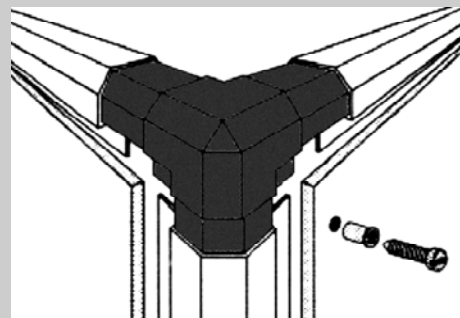
Εικόνα 3.11

- Εξωτερικά πάνελ τύπου σάντουιτς πάχους 23mm ή 43mm με εσωτερική θερμομόνωση από φαινολική ρητίνη, πλάκες πολυουρεθάνης ή ειδική υψηλής πυκνότητας θερμική και ηχητική μόνωση(Εικόνα 3.12).

Τα πάνελ συγκρατούνται στο πλαίσιο με γαλβανιζέ βίδες που καλύπτονται από νάιλον καλύμματα(Εικόνα 3.13), και σφραγίζεται με λαστιχένια προστατευτικά ώστε η μονάδα να γίνει αεροστεγής. Τα κεφάλια από τις βίδες καλύπτονται με πλαστικά καπάκια ώστε να προστατεύονται από την οξείδωση και για καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 3.12



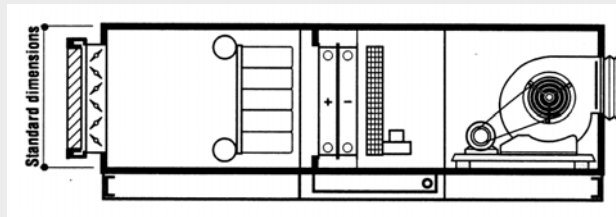
Εικόνα 3.13

Πόρτες για πρόσβαση στη μονάδα και παράθυρα επιθεώρησης κατασκευάζονται από πάνελ τύπου σάντουιτς όπως περιγράφηκαν παραπάνω, και προσαρμόζονται στο πλαίσιο με μεντεσέδες κατασκευασμένους από νάιλον και κλείνουν με νάιλον χερούλια.

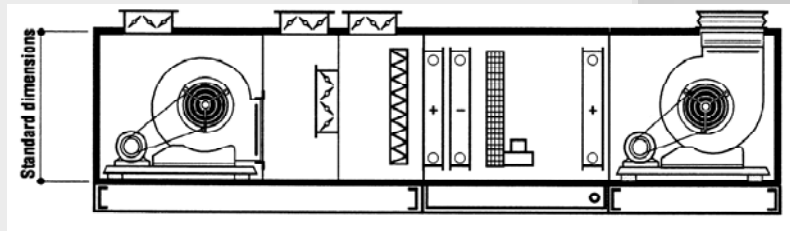
3.3 Παραδείγματα Διαμορφώσεων ΑΗΥ

Μία κλιματιστική μονάδα ΑΗΥ έχει τη δυνατότητα να διαμορφωθεί για τις ανάγκες του εκάστοτε πελάτη, ανάλογα με τις θερμικές και υγρασιακές

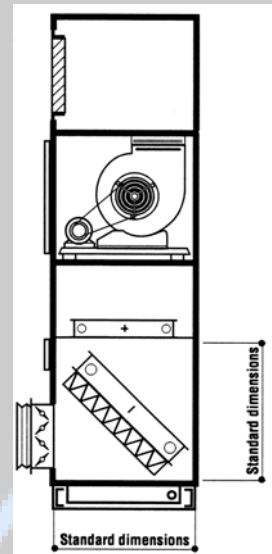
συνθήκες που θέλει να πετύχει. Παρακάτω παρουσιάζονται διάφορα παραδείγματα διαμορφώσεων:



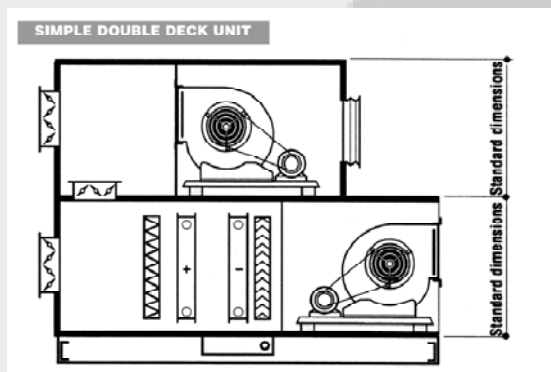
Απλή οριζόντια μονάδα



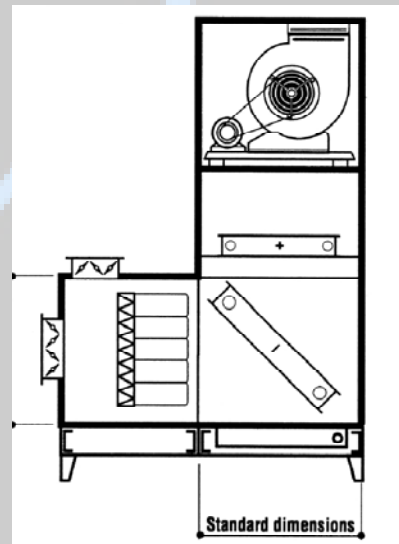
Οριζόντια μονάδα με 2 ανεμιστήρες και υγραντήρα



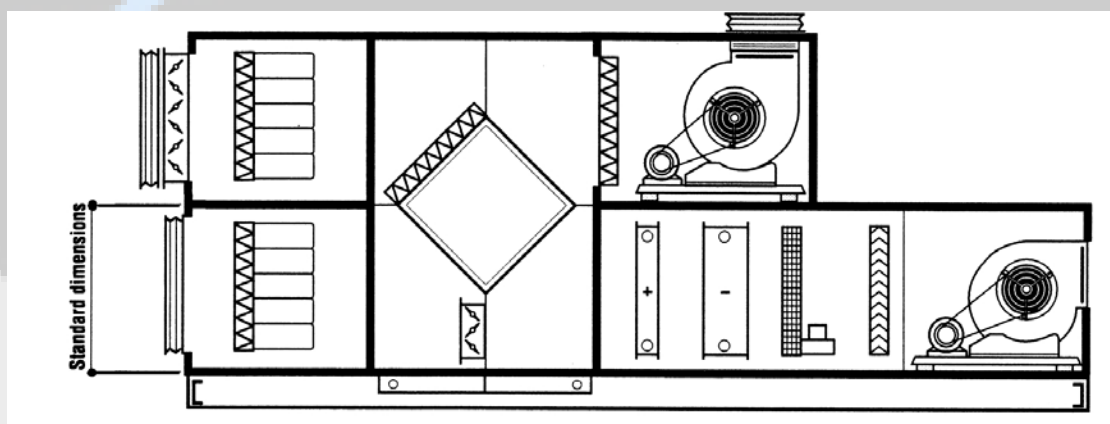
Κάθετη Μονάδα



Απλή μονάδα 2 επιπέδων



Κάθετη σύνθετη μονάδα



Σύνθετη μονάδα 2 επιπέδων με σύστημα ανάκτησης θερμότητας

3.4 Ανάγκη για Design to Order

Από την παρουσίαση των κλιματιστικών μονάδων της Βιοσώλ Α.Β.Ε. είναι εμφανές ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι σχεδίασης και ανάπτυξης των προϊόντων δεν ανταποκρίνονται στις ανάγκες της εταιρίας γιατί η κάθε διαμόρφωση των AHU θα απαιτούσε από την αρχή σχεδίαση και ανάπτυξη κάτι που είναι χρονοβόρο και δαπανηρό.

Έτσι ήταν αναγκαία η εύρεση μίας νέας μεθόδου σχεδιασμού που να είναι ευέλικτη ώστε με έναν αρχικό σχεδιασμό και ανάπτυξη ενός γενικού μοντέλου να αναπαράγονται εύκολα και όλες οι πιθανές διαμορφώσεις.

Η ανάγκη για ανάπτυξη Σχεδίασης κατά Παραγγελία (Design to Order) για να μπορεί να ικανοποιεί τις ανάγκες του εκάστοτε πελάτη της, υλοποιείται με την σχεδίαση των AHU με την μέθοδο ruled-based design που θα αναπτυχθεί παρακάτω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Design to Order

4.1 Θεωρητική Προσέγγιση

Η παραδοσιακή μέθοδος σχεδίασης ενός δεδομένου προϊόντος, σε ένα σύστημα CAD ακολουθεί την λογική ότι δημιουργούμε πρώτα τα επιμέρους κομμάτια του προϊόντος, ανεξάρτητα το ένα από το άλλο και στη συνέχεια τα τοποθετούμε στην τελική μας συναρμολόγηση, χρησιμοποιώντας σχέσεις μεταξύ τους. Η συναρμολόγηση αρχίζει τοποθετώντας το αρχικό μας κομμάτι στο χώρο και στη συνέχεια τα υπόλοιπα σε σχέση με το αρχικό. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν έχουμε ήδη έτοιμα τα κομμάτια του προϊόντος, όταν θέλουμε οι σχεδιαστές να συγκεντρωθούν σε ένα μόνο κομμάτι της συναρμολόγησης, καθώς και όταν θέλουμε ευκολία στον καθορισμό των σχέσεων μεταξύ των κομματιών.

Η μέθοδος αυτή δουλεύει πολύ καλά σε προϊόντα με λίγα εξαρτήματα, που δεν έχουν διαφοροποιήσεις στις τελικές συναρμολογήσεις τους, μίας και διακρίνεται για την ευκολία και την ταχύτητα στο σχεδιασμό. Όμως όταν οι απαιτήσεις μεγαλώνουν η μέθοδος αυτή δεν ικανοποιεί τις ανάγκες των σχεδιαστών γιατί:

- Δεν προσφέρει δυνατότητα ελέγχου της σχεδίασης με παραμέτρους.
- Τα μοντέλα είναι στατικά και οι διαστάσεις τους δεν μπορούν να διαφοροποιηθούν.
- Δεν προσφέρει αυτοματοποίηση της σχεδίασης.
- Δεν προσφέρει ευελιξία στην συναρμολόγηση των τελικών μοντέλων.

Μάλιστα όταν πρέπει να σχεδιαστεί μία σειρά προϊόντων όπως εδώ έχουμε την σειρά κλιματιστικών μονάδων (Σειρά MC, AHU Βιοσωλ), που το τελικό προϊόν αποτελείται από τα ίδια εξαρτήματα αλλά σε διαφορετικές διαστάσεις και διαφορετική σειρά συναρμολόγησης, με την παραδοσιακή μέθοδο θα πρέπει κάθε φορά οι σχεδιαστές να σχεδιάζουν τα μοντέλα από την αρχή. Κάτι που είναι ιδιαίτερα χρονοβόρο και δαπανηρό.

Έτσι αυτήν την ανάγκη για αυτοματοποίηση στη σχεδίαση προϊόντων έρχεται να καλύψει η σχεδίαση κατά παραγγελία ή Design-to-Order.

Με τον όρο Σχεδίαση κατά παραγγελία ή Design to Order εννοούμε όλη την διαδικασία σχεδίασης ενός προϊόντος ώστε να είναι δυνατή η γρήγορη και εύκολη προσαρμογή των μοντέλων σχεδίασης του προϊόντος ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις του κάθε πελάτη ξεχωριστά.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου Design to Order είναι:

- Σχεδίαση των μοντέλων του προϊόντος έτσι ώστε να ελέγχονται από λίγες και βασικές παραμέτρους.
- Η τελική συναρμολόγηση μπορεί να καλύπτει όλες τις πιθανές διαμορφώσεις του προϊόντος ανάλογα με τις ανάγκες του πελάτη.
- Δυνατότητα ελέγχου της διαμόρφωσης των προϊόντων μέσα από ένα user-friendly περιβάλλον ώστε να μην χρειάζεται λειτουργία από ειδικευμένο προσωπικό.
- Αυτοματοποιημένη δημιουργία μηχανολογικών σχεδίων, προγραμμάτων CNC μηχανών και ότι άλλο χρειάζεται η εταιρεία για την αύξηση της παραγωγής.

4.2 Design-to-Order στο Pro/Engineer

Το σύστημα Pro/Engineer είναι ένα σύστημα τρισδιάστατης παραμετρικής στερεάς μοντελοποίησης που προσφέρει την δυνατότητα πλήρους ανάλυσης του προϊόντος με ακριβή αποτελέσματα όσον αφορά την κατεργασία, τις μηχανικές ιδιότητες και πολλούς ακόμη υπολογισμούς

Το Pro/Engineer έχει την δυνατότητα:

- Τρισδιάστατης παραμετρικής μοντελοποίησης χρησιμοποιώντας Features (χαρακτηριστικά).
- Συναρμολόγησης των εξαρτημάτων που έχουν ήδη σχεδιαστεί(Assembly).
- Δημιουργία ολοκληρωμένων μηχανολογικών σχεδίων(Drawings).
- Δημιουργία αρχείων προσομοίωσης και δυνατότητα σύνδεσης με εργαλειομηχανή CNC (Manufacturing).
- Δημιουργία αρχείων εικόνας.
- Πλήρης επικοινωνία μεταξύ των τύπων εργασίας.

Έτσι επιτυγχάνονται αλλαγές σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξης του προϊόντος ενημερώνοντας ταυτόχρονα όλους τους τύπους εργασίας.

Η παραμετρική μοντελοποίηση δίνει στους σχεδιαστές:

- Γρήγορες εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού. Η ποικιλία των εντολών δίνει τη δυνατότητα να σχεδιαστεί ένα προϊόν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους.
- Ακριβής μοντελοποίηση πολύπλοκων γεωμετρικών στερεών. Δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας πολύπλοκων καμπυλών και επιφανειών.

- Δυνατότητα ελέγχου των γεωμετρικών διαστάσεων των μοντέλων μέσω λογικών και αλγεβρικών συνθηκών και πράξεων.
- Δυνατότητα επέμβασης στο πρόγραμμα σχεδίασης των μοντέλων και ελέγχου της σχεδίασης μέσω απλών εντολών προγραμματισμού.

Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα στους σχεδιαστές:

- Να συναρμολογούν τα τεμάχια τους. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα, συναρμολόγησης στα υπάρχοντα τεμάχια, τροποποίηση κάθε τεμαχίου ξεχωριστά χωρίς να απαιτείται να δημιουργηθεί η συναρμολόγηση από την αρχή.
- Να δημιουργούν καινούργια προϊόντα, προσθέτοντας και διαφοροποιώντας τα ίδια μοντέλα μέχρι να επιτευχθεί ο επιθυμητός σκοπός.
- Να δημιουργούν εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού και μορφής του προϊόντος.

Το Pro/Engineer παράγει αυτόματα, μηχανολογικά σχέδια ελαχιστοποιώντας την δουλειά του σχεδιαστή. Συγκεκριμένα:

- Οι σχεδιαστές δημιουργούν μηχανολογικά σχέδια όπου αυτόματα δημιουργείται και συμπληρώνεται το υπόμνημα και η κατάσταση των τεμαχίων.
- Αυτόματη δημιουργία των όψεων σχεδίασης. Ο σχεδιαστής μπορεί να επέμβει ώστε να προσθέσει ή να αφαιρέσει οποιαδήποτε όψη.
- Αυτόματη δημιουργία διαστάσεων. Ο σχεδιαστής μπορεί να προσθέσει ή να αφαιρέσει όποια διάσταση θέλει.

Το Pro/Engineer δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης κοπής ενός τεμαχίου και σύνδεσης του υπολογιστή με την εργαλειομηχανή ώστε να παραχθεί το τεμάχιο.

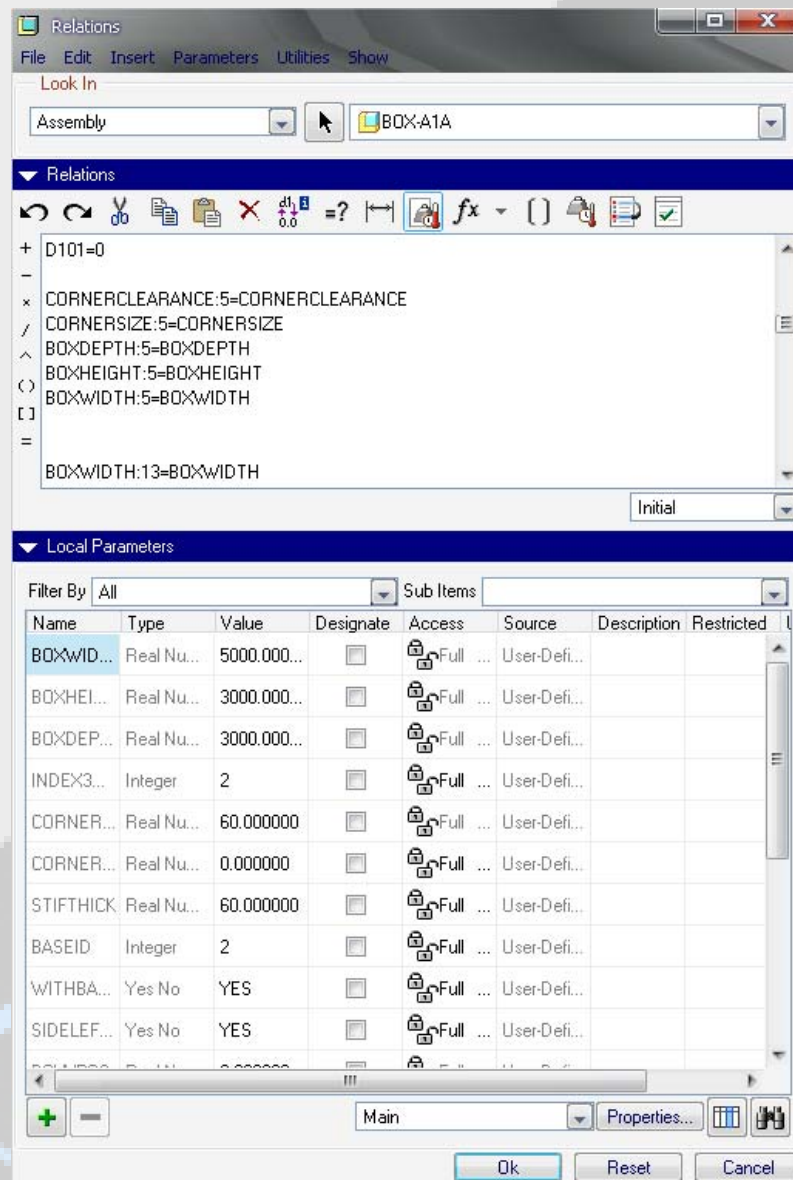
Ακόμα το Pro/Engineer δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας αρχείων HTML, VRML ώστε ο σχεδιαστής να μπορεί να προβάλει τα προϊόντα μέσω Internet.

Το Pro/Engineer λοιπόν από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι είναι ένα δυνατό εργαλείο στα χέρια του σχεδιαστή που θέλει να εφαρμόσει την μέθοδο Design to Order στην σχεδίαση των προϊόντων.

Τα κύρια εργαλεία (tools) του Pro/Engineer που βοηθάνε τον σχεδιαστή στο να κατασκευάσει ένα μοντέλο σύμφωνα με την λογική του Design to Order είναι το Relations-Parameter tool και το Pro/PROGRAM.

4.2.1 Relations-Parameter Tool

Με το εργαλείο(Εικόνα 4.1) αυτό μπορούν να οριστούν οι συσχετίσεις (Relations) και οι παράμετροι για ένα μοντέλο είτε αυτό είναι ένα στερεό (Solid Part) ή μία συναρμολόγηση (Assembly)



Εικόνα 4.1

Παράμετροι (Parameters)

Οι παράμετροι είναι χρήσιμες για να προσθέσουμε επιπλέον πληροφορίες σε ένα μοντέλο. Οι παράμετροι που εισάγονται από τον χρήστη αποθηκεύονται στο μοντέλο. Μπορούμε να προσθέσουμε μία παράμετρο χωρίς να χρησιμοποιηθεί σε μία συσχέτιση.

Οι παράμετροι που εισάγονται σε ένα μοντέλο μπορεί να έχουν την μορφή πραγματικού ή ακέραιου αριθμού, κειμένου ή να είναι της μορφής ΝΑΙ ή ΟΧΙ.

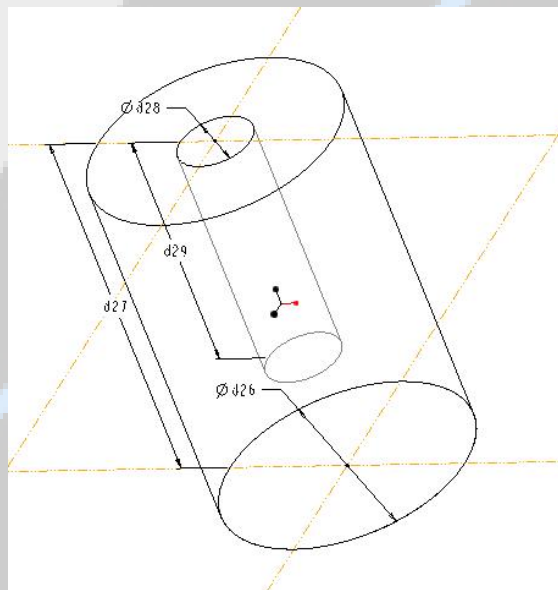
Συσχετίσεις (Relations)

Οι Συσχετίσεις (Relations) είναι μαθηματικές εξισώσεις που έχουν οριστεί από το χρήστη και χρησιμοποιούν συμβολικές διαστάσεις και / ή παραμέτρους, έτσι ώστε να καθοριστούν οι συνάφειες μέσα σε ένα Εξάρτημα ή ανάμεσα στα Συστατικά μιας Συναρμολόγησης.

Για την καλύτερη κατανόηση των Συσχετίσεων, ακολουθεί ένα απλό παράδειγμα εφαρμογής τους.

Πρόβλημα:

Για το σχήμα της Εικόνας 4.2 ζητείται να οριστούν οι κατάλληλες Συσχετίσεις μεταξύ των διαστάσεων έτσι ώστε η οπή να έχει τη μισή διάμετρο και το ίδιο βάθος με τον εξωτερικό κύλινδρο.



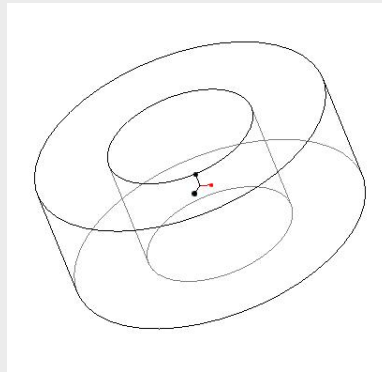
Εικόνα 4.2

Ορίζονται οι Συσχετίσεις:

```
/* Relations for hole
d28=d26/2
d29=d27
```

όπου η γραμμή που ξεκινάει με /* χρησιμοποιείται για σχόλια. Αναδημιουργώντας το στερεό ή Τροποποιώντας τις τιμές της διαμέτρου και / ή του ύψους του εξωτερικού κυλίνδρου, οι διαστάσεις της οπής

αναπροσαρμόζονται σύμφωνα με τις Συσχετίσεις που έχουν εισαχθεί (βλ. Εικόνα 4.3).



Εικόνα 4.3

Υπάρχουν τεσσάρων ειδών Συσχετίσεις:

- *Συσχετίσεις Συναρμολογήσεων (Assem Rel)*: Συσχετίζουν διαφορετικές παραμέτρους Συστατικών αναμεταξύ τους. Ο τύπος αυτός είναι διαθέσιμος μόνο στα αρχεία Συναρμολογήσεων.
- *Συσχετίσεις Εξαρτημάτων (Part Rel)*: Συσχετίζουν παραμέτρους διαφορετικών Χαρακτηριστικών ενός Εξαρτήματος αναμεταξύ τους.
- *Συσχετίσεις Χαρακτηριστικών (Feat Rel)*: Συσχετίζουν παραμέτρους που αναφέρονται σε ένα Χαρακτηριστικό του μοντέλου. Αν το Χαρακτηριστικό είναι Σχεδιασμένο, αυτές μπορούν να εισαχθούν και στο Σχεδιαστή.
- *Συσχετίσεις Προτύπων (Pattern Rel)*: Συσχετίζει παραμέτρους ενός Προτύπου.

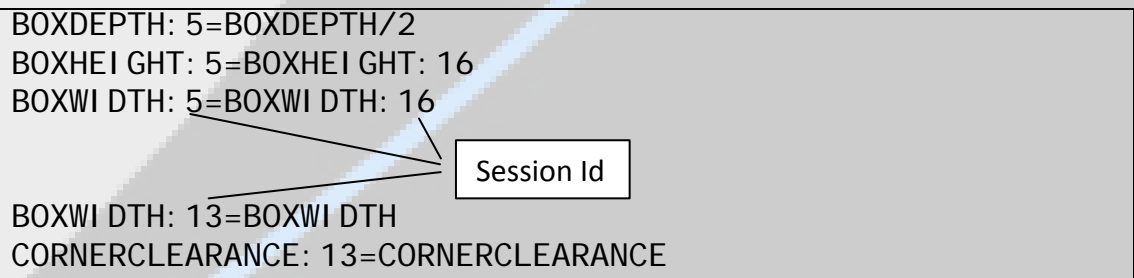
Εκτός από Συσχετίσεις διαστάσεων, ο χρήστης μπορεί:

- ✓ Να ορίσει και χρησιμοποιήσει παραμέτρους (αριθμητικές, αλφαριθμητικές, Yes/No).
- ✓ Να ορίσει τελεστές σύγκρισης παραμέτρων ή διαστάσεων.
- ✓ Να συσχετίσει αριθμούς αναπαραγωγών Προτύπων.
- ✓ Να συσχετίσει ανοχές.
- ✓ Να χρησιμοποιήσει βασικές μαθηματικές συναρτήσεις (τριγωνομετρικές, λογαριθμικές, τετραγωνική ρίζα, απόλυτη τιμή, ακέραιο μέρος).
- ✓ Να χρησιμοποιήσει προκαθορισμένες παραμέτρους (π , g).
- ✓ Να υπολογίσει Ιδιότητες Μάζας.
- ✓ Να ορίσει IF / ELSE εντολές της μορφής:
 - IF <condition>
 - Sequence of 0 or more relations or IF clauses
 - ELSE <optional>
 - Sequence of 0 or more relations or IF clauses <optional>
 - ENDIF

- ✓ Να επιλύσει συστήματα εξισώσεων. Για παράδειγμα, αν υποθέσουμε ότι έχουμε ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο που έχει διάσταση μήκους $d1$ και πλάτους $d2$, το οποίο θέλουμε να έχει εμβαδόν 100 και περίμετρο 50, συντάσσουμε τις ακόλουθες εντολές:

```
SOLVE
d1*d2 = 100
2*(d1+d2) = 50
FOR d1 d2 ...or... FOR d1,d2
```

Το χαρακτηριστικό των Συσχετίσεων Συναρμολογήσεων (Assembly Relations) , που χρησιμοποιούμε κατά κόρων στο Design-to-Order είναι η δυνατότητα να χρησιμοποιούμε στις διάφορες πράξεις και να τροποποιούμε τις παραμέτρους των συναρμολογημένων κομματιών ή υποσυναρμολογήσεων. Αυτό γίνεται συντάσσοντας την παράμετρο που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μαζί με το Session Id του κομματιού ή υποσυναρμολόγησης . Για παράδειγμα:



BOXDEPTH: 5=BOXDEPTH/2
 BOXHEIGHT: 5=BOXHEIGHT: 16
 BOXWIDTH: 5=BOXWIDTH: 16
 BOXWIDTH: 13=BOXWIDTH
 CORNERCLEARANCE: 13=CORNERCLEARANCE

Session Id

Relations menu

Έτσι πετυχαίνουμε την σύνδεση μεταξύ των επιπέδων σχεδίασης, κάτι που είναι βασικό εργαλείο στην λογική σχεδίασης που ακολουθούμε στο Design to Order όπως θα φανεί στα επόμενα κεφάλαια.

4.2.2 Pro/PROGRAM

Κάθε μοντέλο που δημιουργείται στο Pro/Engineer περιέχει μία σειρά από εντολές παραμέτρους και σημαντικά βήματα σχεδιασμού που μπορούν να ρυθμιστούν και να λειτουργήσουν ως ένα πρόγραμμα. Με την εκτέλεση του προγράμματος, το μοντέλο μεταβάλλεται σύμφωνα με τις νέες προδιαγραφές σχεδιασμού. Το εργαλείο του Pro/Engineer που χρησιμοποιούμε για να συντάξουμε και να επεξεργαστούμε το πρόγραμμα αυτό ονομάζεται Pro/PROGRAM, και υπάρχει σε όλα τα μοντέλα στερεά και συναρμολογήσεις.

Το πρόγραμμα του κάθε μοντέλου είναι σε μία μορφή ψευδοκώδικα που καταλαβαίνει το Pro/Engineer, και συντάσσεται με την ακολουθία εντολών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1.

Ακολουθία σύνταξης προγράμματος στο Pro/PROGRAM	
Για στερεό μοντέλο(Solid Part)	Για συναρμολόγηση(Assembly)
<ul style="list-style-type: none"> • Έκδοση Pro/Engineer • Όνομα Μοντέλου • Εισαγωγή Συσχετίσεων(Relations) • Εισαγωγή Χαρακτηριστικών <ol style="list-style-type: none"> 1. Επίπεδο Σχεδίασης 'X' 2. Επίπεδο Σχεδίασης 'Y' 3. Επίπεδο Σχεδίασης 'Z' 4. Σύστημα Συντεταγμένων 5. Εντολές Σχεδίασης όπως παρουσιάζονται στο Model Tree • Εισαγωγή Ιδιοτήτων Μάζας 	<ul style="list-style-type: none"> • Έκδοση Pro/Engineer • Όνομα Μοντέλου • Εισαγωγή Συσχετίσεων(Relations) • Εισαγωγή Χαρακτηριστικών <ol style="list-style-type: none"> 1. Επίπεδο Σχεδίασης 'X' 2. Επίπεδο Σχεδίασης 'Y' 3. Επίπεδο Σχεδίασης 'Z' 4. Σύστημα Συντεταγμένων 5. Προσθήκη στερεών μοντέλων και υποσυναρμολογήσεων (subassemblies) • Εισαγωγή Ιδιοτήτων Μάζας

Πίνακας 4.1

Μπορούμε να δούμε ένα παράδειγμα προγράμματος Pro/PROGRAM ενός μοντέλου συναρμολόγησης στον Πίνακα 4.2

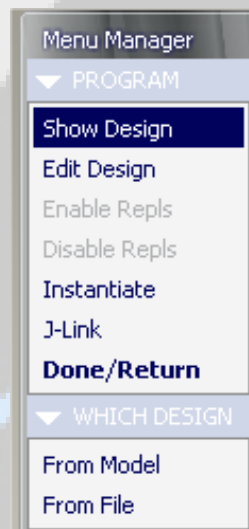
VERSION 3.0	Έκδοση Pro/Engineer
REVNUM 113	Όνομα Μοντέλου
LISTING FOR ASSEMBLY BEAMASM-A1A	
RELATIONS BOXWIDTH: 2=BOXWIDTH BOXHEIGHT: 2=BOXHEIGHT BOXDEPTH: 2=BOXDEPTH CORNERSIZE: 2=CORNERSIZE CORNERCLEARANCE: 2=CORNERCLEARANCE END RELATIONS	Συσχετίσεις (Relations)
ADD FEATURE (initial number 1) INTERNAL FEATURE ID 7	
DATUM PLANE	
NO. ELEMENT NAME INFO	
1 Feature Name Defined	
2 Constraints Defined	
2.1 Constraint #1 Defined	
2.1.1 Constr Type Y Axis	
3 Flip Datum Dir Defined	
4 Fit Defined	
4.1 Fit Type Default	
NAME = HOR FEATURE IS IN LAYER(S) : 7_ALL_FEATURES - OPERATION = SHOWN 1_ALL_PLANES - OPERATION = SHOWN END ADD	Προσθήκη Επιπέδου σχεδίασης(Datum Plane)
ADD FEATURE (initial number 4) INTERNAL FEATURE ID 12 PARENTS = 5(#2) 7(#1) 9(#3)	
COORDINATE SYSTEM	
NO. ELEMENT NAME INFO	
1 Feature Name Defined	
2 Origin Constraints Defined	
2.1 Origin Constraint #1 Defined	
2.1.1 Origin Constraint Reference HOR: F1(DATUM PLANE): BEAMASM-A1A	
2.2 Origin Constraint #2 Defined	
2.2.1 Origin Constraint Reference FRONT: F3(DATUM PLANE): BEAMASM-A1A	
2.3 Origin Constraint #3 Defined	
2.3.1 Origin Constraint Reference VER: F2(DATUM PLANE): BEAMASM-A1A	
3 Set Normal to Screen Defined	
4 Orient By Method References Selection	
5 First Axis Reference HOR: F1(DATUM PLANE): BEAMASM-A1A	
6 First Axis Option Z Axis	
7 Flip First Axis Direction Defined	
8 Second Axis Reference FRONT: F3(DATUM PLANE): BEAMASM-A1A	
9 Second Axis Option Y Axis	
10 Flip Second Axis Direction Defined	
NAME = BEAM FEATURE IS IN LAYER(S) : 7_ALL_FEATURES - OPERATION = SHOWN 2_ALL_CSYS - OPERATION = SHOWN END ADD	Σύστημα Συνταγμένων
ADD PART BEAM-A1A INTERNAL COMPONENT ID 20 END ADD	Προσθήκη Στερεού
MASSPROP END MASSPROP	Ιδιότητες Μάζας Μοντέλου

Πίνακας 4.2

Όταν στο Pro/Engineer επιλέξουμε το εργαλείο Pro/Program μας δίνει την επιλογή απλώς να δούμε το πρόγραμμα ή να το επεξεργαστούμε (Εικόνα 4.4). Αν επιλέξουμε απλώς να δούμε το πρόγραμμα θα μας ανοίξει ένα παράθυρο με το πρόγραμμα σαν εικόνα χωρίς να έχουμε την δυνατότητα να επεμβούμε στο κείμενο. Αν επιλέξουμε να επεξεργαστούμε το πρόγραμμα τότε θα ανοίξει το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου με το πρόγραμμα σαν κείμενο όπου μπορούμε να επεμβούμε και να κάνουμε ότι αλλαγές θέλουμε.

Όταν επιλέξουμε να δούμε ή επεξεργαστούμε το πρόγραμμα, μπορούμε να διαλέξουμε αν θα είναι το πρόγραμμα 'Από το μοντέλο (From Model)' ή 'Από το αρχείο (From File)' (Εικόνα 4.4).

- Το πρόγραμμα 'From Model' αναφέρεται στο πρόγραμμα του μοντέλου όπως είναι διαμορφωμένο εκείνη την χρονική στιγμή.
- Το πρόγραμμα 'From File' αναφέρεται στο πρόγραμμα που είχε διαμορφωθεί όταν αποθηκεύτηκε τελευταία το μοντέλο χωρίς τις νέες αλλαγές.



Εικόνα 4.4

Όταν επεξεργαζόμαστε το πρόγραμμα και κάνουμε αλλαγές μόλις κλείσουμε το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου το Pro/Engineer θα τις αποθηκεύσει στο τρέχον μοντέλο και το πρόγραμμα που βρίσκεται στο αρχείο θα αλλάξει αυτόματα σύμφωνα με τις νέες τροποποιήσεις.

Όταν τροποποιήσουμε το πρόγραμμα το Pro/Engineer διεξάγει έλεγχο σφαλμάτων. Όταν υπάρχει λάθος στην σύνταξη του προγράμματος το σύστημα ανταποκρίνεται ως:

Σε μοντέλα στερεών και συναρμολογήσεων:

- Εάν η αποτυχία οφείλεται σε ένα λάθος χαρακτηριστικών γνωρισμάτων (παραδείγματος χάριν, εάν μια διάσταση παραβιάζει έναν περιορισμό σχέσεων), το παράθυρο πληροφοριών ανοίγει με την περιγραφή του λάθους,

το οποίο γράφεται επίσης στο αρχείο errors.lst.n. Μπορούμε να ανοίξουμε το πρόγραμμα από το αρχείο (From File) για να το επαναφέρουμε ή να διορθώσουμε το λάθος στο τρέχον πρόγραμμα (From Model).

- Εάν η αποτυχία οφείλεται σε ένα λάθος γεωμετρίας, το Pro/ENGINEER ένα νέο ειδικό περιβάλλον επίλυσης λάθους αποκαλούμενο Resolve environment, το οποίο έχει τις διάφορες λειτουργίες για να μας βοηθήσει να εντοπίσουμε και να επιλύσουμε το λάθος.

Σε μοντέλα συναρμολογήσεων μόνο

- Εάν η αποτυχία εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της συναρμολόγησης (παραδείγματος χάριν, επειδή ένα αντικατασταθέν μοντέλο δεν χωράει να εγκατασταθεί), το σύστημα μας ενημερώνει ότι απέτυχε να αντικαταστήσει το μοντέλο και μας ρωτά εάν θέλετε να επαναεπεξεργαστούμε το πρόγραμμα.

Όπως είδαμε κάθε χαρακτηριστικό του μοντέλου εμφανίζεται στο πρόγραμμα ως μία εντολή, την οποία μπορούμε να ελέγξουμε χρησιμοποιώντας προτάσεις IF-THEN-ELSE. Αν κλείσουμε μία εντολή του προγράμματος μέσα σε μία IF-THEN πρόταση μπορούμε ανάλογα με την τιμή των παραμέτρων που έχουμε ορίσει να την συμπεριλάβουμε ή όχι στο μοντέλο. Στον Πίνακα 4.3 φαίνεται ένα απόσπασμα από το πρόγραμμα ενός μοντέλου με την σύνταξη των προτάσεων IF-THEN.

```

IF LOWERPANEL==YES
  ADD SUBASSEMBLY LOWERFULLPANEL-A1A
  INTERNAL COMPONENT ID 122
END ADD
END IF

IF WITHBASE==YES
  IF BASEID==1
    ADD PART BASEBLOCKS-A1A
    INTERNAL COMPONENT ID 112
  END ADD
END IF

  IF BASEID>=2
    ADD PART BASEBEAMS-A1A
    INTERNAL COMPONENT ID 113
  END ADD
END IF
END IF

```

Στο κομμάτι αυτό το προγράμματος μίας συναρμολόγησης βλέπουμε τον έλεγχο της τοποθέτησης μίας υποσυναρμολόγησης(subassembly) και δύο κομματιών(Part) από τις παραμέτρους του μοντέλου.

4.3 Συμπέρασμα

Με συνδυασμό των εργαλείων που παρουσιάστηκαν παραπάνω γίνεται εφικτή η σχεδίαση στο Pro/Engineer μοντέλων που μπορούν να υποστηρίξουν την μέθοδο Design to Order.

Με τον ορισμό κατάλληλων παραμέτρων και τον συνδυασμό συσχετίσεων, έξυπνου προγραμματισμού στο Pro/PROGRAM και ορισμένων τεχνασμάτων που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 5, είμαστε σε θέση να σχεδιάσουμε ευέλικτα μοντέλα που είναι ικανά να αλλάξουν διαστάσεις και διαμορφώσεις, απλώς με την αλλαγή λίγων παραμέτρων στο ανώτερο επίπεδο συναρμολόγησης(Top Level Assembly). Η δυνατότητα αυτή είναι που καθιστά υλοποιήσιμη την μέθοδο Design to Order.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Design-to-Order στην πράξη

5.1 Design-to-Order για τα προϊόντα της Βιοσώλ Α.Β.Ε.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθεί όλη η διαδικασία σχεδίασης των κλιματιστικών της Βιοσώλ Α.Β.Ε., που έγινε για την εκπόνηση αυτής της εργασίας, έτσι ώστε η εταιρεία να μπορεί να επωφεληθεί από τα πλεονεκτήματα της μεθόδου Design-to-Order ώστε να μπορεί να εξυπηρετήσει καλύτερα τους πελάτες της.

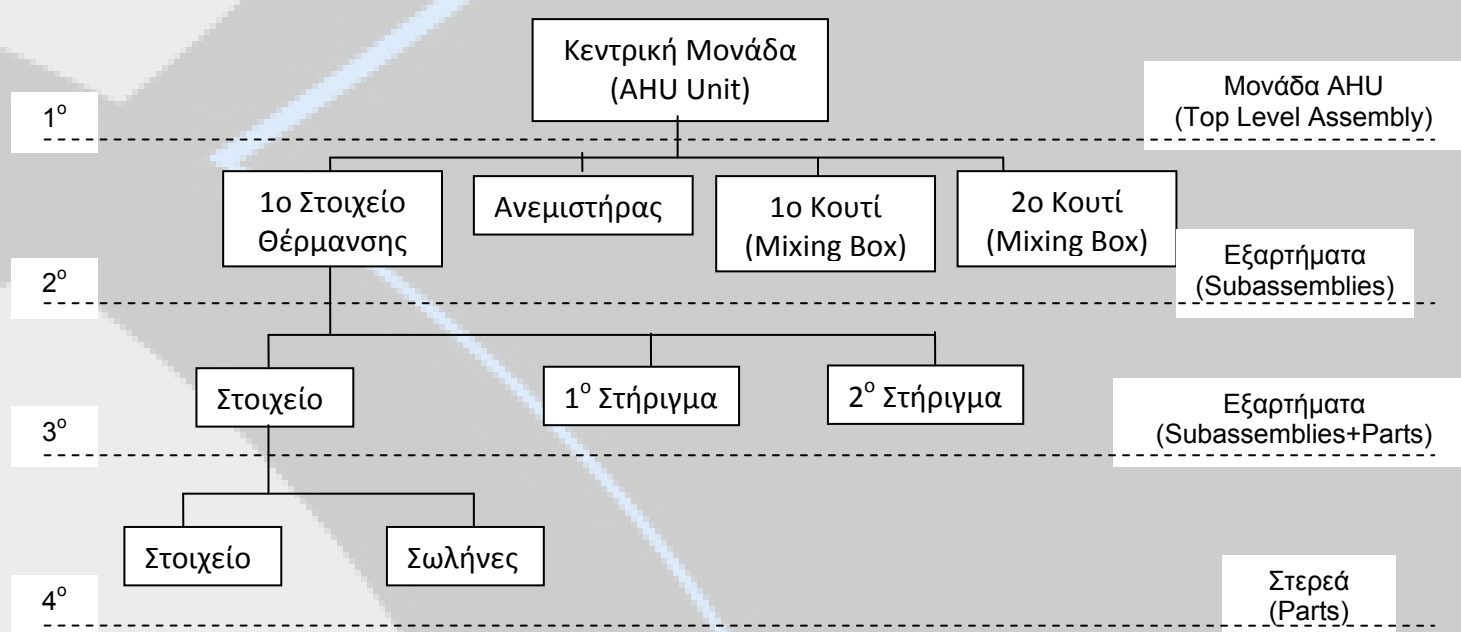
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για την πρακτική εφαρμογή της μεθόδου σχεδιάστηκε η Σειρά MC των AHU της Βιοσώλ, που είναι και η πιο διαδεδομένη και απαιτητική από επίπεδο σχεδίασης μιας και είναι η βάση και για όλες τις υπόλοιπες σειρές.

Η μορφή και τα εξαρτήματα ενός AHU αναλύονται στο Κεφάλαιο 3. Ο στόχος είναι το τελικό εξαγόμενο μοντέλο να είναι ένα πλήρες διαμορφωμένο AHU όπως στην παράγραφο 3.4.

5.2 Επίπεδα Σχεδίασης – Ονοματολογία

Ξεκινώντας την σχεδίαση πρέπει να ορίσουμε την διαδοχή των επιπέδων σχεδίασης στα μοντέλα μας. Το ανώτερο επίπεδο πρέπει να είναι η μονάδα του AHU, όπου και θέλουμε να ορίζουμε τις παραμέτρους ελέγχου.

Έτσι μπορούμε να παρουσιάσουμε τα επίπεδα σχεδίασης με το παρακάτω διάγραμμα όπου αναλύεται το στοιχείο θέρμανσης ως παράδειγμα:



Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα και ξέρουμε από τις διαμορφώσεις των AHU στο ίδιο επίπεδο μπορεί να χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο μοντέλο πάνω από μία φορά. Όμως εδώ προκύπτει ένα πρόβλημα, όταν ένα μοντέλο χρησιμοποιηθεί και δεύτερη φορά σημαίνει ότι έχει διαφορετικές παραμέτρους από το πρώτο, άρα δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ίδιο μοντέλο με το ίδιο όνομα, θα πρέπει να αποθηκευτεί σαν ξεχωριστό μοντέλο.

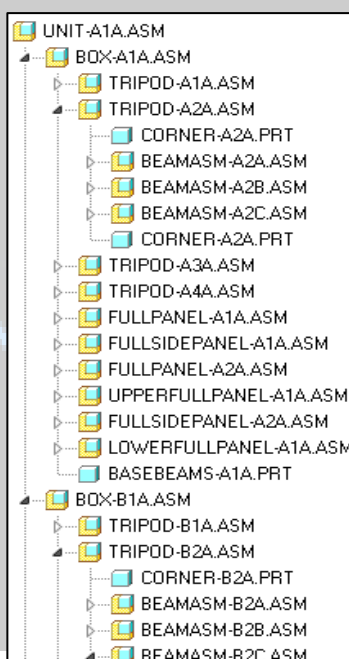
Εδώ προκύπτει το πρόβλημα τις ονοματολογίας των μοντέλων. Για παράδειγμα παίρνουμε τις ράβδους (Beam.prt) που αποτελούν το πλαίσιο των κουτιών των AHU. Αν τις αποθηκεύαμε χρησιμοποιώντας αύξοντα αριθμό, δηλαδή: beam-1.prt, beam-2.prt κτλ θα ήταν υπερβολικά περίπλοκο και θα ήταν πολύ εύκολο να γίνει λάθος.

Το πρόβλημα αυτό λύθηκε με το να ονομάζουμε τα μοντέλα ανάλογα με το επίπεδο σχεδίασης που βρίσκονται, έτσι ονομάζουμε το μοντέλο beam.prt ως beam-a1a.prt. Δηλαδή κάνουμε Indexing στα μοντέλα.

- Το πρώτο γράμμα από το index number (πχ. beam-a1a) αφορά το 2^ο επίπεδο σχεδίασης και συγκεκριμένα σε πιο mixing box ανήκει το μοντέλο
- Το μεσαίο νούμερο από το index number (πχ. beam-a1a) αφορά το 3^ο επίπεδο σχεδίασης και συγκεκριμένα σε πιο εξάρτημα ανήκει το μοντέλο
- Το τελευταίο γράμμα από το index number (πχ. beam-a1a) αφορά το 4^ο επίπεδο σχεδίασης και συγκεκριμένα σε πιο κομμάτι ανήκει το μοντέλο.

Για παράδειγμα το beam-b1c.asm είναι η τρίτη ράβδος (beam-b1c.asm) του πρώτου τρίποδου (tripod-b1a.asm) του 2^{ου} mixing box (Box-b1a.asm)

Γενικά το index number αλλάζει διαδοχικά ανάμεσα στα ίδια μοντέλα του ίδιου επιπέδου σχεδίασης, όπως μπορεί να παρατηρηθεί από το model tree που βρίσκεται στην Εικόνα 5.1:



Η κεντρική μονάδα κλιματιστικού (AHU), σχεδιάστηκε ώστε να μπορεί να υποστηρίξει το μέγιστο 2 mixing boxes, και κάθε mixing box μπορεί να περιέχει 2 μοντέλα από το κάθε εξάρτημα(ανεμιστήρες, στοιχεία ψύξης-θέρμανσης, κτλ). Αυτό δημιουργεί ένα τεράστιο αριθμό μοντέλων, συγκεκριμένα 4094 μοντέλα, όπου για την δημιουργία τους χρησιμοποιήθηκε ένα plug-in του Pro/Engineer για indexing το ICPProE Extension που το έχει δημιουργήσει η InfoCAD S.A.

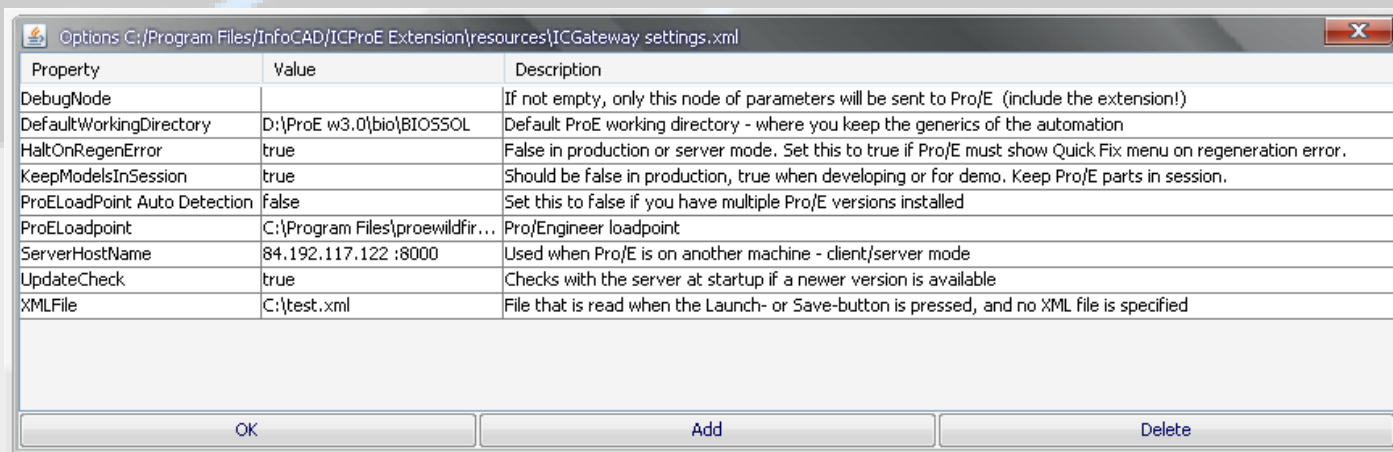
5.2.1 Χρησιμοποιώντας το ICPProE Extension

Κάνοντας χρήση του ICPProE Extension μπορούμε πολύ εύκολα να δημιουργήσουμε το σύνολο των μοντέλων που μας είναι αναγκαία για την συναρμολόγηση της μονάδας των κλιματιστικών.

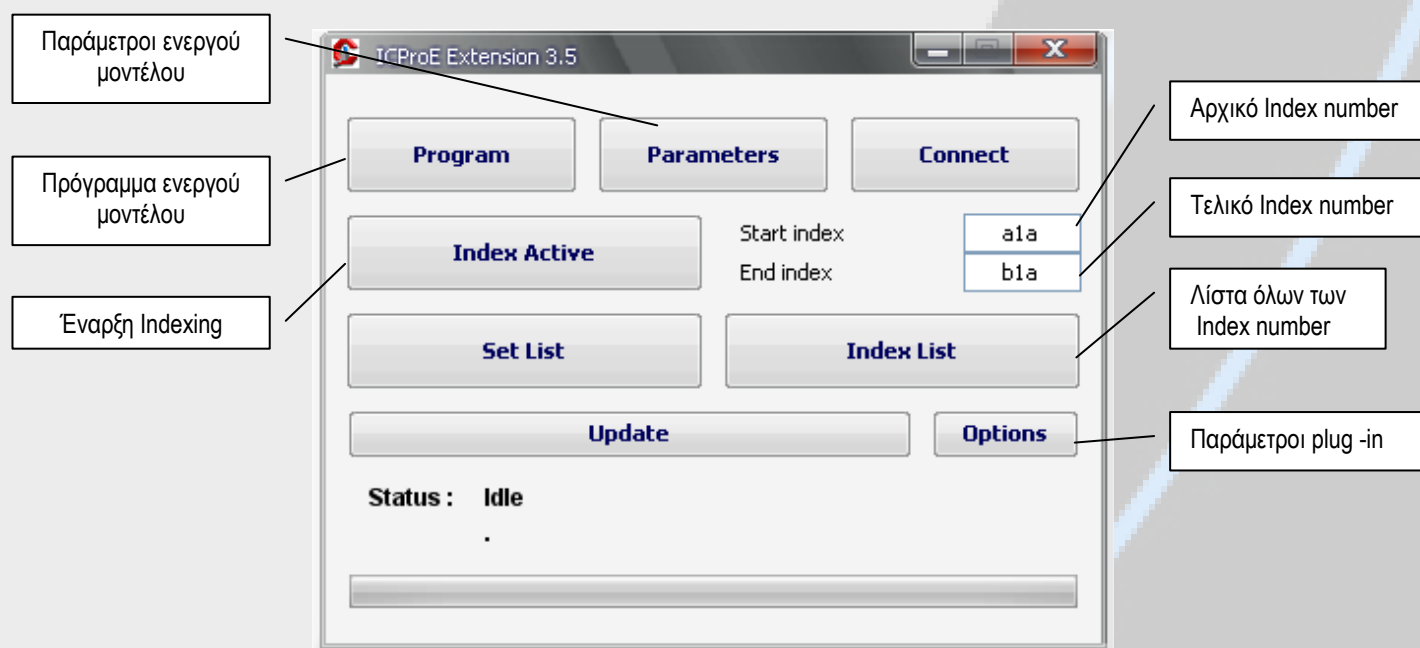
Αρχικά ονομάζουμε το μοντέλο που θέλουμε να κάνουμε index με στην μορφή model-a1a και το ανοίγουμε στο Pro/Engineer. Δημιουργούμε μία παράμετρο από το Parameter tool και την ονομάζουμε:

- INDEX3MAX: Για μοντέλα του 2^{ου} επιπέδου σχεδίασης
- INDEX2MAX: Για μοντέλα του 3^{ου} επιπέδου σχεδίασης
- INDEX1MAX: Για μοντέλα του 4^{ου} επιπέδου σχεδίασης

Έπειτα ανοίγουμε το ICPProE Extension. Ορίζουμε στις παραμέτρους του plug-in το φάκελο που είναι αποθηκευμένο το μοντέλο (Εικόνα 5.2) και μετά ορίζουμε στα καθορισμένα κουτιά το αρχικό και τελικό index number (Εικόνα 5.3). Το αρχικό index number είναι συνήθως το “a1a” και το τελικό index number εξαρτάτε από το πόσα μοντέλα και σε πιο επίπεδο σχεδίασης θέλουμε να δημιουργήσουμε. Έπειτα επιλέγουμε το “Index Active” και τα μοντέλα δημιουργούνται και αποθηκεύονται στον φάκελο που έχουμε επιλέξει. Το περιβάλλον εργασίας του ICPProE Extension φαίνεται στην Εικόνα 5.3.



Εικόνα 5.2 – Μενού παραμέτρων ICPProE Extension



Εικόνα 5.3

Το δυνατό σημείο αυτού του extension είναι ότι μπορούν να γίνουν index ολόκληρες συναρμολογήσεις αλλάζοντας το Index number σε όλα τα μοντέλα σε όλα τα επίπεδα σχεδίασης.

Για την περίπτωση των AHU έγιναν Index αρχικά τα Tripods assembly (Παράρτημα Α) και έπειτα συναρμολογήθηκε το πρώτο mixing box (box-a1a.asm) και έγινε Index με αρχικό Index number “a1a” και τελικό “b1a” αφού θέλαμε 2 mixing boxes. Αυτόματα δημιουργήθηκαν και όλα τα μοντέλα που περιείχε το πρώτο mixing box με το πρώτο γράμμα του index number τους αλλαγμένο σε “b”.

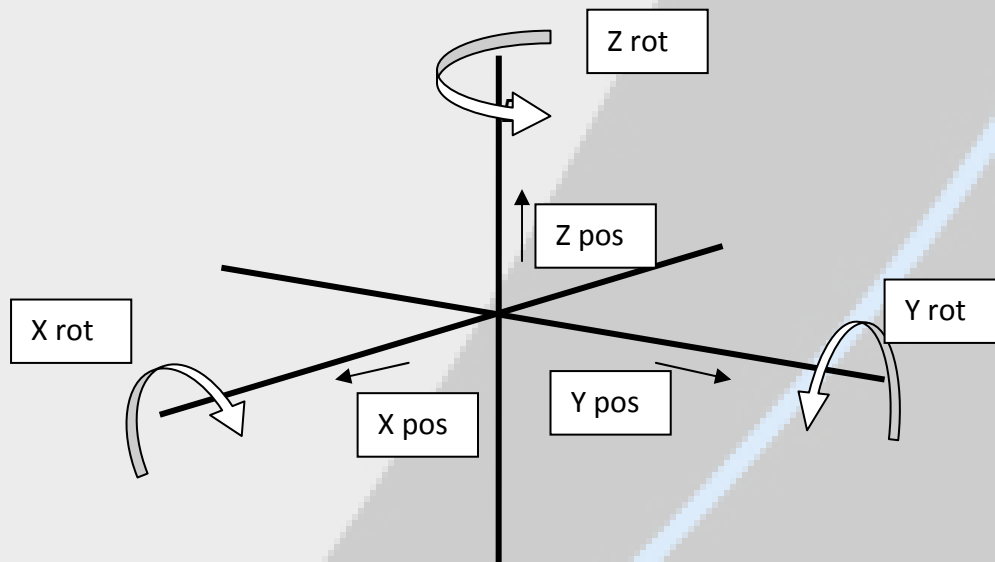
5.3 Σχεδίαση και συναρμολόγηση των μοντέλων των AHU

Λόγω της ευελιξίας που πρέπει να έχει το μοντέλο του AHU στην τελική του διαμόρφωση η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων του έπρεπε να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούμε να τα τοποθετούμε όπως θέλουμε στο χώρο και να είναι εύκολη η πρόσθεση και αφαίρεση τους.

Έτσι οι παραδοσιακές μεθόδους συναρμολόγησης (mate, align, insert κτλ) δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν γιατί απαιτούν αναφορές (references) από τα γειτονικά εξαρτήματα, ενώ εμείς θέλουμε το κάθε εξάρτημα να είναι αυτόνομο.

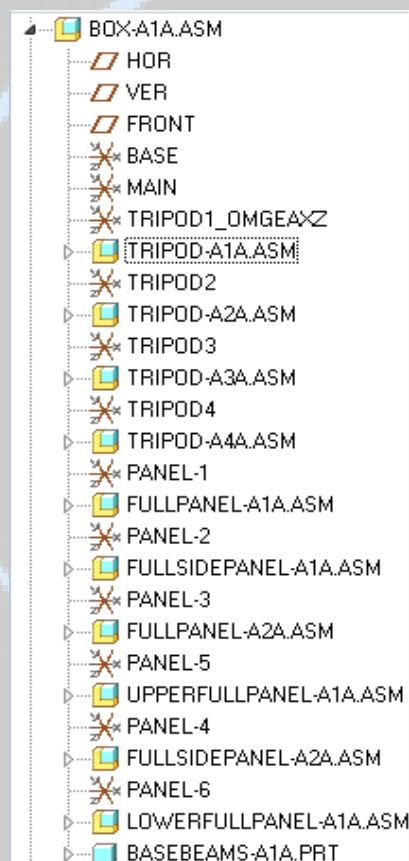
Έτσι η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε ήταν να συναρμολογούμε τα κομμάτια με βάση κατάλληλα ορισμένα συστήματα συντεταγμένων.

Ένα εξάρτημα συναρμολογημένο σε ένα σύστημα συντεταγμένων μας δίνει 6 βαθμούς ελευθερίας στην τοποθέτηση του στον χώρο. Μπορούμε να ελέγξουμε την μετατόπιση στο χώρο με συντεταγμένες στους 3 άξονες X, Y, Z. Επίσης μπορούμε να ελέγξουμε τον προσανατολισμό του στο χώρο περιστρέφοντας, χρησιμοποιώντας τον κάθε άξονα συντεταγμένων ως άξονα περιστροφής (Εικόνα 5.4).



Εικόνα 5.4

Έτσι το κάθε κομμάτι που πρόκειται να συναρμολογηθεί έχει και το δικό του αφιερωμένο σύστημα συντεταγμένων όπως βλέπουμε το παράδειγμα στην Εικόνα 5.5:



Επίσης σε κάθε εξάρτημα δημιουργούμε 6 παραμέτρους που ορίζουν την κάθε πιθανή κίνηση που μπορεί να πραγματοποιήσει το σύστημα συντεταγμένων, όπως φαίνεται στο παράδειγμα του Πίνακα 5.1.

NAME	CURRENT VALUE	TYPE	SOURCE	ACCESS
XROT	0.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
YROT	20.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
ZROT	0.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
XPOS	-7.400000e+01	Real Number	User-Defined	Full
YPOS	5.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
ZPOS	0.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full

Πίνακας 5.1

Όπου:

- XROT: Η παράμετρος που ορίζει την περιστροφή γύρω από τον X άξονα.
- YROT: Η παράμετρος που ορίζει την περιστροφή γύρω από τον Y άξονα.
- ZROT: Η παράμετρος που ορίζει την περιστροφή γύρω από τον Z άξονα.
- XPOS: Η παράμετρος που ορίζει την μετατόπιση κατά μήκος του X άξονα.
- YPOS: Η παράμετρος που ορίζει την μετατόπιση κατά μήκος του Y άξονα.
- ZPOS: Η παράμετρος που ορίζει την μετατόπιση κατά μήκος του Z άξονα.

Έτσι ορίζοντας τις παραπάνω παραμέτρους στο αφιερωμένο σύστημα συντεταγμένων του κάθε εξαρτήματος, στο assembly, και τοποθετώντας το κεντρικό εσωτερικό σύστημα συντεταγμένων του εξαρτήματος να ταυτίζεται μαζί του μπορούμε να ελέγξουμε ακριβώς την τοποθέτηση του στο χώρο αυτόνομα χωρίς να έχει εξάρτηση από κανένα άλλο εξάρτημα ή υποσυναρμολόγηση.

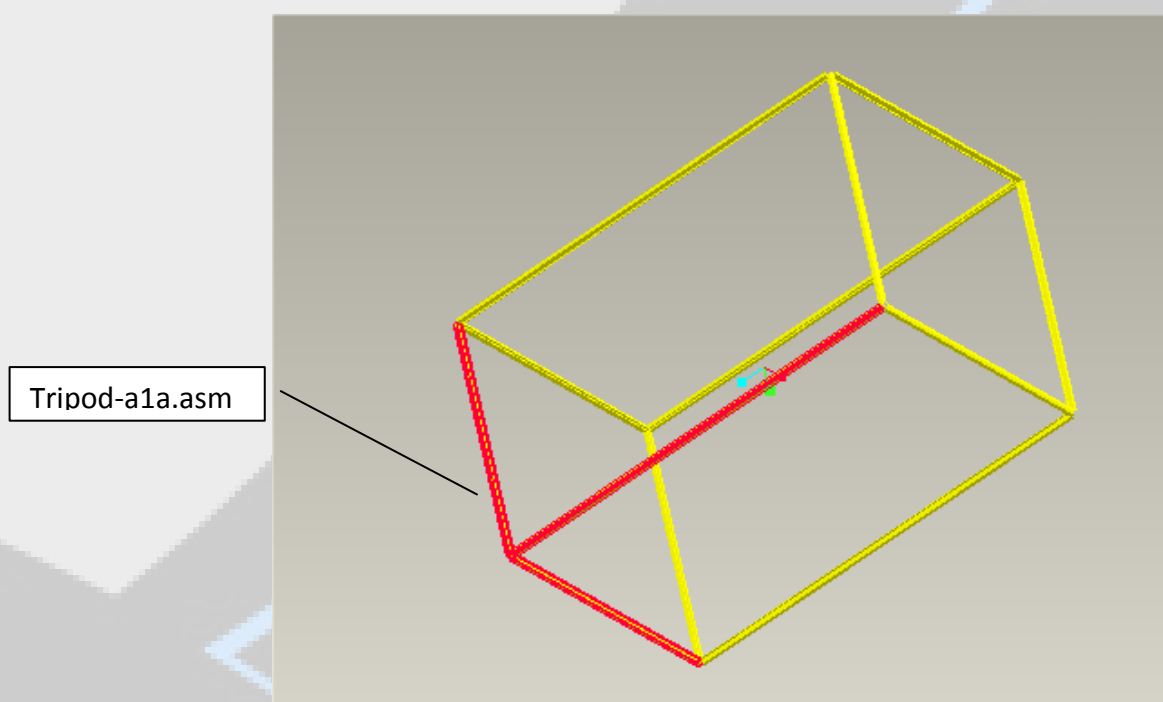
Παρακάτω θα παρουσιαστεί για παράδειγμα η συναρμολόγηση κάποιων κύριων τμημάτων που έχουν και κάποιες ιδιαιτερότητες. Τα υπόλοιπα μοντέλα που δεν θα παρουσιαστούν ακολουθούν την παραπάνω λογική.

5.3.1 Frame Assembly

Με το μοντέλο BOX-A1A.ASM αναπαριστούμε το πλαίσιο(frame) ενός mixing box που είναι και το βασικότερο κομμάτι σε ένα AHU γιατί πάνω σε αυτό βιδώνονται τα εξωτερικά πάνελ και τα εξαρτήματα.

Το εξωτερικό πλαίσιο αποτελείται από τις ράβδους (μοντέλο Beam.asm) και τις γωνίες (μοντέλο corner.prt).

Για την παραμετρική σχεδίαση του έπρεπε να βρούμε μία έξυπνη λύση για να μειώσουμε τον αριθμό των παραμέτρων και να απλουστεύσουμε την συναρμολόγηση. Έτσι ενώσαμε 3 ράβδους και μία γωνία δημιουργώντας το μοντέλο ενός τρίποδα (Tripod.asm). Ένα box αποτελείται από 4 tripods που μετά που θα γίνουν index τοποθετούνται στο χώρο ελέγχοντας την απόσταση και το spin των κεντρικών συστημάτων συντεταγμένων(Εικόνα 5.4).



Εικόνα 5.4

Στην συναρμολόγηση του BOX-A1A.ASM περιλαμβάνεται και η βάση του mixing box και τα εξωτερικά πάνελ που όμως αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστά subassemblies).

Το subassembly box-a1a.asm συναρμολογείται στο μοντέλο unit-a1a.asm ταυτίζοντας το ορισμένο σύστημα base_csys με το εσωτερικό base_csys. Η θέση του στο χώρο ορίζεται από τις παραμέτρους BOXXPOS, BOXYPOS και BOXZPOS.

Το μήκος ύψος και πλάτος του κουτιού επίσης ελέγχεται από παραμέτρους, όπως και η ύπαρξη πάνελ, η ύπαρξη και το είδος της βάσης. Η λίστα παραμέτρων του box-a1a.asm φαίνεται στον Πίνακα 5.2

NAME	CURRENT VALUE	TYPE	SOURCE	ACCESS
BOXWIDTH	5.000000e+03	Real Number	User-Defined	Full
BOXHEIGHT	3.000000e+03	Real Number	User-Defined	Full
BOXDEPTH	3.000000e+03	Real Number	User-Defined	Full
INDEX3MAX	2	Integer	User-Defined	Full
CORNERSIZE	6.000000e+01	Real Number	User-Defined	Full
CORNERCLEARANCE	0.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
STIFTHICK	6.000000e+01	Real Number	User-Defined	Full
BASEID	2	Integer	User-Defined	Full
WITHBASE	YES	Yes No	User-Defined	Full
SIDELEFTPANEL	YES	Yes No	User-Defined	Full
BOXXPOS	0.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
BOXYPOS	0.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
BOXZPOS	0.000000e+00	Real Number	User-Defined	Full
SIDERIGHTPANEL	YES	Yes No	User-Defined	Full
UPPERPANEL	YES	Yes No	User-Defined	Full
LOWERPANEL	YES	Yes No	User-Defined	Full
INDEX1	1	Integer	User-Defined	Full
INDEX2	1	Integer	User-Defined	Full
INDEX3	1	Integer	User-Defined	Full

Πίνακας 5.2

Με την βοήθεια των παραπάνω παραμέτρων μπορούμε να συντάξουμε τις απαραίτητες συσχετίσεις(Relations) που θα μας βοηθήσουν να περάσουμε της διαστάσεις του κουτιού στα assembly και part του κατώτερου επιπέδου σχεδίασης.

Στον Πίνακα 5.3 παρουσιάζεται η λίστα συσχετίσεων του μοντέλου.

\$D143=BOXXPOS \$D144=BOXYPOS \$D145=BOXZPOS D90=BOXDEPTH-CORNERSIZE D65=CORNERSIZE D16 = BOXDEPTH D17 = BOXHEIGHT D9 = BOXWIDTH D11 = BOXHEIGHT	Ορισμός διαστάσεων από παραμέτρους
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

D4 = BOXDEPTH D3 = BOXWIDTH D78=BOXDEPTH-55 D96=CORNERSIZE D95=BOXWIDTH D115=BOXHEIGHT-55 D114=CORNERSIZE D113=0 D102=CORNERSIZE D101=0	<p>Ορισμός διαστάσεων από παραμέτρους</p>
CORNERCLEARANCE:5=CORNERCLEARANCE CORNERSIZE:5=CORNERSIZE BOXDEPTH:5=BOXDEPTH BOXHEIGHT:5=BOXHEIGHT BOXWIDTH:5=BOXWIDTH BOXWIDTH:13=BOXWIDTH CORNERCLEARANCE:13=CORNERCLEARANCE CORNERSIZE:13=CORNERSIZE BOXDEPTH:13=BOXDEPTH BOXHEIGHT:13=BOXHEIGHT BOXWIDTH:21=BOXWIDTH CORNERCLEARANCE:21=CORNERCLEARANCE CORNERSIZE:21=CORNERSIZE BOXDEPTH:21=BOXDEPTH BOXHEIGHT:21=BOXHEIGHT BOXWIDTH:29=BOXWIDTH BOXHEIGHT:29=BOXHEIGHT CORNERCLEARANCE:29=CORNERCLEARANCE CORNERSIZE:29=CORNERSIZE BOXDEPTH:29=BOXDEPTH	<p>Πέρασμα τιμών παραμέτρων στο κατώτερο (3^ο) επίπεδο σχεδίασης.</p>
/*FULLPANEL-A1A RELATIONS***** ***** /*BOXWIDTH:35=BOXWIDTH-2*(CORNERSIZE) /*BOXHEIGHT:35=BOXHEIGHT-2*(CORNERSIZE) STIFTHICK:37=STIFTHICK cornersize:37=cornersize /*FULLPANEL-A2A RELATIONS***** ***** /*BOXWIDTH:45=BOXWIDTH-2*(CORNERSIZE) /*BOXHEIGHT:45=BOXHEIGHT-2*(CORNERSIZE) STIFTHICK:47=STIFTHICK cornersize:47=cornersize /*BASE RELATIONS***** BOXWIDTH:184=BOXWIDTH-100 BOXDEPTH:184=BOXDEPTH-100 BOXWIDTH:182=BOXWIDTH-20 BOXDEPTH:182=BOXDEPTH-40 /*LOWERFULLPANEL-A1A RELATIONS***** /*BOXWIDTH:59=BOXWIDTH /*BOXDEPTH:59=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE cornersize:69=cornersize stifthick:69=stifthick /*UPPERFULLPANEL-A1A RELATIONS***** /*BOXDEPTH:55=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE /*BOXHEIGHT:55=BOXWIDTH-CORNERSIZE cornersize:53=cornersize stifthick:53=stifthick /*FULLSIDE PANEL-A2A RELATIONS***** /*BOXHEIGHT:51=BOXHEIGHT-CORNERSIZE /*BOXDEPTH:51=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE cornersize:65=cornersize stifthick:65=stifthick	<p>Συσχετίσεις για τα πάνελ – 3^ο επίπεδο σχεδίασης</p>

Πίνακας 5.3

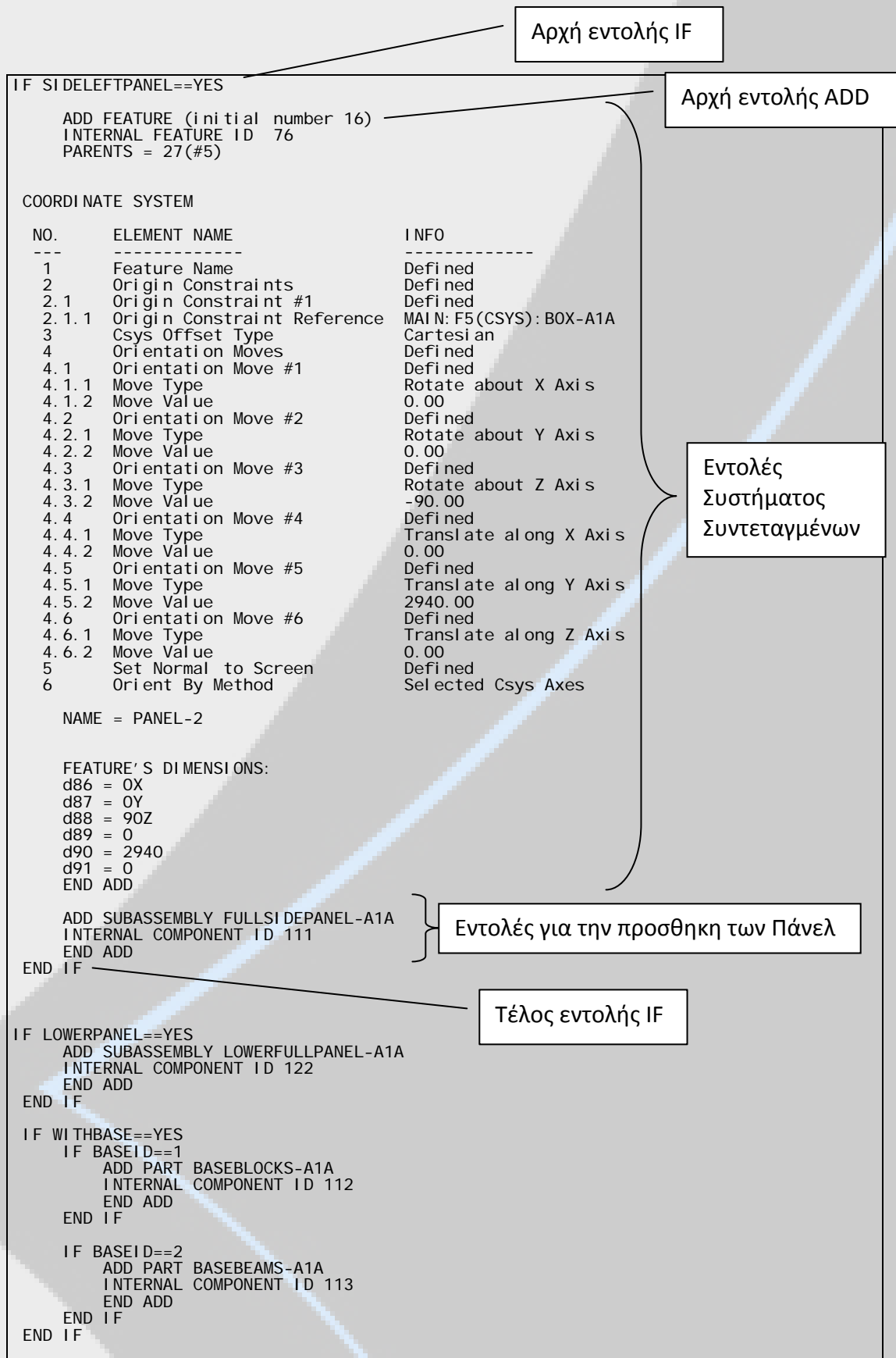
Σε αυτό το σημείο έχουμε ορίσει όλες τις συσχετίσεις και παραμέτρους, έτσι ώστε το μοντέλο να μπορεί να πάρει μορφή και να την ακολουθήσουν και τα μοντέλα του κατώτερου επιπέδου σχεδίασης που είναι συνδεδεμένα με αυτό.

Το επόμενο στάδιο είναι να ελέγξουμε την διαμόρφωση του μοντέλου. Εδώ προκύπτει το πρόβλημα πώς θα αφαιρούμε και θα προσθέτουμε τα διάφορα εξαρτήματα στην συναρμολόγηση χρησιμοποιώντας παραμέτρους, έτσι ώστε να γίνεται αυτόματα χωρίς την επέμβαση του σχεδιαστή.

Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση του Pro/PROGRAM, δηλαδή του προγράμματος ελέγχου του μοντέλου. Συντάσσοντας τις κατάλληλες εντολές IF-THEN-ELSE στο πρόγραμμα μπορούμε να καταστείλουμε (suppress) ή να εμφανίσουμε ένα κομμάτι.

Αρχικά λοιπόν συναρμολογούμε το μοντέλο στην διαμόρφωση που χρησιμοποιεί όλα τα εξαρτήματα. Έπειτα ανοίγουμε το Pro/PROGRAM και επεξεργαζόμαστε το πρόγραμμα.

Επειδή το πρόγραμμα είναι 736 γραμμές στον Πίνακα 5.4 παραθέτονται μερικές γραμμές που μας δείχνουν πως ελέγχουμε τότε θα εμφανιστεί ένα μοντέλο και τότε όχι.



Πίνακας 5.4

5.4 Αυτοματοποίηση της Σχεδίασης

Όταν ολοκληρωθεί η σχεδίαση των μοντέλων βρισκόμαστε στο Top Level Assembly με μία σειρά παραμέτρων που χαρακτηρίζουν το μοντέλο της κεντρικής μονάδας κλιματισμού. Για την πλήρη εκπλήρωση του Design-to-Order χρειάζεται να δημιουργήσουμε ένα περιβάλλον φιλικό προς τον άπειρο χρήστη, για τον έλεγχο αυτόν των παραμέτρων και της αυτοματοποίησης της σχεδίασης. Έτσι η εταιρεία InfoCAD S.A. ανέπτυξε ένα πρόγραμμα που βοηθάει στην επιλογή του AHU που θέλει ο πελάτης της Βιοσώλ Α.Β.Ε..

Το πρόγραμμα AHU Selection χρησιμοποιείται για την επιλογή του AHU που ταιριάζει στις ανάγκες του πελάτη και για την αυτόματη αναπαραγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων του AHU στο Pro/Engineer.

Το αρχικό περιβάλλον εργασίας του AHU Selection φαίνεται στην Εικόνα 5.6:

Εικόνα 5.6

The screenshot displays the AHU Selection application window. The interface includes a left-hand navigation pane with a tree structure showing 'Biossol Project' and 'New AHU Location'. The main workspace is divided into several functional areas. At the top, there's a 'Properties' section with a 'Reporting' tab. Below this is a 'Copy from Current User' section containing a form with fields for 'Name' (Μούρος Παναγιώτης), 'Address' (Ηρώων Πολυτεχνείου 6), 'POB' (empty), 'City' (Χανιά), 'Country' (Ελλάδα), 'Telephone' (2821020459), 'Fax' (empty), 'Mobile' (6974642491), and 'Email' (p_mavros@yahoo.com). A 'Quote Project' button is located below the contact information. The 'Project Properties' section follows, with a 'Details' sub-section showing 'Name: Biossol Project', 'Creation: Martinou, Loukas : Sep 23, 2009', and 'Last Change: Sep 23, 2009'. A 'Comments' text area is provided below the details. The 'Location Properties' section at the bottom has a 'Name' field and another 'Comments' text area.

Αρχικά συμπληρώνονται τα στοιχεία του πελάτη καθώς και το όνομα του τρέχοντος project. Έπειτα επιλέγουμε να δημιουργήσουμε μία νέα μονάδα AHU. Έτσι περνάμε στο περιβάλλον της Εικόνας 5.7

The screenshot shows the 'AHU Selection' software window. The 'Unit Properties' tab is active, displaying details for a unit named 'AHU-TUC'. The 'Model and Sizing' tab is also visible, showing a table of applicable sizes and a graph of air flow vs. velocity.

Size	Velocity(m/s)
013	2.384
016	1.907
020	1.561

The graph shows three lines representing different air flow rates (1,236, 2,344, and 3,454 m³/h) against velocity (m/s). The lines are labeled 013, 016, and 020 respectively.

Εικόνα 5.7

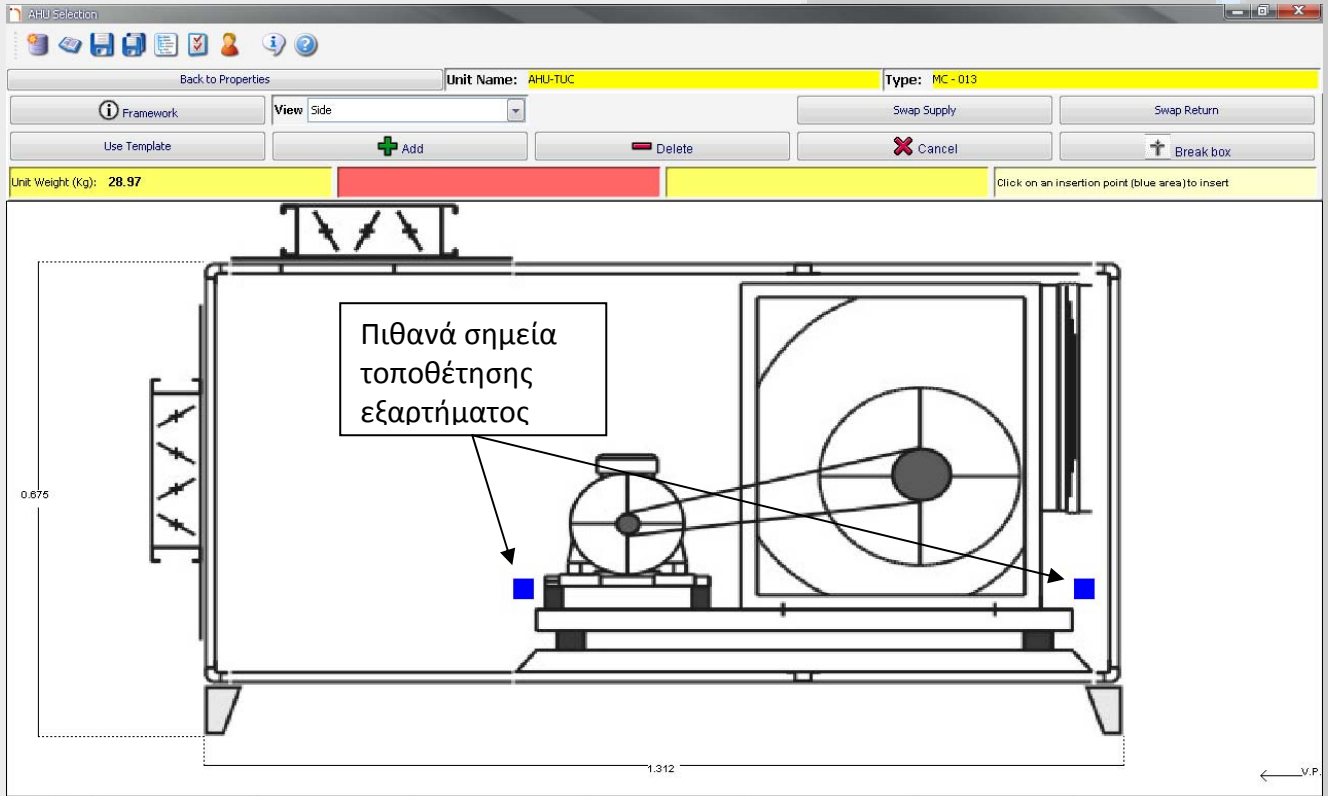
Εδώ επιλέγουμε το μέγεθος της παροχής αέρα(Air Flow) που θέλουμε να έχει η μονάδα, στην είσοδο και στην έξοδο, και το πρόγραμμα καθορίζει τα μεγέθη της μονάδας καθώς και την ταχύτητα του αέρα μέσα στη μονάδα.

Στη συνέχεια επιλέγουμε να επεξεργαστούμε την μονάδα και μεταφερόμαστε στο περιβάλλον της Εικόνας 5.8.

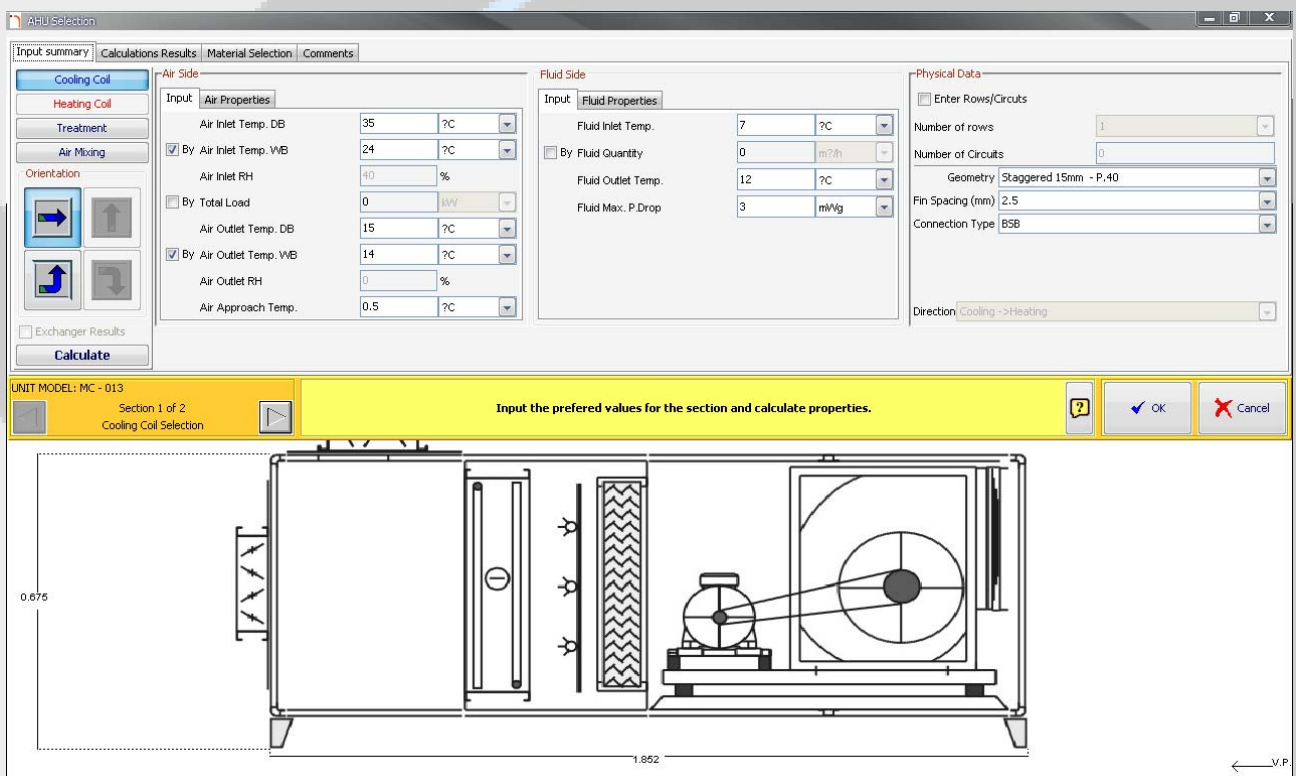
The screenshot shows the 'AHU Selection' software window with the 'Unit Properties' tab. The 'Unit Name' is 'AHU-TUC' and the 'Type' is 'MC - 013'. A detailed configuration menu is open, showing options for 'Inlet-Outlet', 'Filtration Options', 'Treatment', 'Ventilation', 'Sound Attenuator', and 'Heat Recovery'. The 'Inlet-Outlet' menu is expanded, showing 'Air Intake section', 'Mixing Boxes' (with 'Single Mixing box' and 'Double Mixing box' options), 'Outlet Section', and 'Plenum'.

Εικόνα 5.8

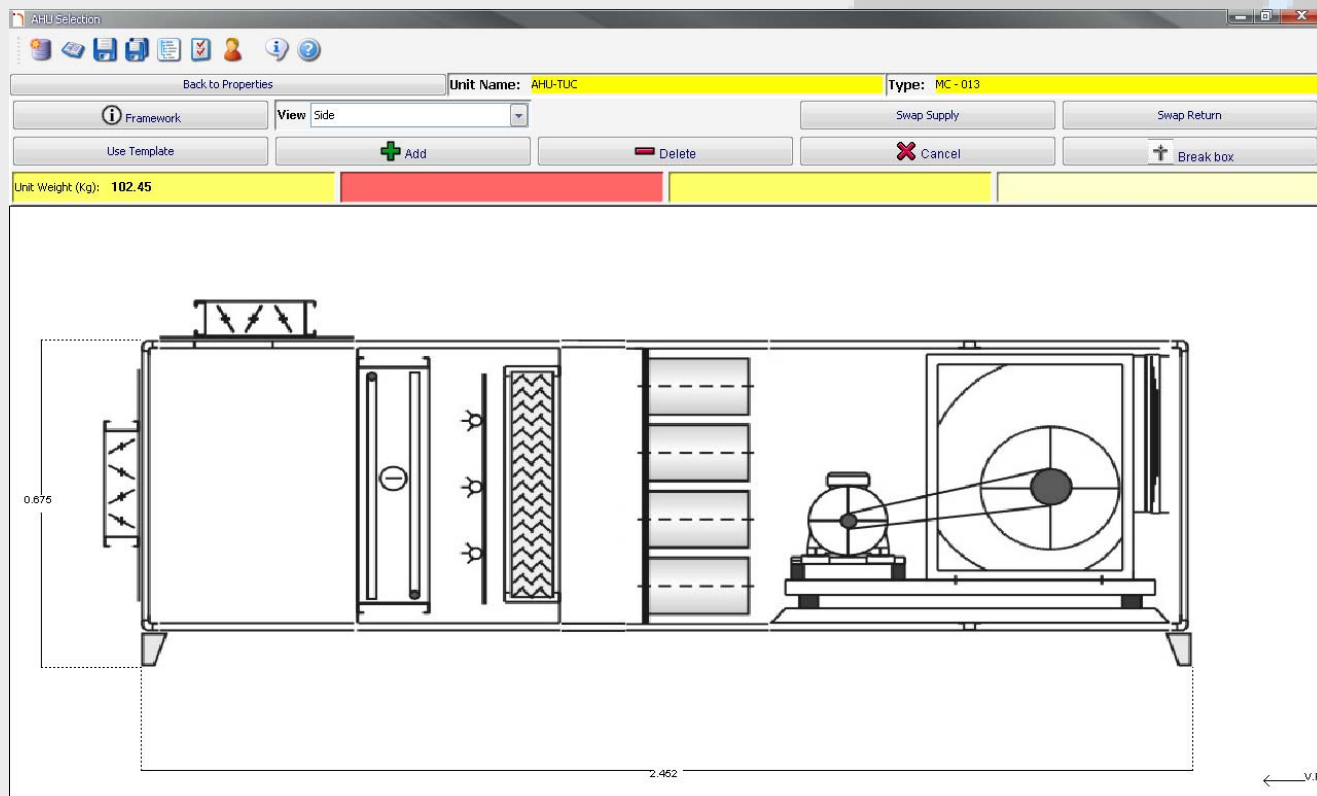
Σε αυτό το βήμα επιλέγουμε τι εξαρτήματα θέλουμε να περιέχει η μονάδα μας. Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα το μέγεθος και τον τύπο των εξαρτημάτων, και μας παρουσιάζει τα πιθανά σημεία που μπορεί να τοποθετηθεί (Εικόνα 5.9). Ακόμα μας δίνει την δυνατότητα να τροποποιήσουμε κάποια από τα χαρακτηριστικά του (Εικόνα 5.10).



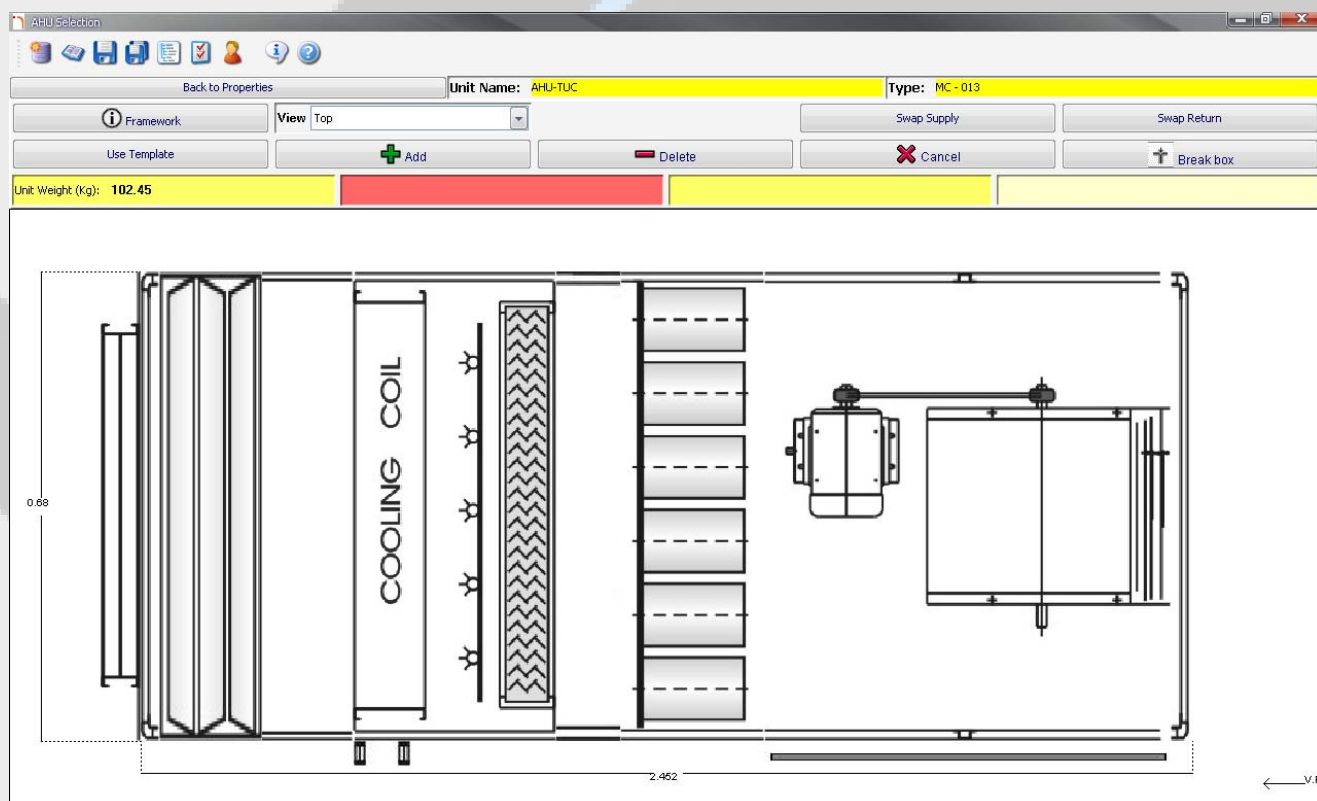
Εικόνα 5.9



Όταν τελειώσουμε την επιλογή εξαρτημάτων και ορισμό των χαρακτηριστικών τους, έχουμε ένα σκαρίφημα της μονάδας σε 2 διαστάσεις (Εικόνες 5.11 και 5.12).

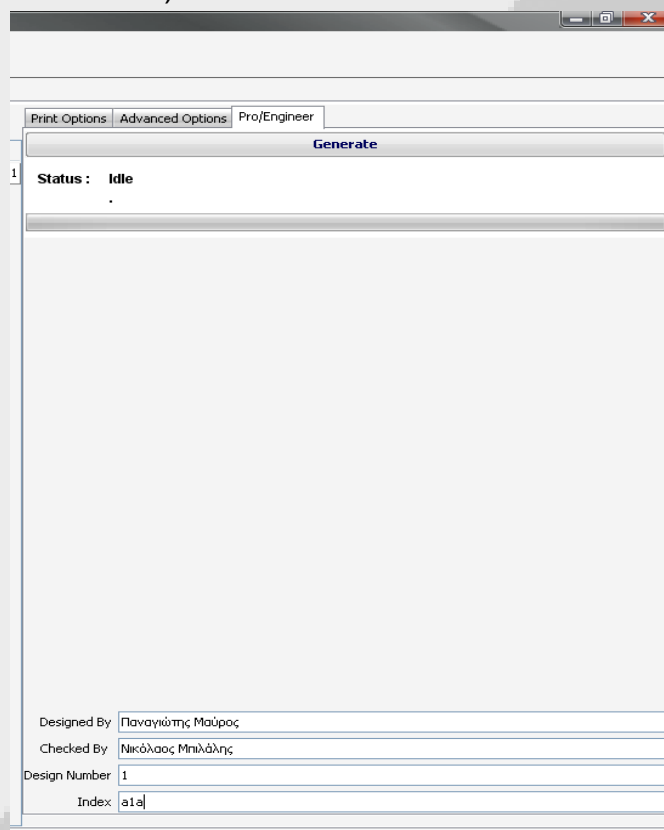


Εικόνα 5.11 – Πλάγια Όψη



Εικόνα 5.12 – Από πάνω Όψη

Το επόμενο βήμα είναι να αναπαράγουμε το μοντέλο στο Pro/Engineer για να πάρουμε τα τρισδιάστατα μοντέλα. Έτσι στο AHU Selection πηγαίνουμε στο Reporting Tab και αφού συμπληρώσουμε τα στοιχεία του σχεδιαστή και τον αριθμό του μοντέλου, επιλέγουμε το κουμπί Generate in Pro/Engineer (Εικόνα 5.13).



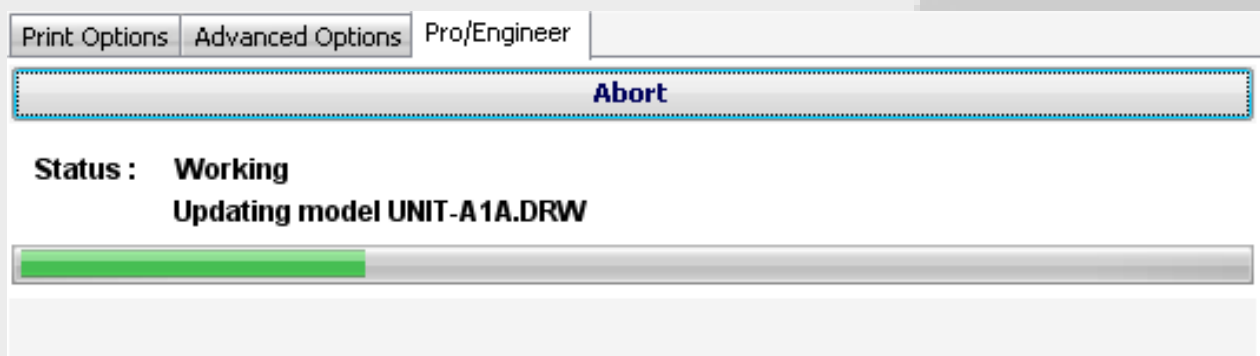
Εικόνα 5.13

Τώρα το πρόγραμμα αναζητά τα αρχεία των μοντέλων των εξαρτημάτων στον προκαθορισμένο φάκελο που του έχουμε υποδείξει. Το Pro/Engineer πρέπει να είναι ανοικτό και να έχει τον παραπάνω φάκελο ορισμένο σαν Working Directory.

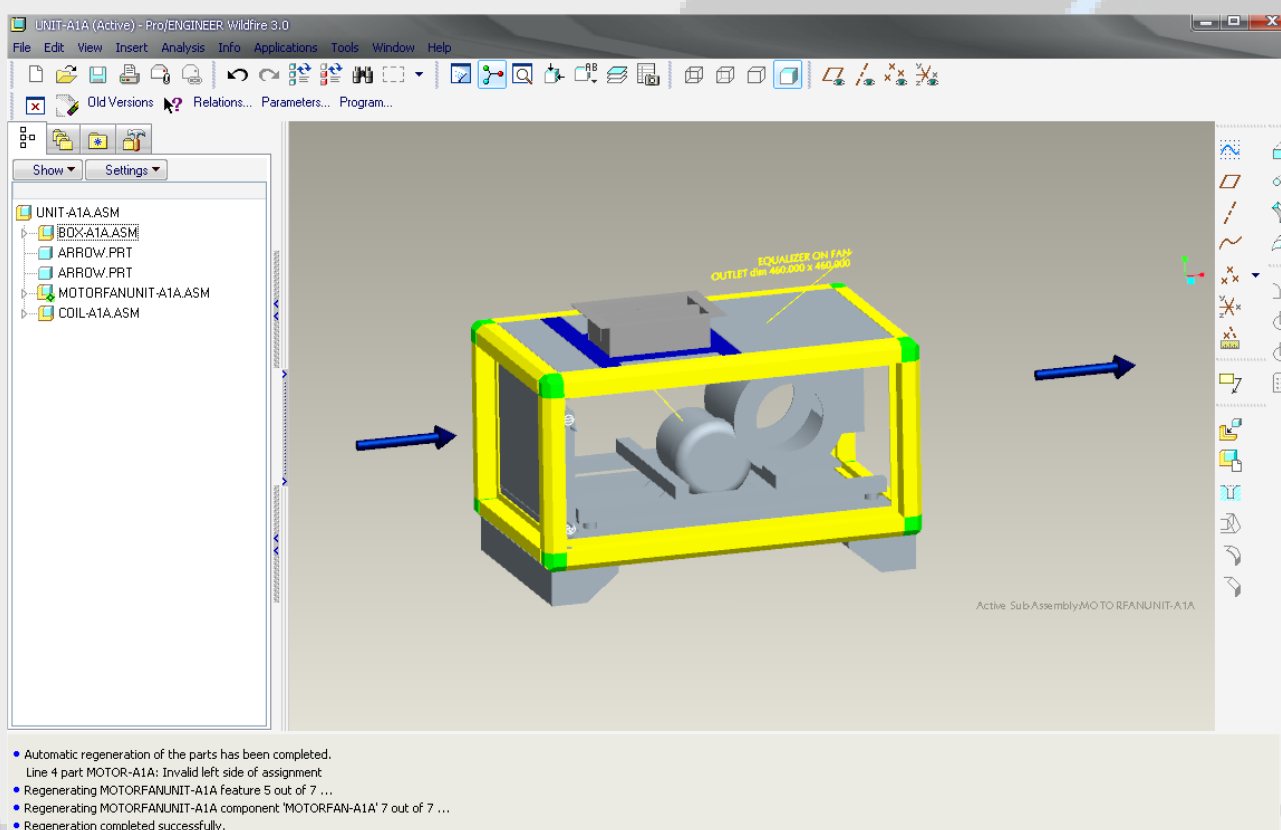
Όταν έγινε η σχεδίαση των μοντέλων καταγράψαμε όλες τις παραμέτρους που έλεγχαν όλα τα μοντέλα. Με αυτήν την λίστα έγινε η ανάπτυξη του κώδικα του προγράμματος AHU Selection από τους προγραμματιστές της Infocad, ώστε οι παράμετροι που εξάγονται όταν σχεδιάζουμε μία μονάδα στο AHU Selection να ταιριάζουν με αυτές που χρησιμοποιούν τα μοντέλα του Pro/Engineer.

Το πρόγραμμα περνάει αυτές τις παραμέτρους στα τρισδιάστατα μοντέλα, ένα-ένα (Εικόνα 5.14).

Αφού η αναπαραγωγή των μοντέλων είναι επιτυχής ανοίγει στο Pro/Engineer το μοντέλο της κεντρικής μονάδας.(Εικόνα 5.15)



Εικόνα 5.14



Εικόνα 5.15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

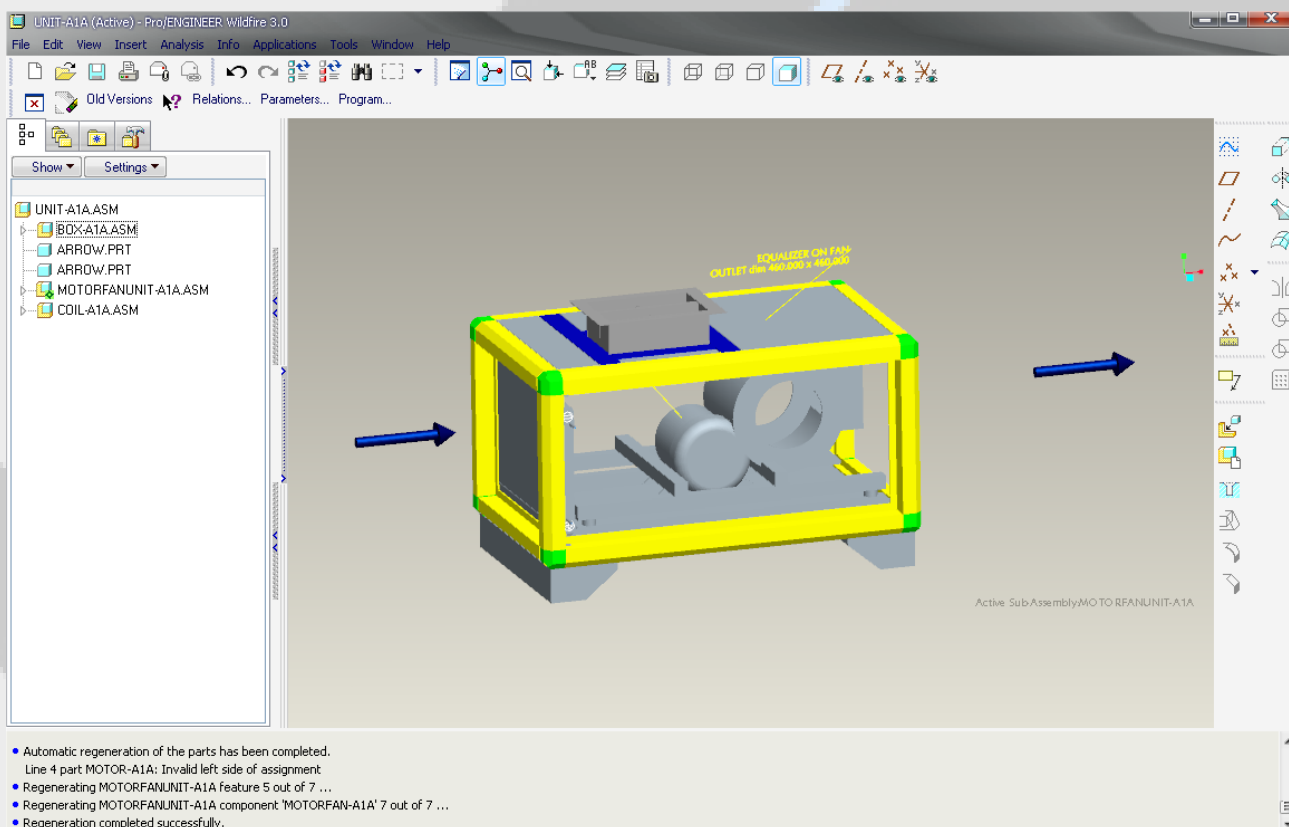
6.1 Τελικά αποτελέσματα

Στο Κεφάλαιο 5 είδαμε στην πράξη την διαδικασία σχεδίασης των τρισδιάστατων μοντέλων ώστε να μπορεί να υλοποιηθεί η μέθοδος Design to Order. Μετά την ολοκλήρωση της σχεδίασης είδαμε και πως είναι δυνατή η αυτοματοποίηση στην αναπαραγωγή των μοντέλων.

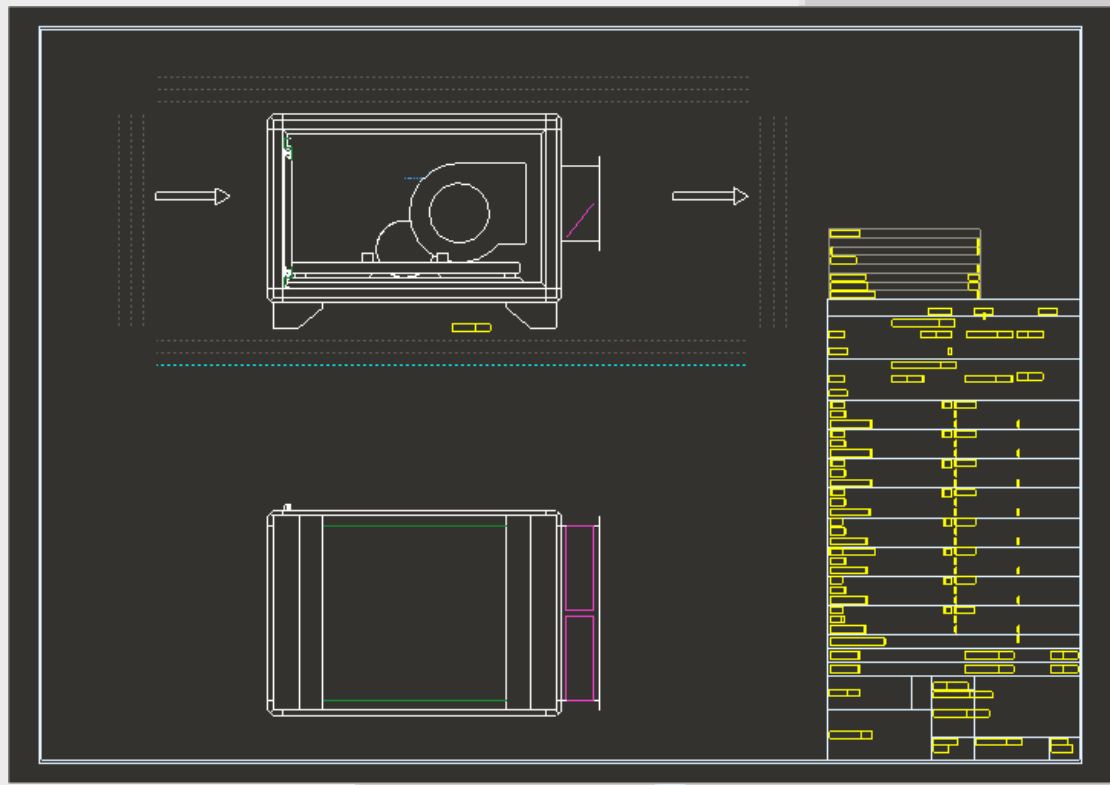
Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα AHU Selection τα εξαγόμενα που μπορούμε να έχουμε είναι τα τρισδιάστατα μοντέλα, μηχανολογικά σχέδια για οποιοδήποτε κομμάτι και συναρμολόγηση και ειδικά για την συγκεκριμένη εφαρμογή για τα κλιματιστικά της Βιοσώλ μηχανολογικά σχέδια για την κοπή των λαμαρινών των πάνελ. Ακόμη με τον κατάλληλο προγραμματισμό μπορούν να εξαχθούν προγράμματα για CNC εργαλειομηχανές για την αυτόματη κατεργασία των κομματιών.

Μερικά παραδείγματα:

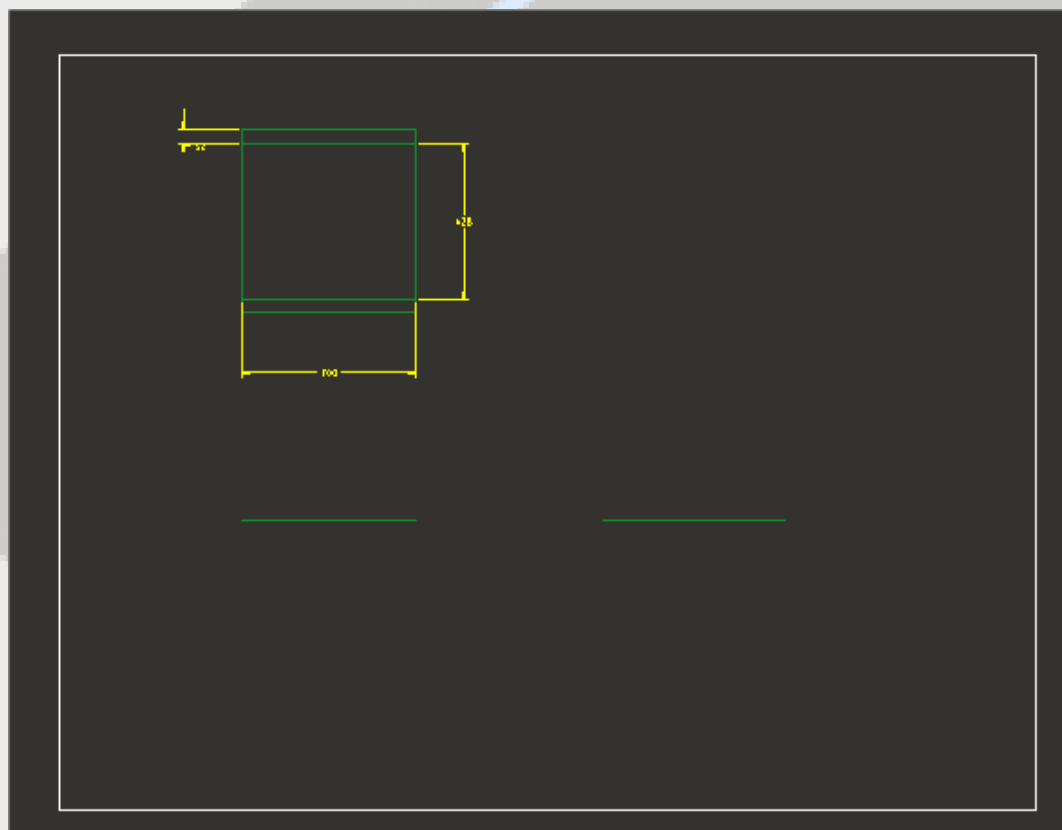
Τρισδιάστατα μοντέλα



Μηχανολογικά Σχέδια



Expanded sheetmetal Drawings



6.2 Επέκταση της εργασίας

Με την εργασία αυτή δείξαμε το τεχνικό υπόβαθρο και την λογική της σχεδίασης ώστε να μπορεί να υλοποιηθεί η μέθοδος Design to Order. Το σημείο που φτάσαμε ήταν μέχρι την αυτοματοποίηση στην εξαγωγή των τελικών τρισδιάστατων μοντέλων και μηχανολογικών σχεδίων.

Η εργασία αυτή μπορεί να επεκταθεί για πρακτική εφαρμογή αναπτύσσοντας το πρόγραμμα AHU Selection σε HTML περιβάλλον ώστε να μπορεί κάποιος να το δουλέψει μέσω internet. Έτσι έχοντας σε έναν server το AHU Selection και το Pro/Engineer μπορεί η διαδικασία της επιλογής ενός κλιματιστικού AHU να γίνεται απομακρυσμένα.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση της Βιοσώλ Α.Ε., ο τεχνικός της εταιρείας χρησιμοποιώντας την παραπάνω δυνατότητα, θα κάνει log in στον server της InfoCAD χρησιμοποιώντας τον προσωπικό του κωδικό και θα έχει πρόσβαση σε μία ιστοσελίδα με το περιβάλλον εργασίας του AHU Selection. Έπειτα θα διαμορφώνει την κεντρική μονάδα κλιματισμού στα δεδομένα του πελάτη του και όταν τελειώσει τα μοντέλα θα αναπαραχθούν στον server και θα του αποσταλούν τα μηχανολογικά σχέδια των εξαρτημάτων και της μονάδας με e-mail μέσα σε λίγα λεπτά όπου μπορούν να προωθηθούν στην παραγωγή για να αρχίσει η κατεργασία τους.

Έτσι μειώνεται δραματικά ο χρόνος σχεδίασης και οι οποιεσδήποτε αλλαγές γίνονται πολύ γρήγορα. Ακόμη περιορίζεται και το κόστος αφού δεν χρειάζεται η εταιρεία να έχει δικό της σχεδιαστή και μηχανήματα.

6.3 Επίλογος

Κατά την διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας παρουσιάστηκε η μέθοδος Design to Order για την ανάπτυξη ενός προϊόντος. Σε συνεργασία με τις εταιρείες InfoCAD S.A. και Βιοσώλ Α.Β.Ε εξερευνήθηκαν και αναπτύχθηκαν νέες τεχνικές σχεδίασης προϊόντων στο σύστημα CAD Pro/Engineer.

Με την μέθοδο αυτή που αναπτύχθηκε είναι δυνατή η δημιουργία μοντέλων ευέλικτων αρκετά ώστε να διαμορφώνονται κατάλληλα, ανάλογα με τις απαιτήσεις του πελάτη και τους κατασκευαστικούς περιορισμούς.

Η μέθοδος αυτή προσφέρει μεγάλη ευελιξία στη σχεδίαση ενός προϊόντος σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους, μειωμένο κόστος και κυρίως μεγαλύτερη ταχύτητα. Η πρακτική χρησιμοποίηση της είναι περιορισμένη λόγω του ότι είναι κάτι νέο που αναπτύχθηκε μόνο τα τελευταία χρόνια, αλλά στο μέλλον προβλέπεται να είναι ο κανόνας στην μαζική σχεδίαση προϊόντων.

Βιβλιογραφία

1. J.Hoschek/W.Dankwort, "Parametric and Variational Design", B.G. Teubner Stuttgart 1994
2. J.C.H. Chung, "Constraint-Based Variational Design", SDRC
3. Mark Henault, Sean Sevrence and Mike Walraven(1996), "Automating Design in Pro/ENGINEER with Pro/PROGRAM"
4. Νικόλαος Μπιλάλης, «Μελέτη και Ανάπτυξη Προϊόντων», Πολυτεχνείο Κρήτης
5. Ιωάννης Κατσιγιαννης, "TOP DOWN METHODOLOGY", Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης
6. Siva R. Chavali, Chiradeep Sen, Gregory M. Mocko and Joshua D. Summers, "Using Rule Based Design in Engineer to Order Industry: An SME Case Study", Clemson University 2008
7. Attila Tasnadi, "Production in advance versus production to order", University of Bohn 2003
8. Wikipedia,"Air Handling Units", http://en.wikipedia.org/wiki/Air_handler
9. Biossol Brochures, "KKM Frame" and "MC Catalog".
- 10.PTC University, "Advanced Assembly Management with Pro/ENGINEER Wildfire 3.0", Web Based Training
- 11.PTC Pro/Engineer Help, "Fundamentals in Pro/Engineer"

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

BIOSSOL PROJECT PARAMETER LIST

BOX-A1A.ASM

BOXDEPTH	
BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
STIFTHICK	
CORNERSIZE	
CORNERCLEARANCE	
SIDELEFTPANEL	(Yes, No) defines whether we have panel or not
SIDERIGHTPANEL	(Yes, No) defines whether we have panel or not
UPPERPANEL	(Yes, No) defines whether we have panel or not
LOWERPANEL	(Yes, No) defines whether we have panel or not
BASEID	Defines the base geometry we want(1=blocks, 2=beams)
WITHBASE	(Yes, No) defines whether we have base or not
BOXXPOS	
BOXYPOS	
BOXZPOS	

FULLPANEL-A1A.ASM & FULLPANEL-A2A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
BOXDEPTH	
STIFTHICK	Defines the thickness of the stiffeners
COLQTY	Defines the quantity of the panel columns
ROWQTY	Defines the quantity of the panel rows
COLWIDTH1	Defines the width of the 1 st column of the panel
COLWIDTH2	Defines the width of the 2 st column of the panel, if any
COLWIDTH3	Defines the width of the 3 st column of the panel, if any
COLWIDTH4	Defines the width of the 4 st column of the panel, if any
COLWIDTH5	Defines the width of the 5 st column of the panel, if any
ROWHEIGHT1	Defines the height of the panels 1 st row
HEIGHT	Parameter
WIDTH	Parameter
CORNERSIZE	
MERGECOL1	Defines the placement of the 1st panel we want to merge
MERGECOL2	Defines the placement of the 2st panel we want to merge
DOORWIDTH	Defines the width of the 1 st door if any
DOORHEIGHT	Defines the height of the 1 st door if any
DOORPLACEMENT	Defines the placement of the 1st door(ex:21 : 1st row -2nd colum)
DOORX	1 st Door x pos

DOORY	1 st Door y pos
DOORWIDTH2	
DOORHEIGHT2	
DOORPLACEMENT2	
DOOR2X	
DOOR2Y	
DOORQTY	Defines the doors quantity
WINDOWQTY	Defines the window quantity
WINDOWPLACEMENT	
WINDOWX	
WINDOWY	
WINDOWHEIGHT	
WINDOWWIDTH	
WINDOWPLACEMENT2	
WINDOWX2	
WINDOWY2	
WINDOWHEIGHT2	
WINDOWWIDTH2	

FULLSIDE PANEL-A1A.ASM & FULLSIDE PANEL-A2A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXDEPTH	
STIFTHICK	
CORNERSIZE	
STATE	Parameter
DAMPERX	Horizontal position of the damper
DAMPERY	Vertical position of the damper
DAMPERHEIGHT	Defines the height of the damper
DAMPERWIDTH	Defines the width of the damper
STATE2	Parameter
DAMPER2X	Horizontal position of the damper
DAMPER2Y	Vertical position of the damper
DAMPERHEIGHT2	Defines the height of the damper
DAMPERWIDTH2	Defines the width of the damper
NUMBEROFDAMPERS	Defines the number of dampers (1,2)

DAMPER-A1A.ASM

DAMPERFRAMEHEIGHT	
DAMPERFRAMEWIDTH	
DAMPERNOTE	
NUMBEROFFINS	
XPOS	
XROT	

YPOS	
YROT	
ZPOS	
ZROT	
DAMPERSTIFFTHICK	
STATE	(1or 2) 1:simple, 2:with reinforcement

UPPERFULLPANEL-A1A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXDEPTH	
STIFTHICK	
CORNERSIZE	
STATE	Parameter
DAMPERX	Horizontal position of the damper
DAMPERY	Vertical position of the damper
DAMPERHEIGHT	Defines the height of the damper
DAMPERWIDTH	Defines the width of the damper
STATE2	Parameter
DAMPER2X	Horizontal position of the damper
DAMPER2Y	Vertical position of the damper
DAMPERHEIGHT2	Defines the height of the damper
DAMPERWIDTH2	Defines the width of the damper
STATE3	Parameter
DAMPER3X	Horizontal position of the damper
DAMPER3Y	Vertical position of the damper
DAMPERHEIGHT3	Defines the height of the damper
DAMPERWIDTH3	Defines the width of the damper
STATE4	Parameter
DAMPER4X	Horizontal position of the damper
DAMPER4Y	Vertical position of the damper
DAMPERHEIGHT4	Defines the height of the damper
DAMPERWIDTH4	Defines the width of the damper
NUMBEROFDAMPERS	Defines the number of dampers (1...4)

LOWERPANEL-A1A.ASM

BOXWIDTH	
BOXDEPTH	
STIFTHICK	
CORNERSIZE	
NUMBEROFBASINS	Defines the number of basins (1...5)
BASINX1	
BASINX2	
BASINX3	
BASINX4	
BASINX5	
BASINWIDTH1	
BASINWIDTH2	

BASINWIDTH3	
BASINWIDTH4	
BASINWIDTH5	

COIL-A1A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
BOXLENGTH	
GRACE	
HCELEMENTHEIGHT	
HCELEMENTLENGTH	
HCELEMENTWIDTH	
HCNOTE	
XPOS	
YPOS	
ZPOS	
AIRIN	
AIROUT	
COILTYPE	Defines the type of the coil: COMMON, HEATING, COOLING,STEAM,DX

HEAT EXCHANGER FILTER.ASM

BOX DEPTH	
BOXWIDTH	
BOXHEIGHT	
BOXDEPTHRATIO	
SECTIONHEIGHT	
BOXWIDTHRATIO	
CORNER	
FILTER_X	
FILTER_Z	
FILTER2_X	
FILTER2_Z	
UPLFTFILTER	
DOWNLEFTFILTER	
UPRIGHTFILTER	
DOWNLEFTFILTER	
FREEPOSSFILTERQNY	

PREFILTER-A1A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
PFELEMENTHEIGHT	
PFELEMENTLENGTH	

PFELEMENTWIDTH	
PFNUMOFHORIZONTALELEMENTS	
PFNUMOFVERTICALELEMENTS	
XPOS	
XROT	
YPOS	
YROT	
ZPOS	
ZROT	
GRACE	

CARBONFILTER-A1A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
CFELEMENTLENGTH	
XPOS	
XROT	
YPOS	
YROT	
ZPOS	
ZROT	
GRACE	

SOFTBAGFILTER-A1A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
BFELEMENTLENGTH	
XPOS	
XROT	
YPOS	
YROT	
ZPOS	
ZROT	
GRACE	

RIGIDBAGFILTER-A1A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
BFELEMENTLENGTH	
XPOS	
XROT	
YPOS	
YROT	

ZPOS	
ZROT	
GRACE	

ROLLFILTER-A1A.ASM

BOXHEIGHT	
BOXWIDTH	
RFELEMENTLENGTH	
XPOS	
XROT	
YPOS	
YROT	
ZPOS	
ZROT	
GRACE	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

RELATIONS

UNIT-A1A.ASM

DRAWING_SCALE_FACTOR=2500/UNITLENGTH

\$D51=0
IF ARROW1DIR=="LEFT"
 \$D51=180
ENDIF
\$D54 = ARROW1ZPOS
\$D52 = ARROW1XPOS
\$D53 = ARROW1YPOS

\$D55=0
IF ARROW2DIR=="LEFT"
 \$D55=180
ENDIF

\$D62=0
IF ARROW3DIR=="LEFT"
 \$D62=180
ENDIF

\$D68=0
IF ARROW4DIR=="LEFT"
 \$D68=180
ENDIF

\$D60 = ARROW2ZPOS
\$D58 = ARROW2XPOS
\$D59 = ARROW2YPOS
\$D66 = ARROW3ZPOS
\$D65 = ARROW3YPOS
\$D64 = ARROW3XPOS
\$D70 = ARROW4XPOS
\$D71 = ARROW4YPOS
\$D72 = ARROW4ZPOS

\$d76=cornersize:3+20
\$d77=(boxdepth:3)/2
\$d78=0

BOX-A1A.ASM

\$D143=BOXXPOS
\$D144=BOXYPOS
\$D145=BOXZPOS

D90=BOXDEPTH-CORNERSIZE

D65=CORNERSIZE
D16 = BOXDEPTH
D17 = BOXHEIGHT
D9 = BOXWIDTH
D11 = BOXHEIGHT
D4 = BOXDEPTH
D3 = BOXWIDTH
D78=BOXDEPTH-55

D96=CORNERSIZE

```

D95=BOXWIDTH
D115=BOXHEIGHT-55
D114=CORNERSIZE
D113=0
D102=CORNERSIZE
D101=0

CORNERCLEARANCE:5=CORNERCLEARANCE
CORNERSIZE:5=CORNERSIZE
BOXDEPTH:5=BOXDEPTH
BOXHEIGHT:5=BOXHEIGHT
BOXWIDTH:5=BOXWIDTH

BOXWIDTH:13=BOXWIDTH
CORNERCLEARANCE:13=CORNERCLEARANCE
CORNERSIZE:13=CORNERSIZE
BOXDEPTH:13=BOXDEPTH
BOXHEIGHT:13=BOXHEIGHT

BOXWIDTH:21=BOXWIDTH
CORNERCLEARANCE:21=CORNERCLEARANCE
CORNERSIZE:21=CORNERSIZE
BOXDEPTH:21=BOXDEPTH
BOXHEIGHT:21=BOXHEIGHT

BOXWIDTH:29=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:29=BOXHEIGHT
CORNERCLEARANCE:29=CORNERCLEARANCE
CORNERSIZE:29=CORNERSIZE
BOXDEPTH:29=BOXDEPTH

/*FULLPANEL-A1A RELATIONS*****\
*****
/*BOXWIDTH:35=BOXWIDTH-2*(CORNERSIZE)
/*BOXHEIGHT:35=BOXHEIGHT-2*(CORNERSIZE)
STIFTHICK:37=STIFTHICK
cornersize:37=cornersize

/*FULLPANEL-A2A RELATIONS*****\
*****
/*BOXWIDTH:45=BOXWIDTH-2*(CORNERSIZE)
/*BOXHEIGHT:45=BOXHEIGHT-2*(CORNERSIZE)
STIFTHICK:47=STIFTHICK
cornersize:47=cornersize

/*BASE RELATIONS*****8
BOXWIDTH:184=BOXWIDTH-100
BOXDEPTH:184=BOXDEPTH-100

BOXWIDTH:182=BOXWIDTH-20
BOXDEPTH:182=BOXDEPTH-40

/*LOWERFULLPANEL-A1A RELATIONS*****
/*BOXWIDTH:59=BOXWIDTH
/*BOXDEPTH:59=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
cornersize:69=cornersize
stifthick:69=stifthick

/*UPPERFULLPANEL-A1A RELATIONS*****
/*BOXDEPTH:55=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
/*BOXHEIGHT:55=BOXWIDTH-CORNERSIZE
cornersize:53=cornersize
stifthick:53=stifthick

/*FULLSIDEPANEL-A2A RELATIONS*****
/*BOXHEIGHT:51=BOXHEIGHT-CORNERSIZE
/*BOXDEPTH:51=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
cornersize:65=cornersize
stifthick:65=stifthick

```

MOTORFANUNIT-A1A.ASM

```
/*ORIENTATION
IF AIRIN=="RIGHT"
    d2=180
ELSE
    d2=0
ENDIF

$d3 =XPOS
$d4 =YPOS
$d5 =ZPOS+BEAMHEIGHT/2

BEAMWIDTH:164=BEAMWIDTH
BEAMHEIGHT:164=BEAMHEIGHT
BOXLENGTH:164=BOXLENGTH

BOXWIDTH:166=BOXWIDTH
BEAMHEIGHT:166=BEAMHEIGHT
BOXLENGTH:166=BOXLENGTH
SILENTBLOCKDIA:166=SILENTBLOCKDIA
SILENTBLOCKHEIGHT:166=SILENTBLOCKHEIGHT
FANWIDTH:166=FANWIDTH

BEAMWIDTH:168=BEAMWIDTH
BEAMHEIGHT:168=BEAMHEIGHT
BOXLENGTH:168=BOXLENGTH
SILENTBLOCKHEIGHT:168=SILENTBLOCKHEIGHT

BOXWIDTH:67=BOXWIDTH
BEAMWIDTH:67=BEAMWIDTH
BOXLENGTH:67=BOXLENGTH
FANWIDTH:67=FANWIDTH

BOXWIDTH:170=BOXWIDTH
MOTORBASEBEAMWIDTH:170=MOTORBASEBEAMWIDTH
BEAMWIDTH:170=BEAMWIDTH
FANWIDTH:170=FANWIDTH
MOTORBASEBEAMHEIGHT:170=MOTORBASEBEAMHEIGHT

BEAMHEIGHT:71=BEAMHEIGHT
MOTORBASEBEAMHEIGHT:71=MOTORBASEBEAMHEIGHT
BOXLENGTH:71=BOXLENGTH
MOTORFEETSPAN:71=MOTORFEETSPAN
SILENTBLOCKHEIGHT:71=SILENTBLOCKHEIGHT

BOXLENGTH:172=BOXLENGTH
BOXWIDTH:172=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:172=BOXHEIGHT
BEAMWIDTH:172=BEAMWIDTH
SILENTBLOCKHEIGHT:172=SILENTBLOCKHEIGHT
BEAMHEIGHT:172=BEAMHEIGHT
AIROUT:172=AIROUT
FANWIDTH:172=FANWIDTH
FANOPENHEIGHT:172=FANOPENHEIGHT

BOXLENGTH:174=BOXLENGTH
BOXWIDTH:174=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:174=BOXHEIGHT
BEAMWIDTH:174=BEAMWIDTH
SILENTBLOCKHEIGHT:174=SILENTBLOCKHEIGHT
BEAMHEIGHT:174=BEAMHEIGHT
AIROUT:174=AIROUT
FANOPENHEIGHT:174=FANOPENHEIGHT

SILENTBLOCKHEIGHT:176=SILENTBLOCKHEIGHT
MOTORFEETSPAN:176=MOTORFEETSPAN
MOTORDIA:176=MOTORDIA
BEAMWIDTH:176=BEAMWIDTH
BOXLENGTH:176=BOXLENGTH
BEAMHEIGHT:176=BEAMHEIGHT
MOTORBASEBEAMHEIGHT:176=MOTORBASEBEAMHEIGHT
```

COIL-A1A.ASM

```
/*HCELEMENTHEIGHT=BOXHEIGHT-GRACE*2

d5=ZPOS
d3=XPOS
d4=YPOS

/*PANO KOFTRA VERTICAL PLACEMENT ADJ
$d17=HCELEMENTHEIGHT+GRACE

/*KATO KOFTRA VERTICAL PLACEMENT ADJ
$d11=GRACE

/*KOFTRAS HORIZONTAL PLACEMENT ADJ
$d9=-HCELEMENTLENGTH/2
$d15=-HCELEMENTLENGTH/2

HCELEMENTLENGTH:184=HCELEMENTLENGTH
HCELEMENTWIDTH:184=HCELEMENTWIDTH
BOXWIDTH:184=BOXWIDTH

HCELEMENTLENGTH:178=HCELEMENTLENGTH
HCELEMENTWIDTH:178=HCELEMENTWIDTH
HCELEMENTHEIGHT:178=HCELEMENTHEIGHT
BOXWIDTH:178=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:178=BOXHEIGHT
BOXLENGTH:178=BOXLENGTH
GRACE:178=GRACE
COILTYPE:178=COILTYPE

BOXWIDTH:180=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:180=HCELEMENTHEIGHT
HCELEMENTLENGTH:180=HCELEMENTLENGTH

BOXWIDTH:79=BOXWIDTH
HCELEMENTHEIGHT:79=HCELEMENTHEIGHT
COILTYPE:79=COILTYPE
```

DROPELIMINATOR-A1A.ASM

```
$d5=ZPOS
$d3=XPOS
$d4=YPOS
$d0=XROT
$d2=ZROT
$d1=YROT
DEELEMENTHEIGHT=BOXHEIGHT-GRACE*2

/*PANO KOFTRA VERTICAL PLACEMENT ADJ
$d17=DEELEMENTHEIGHT+GRACE

/*KATO KOFTRA VERTICAL PLACEMENT ADJ
$d11=GRACE

/*KOFTRAS HORIZONTAL PLACEMENT ADJ
$d9=-DEELEMENTLENGTH/2
$d15=-DEELEMENTLENGTH/2

BOXWIDTH:208=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:208=BOXHEIGHT
DEELEMENTHEIGHT:208=DEELEMENTHEIGHT
DEELEMENTLENGTH:208=DEELEMENTLENGTH
DEELEMENTWIDTH:208=DEELEMENTWIDTH
GRACE:208=GRACE

BOXWIDTH:210=BOXWIDTH
DEELEMENTHEIGHT:210=DEELEMENTHEIGHT
DEELEMENTLENGTH:210=DEELEMENTLENGTH
DEELEMENTWIDTH:210=DEELEMENTWIDTH
GRACE:210=GRACE
```

PERFILTER-A1A.ASM

```
$D0=XROT
$D1=YROT
$D2=ZROT
$D3=XPOS
$D4=YPOS
$D5=ZPOS

IF PFNUMOFVERTICALELEMENTS>=1
PFELEMENTHEIGHT=(BOXHEIGHT-2*GRACE)/PFNUMOFVERTICALELEMENTS
ELSE
PFELEMENTHEIGHT=BOXHEIGHT-2*GRACE
ENDIF

IF PFNUMOFHORIZONTALLEMENTS>=1
PFELEMENTWIDTH=BOXWIDTH/PFNUMOFHORIZONTALLEMENTS
ELSE
PFELEMENTWIDTH=BOXWIDTH
ENDIF

/*PANO KOFTRA VERTICAL PLACEMENT ADJ
$d17=PFNUMOFVERTICALELEMENTS*PFELEMENTHEIGHT+grace
$d11=grace

/*KOFTRAS HORIZONTAL PLACEMENT ADJ
$d9=-PFELEMENTLENGTH/2
$d15=-PFELEMENTLENGTH/2

PFNUMOFVERTICALELEMENTS:91=PFNUMOFVERTICALELEMENTS
PFNUMOFHORIZONTALLEMENTS:91=PFNUMOFHORIZONTALLEMENTS
PFELEMENTHEIGHT:91=PFELEMENTHEIGHT
PFELEMENTWIDTH:91=PFELEMENTWIDTH
PFELEMENTLENGTH:91=PFELEMENTLENGTH

PFELEMENTHEIGHT:212=PFELEMENTHEIGHT
PFELEMENTWIDTH:212=PFELEMENTWIDTH
PFELEMENTLENGTH:212=PFELEMENTLENGTH

PFNUMOFVERTICALELEMENTS:214=PFNUMOFVERTICALELEMENTS
PFNUMOFHORIZONTALLEMENTS:214=PFNUMOFHORIZONTALLEMENTS
PFELEMENTHEIGHT:214=PFELEMENTHEIGHT
PFELEMENTWIDTH:214=PFELEMENTWIDTH
PFELEMENTLENGTH:214=PFELEMENTLENGTH
```

ATTENUATOR-A1A.ASM

```
$D0=XROT
$D1=YROT
$D2=ZROT
$D3=XPOS
$D4=YPOS
$D5=ZPOS

ATELEMENTHEIGHT=BOXHEIGHT-GRACE*2

/*PANO KOFTRA VERTICAL PLACEMENT ADJ
$d17=ATELEMENTHEIGHT+GRACE

/*KATO KOFTRA VERTICAL PLACEMENT ADJ
$d11=GRACE

/*KOFTRAS HORIZONTAL PLACEMENT ADJ
$d9=-ATELEMENTLENGTH/2
$d15=-ATELEMENTLENGTH/2

ATELEMENTHEIGHT:216=ATELEMENTHEIGHT
```


ATELEMENTLENGTH:216=ATELEMENTLENGTH
ATELEMENTWIDTH:216=ATELEMENTWIDTH
BOXWIDTH:216=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:216=BOXHEIGHT
GRACE:216=GRACE

ATELEMENTLENGTH:218=ATELEMENTLENGTH
ATELEMENTWIDTH:218=ATELEMENTWIDTH

TRIPOD-A1A.ASM

d21 = CORNERSIZE+CORNERCLEARANCE
d34 = CORNERSIZE+CORNERCLEARANCE
d29 = CORNERSIZE+CORNERCLEARANCE
d60 = BOXWIDTH

BOXWIDTH:7=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:7=BOXHEIGHT
BOXDEPTH:7=BOXDEPTH
CORNERSIZE:7=CORNERSIZE
CORNERCLEARANCE:7=CORNERCLEARANCE

BOXWIDTH:9=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:9=BOXHEIGHT
BOXDEPTH:9=BOXDEPTH
CORNERSIZE:9=CORNERSIZE
CORNERCLEARANCE:9=CORNERCLEARANCE

BOXWIDTH:11=BOXWIDTH
BOXHEIGHT:11=BOXHEIGHT
BOXDEPTH:11=BOXDEPTH
CORNERSIZE:11=CORNERSIZE
CORNERCLEARANCE:11=CORNERCLEARANCE

FULLPANEL-A1A.ASM

WIDTH= BOXWIDTH-2*cornersize
HEIGHT=BOXHEIGHT-2*cornersize

/*****

IF ROWQTY==1
ROWHEIGHT1=HEIGHT
ENDIF

IF COLQTY==1
COLWIDTH1=WIDTH
COLWIDTH2=0
COLWIDTH3=0
COLWIDTH4=0
COLWIDTH5=0
ENDIF

IF COLQTY==2
COLWIDTH2=WIDTH-(COLWIDTH1+STIFTHICK)
COLWIDTH3=0
COLWIDTH4=0
COLWIDTH5=0
ENDIF

IF COLQTY==3
COLWIDTH3=WIDTH-(COLWIDTH1+COLWIDTH2+2*STIFTHICK)
COLWIDTH4=0
COLWIDTH5=0
ENDIF

IF COLQTY==4
COLWIDTH4=WIDTH-(COLWIDTH1+COLWIDTH2+COLWIDTH3+3*STIFTHICK)
COLWIDTH5=0
ENDIF
IF COLQTY==5

```

COLWIDTH5=WIDTH-(COLWIDTH1+COLWIDTH2+COLWIDTH3+COLWIDTH4+4*STIFTHICK)
ENDIF
/*****
/*FIRST ROW*****
D5=CORNERSIZE
D11=CORNERSIZE
D17=CORNERSIZE
D23=CORNERSIZE
D29=CORNERSIZE
D35=CORNERSIZE
D41=CORNERSIZE
D47=CORNERSIZE
D53=CORNERSIZE

D9=COLWIDTH1
D15=COLWIDTH1+STIFTHICK
D21=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2
D27=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
D33=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3
D39=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
D45=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4
D51=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+
STIFTHICK

/*ROW OF STIFENERS*****

D63=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D69=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D75=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D81=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D87=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK

D67=COLWIDTH1+STIFTHICK
D73=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
D79=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
D85=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+
STIFTHICK

/*SECOND ROW*****

D93=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D99=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D105=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D117=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK
D123=CORNERSIZE+ROWHEIGHT1+STIFTHICK

D97=COLWIDTH1+STIFTHICK
D103=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
D115=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
D121=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+
STIFTHICK

/*PANEL RELATIONS*****\
*****
PWIDTH:39=COLWIDTH1
IF (MERGECOL1==1 || MERGECOL2==1)
PHEIGHT:39=HEIGHT
ELSE
PHEIGHT:39=ROWHEIGHT1
ENDIF

PWIDTH:845=COLWIDTH2
IF (MERGECOL1==2 || MERGECOL2==2)
PHEIGHT:845=HEIGHT
ELSE
PHEIGHT:845=ROWHEIGHT1
ENDIF

PWIDTH:847=COLWIDTH3
IF (MERGECOL1==3 || MERGECOL2==3)
PHEIGHT:847=HEIGHT
ELSE

```

```

PHEIGHT:847=ROWHEIGHT1
ENDIF

PWIDTH:849=COLWIDTH4
IF (MERGECOL1==4 || MERGECOL2==4)
PHEIGHT:849=HEIGHT
ELSE
PHEIGHT:849=ROWHEIGHT1
ENDIF

PWIDTH:851=COLWIDTH5
IF (MERGECOL1==5 || MERGECOL2==5)
PHEIGHT:851=HEIGHT
ELSE
PHEIGHT:851=ROWHEIGHT1
ENDIF

PWIDTH:853=COLWIDTH1
PHEIGHT:853=HEIGHT-(ROWHEIGHT1+STIFTHICK)
PWIDTH:855=COLWIDTH2
PHEIGHT:855=HEIGHT-(ROWHEIGHT1+STIFTHICK)
PWIDTH:859=COLWIDTH3
PHEIGHT:859=HEIGHT-(ROWHEIGHT1+STIFTHICK)
PWIDTH:857=COLWIDTH4
PHEIGHT:857=HEIGHT-(ROWHEIGHT1+STIFTHICK)
PWIDTH:861=COLWIDTH5
PHEIGHT:861=HEIGHT-(ROWHEIGHT1+STIFTHICK)

/* VERTICAL STIFENERS RELATIONS*****
STIFLENGTH:36=HEIGHT
STIFWIDTH:36=STIFTHICK

STIFLENGTH:48=HEIGHT
STIFWIDTH:48=STIFTHICK

STIFLENGTH:50=HEIGHT
STIFWIDTH:50=STIFTHICK

STIFLENGTH:52=HEIGHT
STIFWIDTH:52=STIFTHICK

/*HORIZONTAL STIFENERS RELATIONS*****
STIFLENGTH:38=COLWIDTH1
STIFWIDTH:38=STIFTHICK

STIFLENGTH:40=COLWIDTH2
STIFWIDTH:40=STIFTHICK

STIFLENGTH:42=COLWIDTH3
STIFWIDTH:42=STIFTHICK

STIFLENGTH:44=COLWIDTH4
STIFWIDTH:44=STIFTHICK

STIFLENGTH:46=COLWIDTH5
STIFWIDTH:46=STIFTHICK

/*DOOR RELATIONS*****\
*****
IF DOORPLACEMENT==11
DOORHEIGHT=PHEIGHT:39
DOORWIDTH=PWIDTH:39
DOORX=0
DOORY=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==12
DOORHEIGHT=PHEIGHT:845
DOORWIDTH=PWIDTH:845
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK
DOORY=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==13
DOORHEIGHT=PHEIGHT:847
DOORWIDTH=PWIDTH:847
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK

```

```

DOORY=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==14
DOORHEIGHT=PHEIGHT:849
DOORWIDTH=PWIDHT:849
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
DOORY=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==15
DOORHEIGHT=PHEIGHT:851
DOORWIDTH=PWIDHT:851
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
DOORY=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==21
DOORHEIGHT=PHEIGHT:853
DOORWIDTH=PWIDHT:853
DOORX=0
DOORY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==22
DOORHEIGHT=PHEIGHT:855
DOORWIDTH=PWIDHT:855
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK
DOORY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==23
DOORHEIGHT=PHEIGHT:859
DOORWIDTH=PWIDHT:859
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
DOORY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==24
DOORHEIGHT=PHEIGHT:857
DOORWIDTH=PWIDHT:857
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
DOORY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT==25
DOORHEIGHT=PHEIGHT:861
DOORWIDTH=PWIDHT:861
DOORX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
DOORY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF

```

```

D127=DOORX
D128=DOORY+CORNERSIZE+DOORHEIGHT/5
D125=DOORHEIGHT/10
D129=2*DOORHEIGHT/5
D132=DOORHEIGHT/5
D130=DOORWIDTH/10
D131=DOORWIDTH-(2*DOORWIDTH/10)
D126=DOORWIDTH/10

```

```

D135=DOORY+CORNERSIZE+DOORHEIGHT/8
D134=DOORX+DOORWIDTH/8
D137=6*DOORHEIGHT/8
D138=100
D136=6*DOORWIDTH/8

```

```

/*WINDOW RELATIONS*****\
*****

```

```

IF WINDOWPLACEMENT==11
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:39
WINDOWWIDTH=PWIDHT:39
WINDOWX=0
WINDOWY=0
ENDIF

```

```

IF WINDOWPLACEMENT==12
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:845
WINDOWWIDTH=PWIDTH:845
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK
WINDOWY=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==13
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:847
WINDOWWIDTH=PWIDTH:847
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
WINDOWY=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==14
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:849
WINDOWWIDTH=PWIDTH:849
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
WINDOWY=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==15
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:851
WINDOWWIDTH=PWIDTH:851
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
WINDOWY=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==21
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:853
WINDOWWIDTH=PWIDTH:853
WINDOWX=0
WINDOWY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==22
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:855
WINDOWWIDTH=PWIDTH:855
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK
WINDOWY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==23
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:859
WINDOWWIDTH=PWIDTH:859
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
WINDOWY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==24
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:857
WINDOWWIDTH=PWIDTH:857
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
WINDOWY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT==25
WINDOWHEIGHT=PHEIGHT:861
WINDOWWIDTH=PWIDTH:861
WINDOWX=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
WINDOWY=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF

D154 = 8*WINDOWWIDTH/10
D153 = 8*WINDOWHEIGHT/10
D155=WINDOWX+WINDOWWIDTH/10
D156=WINDOWY+WINDOWHEIGHT/10+CORNERSIZE

/*WINDOW 2 RELATIONS*****\
*****
IF WINDOWPLACEMENT2==11
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:39
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:39
WINDOW2X=0
WINDOW2Y=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==12
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:845
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:845
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK
WINDOW2Y=0

```

```

ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==13
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:847
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:847
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
WINDOW2Y=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==14
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:849
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:849
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
WINDOW2Y=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==15
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:851
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:851
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
WINDOW2Y=0
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==21
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:853
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:853
WINDOW2X=0
WINDOW2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==22
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:855
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:855
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK
WINDOW2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==23
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:859
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:859
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
WINDOW2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==24
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:857
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:857
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
WINDOW2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF WINDOWPLACEMENT2==25
WINDOWHEIGHT2=PHEIGHT:861
WINDOWWIDTH2=PWIDTH:861
WINDOW2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
WINDOW2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF

D159 = 8*WINDOWWIDTH2/10
D158 = 8*WINDOWHEIGHT2/10
D160=WINDOW2X+WINDOWWIDTH2/10
D161=WINDOW2Y+WINDOWHEIGHT2/10+CORNERSIZE

/*DOOR2 RELATIONS*****\
*****

IF DOORPLACEMENT2==11
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:39
DOORWIDTH2=PWIDTH:39
DOOR2X=0
DOOR2Y=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==12
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:845
DOORWIDTH2=PWIDTH:845
DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK
DOOR2Y=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==13
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:847
DOORWIDTH2=PWIDTH:847

```

```

DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
DOOR2Y=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==14
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:849
DOORWIDTH2=PWIDHTH:849
DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
DOOR2Y=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==15
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:851
DOORWIDTH2=PWIDHTH:851
DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
DOOR2Y=0
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==21
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:853
DOORWIDTH2=PWIDHTH:853
DOOR2X=0
DOOR2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==22
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:855
DOORWIDTH2=PWIDHTH:855
DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK
DOOR2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==23
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:859
DOORWIDTH2=PWIDHTH:859
DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK
DOOR2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==24
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:857
DOORWIDTH2=PWIDHTH:857
DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK
DOOR2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF
IF DOORPLACEMENT2==25
DOORHEIGHT2=PHEIGHT:861
DOORWIDTH2=PWIDHTH:861
DOOR2X=COLWIDTH1+STIFTHICK+COLWIDTH2+STIFTHICK+COLWIDTH3+STIFTHICK+COLWIDTH4+\
STIFTHICK
DOOR2Y=ROWHEIGHT1+STIFTHICK
ENDIF

$D170=-DOOR2X
D167=DOOR2Y+CORNERSIZE+DOORHEIGHT2/5
D166=DOORHEIGHT2/10
D168=2*DOORHEIGHT2/5
D163=DOORHEIGHT2/5
D164=DOORWIDTH2/10
D169=DOORWIDTH2-(2*DOORWIDTH2/10)
D165=DOORWIDTH2/10

d175=DOOR2Y+CORNERSIZE+DOORHEIGHT2/8
d174=DOOR2X+DOORWIDTH2/8
d172=6*DOORHEIGHT2/8
d173=100
d177=6*DOORWIDTH2/8

```

FULLSIDEPANEL-A1A.ASM

D5=CORNERSIZE

IF NUMBEROFDAMPERS==0

STATE=1

PWIDTH:45=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

PHEIGHT:45=BOXHEIGHT-2*CORNERSIZE

ENDIF

IF NUMBEROFDAMPERS>=1

STATE=4

D63=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2

D99=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2

D11=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2

D9=DAMPERX-(DAMPERWIDTH/2)-STIFTHICK

D23=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2

D21=DAMPERX+DAMPERWIDTH/2

D17=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2

D15=DAMPERX+DAMPERWIDTH/2+STIFTHICK

D69=DAMPERY+DAMPERHEIGHT/2+STIFTHICK

D93=DAMPERY+DAMPERHEIGHT/2+STIFTHICK

D183=DAMPERY

D181=DAMPERX

STIFLENGTH:62=DAMPERHEIGHT

STIFLENGTH:72=DAMPERHEIGHT

STIFLENGTH:64=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

STIFLENGTH:66=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

PWIDTH:45=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

PHEIGHT:45=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2-2*STIFTHICK

PWIDTH:855=DAMPERX-DAMPERWIDTH/2-STIFTHICK

PHEIGHT:855=DAMPERHEIGHT

PWIDTH:845=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPERX+DAMPERWIDTH/2+STIFTHICK)

PHEIGHT:845=DAMPERHEIGHT

PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

PHEIGHT:853=BOXHEIGHT-2*CORNERSIZE-(DAMPERY+DAMPERHEIGHT/2)

IF DAMPERWIDTH==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

STATE=2

ENDIF

IF DAMPERHEIGHT==BOXHEIGHT-CORNERSIZE

STATE=3

ENDIF

IF (BOXHEIGHT-CORNERSIZE-DAMPERY)<=(DAMPERHEIGHT/2+STIFTHICK)

STATE=5

IF DAMPERWIDTH==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

STATE=6

ENDIF

ENDIF

ENDIF

IF NUMBEROFDAMPERS>=2

STATE2=1

D189=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2

D195=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2

D201=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2

\$D199=DAMPER2X-(DAMPERWIDTH2/2)-STIFTHICK

D207=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2

D205=DAMPER2X+DAMPERWIDTH2/2

D213=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2

D211=DAMPER2X+DAMPERWIDTH2/2+STIFTHICK

D219=DAMPER2Y+DAMPERHEIGHT2/2+STIFTHICK

D225=DAMPER2Y+DAMPERHEIGHT2/2+STIFTHICK

D231=DAMPER2Y

D229=DAMPER2X

STIFLENGTH:70=DAMPERHEIGHT2


```

STIFLENGTH:48=DAMPERHEIGHT2
STIFLENGTH:68=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:50=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

PWIDTH:857=DAMPER2X-DAMPERWIDTH2/2-STIFTHICK
PHEIGHT:857=DAMPERHEIGHT2
PWIDTH:861=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPER2X+DAMPERWIDTH2/2+STIFTHICK)
PHEIGHT:861=DAMPERHEIGHT2
PWIDTH:875=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:875=BOXHEIGHT-2*CORNERSIZE-(DAMPER2Y+DAMPERHEIGHT2/2)

PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2-STIFTHICK-(DAMPERY+DAMPERHEIGHT/2+STIFTHICK)

IF DAMPERWIDTH2==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE2=2
ENDIF
IF (BOXHEIGHT-CORNERSIZE-DAMPER2Y)<=(DAMPERHEIGHT2/2+STIFTHICK)
STATE2=3
IF DAMPERWIDTH2==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE2=4
ENDIF
ENDIF
ENDIF

STIFWIDTH:62=STIFTHICK
STIFWIDTH:72=STIFTHICK
STIFWIDTH:64=STIFTHICK
STIFWIDTH:66=STIFTHICK

STIFWIDTH:68=STIFTHICK
STIFWIDTH:70=STIFTHICK
STIFWIDTH:48=STIFTHICK
STIFWIDTH:50=STIFTHICK

DAMPERFRAMEWIDTH:869=DAMPERWIDTH
DAMPERFRAMEHEIGHT:869=DAMPERHEIGHT
DAMPERFRAMEWIDTH:877=DAMPERWIDTH2
DAMPERFRAMEHEIGHT:877=DAMPERHEIGHT2

```

UPPERFULLPANEL-A1A.ASM

```

D5=CORNERSIZE
STIFWIDTH:104=STIFTHICK
STIFWIDTH:110=STIFTHICK
STIFWIDTH:106=STIFTHICK
STIFWIDTH:108=STIFTHICK

IF NUMBEROFDAMPERS==0
STATE=1
PWIDTH:55=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:55=BOXWIDTH-CORNERSIZE-CORNERSIZE
ENDIF

IF NUMBEROFDAMPERS>=1
damperframewidth:913=damperwidth
damperframeheight:913=damperheight

STATE=4
PWIDTH:55=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:55=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2-STIFTHICK-CORNERSIZE

D93=DAMPERY+STIFTHICK+DAMPERHEIGHT/2

PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BOXWIDTH-CORNERSIZE-(DAMPERY+DAMPERHEIGHT/2+STIFTHICK)

D63=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2
STIFLENGTH:106=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

D69=DAMPERY+STIFTHICK+DAMPERHEIGHT/2
D67=0
STIFLENGTH:108=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

```

```

D97=0
D99=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2
PWIDTH:855=DAMPERX-DAMPERWIDTH/2-STIFTHICK
PHEIGHT:855=DAMPERHEIGHT

D11=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2
D9=DAMPERX-DAMPERWIDTH/2-STIFTHICK
STIFLENGTH:104=DAMPERHEIGHT

D23=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2
D21=DAMPERX+DAMPERWIDTH/2
STIFLENGTH:110=DAMPERHEIGHT

D17=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2
D15=DAMPERX+DAMPERWIDTH/2+STIFTHICK
PWIDTH:845=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPERX+STIFTHICK+DAMPERWIDTH/2)
PHEIGHT:845=DAMPERHEIGHT

D183=DAMPERY
D181=DAMPERX
/*****

IF DAMPERWIDTH==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE=2
PWIDTH:55=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:55=DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2-STIFTHICK

D93=CORNERSIZE+DAMPERY+STIFTHICK+DAMPERHEIGHT/2

PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BOXWIDTH-CORNERSIZE-(DAMPERY+DAMPERHEIGHT/2+STIFTHICK)

D63=CORNERSIZE+DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2
STIFLENGTH:106=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

D69=CORNERSIZE+DAMPERY+STIFTHICK+DAMPERHEIGHT/2
D67=0
STIFLENGTH:108=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

D183=DAMPERY
D181=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE/2
ENDIF

/*****
IF DAMPERHEIGHT==BOXWIDTH-CORNERSIZE
STATE=3
PWIDTH:55=DAMPERX-DAMPERWIDTH/2-STIFTHICK
PHEIGHT:55=DAMPERHEIGHT

D9=DAMPERX-DAMPERWIDTH/2-STIFTHICK
D11=CORNERSIZE
STIFLENGTH:104=BOXWIDTH-CORNERSIZE

D21=DAMPERX+DAMPERWIDTH/2
D23=CORNERSIZE
STIFLENGTH:110=BOXWIDTH-CORNERSIZE

D15=DAMPERX+STIFTHICK+DAMPERWIDTH/2

PWIDTH:845=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPERX+STIFTHICK+DAMPERWIDTH/2)
PHEIGHT:845=DAMPERHEIGHT
D17=CORNERSIZE

D183=(BOXWIDTH-CORNERSIZE/2)+CORNERSIZE
D181=DAMPERX
ENDIF

/*****
IF STATE!=3
IF DAMPERY<=DAMPERHEIGHT/2+CORNERSIZE
STATE=5
D63=DAMPERHEIGHT+CORNERSIZE+STIFTHICK
STIFLENGTH:106=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:108=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

```

```

D93=DAMPERHEIGHT+STIFTHICK+CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BOXWIDTH-CORNERSIZE-DAMPERHEIGHT-STIFTHICK
PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
D97=0
D99=CORNERSIZE
PWIDTH:855=DAMPERX-DAMPERWIDTH/2-STIFTHICK
PHEIGHT:855=DAMPERHEIGHT

D11=CORNERSIZE
$D9=DAMPERX-DAMPERWIDTH/2-STIFTHICK
STIFLENGTH:104=DAMPERHEIGHT

D23=CORNERSIZE
D21=DAMPERX+DAMPERWIDTH/2
STIFLENGTH:110=DAMPERHEIGHT

D17=CORNERSIZE
D15=DAMPERX+DAMPERWIDTH/2+STIFTHICK
PWIDTH:845=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPERX+STIFTHICK+DAMPERWIDTH/2)
PHEIGHT:845=DAMPERHEIGHT

D183=DAMPERY
D181=DAMPERX
ENDIF
ENDIF
/******
IF DAMPERY<=DAMPERHEIGHT/2+CORNERSIZE
IF DAMPERWIDTH==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE=6
PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BOXWIDTH-CORNERSIZE-DAMPERHEIGHT-STIFTHICK

D63=DAMPERHEIGHT+CORNERSIZE+STIFTHICK
D93=DAMPERHEIGHT+CORNERSIZE+STIFTHICK
STIFLENGTH:106=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

D183=DAMPERY
D181=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE/2
ENDIF
ENDIF
ENDIF
/******
IF NUMBEROFDAMPERS>=2
STATE2=1

damperframewidth:915=damperwidth2
damperframeheight:915=damperheight2

PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=DAMPER2Y-DAMPERY-DAMPERHEIGHT/2-DAMPERHEIGHT2/2-2*STIFTHICK

D207=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2
D213=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2
D231=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2
D229=DAMPER2X-(DAMPERWIDTH2/2)-STIFTHICK
D243=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2
D241=DAMPER2X+DAMPERWIDTH2/2
D229=DAMPER2X-STIFTHICK-DAMPERWIDTH2/2
D237=DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2
D235=DAMPER2X+DAMPERWIDTH2/2+STIFTHICK
D219=DAMPER2Y+DAMPERHEIGHT2/2+STIFTHICK
D225=DAMPER2Y+DAMPERHEIGHT2/2+STIFTHICK

STIFLENGTH:112=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:114=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:116=DAMPERHEIGHT2
STIFLENGTH:118=DAMPERHEIGHT2

PWIDTH:879=DAMPER2X-DAMPERWIDTH2/2-STIFTHICK
PHEIGHT:879=DAMPERHEIGHT2
PWIDTH:881=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPER2X+DAMPERWIDTH2/2+STIFTHICK)
PHEIGHT:881=DAMPERHEIGHT2
PWIDTH:883=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:883=BOXWIDTH-CORNERSIZE-(DAMPER2Y+DAMPERHEIGHT2/2+STIFTHICK)

```

```

D189=DAMPER2Y
D187=DAMPER2X

IF DAMPERWIDTH2==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE2=2
ENDIF
IF (BOXWIDTH-CORNERSIZE-DAMPER2Y)<=(DAMPERHEIGHT2/2+STIFTHICK)
STATE2=3
IF DAMPERWIDTH2==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE2=4
ENDIF
ENDIF
ENDIF
/******
IF NUMBEROFDAMPERS>=3
STATE3=1

damperframewidth:917=damperwidth3
damperframeheight:917=damperheight3

PWIDTH:883=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:883=DAMPER3Y-DAMPER2Y-DAMPERHEIGHT2/2-DAMPERHEIGHT3/2-2*STIFTHICK

D249=DAMPER3Y-DAMPERHEIGHT3/2
D255=DAMPER3Y-DAMPERHEIGHT3/2
D273=DAMPER3Y-DAMPERHEIGHT3/2
D271=DAMPER3X-(DAMPERWIDTH3/2)-STIFTHICK
D279=DAMPER3Y-DAMPERHEIGHT3/2
D277=DAMPER3X+DAMPERWIDTH3/2
D285=DAMPER3Y-DAMPERHEIGHT3/2
D283=DAMPER3X+DAMPERWIDTH3/2+STIFTHICK
D267=DAMPER3Y+DAMPERHEIGHT3/2+STIFTHICK
D261=DAMPER3Y+DAMPERHEIGHT3/2+STIFTHICK

STIFLENGTH:120=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:126=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:122=DAMPERHEIGHT3
STIFLENGTH:124=DAMPERHEIGHT3

PWIDTH:893=DAMPER3X-DAMPERWIDTH3/2-STIFTHICK
PHEIGHT:893=DAMPERHEIGHT3
PWIDTH:895=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPER3X+DAMPERWIDTH3/2+STIFTHICK)
PHEIGHT:895=DAMPERHEIGHT3
PWIDTH:897=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:897=BOXWIDTH-CORNERSIZE-(DAMPER3Y+DAMPERHEIGHT3/2+STIFTHICK)

D291=DAMPER3Y
D289=DAMPER3X

IF DAMPERWIDTH3==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE3=2
ENDIF
IF (BOXWIDTH-CORNERSIZE-DAMPER3Y)<=(DAMPERHEIGHT3/2+STIFTHICK)
STATE3=3
IF DAMPERWIDTH3==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE3=4
ENDIF
ENDIF
ENDIF
/******
IF NUMBEROFDAMPERS>=4
STATE4=1

damperframewidth:919=damperwidth4
damperframeheight:919=damperheight4

PWIDTH:897=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:897=DAMPER4Y-DAMPER3Y-DAMPERHEIGHT3/2-DAMPERHEIGHT4/2-2*STIFTHICK

D297=DAMPER4Y-DAMPERHEIGHT4/2
D309=DAMPER4Y-DAMPERHEIGHT4/2
D303=DAMPER4Y-DAMPERHEIGHT4/2
D301=DAMPER4X-(DAMPERWIDTH4/2)-STIFTHICK
D315=DAMPER4Y-DAMPERHEIGHT4/2
D313=DAMPER4X+DAMPERWIDTH4/2

```

```

/*D283=DAMPER3X-STIFTHICK-DAMPERWIDTH3/2
D321=DAMPER4Y-DAMPERHEIGHT4/2
D319=DAMPER4X+DAMPERWIDTH4/2+STIFTHICK
D333=DAMPER4Y+DAMPERHEIGHT4/2+STIFTHICK
D327=DAMPER4Y+DAMPERHEIGHT4/2+STIFTHICK

STIFLENGTH:128=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:130=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STIFLENGTH:132=DAMPERHEIGHT4
STIFLENGTH:134=DAMPERHEIGHT4

PWIDTH:907=DAMPER4X-DAMPERWIDTH4/2-STIFTHICK
PHEIGHT:907=DAMPERHEIGHT4
PWIDTH:909=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE-(DAMPER4X+DAMPERWIDTH4/2+STIFTHICK)
PHEIGHT:909=DAMPERHEIGHT4
PWIDTH:911=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:911=BOXWIDTH-CORNERSIZE-(DAMPER4Y+DAMPERHEIGHT4/2+STIFTHICK)

D339=DAMPER4Y
D337=DAMPER4X

IF DAMPERWIDTH4==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE4=2
ENDIF
IF (BOXWIDTH-CORNERSIZE-DAMPER4Y)<=(DAMPERHEIGHT/2+STIFTHICK)
STATE4=3
IF DAMPERWIDTH4==BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
STATE4=4
ENDIF
ENDIF
ENDIF
ENDIF

```

LOWERFULLPANEL-A1A.ASM

```

D5=CORNERSIZE
STIFWIDTH:156=STIFTHICK

D63=BASINX1-BASINWIDTH1/2
D69=BASINX1+BASINWIDTH1/2+STIFTHICK
D93=BASINX1+BASINWIDTH1/2+STIFTHICK
D207=BASINX2-BASINWIDTH2/2
D219=BASINX2+BASINWIDTH2/2+STIFTHICK
D213=BASINX2+BASINWIDTH2/2+STIFTHICK
D225=BASINX3-BASINWIDTH3/2
D189=BASINX3+BASINWIDTH3/2+STIFTHICK
D17=BASINX3+BASINWIDTH3/2+STIFTHICK
D99=BASINX4-BASINWIDTH4/2
D195=BASINX4+BASINWIDTH4/2+STIFTHICK
D231=BASINX4+BASINWIDTH4/2+STIFTHICK
D237=BASINX5-BASINWIDTH5/2
D243=BASINX5+BASINWIDTH5/2+STIFTHICK
D249=BASINX5+BASINWIDTH5/2+STIFTHICK

D183=BASINX1
D181=(BOXDEPTH-2*CORNERSIZE)/2
D255=BASINX2
D253=(BOXDEPTH-2*CORNERSIZE)/2
D261=BASINX3
D259=(BOXDEPTH-2*CORNERSIZE)/2
D267=BASINX4
D265=(BOXDEPTH-2*CORNERSIZE)/2
D273=BASINX5
D271=(BOXDEPTH-2*CORNERSIZE)/2

BASINHEIGHT:877=BASINWIDTH1
BASINWIDTH:877=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
BASINHEIGHT:879=BASINWIDTH2
BASINWIDTH:879=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
BASINHEIGHT:881=BASINWIDTH3
BASINWIDTH:881=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
BASINHEIGHT:883=BASINWIDTH4
BASINWIDTH:883=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
BASINHEIGHT:885=BASINWIDTH5

```

```

BASINWIDTH:885=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
stiflength:156=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE

/*NUMBEROFBASINS=0*****
IF NUMBEROFBASINS==0
PWIDTH:63=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:63=BOXWIDTH-2*CORNERSIZE
ENDIF

/*NUMBEROFBASINS=1*****
IF NUMBEROFBASINS==1
PWIDTH:63=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:63=BASINX1-BASINWIDTH1/2-STIFTHICK-CORNERSIZE
PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BOXWIDTH-2*CORNERSIZE-(BASINX1+BASINWIDTH1/2+2*STIFTHICK)
ENDIF

/*NUMBEROFBASINS=2*****
IF NUMBEROFBASINS==2
PWIDTH:63=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:63=BASINX1-BASINWIDTH1/2-STIFTHICK-CORNERSIZE
PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BASINX2-BASINWIDTH2/2-BASINX1-BASINWIDTH1/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:869=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:869=BOXWIDTH-2*CORNERSIZE-(BASINX2+BASINWIDTH2/2+2*STIFTHICK)
ENDIF

/*NUMBEROFBASINS=3*****
IF NUMBEROFBASINS==3
PWIDTH:63=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:63=BASINX1-BASINWIDTH1/2-STIFTHICK-CORNERSIZE
PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BASINX2-BASINWIDTH2/2-BASINX1-BASINWIDTH1/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:869=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:869=BASINX3-BASINWIDTH3/2-BASINX2-BASINWIDTH2/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:871=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:871=BOXWIDTH-2*CORNERSIZE-(BASINX3+BASINWIDTH3/2+2*STIFTHICK)
ENDIF

/*NUMBEROFBASINS=4*****
IF NUMBEROFBASINS==4
PWIDTH:63=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:63=BASINX1-BASINWIDTH1/2-STIFTHICK-CORNERSIZE
PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BASINX2-BASINWIDTH2/2-BASINX1-BASINWIDTH1/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:869=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:869=BASINX3-BASINWIDTH3/2-BASINX2-BASINWIDTH2/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:871=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:871=BASINX3-BASINWIDTH3/2-BASINX2-BASINWIDTH2/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:873=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:873=BOXWIDTH-2*CORNERSIZE-(BASINX4+BASINWIDTH4/2+2*STIFTHICK)
ENDIF

/*NUMBEROFBASINS=5*****
IF NUMBEROFBASINS==5

PWIDTH:63=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:63=BASINX1-BASINWIDTH1/2-STIFTHICK-CORNERSIZE
PWIDTH:853=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:853=BASINX2-BASINWIDTH2/2-BASINX1-BASINWIDTH1/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:869=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:869=BASINX3-BASINWIDTH3/2-BASINX2-BASINWIDTH2/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:871=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:871=BASINX3-BASINWIDTH3/2-BASINX2-BASINWIDTH2/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:873=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:873=BASINX4-BASINWIDTH4/2-BASINX3-BASINWIDTH3/2-2*STIFTHICK
PWIDTH:875=BOXDEPTH-2*CORNERSIZE
PHEIGHT:875=BOXWIDTH-2*CORNERSIZE-(BASINX5+BASINWIDTH5/2+2*STIFTHICK)
ENDIF

```