

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΜΕΣΩ SCRIPT



Κωνσταντίνος Χατζημηλιούδης

Επιβλέπων καθηγητής:

Αθανάσιος Στυλιάδης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
ΔΥΟ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΚΛΗΣΙΑ ΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΔΕΞΙΑΣ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	5
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΙΚΡΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ MICROSTATION 95	7
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ 3D ΜΟΝΤΕΛΟΥ	23
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΜΕΤΕΠΕΙΤΑ ΕΡΕΥΝΑ	34
4 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΛΟΚΛΗΡΟΣ Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	36
5 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΡΙΚΕΣ ΛΗΨΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ 3D ΜΟΝΤΕΛΟ.....	83

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

Το παρόν βιβλίο αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία που πραγματοποιήθηκε κατά το πανεπιστημιακό έτος 2006-2007 στο ΑΤΕΙ πληροφορικής της Θεσσαλονίκης. Το αντικείμενο της πτυχιακής αυτής ήταν η τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση, μέσω script (εντολών), του κτηρίου της εκκλησίας 'Παναγίας Δέξιας' στη Θεσσαλονίκη. Για την εκπλήρωση της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα *microstation 95* της *Bentley*, το οποίο χρησιμοποιείται καθαρά για τη δημιουργία 2d/3d μοντέλων.

Η πτυχιακή διατριβή διήρκησε περίπου 6 μήνες έντονης απασχόλησης, καθώς το θέμα στο οποίο βασίζεται η πτυχιακή, 3d αναπαράσταση με κώδικα, δεν διδάσκεται παρά μόνο αναφέρεται ως ένας εναλλακτικός τρόπος σχεδίασης με 2-3 παραδείγματα στο μάθημα 'Γραφικά' της σχολής.

ΤΟ ΞΕΧΩΡΙΣΤΟ ΣΤΗΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΑΥΤΗ

Έχουν γίνει αρκετές πτυχιακές με θέμα την 3d αναπαράσταση ενός μοντέλου. Η μεγάλη διάφορα όμως σε σύγκριση με αυτή την πτυχιακή έγκειται στο γεγονός ότι η παρούσα πτυχιακή υλοποιήθηκε εξ ολοκλήρου με τη χρήση εντολών σε μορφή script.

Η 3d αναπαράσταση με κώδικα είναι κατά τις γνώσεις μας κάτι το πρωτοποριακό στον χώρο της 3d αναπαράστασης και επιφέρει τεράστια πλεονεκτήματα. Βρίσκουμε τα ίδια πλεονεκτήματα που έχουμε πάντα όταν υλοποιείται κάτι με κώδικα, όπως επαναχρησιμοποίηση, επεκτασιμότητα, γρήγορος έλεγχος κ.τ.λ. Αλλά εκτός από αυτά τα πλεονεκτήματα, στον χώρο της 3d σχεδίασης βρίσκουμε και άλλα, όπως η γρήγορη επεξεργασία και αλλαγή ενός μοντέλου, επεξεργασία στοιχείων που αποτελούν το μοντέλο αυτό ξεχωριστά, δημιουργία συναρτήσεων που θα δημιουργούν με την εκτέλεσή τους 3d σχέδια με παραμέτρους επιλεγόμενες από τον χρήστη.

Τέλος θα ήθελα εδώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κύριο Στυλιάδη, που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ σ' αυτό το θέμα και με βοήθησε κατά την εκπόνηση της εργασίας.

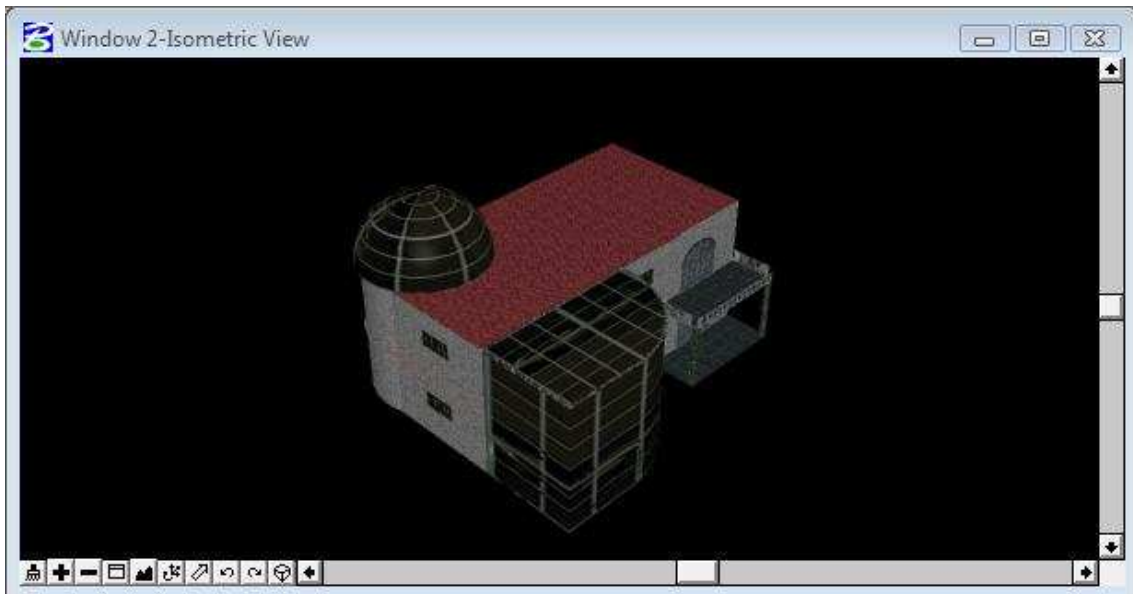
Θεσσαλονίκη, Σεπτέμβριος 2007
Χατζημηλιούδης Κωνσταντίνος

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρακολουθώντας το μάθημα ‘Γραφικά’ του ΑΤΕΙ πληροφορικής Θεσσαλονίκης χρειάστηκε να κάνουμε για εργασία εξαμήνου την αναπαράσταση ενός οποιουδήποτε 3d μοντέλου με τη χρήση ποντικιού. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων εργαστηρίων, ο καθηγητής μας κ. Στυλιάδης, μας έδωσε μια μικρή ιδέα για το πώς μπορούμε να κάνουμε σκριπτάκια τα οποία έπειτα θα τρέχουμε στο microstation και μας εμφανίζουν το 3d μοντέλο που φτιάξαμε με εντολές. Τα παραδείγματα αν και ήταν πολύ απλά, κίνησαν το ενδιαφέρον αρκετών. Έπειτα από αυτά τα παραδείγματα ο καθηγητής προέτρεψε, σε οποιονδήποτε σχεδιάσει με κώδικα έναν τρισδιάστατο τρούλο να πάρει άριστα στον βαθμό του.

Πάνω σ’ αυτή την πρόκληση άρχισα στο σπίτι να προσπαθώ να σχεδιάσω μέσω κώδικα έναν τρούλο. Στη διατριβή μου αυτή κατάλαβα περίπου πώς λειτουργεί το microstation πίσω από τη σκηνή της οθόνης και των κουμπιών. Μπόρεσα να ρίξω μια ματιά στο τι λειτουργίες και εντολές λαμβάνουν μέρος έπειτα από την κάθε ενέργεια του χρήστη (π.χ. πατώντας το κουμπί δημιουργίας ενός τετραγώνου).

Μετά από πολλές δυσκολίες και ψάξιμο πάνω στο 3d σχεδιασμό με κώδικα, κατάφερα στο τέλος του εξαμήνου να παραδώσω σαν εργασία εξαμήνου μια βίλλα η οποία είχε σαν μέρος της σκεπής της έναν γυάλινο τρούλο.

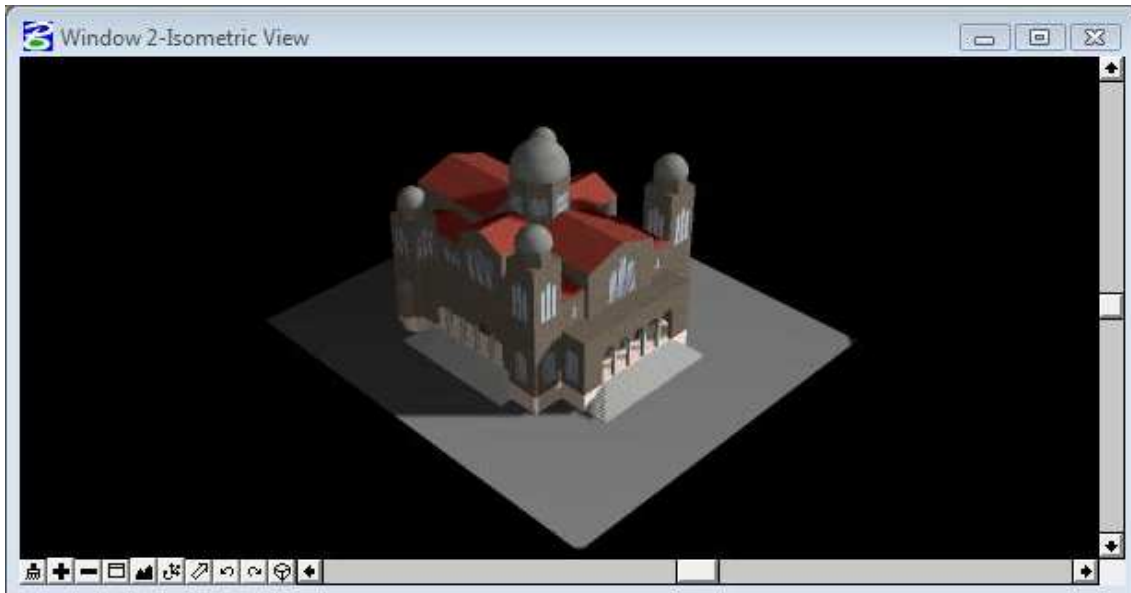


Ο καθηγητής όντας ενθουσιασμένος από το μεράκι και το αποτέλεσμα της εργασίας μου που έγινε μόνο με κώδικα, με ενημέρωσε πως αν ήθελα μπορούσε να μου δώσει μία πτυχιακή πάνω στο 3d μοντελικ με script. Όσο είχα ασχοληθεί πάνω σ’ αυτό το θέμα για την εργασία εξαμήνου, κατάλαβα ότι μου είχε αρέσει αρκετά και έτσι χωρίς δεύτερη σκέψη, πήρα την πτυχιακή αυτή.

Έτσι σαν πτυχιακή εργασία μου ανατέθηκε να αναπαραστήσω, μέσω script, το κτήριο της εκκλησίας της ‘Παναγίας Δέξιας’ στη Θεσσαλονίκη. Η εκκλησία αυτή

έχοντας περίπλοκη δομή και αρχιτεκτονική με δυσκόλεψε ασύγκριτα ποιο πολύ από ότι η βίλλα που σχεδίασα για την εργασία του μαθήματος.

Το τελικό αποτέλεσμα του script της πτυχιακής αυτής παρουσιάζεται παρακάτω:



Μπορεί να μην απεικονίζονται όλες οι λεπτομέρειες του πραγματικού κτηρίου, αλλά αυτό έγινε καθώς αποφασίσαμε μαζί με τον καθηγητή μου το 3d αποτέλεσμα να είναι δημιουργία μόνο κώδικα, χωρίς καμία χρήση ποντικιού.

Η πτυχιακή αυτή μπορεί να δώσει τη βάση για περαιτέρω έρευνα της δημιουργίας συναρτήσεων σχεδίασης οι οποίες δεν παρέχονται από το microstation είτε από κάποιο άλλο πρόγραμμα σχεδίασης. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει επιλογή στο tool-box του microstation η οποία να φτιάχνει έναν τρούλο μετά από απαίτηση του χρήστη. Έχοντας φτιάξει όμως ένα script το οποίο φτιάχνει έναν τέτοιον τρούλο, το μόνο που απομένει είναι να το παραμετροποιήσουμε αυτό το script, δηλαδή να προσθέσουμε στον κώδικα μεταβλητές στις οποίες θα δίνει ο χρήστης τιμές αναλόγως το πού θέλει να σχεδιαστεί ο τρούλος, πόσο μεγάλος θέλει να είναι κ.τ.λ.

Γνωρίζοντας πως ο κάθε χρήστης που χρησιμοποιεί το microstation έχει τις δικές του απαιτήσεις σχεδίασης από το πρόγραμμα, μπορούμε να αναλογιστούμε ότι θα χρειαστεί πολλές φορές να σχεδιάσει κάτι πάνω στο 3d μοντέλο του, το οποίο αν το είχε σε script θα τον βοηθούσε πολύ. Θα ήταν λύσιμο χεριών να είχε ένα script το οποίο να δημιουργεί αυτό το στοιχείο απαιτώντας από αυτόν να δώσει της κατάλληλες μεταβλητές αναλόγως του πώς και πού το θέλει ο ίδιος να σχεδιαστεί.

Στο βιβλίο αυτό γίνεται μία μικρή αναφορά στην εκκλησία της *‘Παναγίας Δέξιας’*, η οποία είναι το αντικείμενο του 3d μοντελικ καθώς επίσης και μία μικρή παρουσίαση του προγράμματος microstation 95 το οποίο είναι το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την εκπλήρωση της πτυχιακής αυτής.

Ακόμα περιγράφονται τα πιο σημαντικά εργαλεία του microstation ενώ παρουσιάζεται και ένα παράδειγμα σχεδίασης 3d μοντέλου με ποντίκι. Αυτό το 3d μοντέλο σε παρακάτω κεφάλαιο σχεδιάζεται μόνο με κώδικα σε μορφή script ώστε να

μπορέσει να δει κανείς τη διαφορά μεταξύ των δύο σχεδιαστικών τρόπων καθώς και να αναγνωριστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα καθενός από αυτούς.

Παρακάτω υπάρχουν ενδείξεις για το πως μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει στο microstation script και να τα τρέξει ώστε να του προβληθεί το αποτέλεσμα σχεδίασης στην οθόνη. Επίσης υπάρχουν και κομμάτια κώδικα που γράφτηκαν για την πτυχιακή αυτή με σχόλια από δίπλα για την εκτενέστερη κατανόηση της χρησιμοποίησης εντολών και πώς αυτές συντάσσονται.

Σαν προτελευταίο κεφάλαιο, δίνετε μία μικρή ιδέα για περαιτέρω έρευνα μπορεί να γίνει πάνω στο θέμα στο οποίο έγινε η διατριβή για την πτυχιακή αυτή, δηλαδή στην 3d σχεδίαση με κώδικα.

Τέλος παρατίθεται ολόκληρος ο κώδικας που γράφτηκε για να προβληθεί η αναπαράσταση της εκκλησίας 'Παναγίας Δέξιας' εφόσον τον τρέξει κανείς στο microstation.

ΔΥΟ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΚΛΗΣΙΑ ΤΗΣ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΔΕΞΙΑΣ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Η εκκλησία της Παναγίας Δέξιας στη Θεσσαλονίκη βρίσκεται στο κέντρο της πόλης δίπλα στην Αψίδα του Γαλερίου.

Επισκευάστηκε το 1819, καθώς πριν από την επισκευή λεγόταν Άγιος Υπάτιος.

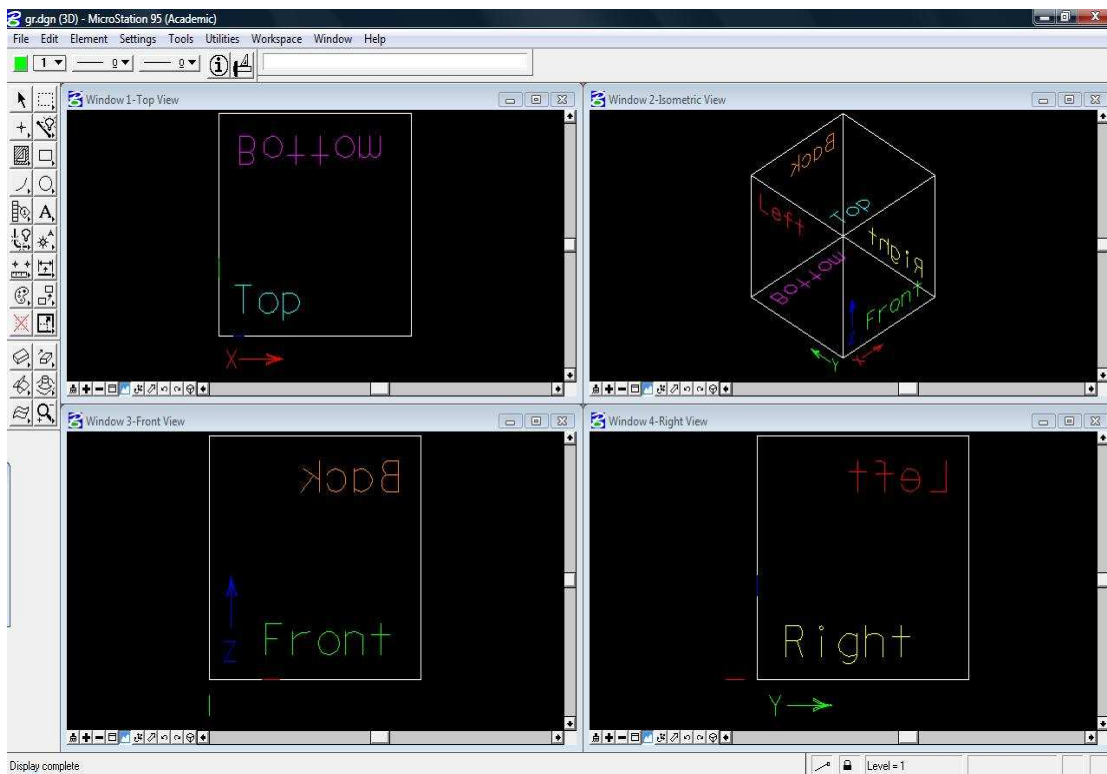
Έχει ιστορική σημασία για τη Θεσσαλονίκη καθώς σαν Άγιος Υπάτιος υπήρξε μία από τις εκκλησίες εκείνες που, κατά την άλωση της Θεσσαλονίκης από τους Τούρκους, υπήρξαν κέντρα συσπείρωσης των Ελλήνων που συνετέλεσαν στο να διατηρηθούν τόσο η θρησκευτική τους πίστη όσο και η εθνικότητα τους .



1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΙΚΡΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ MICROSTATION 95

Το microstation είναι ένα πρόγραμμα σχεδίασης 2d και 3d μοντέλων. Είναι ένα από τα πιο δημοφιλή προγράμματα σχεδίασης και θεωρείται εύκολο στη χρήση του. Από την άλλη πλευρά για να μάθει κανείς πλήρως ένα τέτοιο πρόγραμμα σαν και αυτό που έχει χιλιάδες εντολές σχεδίασης, χρειάζεται αρκετή απασχόληση πάνω στο αντικείμενο του 3d σχεδιασμού.

Πολλές από τις εντολές τοθ δεν βρίσκονται σε εμφανή για τον χρήστη σημεία, με συνέπεια να χρειάζεται κάποιος χρόνος ώσπου να μάθει ο χρήστης που βρίσκεται η κάθε εντολή.



Microstation 95 User Interface

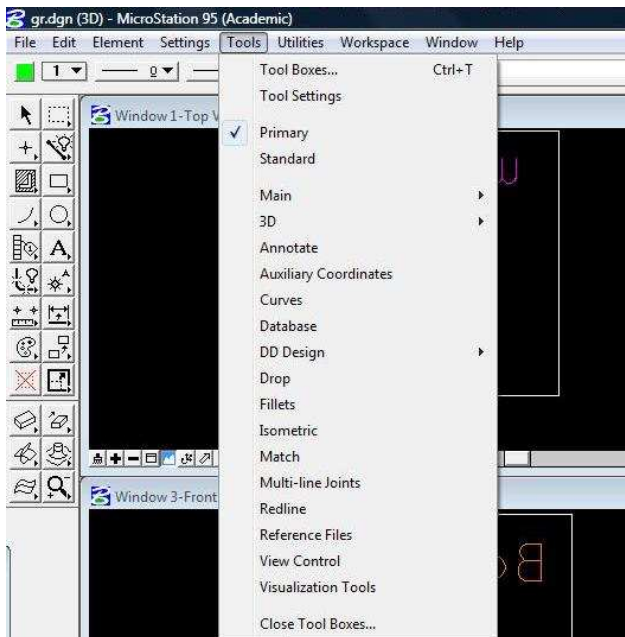
Η επικοινωνία του microstation με τον χρήστη γίνεται με τα εξής στοιχεία:



Πτυσσόμενα Μενού:

Αυτά εμφανίζονται όταν ο χρήστης επιλέξει μία από τις επιλογές που βρίσκονται στο πάνω μέρος του παραθύρου του microstation.

Παράδειγμα:



Ο χρήστης κάνοντας κλικ στην επιλογή 'Tools', εμφανίζεται ένα πτυσσόμενο μενού με διάφορες ομάδες εργαλείων, τις οποίες αν επιλέξει θα γίνουν εμφανίσιμες στο user interface του microstation.



Γραμμές Εργαλείων:

Μία συλλογή από κουμπιά που αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένες εντολές για πιο γρήγορη χρήση.

Παράδειγμα:

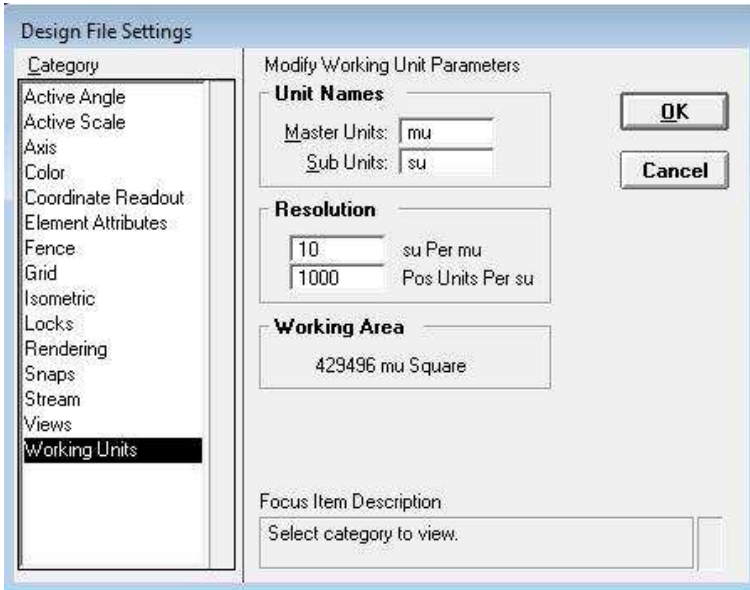


Όπου ο χρήστης έχει συγκεντρωμένες και ομαδοποιημένες κάποιες από τις πιο βασικές εντολές σε μορφή επιλογών (κουμπιών).


 Καρτέλες:

Ένα πλαίσιο επικοινωνίας μεταξύ προγράμματος και χρήστη που απαιτεί από τον δεύτερο τη συμπλήρωση των πεδίων του για τον καθορισμό κάποιων λεπτομερειών μιας εντολής.

Παράδειγμα:



Όπου ο χρήστης μπορεί να ορίσει τη μονάδα και την υπομονάδα μέτρησης του σχεδίου του.

 Γραμμή κατάστασης:

Είναι ένας χώρος στο κάτω αριστερό μέρος του παραθύρου του προγράμματος που μας ενημερώνει και μας δίνει διάφορες πληροφορίες όσον αφορά τη διαδικασία την οποία εκτελούμε εκείνη τη στιγμή.

Παράδειγμα:



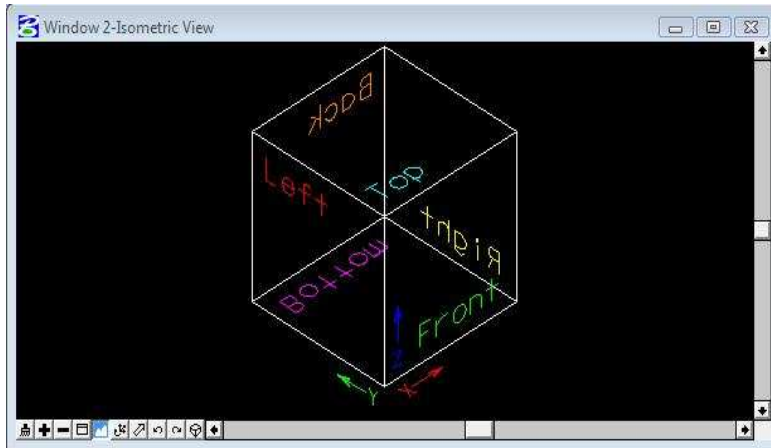
Όταν ο χρήστης επιλέξει την επιλογή 'Fit View', το πρόγραμμα μέσω της γραμμής κατάστασης τον ενημερώνει τι πρέπει να κάνει ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία.

 Παράθυρα Προβολής:

Σ' αυτά τα παράθυρα, τα οποία είναι τέσσερα, γίνεται η απεικόνιση του 3d μοντέλου. Αυτά είναι το παράθυρο 'front', 'top', 'right' και 'isometric' view.

Εδώ ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κλείσει ή να μεγιστοποιήσει όποιο από τα παράθυρα προβολής αυτός επιθυμεί.

Παράδειγμα:

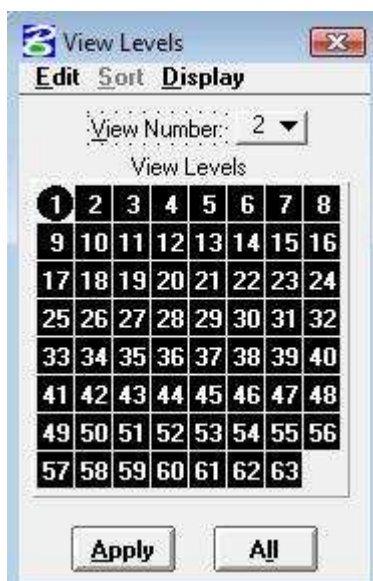


Το παράθυρο προβολής “Isometric View”.

 Συντομεύσεις πληκτρολογίου:

Εξ αρχής υπάρχουν διάφορες default συντομεύσεις στα κουμπιά του πληκτρολογίου που αντιστοιχούν σε διάφορες εντολές. Εκτός από τις default συντομεύσεις, ο χρήστης μπορεί να φτιάξει και δικές του συντομεύσεις.

Παράδειγμα:



Αντί να χρειαστεί ο χρήστης να πάει στο menu-bar να επιλέξει “Settings” > “Level” > ”Display”, μπορεί να πατήσει “Ctrl+E” για να του εμφανιστεί το παράθυρο ‘View Levels’, από το οποίο μπορεί να επιλέξει ποιά level να είναι εμφανή στα παράθυρα προβολής.

Χρήσιμα εργαλεία του microstation:



Main Tool-Box:



Από την ονομασία και μόνον καταλαβαίνουμε ότι αυτό το tool-box περιέχει τις πιο χρήσιμες επιλογές που αφορούν τη σχεδίαση και την υποστήριξη κάποιων βοηθητικών ενεργειών πάνω σε σχέδια.

Παρακάτω περιγράφονται μερικές από τις επιλογές που διαθέτει το main tool-box.



Element Selection:

Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα οποιοδήποτε αντικείμενο που έχει δημιουργήσει στα παράθυρα προβολής και έπειτα να το επεξεργαστεί να το μετακινήσει ή να το διαγράψει.



Place Line:

Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει μια γραμμή πάνω σε οποιοδήποτε παράθυρο προβολής και το πρόγραμμα ταυτόχρονα να του την εμφανίζει στα άλλα παράθυρα από άλλη οπτική γωνία.



Place Block:

Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει με εύκολο τρόπο ένα οποιοδήποτε ορθογώνιο.



Measure Distance Between two Points:

Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης μπορεί να μετρήσει την απόσταση δύο σημείων πάνω σε ένα παράθυρο προβολής.



Copy Element:

Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης μπορεί να αντιγράψει οποιοδήποτε αντικείμενο αφού πρώτα το επιλέξει με το εργαλείο 'Select Element' που αναφέραμε πιο πάνω.



3D Tool-Box:




Εδώ ομαδοποιούνται εργαλεία που αφορούν τη δημιουργία 3d αντικειμένων από αντικείμενα 2d, αλλά και την επεξεργασία 3d αντικειμένων.

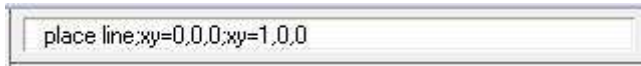
Αυτό που χρησιμοποιείται πιο πολύ από όλα είναι το:



Construct Surface of Projection:

Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης μπορεί επιλέγοντας ένα αντικείμενο 2d (πχ ένα τετράγωνο) να το υψώσει δημιουργώντας σαν τελικό αποτέλεσμα ένα 3d αντικείμενο (στην προκειμένη περίπτωση έναν κύβο).

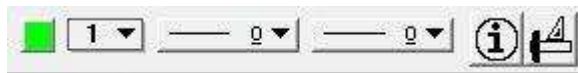
 Key- in Utilitie:



Σε αυτό το πλαίσιο το οποίο βρίσκετε στο πάνω μέρος του User interface του microstation, ο χρήστης μπορεί να εκτελέσει κάποιες εντολές γράφοντας τις εντολές αυτές στο πλαίσιο. Αν και δεν φαίνεται πολύ εύχρηστο και γρήγορο σε μία πρώτη ματιά, είναι απαραίτητο για την πιο γρήγορη και εύκολη αναπαράσταση ενός 3d μοντέλου από τον χρήστη.

Η σημαντικότητά του είναι ότι χωρίς αυτό δεν θα είχαμε την ευχέρεια της χρήσης συντεταγμένων και ακριβών αποστάσεων, κάτι που είναι πολύ σημαντικό για τη σωστή αναπαράσταση και σχεδίαση ενός 3d μοντέλου.


 Primary Tool-Box:



Εδώ μπορεί ο χρήστης να ορίσει το χρώμα με το οποίο σχεδιάζει, σε ποιο level σχεδιάζει, τη μορφή που θα έχουν η γραμμές καθώς και το πάχος που θα έχουν οι γραμμές.

Είναι πολύ εύχρηστο ο χρήστης να ομαδοποιεί τα στοιχεία που θα απαρτίζουν το τελικό 3d μοντέλο τόσο σε διαφορετικά επίπεδα (level), όσο και σε διαφορετικές αποχρώσεις.

Οι διαφορετικές αποχρώσεις θα βοηθήσουν στον να ξεχωρίζουν τα διάφορα στοιχεία ενός πολύπλοκου μοντέλου, ενώ τα διαφορετικά level θα βοηθήσουν στο να αποκρύπτει διάφορα στοιχεία και μέρη του μοντέλου που δεν χρειάζεται να φαίνονται εκείνη τη στιγμή, με αποτέλεσμα να έχει πιο εύκολη εικόνα μπροστά του.

 Tool-Box των παραθύρων προβολής:



Κάθε παράθυρο προβολής έχει και από ένα tool-box το οποίο περιέχει επιλογές που επεξεργάζονται την απεικόνιση του παραθύρου αυτού και πώς αυτή εμφανίζεται στον χρήστη.



Update-Cleaner:

Με αυτή την επιλογή ανανεώνεται η απεικόνιση του παραθύρου προβολής, όπου μετά από κάποιες εργασίες μπορεί να έχουν μείνει κάποια σχεδιαστικά κατάλοιπα.



Zoom:

Χρησιμοποιώντας αυτή την επιλογή, κάνουμε μεγέθυνση στο αντίστοιχο παράθυρο προβολής. Με τη διπλανή επιλογή γίνεται η σμίκρυνση της προβολής.



Fit View:

Επιλέγοντας αυτή την επιλογή σε ένα από τα παράθυρα προβολής, ο χρήστης ζητάει να του γίνει τέτοια εστίαση στο μοντέλο ώστε να επιτευχθεί η μεγαλύτερη μεγέθυνση όπου όμως θα είναι όλο το μοντέλο και τα στοιχεία του εμφανής.

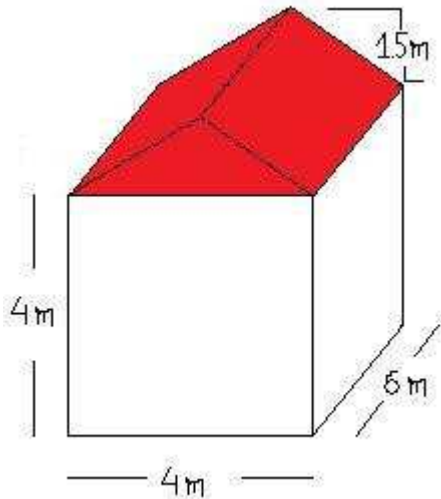


Rotate View:

Με αυτή την επιλογή μπορούμε να αλλάξουμε την οπτική γωνία από την οποία μας προβάλλεται το μοντέλο στο παράθυρο προβολής.

Παράδειγμα σχεδίασης ενός απλού σχεδίου (με ποντίκι)

Έστω ότι θέλουμε να σχεδιάσουμε κάτι απλό, όπως αυτό που απεικονίζεται παρακάτω



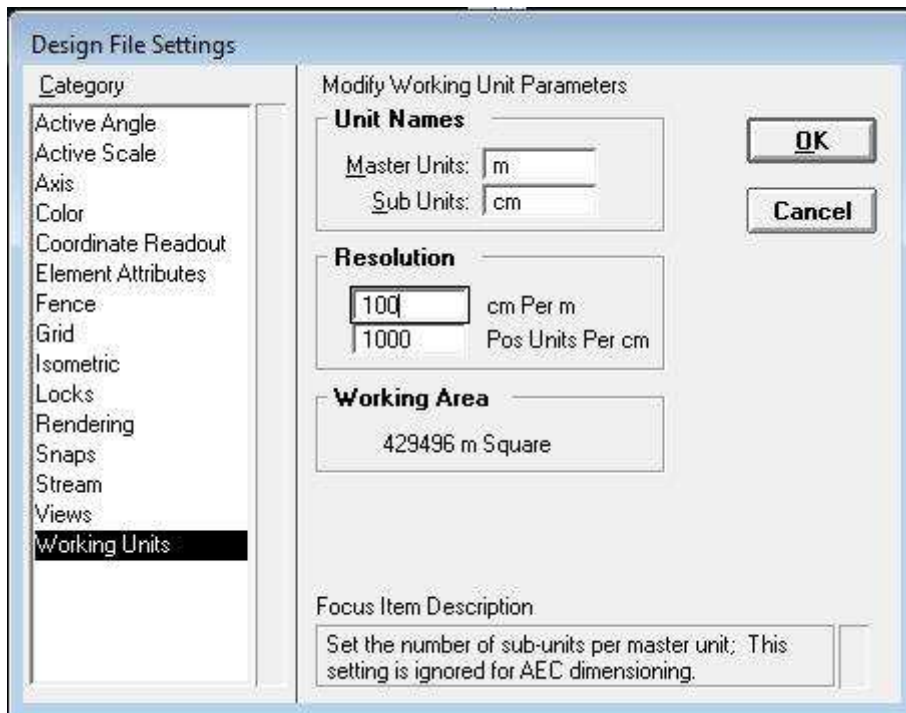
Θα πρέπει να ακολουθήσουμε τα εξής βήματα:

(Υποσημείωση: υπάρχουν πολλοί τρόποι, αυτός είναι ένας ενδεικτικός)

Ανοίγουμε το microstation και από την επιλογή “File – New” γράφουμε το όνομα που θέλουμε να έχει το σχέδιό μας και από το “Select” επιλέγουμε να είναι τύπου “seed3d.dgn” και τέλος πατάμε ‘ok’ και στις τρεις καρτέλες.

1^ο ΒΗΜΑ

Θα πρέπει πρώτα από όλα να ορίσουμε τη μονάδα μέτρησης του προγράμματος σε μέτρα (m). Αυτό το επιτυγχάνουμε πηγαίνοντας από το menu bar στο “Settings - Design File – Working Units” και αλλάζουμε τα πλαίσια ως εξής,

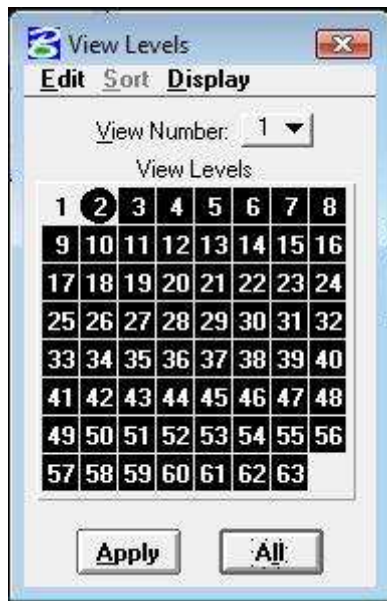


2^ο ΒΗΜΑ

Το microstation μας δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάζουμε σε 63 διαφορετικά levels. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα να ορίσουμε τι είδους στοιχεία θα περιέχονται σε κάθε level και εν ώρα σχεδίασης να απενεργοποιούμε κάποια από αυτά ώστε να μην εμφανίζονται πλέον τα στοιχεία που έχουμε σχεδιάσει σ' αυτά τα level. Τα στοιχεία δε χάνονται, απλά δεν είναι εμφανή στο χρήστη.


Όταν αρχίζουμε μία εργασία στο microstation καλό θα είναι, ένα από τα πρωταρχικά μας βήματα να είναι η απενεργοποίηση του 1^{ου} level. Σ' αυτό υπάρχει ως εξορισμού στοιχείο ένας κύβος προσανατολισμού. Αυτός ο κύβος ουσιαστικά σου δίνει μια ιδέα της οπτικής γωνίας που κοιτάζουμε κάθε φορά το αντικείμενό μας.

Πατάμε CTRL+E, κάνουμε διπλό κλικ στο level που θέλουμε να σχεδιάσουμε και απενεργοποιούμε με ένα κλικ το level ένα. Τέλος πατάμε "All", ώστε ο κύβος προσανατολισμού να εξαφανιστεί και από τα τέσσερα παράθυρα προβολής.



3^ο ΒΗΜΑ

Σε αυτό το σημείο είμαστε έτοιμοι να σχεδιάσουμε τη βάση του σπιτιού.


Πατάμε το κουμπί  “Place Block” παρατηρώντας ταυτόχρονα ότι στη Γραμμή κατάστασης μας εμφανίζει το μήνυμα ‘Enter first point’.

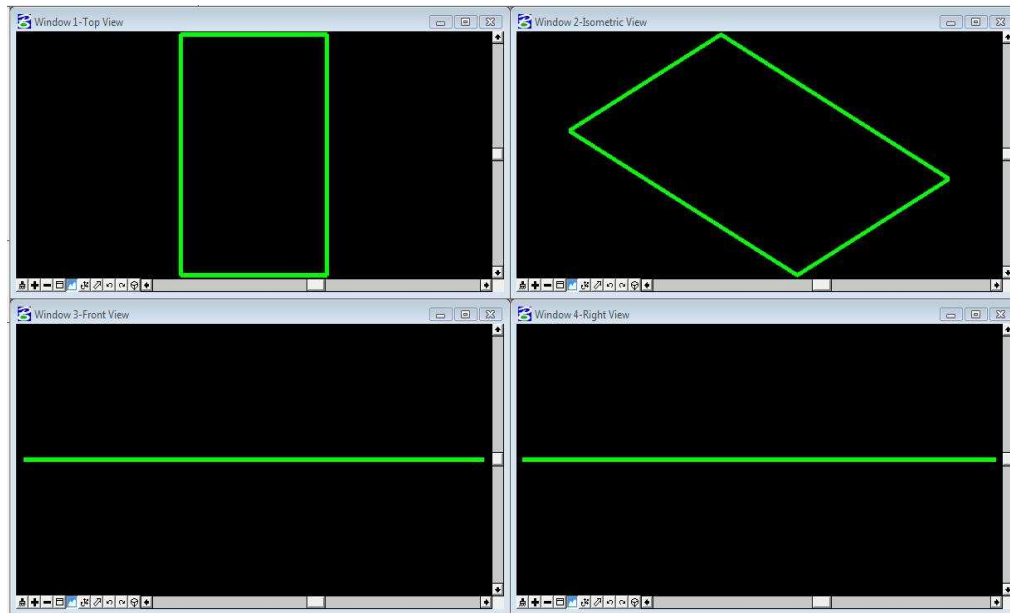
Το να παρατηρεί κανείς τη Γραμμή κατάστασης που βρίσκεται στο κάτω μέρος του περιβάλλοντος του microstation είναι μία μεγάλη βοήθεια, καθώς από αυτό καταλαβαίνει τι πρέπει να κάνει για να τελειώσει μία λειτουργία που έχει απαιτήσει από το σύστημα να γίνει και σε τι φάση βρίσκεται αυτή η λειτουργία.

Για να δώσουμε το πρώτο σημείο, πηγαίνουμε στο πλαίσιο του ‘Key-in’ και γράφουμε “xy=0,0,0” το οποίο αντιστοιχεί σε συντεταγμένες (x=0, y=0, z=0) αντίστοιχα. Πατάμε ‘enter’ για να δεχθεί το πρόγραμμα αυτή τη συντεταγμένη και βλέπουμε τη Γραμμή Κατάστασης να μας ενημερώνει ότι το πρόγραμμα απαιτεί από τον χρήστη να εισάγει τις συντεταγμένες της απέναντι γωνίας από αυτή που μόλις δώσαμε.

Παρατηρώντας το σχέδιό μας, καταλαβαίνουμε ότι το x πρέπει να μεταβληθεί κατά 4 μονάδες και το y κατά 6 μονάδες ενώ το z, που αντιπροσωπεύει το ύψος πρέπει να μείνει το ίδιο. Έτσι πηγαίνουμε και πάλι στο ‘Key-in’ και αυτή τη φορά γράφουμε “xy=4,6,0”.


Πατώντας ‘enter’ βλέπουμε να ανανεώνονται και τα 4 παράθυρα προβολής και να εμφανίζουν αυτό που μόλις σχεδιάσαμε, δηλαδή το ορθογώνιο που

αντιπροσωπεύει τη βάση του σπιτιού. Τέλος για καλύτερη απεικόνιση στα παράθυρα προβολής πατάμε το  “Fit View”.
Προς στιγμή αυτό που πρέπει να μας εμφανίζεται στα παράθυρα προβολής είναι το παρακάτω:

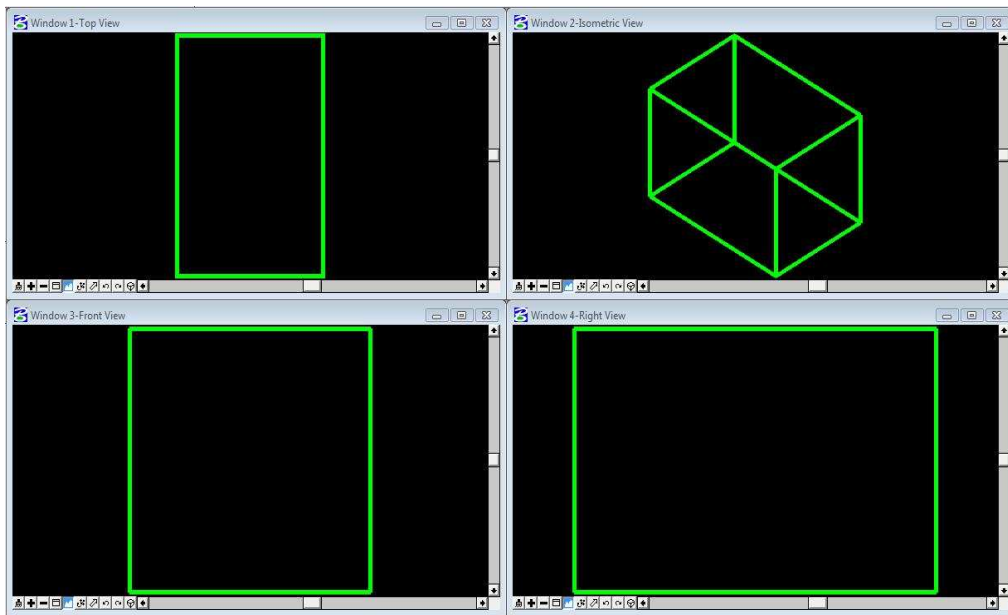


4^ο ΒΗΜΑ

Αφού σχεδιάσαμε επιτυχώς τη βάση του σχεδίου μας, το επόμενο μας βήμα είναι να την υψώσουμε ώστε να δημιουργηθούν οι τοίχοι μας.

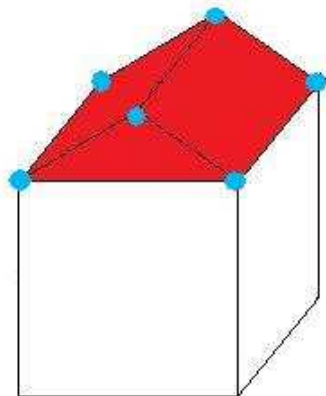
Πηγαίνουμε στο ‘3d tool-box’, πατάμε το κουμπί  “Construct Surface Projection” και επιλέγουμε το αντικείμενο που θέλουμε να ανυψώσουμε, όπως μας ζητάει η Γραμμή Κατάστασης, που στην προκειμένη περίπτωση είναι η βάση που σχεδιάσαμε. Πατώντας με το ποντίκι πάνω στη βάση την επιλέγουμε. Μετά από την επιλογή του αντικειμένου μας ζητάει να ορίσουμε κατά πόσο αυτό θα ανυψωθεί. Έτσι πηγαίνουμε και γράφουμε στο ‘Key-in’ “dl=,4”, εφόσον στο σχέδιο μας μάς δείχνει ότι οι τοίχοι του σπιτιού είναι 4m.

Πλέον έχουμε φτάσει σε σημείο να είναι ορατοί οι τοίχοι του σπιτιού που προσπαθούμε να σχεδιάσουμε:




5^ο ΒΗΜΑ

Είναι η σειρά να σχεδιάσουμε τη σκεπή μας. Για να βοηθηθούμε σε αυτόν τον σχεδιασμό θα δημιουργήσουμε πρώτα τα 6 σημεία στα οποία θα στηριχτεί η σκεπή.



Πρώτα όμως θα ήταν καλό να αλλάξουμε και το level σχεδίασης από το CTRL+E αλλά και το χρώμα σχεδίασης.

Μετά από αυτές τις προαιρετικές αλλαγές, πατάμε το κουμπί  “Place Point” και εισάγουμε στο ‘Key-in’ τις συντεταγμένες του πρώτου σημείου, “xy=0,0,4” και πατάμε ‘enter’. Συνεχίζουμε έπειτα να εισάγουμε και τις υπόλοιπες 5 συντεταγμένες χωρίς να χρειαστεί να ξαναπατήσουμε το κουμπί ‘place point’, αφού το πρόγραμμα κρατάει ενεργή πάντα την τελευταία εντολή. Οι υπόλοιπες συντεταγμένες είναι οι “xy=0,6,4”, “xy=4,6,4”, “xy=4,0,4” και οι “xy=2,0,5.5”, “xy=2,6,5.5” που είναι και οι κορυφές τις σκεπής.

6^ο ΒΗΜΑ

Εφόσον είναι έτοιμα τα σημεία στήριξης της σκεπής, πρέπει να δημιουργήσουμε τις 4 πλευρές που στηρίζονται σε αυτά τα σημεία (2 τρίγωνα και 2 ορθογώνια). Επιλέγουμε το κουμπί

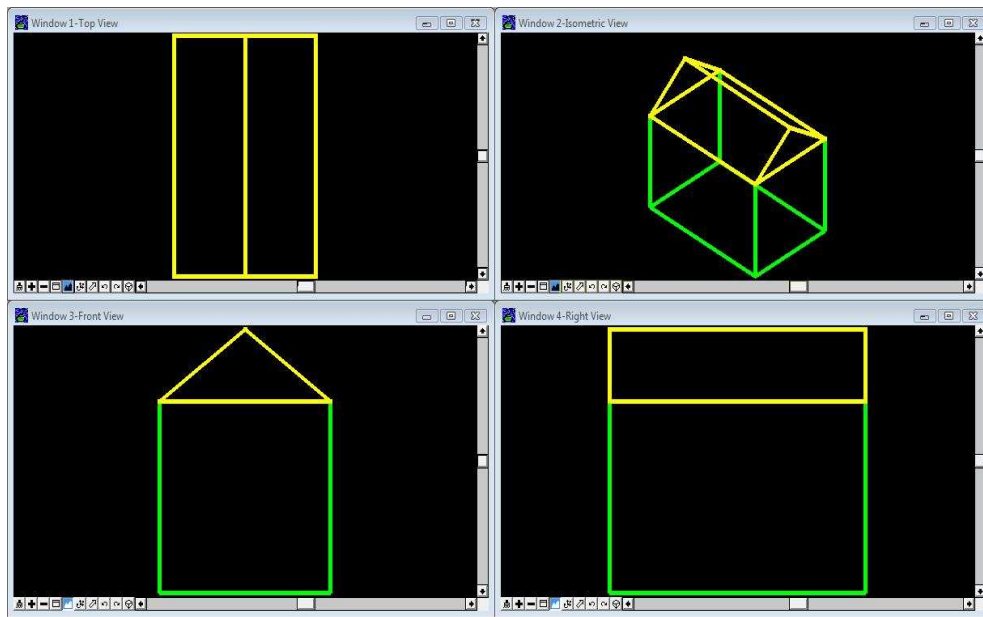


“Place Shape”. Πηγαίνουμε σε ένα από τα παράθυρα προβολής και πατάμε ταυτόχρονα αριστερό και δεξί κλικ κοντά σε ένα από τα σημεία στήριξης, μέχρι το πρόγραμμα να μας προτείνει το σημείο που θέλουμε.

Μία βοήθεια που προσφέρει το microstation στον χρήστη όσον αναφορά την επιλογή ενός αντικείμενου σε ένα πολύπλοκο σχέδιο που κάνει την επιλογή αυτή δύσκολη, είναι ότι πατώντας δεξί και αριστερό κλικ ταυτόχρονα κοντά στον χορό όπου βρίσκεται το αντικείμενο αυτό, το πρόγραμμα τονίζει κατά σειρά τα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά σε εκείνη την περιοχή ένα - ένα μέχρι να τονιστεί το απαιτούμενο αντικείμενο. Τότε ο χρήστης αντί να συνεχίσει να πατάει δεξί και αριστερό κλικ ταυτόχρονα, πατάει αριστερό μόνο για να το επιλέξει.

Όταν μας το προτείνει πατάμε αριστερό κλικ για το επιλέξουμε. Το ίδιο κάνουμε και με τα άλλα σημεία που μαζί με αυτό δημιουργούν μία πλευρά της σκεπής.

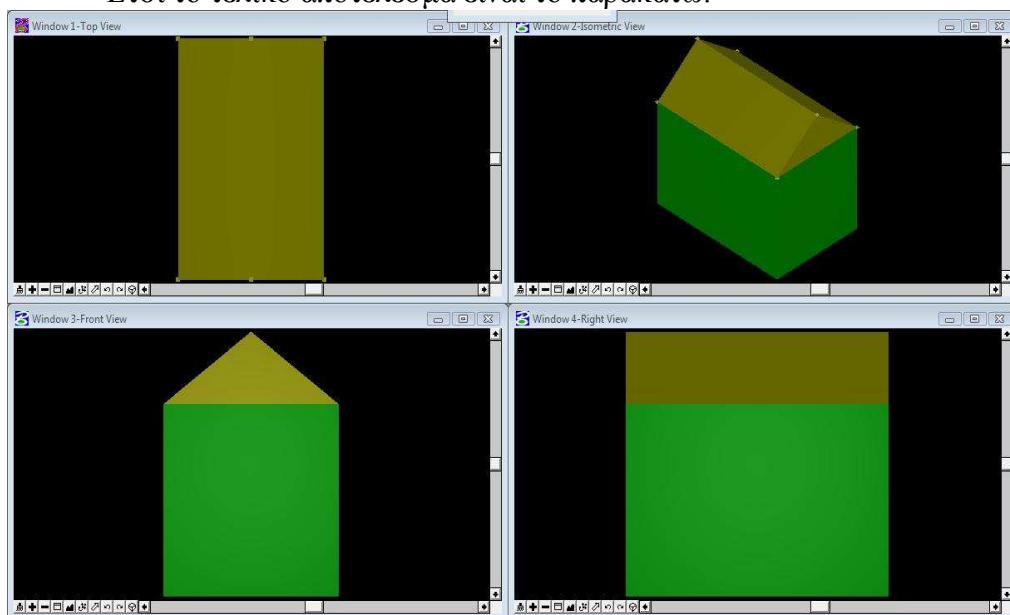
Την ίδια διαδικασία θα την κάνουμε και για τις 4 πλευρές της σκεπής.



7^ο ΒΗΜΑ

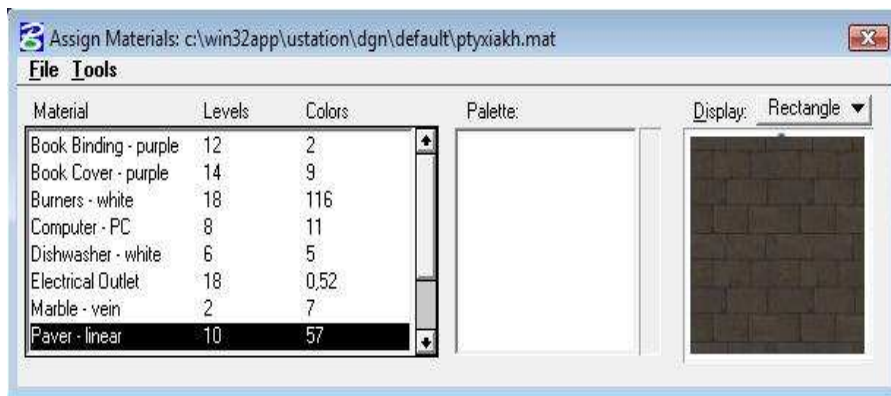
Το μόνο που μας έχει απομείνει είναι να ντύσουμε τους τοίχους μας. Αυτό γίνεται από την επιλογή “Utilities – Render – Phong” και κάνοντας ένα κλικ στα παράθυρα προβολής.

Έτσι το τελικό αποτέλεσμα είναι το παρακάτω:



Από εδώ και πέρα υπάρχει η επιλογή αν θέλουμε να κάνουμε ποιο συγκεκριμένο το ντύσιμο των τοίχων μας. Το microstation μας δίνει έτοιμα υλικά με τα οποία μπορούμε να ντύσουμε τις επιφάνειες που επιλέγουμε εμείς. Αυτό το επιτυγχάνουμε πηγαίνοντας “Settings – Rendering – Assign Materials“. Στην καρτέλα που μας ανοίγει πατάμε “File – Open Palette”, το οποίο ουσιαστικά μας ανοίγει τη βιβλιοθήκη υλικών του προγράμματος. Επιλέγουμε μία από τις παλέτες και από αυτές ένα από τα υλικά που καλύπτει τα κριτήριά μας. Όταν βρούμε ένα επιθυμητό υλικό, κάνουμε διπλό κλικ πάνω του. Τώρα το πρόγραμμα μας ζητάει να εισάγουμε τον αριθμό του level και του χρώματος των επιφανειών που πλέκουμε να ντυθούν με αυτό το υλικό.

Όταν φτάσουμε σε σημεία να έχουμε επιλέξει τα διάφορα υλικά για το σχέδιό μας, αν ξαναπατήσουμε “Utilities – Render – Phong”, θα δούμε ότι μας εμφανίζει τις επιφάνειες ντυμένες με τα υλικά που έχουμε επιλέξει για καθεμία από αυτές.



2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ 3D ΜΟΝΤΕΛΟΥ

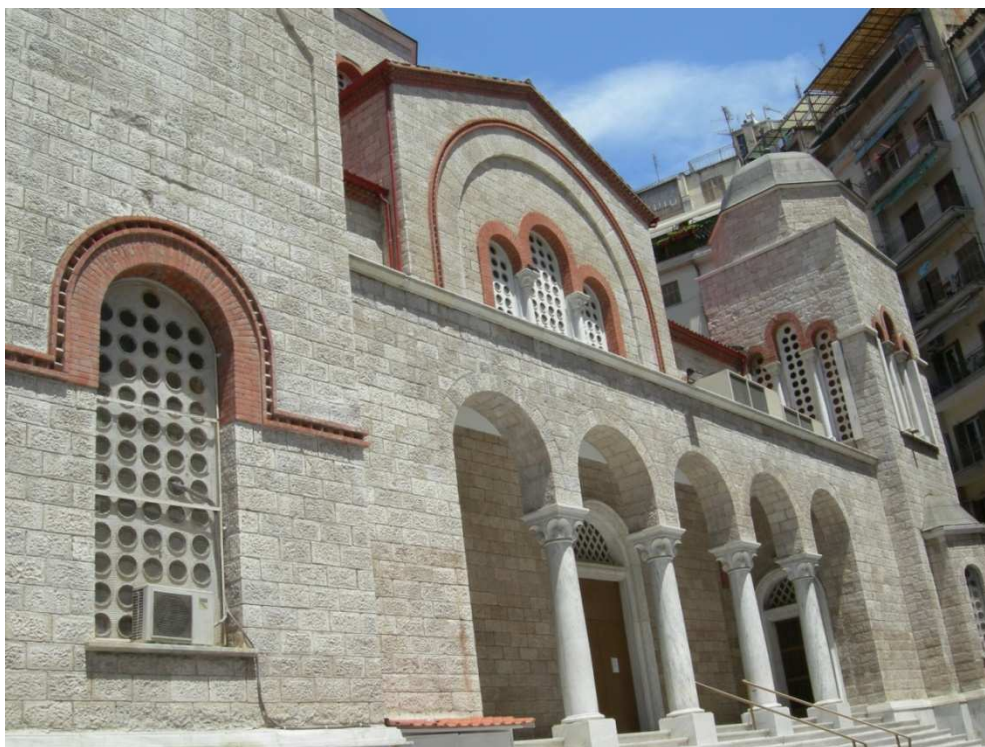
Το πρώτο πράγμα που έπρεπε να γίνει για την πτυχιακή ήταν να βρεθούν φωτογραφίες της εκκλησίας η οποία έπρεπε να σχεδιαστεί. Αυτές οι φωτογραφίες παρουσιάζονται παρακάτω



Πρόσψη της εκκλησίας της Παναγίας Δέξιας



Πλαϊνά πλάνα





Πλάνο από την πίσω πλευρά της εκκλησίας

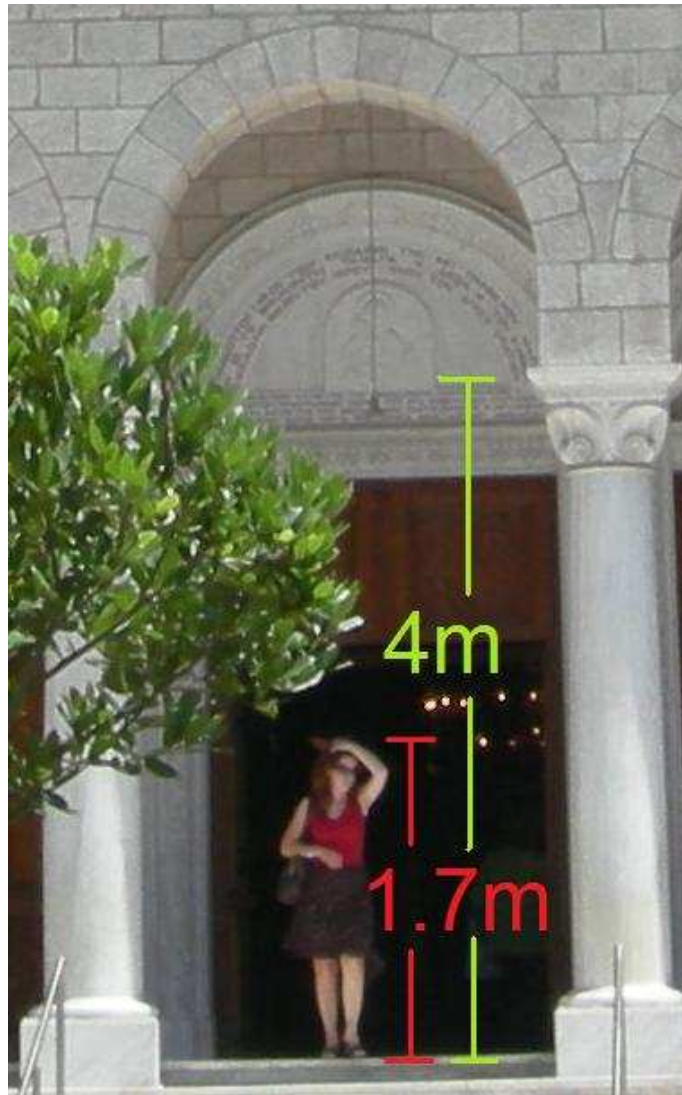


Πλάνο από την πίσω πλευρά (2)

Από τη στιγμή που δεν υπήρχαν στη διάθεσή μας σχέδια με τις ακριβείς διαστάσεις της εκκλησίας, αυτές έπρεπε να υπολογιστούν όσο το δυνατόν πιο κοντά στις πραγματικές διαστάσεις.

Έχοντας μόνον τις φωτογραφίες στη διάθεσή μας έπρεπε να βρεθεί ένα στοιχείο σ' αυτές, του οποίου οι διαστάσεις να ήταν πάνω κάτω γνωστές σε εμάς. Έτσι χρησιμοποιήθηκε η φωτογραφία 'Πρόσοψη της εκκλησίας Παναγίας Δέξιας' όπου εκτός της εκκλησίας εμφανίζεται στη φωτογραφία μία κυρία. Βασιζόμενοι στο ότι το

μέσο ύψος του γυναικείου φύλου είναι 1.65-1.70 m βρέθηκαν μέσω αναλογιών διαστάσεις της εκκλησίας αρκετά κοντά στις πραγματικές.



Παράδειγμα εύρεσης αναλογιών διαστάσεων

Εφόσον βρήκαμε μία διάσταση ενός στοιχείου του μοντέλου (της κολώνας), γίνεται εύκολα κατανοητό ότι μπορέσαμε έπειτα να βρούμε τις διαστάσεις όλων των στοιχείων που αποτελούν την εκκλησία.

Σαν επόμενο βήμα για την εργασία επιλέχτηκε να είναι η δημιουργία ενός βοηθητικού σχεδίου σε χαρτί που θα απεικόνιζε το στοιχείο της εκκλησίας που είχε σειρά να δημιουργηθεί. Αυτό το σχέδιο θα είχε και τις συντεταγμένες του στοιχείου αυτού. Αυτό το βήμα αποδείχτηκε μεγάλη βοήθεια όταν φτάναμε στο σημείο να δημιουργούμε το στοιχείο αυτό μόνο με εντολές. Για να καταλάβει κανείς το μέγεθος της βοήθειας αρκεί να δει ότι από τις 2000 γραμμές κώδικα που γράφτηκε για να αναπαραστήσουμε την εκκλησία το 60% των εντολών ήθελαν σαν παράμετρο συντεταγμένες σε μορφή “x,y,z”.

Για τη δημιουργία ενός πολύπλοκου 3d μοντέλου συνιστάται πρώτα η δημιουργία ενός σχεδίου του μοντέλου αυτού σε χαρτί με όλες τις συντεταγμένες του. Αυτό θα βοηθήσει πάρα πολύ όχι μόνο στην καταγραφή του κώδικα αλλά και στο να έχουμε μία πιο λογική και σωστά αρχιτεκτονική εικόνα του μοντέλου αυτού στο μυαλό μας.

Μετά από το κάθε σχέδιο ακολουθούσε η δημιουργία της ακολουθίας των εντολών οι οποίες της δημιουργούσαν το συγκεκριμένο κομμάτι του μοντέλου. Αποφασίστηκε να φτιάχνουμε στοιχείο – στοιχείο ξεχωριστά και αυτό έκανε πιο εύκολη την εντόπιση λαθών και πιο εύλικτη τη διαχείριση των εντολών. Όταν τελειώνε ένα κομμάτι και ελεγχόταν ότι όντως μας δίνει το αποτέλεσμα που θέλουμε στα παράθυρα προβολής, προστίθετο στο script που στο τέλος θα περιείχε όλες τις εντολές όλων των στοιχείων της εκκλησίας.

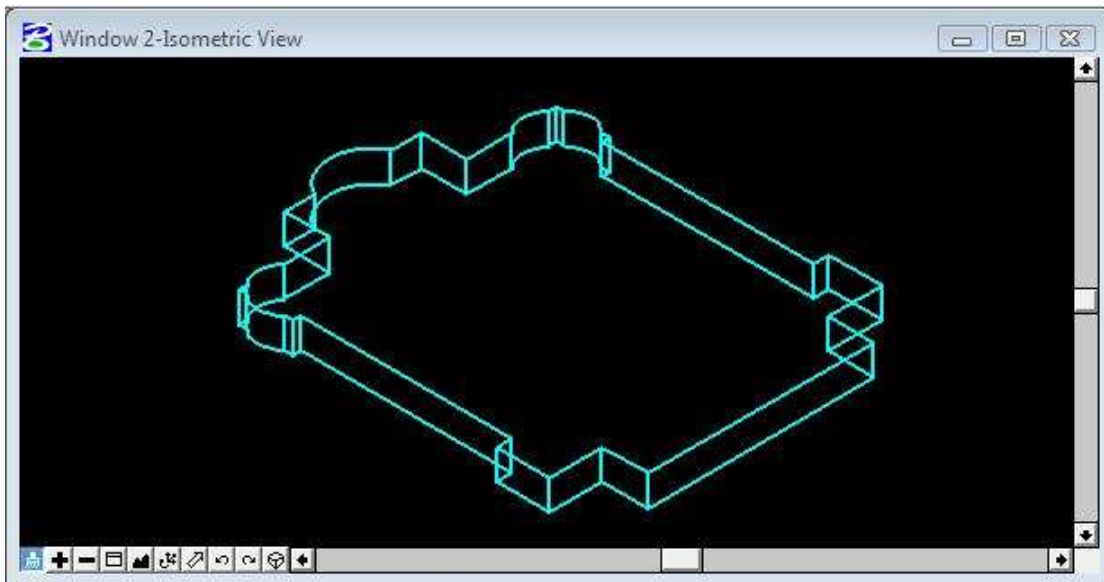
Η σχεδίαση της εκκλησίας έγινε από κάτω προς τα πάνω. Δηλαδή σχεδιάστηκε πρώτα η βάση της εκκλησίας και τελευταία τα καμπαναριά της. Έτσι το πρώτο κομμάτι κώδικα που γράφτηκε δημιουργούσε τη βάση της εκκλησίας.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο κώδικας που γράφτηκε για τη δημιουργία της βάσης της εκκλησίας, αλλά και το αποτέλεσμα του στα παράθυρα προβολής :

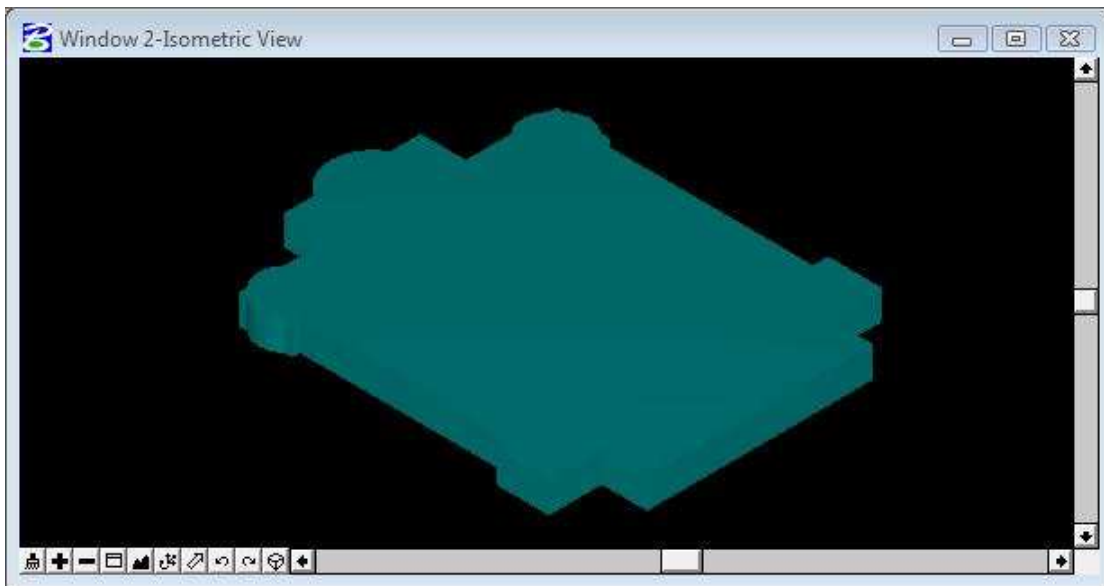
```
lv=2;co=7;wt=1
```

```
place line;xy=0,0,0;dl=0.5
place arc;xy=0.5,0,0;xy=1.75,0.5,0;xy=3,0,0
place line;xy=3,0,0;dl=3;dl=,3;dl=2
place arc;xy=8,3,0;xy=10.5,4.5,0;xy=13,3,0
place line;xy=13,3,0;dl=2;dl=,-3;dl=3
place arc;xy=18,0,0;xy=19.25,0.5,0;xy=20.5,0,0
place line;xy=20.5,0,0;dl=0.5;dl=,-0.5
place arc;xy=21,-0.5,0;xy=21.5,-1.75,0;xy=21,-3,0
place line;xy=21,-3,0;dl=,-0.5;dl=-0.5;dl=,-14;dl=1;dl=,-3.5;dl=-3.5;dl=,-3;dl=15;dl=,3;dl=-3.5;dl=,3.5;dl=1;dl=,14;dl=-0.5;dl=,0.5
place arc;xy=0,-3,0;xy=-0.5,-1.75,0;xy=0,-0.5,0
place line;xy=0,-0.5,0;dl=,0.5
reset
create shape;xy=0.2,0,0
xy=1.75,0.5,0
xy=5,0,0
xy=6,1,0
xy=7,3,0
xy=10.5,4.5,0
xy=14,3,0
xy=15,1,0
xy=16,0,0
xy=19.25,0.5,0
```

```
xy=20.75,0,0  
xy=21,-0.2,0  
xy=21.5,-1.75,0  
xy=21,-3.2,0  
xy=20.7,-3.5,0  
xy=20.5,-5,0  
xy=21,-17.5,0  
xy=21.5,-18,0  
xy=20,-21,0  
xy=18,-22,0  
xy=10,-24,0  
xy=3,-22,0  
xy=1,-21,0  
xy=-0.5,-18,0  
xy=0,-17.5,0  
xy=0.5,-8,0  
xy=0.2,-3.5,0  
xy=0,-3.2,0  
xy=-0.5,-1.75,0  
xy=0,-0.2,0  
xy=100,0,0  
reset  
construct surface projection;xy=10,-24,0;dl=,2  
reset
```



Το αποτέλεσμα του παραπάνω κώδικα



Το αποτέλεσμα του παραπάνω κώδικα με RENDERING

Πώς δημιουργούμε ένα script για το microstation

Για να δημιουργήσουμε ένα αρχείο το οποίο περιέχει εντολές σχεδίασης και το οποίο μπορεί να εκτελεστεί από το microstation πρέπει να ακολουθήσουμε τα εξής βήματα:

1° ΒΗΜΑ

Πρώτα από όλα ανοίγουμε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου (πχ Notepad, Word)

2° ΒΗΜΑ

Έπειτα γράφουμε τις εντολές που θέλουμε, οι οποίες θα δημιουργήσουν όταν τρέξουμε το script στο microstation το επιθυμητό 3d στοιχείο/μοντέλο.

3° ΒΗΜΑ

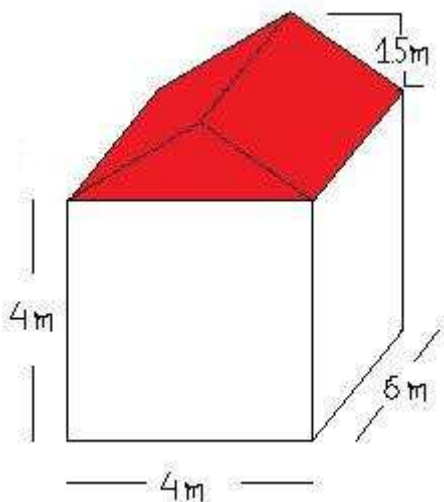
Αφού τελειώσουμε με τις εντολές, αποθηκεύουμε το αρχείο κειμένου με την κατάληξη “.scr” (πχ test.scr).

4^ο ΒΗΜΑ

Σαν τελευταίο βήμα γράφουμε στο microstation στο πλαίσιο ‘KEY-IN’ “@<path> \ <onoma>.scr” (πχ Αν το αρχείο test.scr το έχουμε αποθηκεύσει στο c:\ θα πρέπει να γράψουμε “@c:\test.scr”).

Σχεδίαση με εντολές

Έστω ότι θέλουμε να σχεδιάσουμε με κώδικα , το σχέδιο που είχαμε σχεδιάσει με ποντίκι λίγο πιο πάνω.



Ένας ενδεικτικός τρόπος κώδικα είναι ο παρακάτω:

ΚΩΔΙΚΑΣ

ΣΧΟΛΙΑ

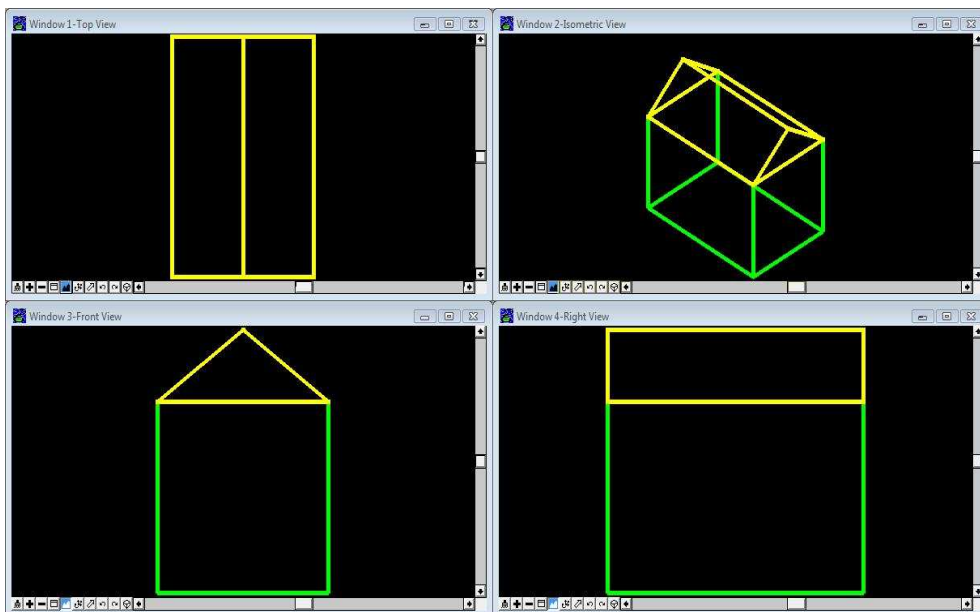
lv=2;co=2;wt=1 // level σχεδίασης =2, color σχεδίασης =2, weight γραμμής =1

Place block;xy=0,0,0;xy=4,6,0 //δημιουργία της βάσης
construct surface projection;xy=0,0,0;dl=,4 //ανύψωση της βάσης σε 3d μορφή


```
lv=3;co=4;wt=1 // level σχεδίασης = 3, color σχεδίασης = 4, weight γραμμής= 1

place shape;xy=0,0,4 //ΑΡΧΗ δημιουργίας του μπροστινού τριγώνου σκεπής
xy=4,0,4
xy=2,0,5.5
xy=0,0,4
reset //ΤΕΛΟΣ δημιουργίας του μπροστινού τριγώνου σκεπής place
shape;xy=0,6,4 //ΑΡΧΗ δημιουργίας του πισινού τριγώνου σκεπής
xy=4,6,4
xy=2,6,5.5
xy=0,6,4
reset //ΤΕΛΟΣ δημιουργίας του πισινού τριγώνου σκεπής
place shape;xy=0,0,4 //ΑΡΧΗ δημιουργίας της αριστερής πλευράς της σκεπής
xy=2,0,5.5
xy=2,6,5.5
xy=0,6,4
xy=0,0,4
reset //ΤΕΛΟΣ δημιουργίας της αριστερής πλευράς της σκεπής
place shape;xy=4,0,4 //ΑΡΧΗ δημιουργίας της δεξιάς πλευράς της σκεπής
xy=2,0,5.5
xy=2,6,5.5
xy=4,6,4
xy=4,0,4
reset //ΤΕΛΟΣ δημιουργίας της δεξιάς πλευράς της σκεπής
```

Άμα το αποθηκεύσουμε αυτό και το τρέξουμε στο microstation θα βγει ένα πανομοιότυπο μοντέλο με αυτό που είχαμε σχεδιάσει με το ποντίκι.



Από το παραπάνω παράδειγμα βλέπει κανείς πόσο σημαντικό είναι σε πιο πολύπλοκα σχέδια από αυτό να έχει σχεδιάσει κανείς σε χαρτί πρώτα ένα σχέδιο με συντεταγμένες.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΜΕΤΕΠΕΙΤΑ ΕΡΕΥΝΑ

Συγκρίνοντας τη δημιουργία ενός 3d μοντέλου με ποντίκι και με script, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η σχεδίαση με το ποντίκι είναι πιο γρήγορη αλλά και πιο κοντά στον χρήστη. Πιο κοντά με την έννοια ότι στη σχεδίαση με το ποντίκι ο χρήστης έχει άμεση επαφή με το πρόγραμμα και με αυτό που σχεδιάζει. Από την άλλη πλευρά όμως με τη χρήση script υπάρχουν πλεονεκτήματα που είναι πολύ σημαντικά.

Πλεονεκτήματα σχεδίασης με script:

- Επεκτασιμότητα
- Έλεγχος
- Επαναχρησιμοποίηση
- Ο χρήστης αποκτάει καλύτερη αρχιτεκτονική εικόνα του μοντέλου του.
- Δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας συναρτήσεων σχεδίασης μοντέλων.
- Γρήγορη μορφοποίησης ενός ήδη υπάρχοντος 3d μοντέλου.

Ίσως συμπερασματικά η καλύτερη άποψη για τους δύο αυτούς τρόπους σχεδίασης να είναι η εξής:

Εάν η σχεδίαση δεν είναι για επαγγελματικούς λόγους και αφορά ερασιτεχνική απασχόληση με το 3d μόντελινγκ, θα ήταν πιο εύλογο η χρησιμοποίηση ποντικιού για τη σχεδίαση αυτή.

Εάν η σχεδίαση είναι για καθαρά επαγγελματικό τομέα, σίγουρα τα πλεονεκτήματα της σχεδίασης με script γίνονται πιο εμφανή αλλά και πιο επιζητούμενα σε σύγκριση με τα πλεονεκτήματα της σχεδίασης με το ποντίκι.

Η περαιτέρω έρευνα στο θέμα της σχεδίασης 3d μοντέλων με script θα μπορούσε να είναι η δημιουργία συναρτήσεων των κάποιων συγκεκριμένων script ώστε ο χρήστης να μπορεί να έχει το αποτέλεσμα που του βγάζει αυτό σε συντεταγμένες που αυτός το θέλει και σε μορφή που το ζητάει. Ουσιαστικά να δημιουργηθούν καινούργιες λειτουργίες όπως αυτές που έχει το microstation οι οποίες θα σχεδιάζουν κάτι που ο χρήστης για να σχεδιάσει με τις λειτουργίες που έχει το πρόγραμμα θα του έπαιρνε πολύ ώρα.

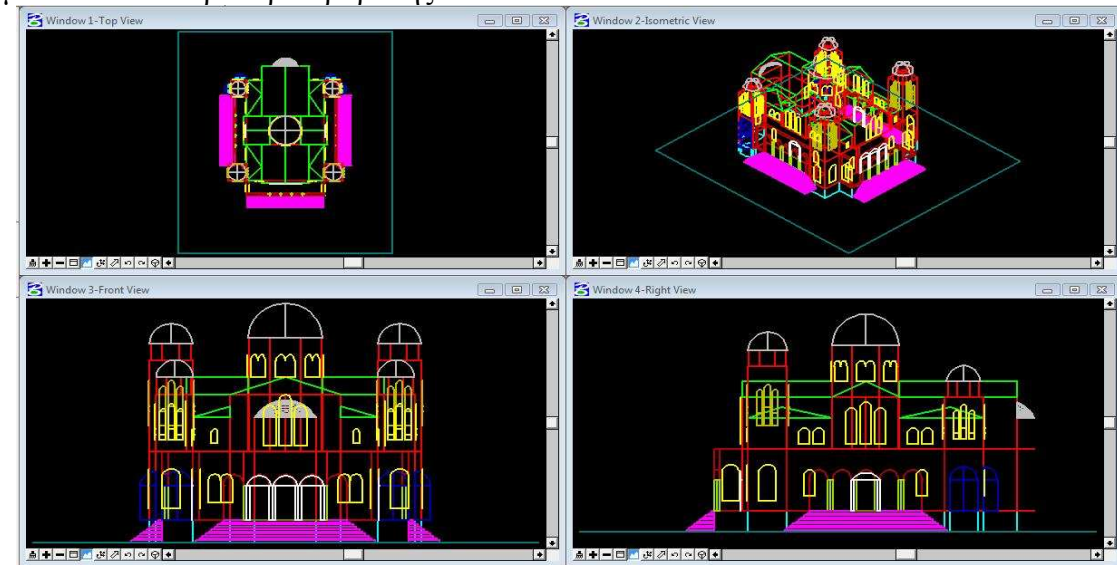
Σε μια παλιά πτυχιακή με θέμα 3d μόντελινγκ μεταξύ άλλων αναφέρθηκε ότι «Αυτό που δημιουργεί κανείς σε ένα 3d περιβάλλον είναι τέχνη και όχι τεχνολογία».

Με τη δημιουργία όμως 3d μοντέλου με κώδικα βάζει κανείς ισχυρή βάση στο να μετατρέψει την τέχνη αυτή σε τεχνολογία, αφού έχει καταλάβει πλήρως το πως

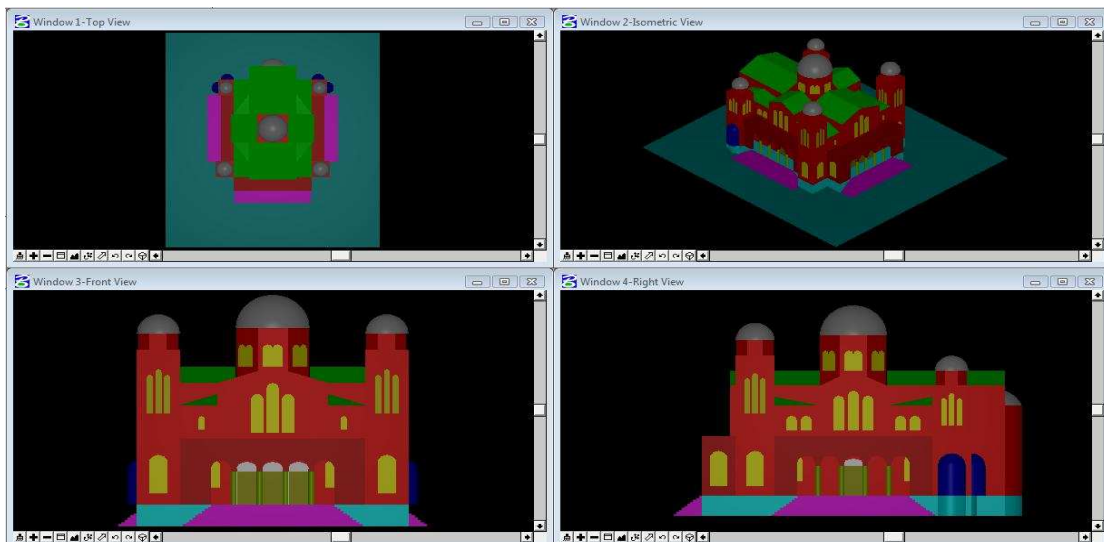
σκέφτεται ένα τέτοιο λογισμικό και πως αυτό λειτουργεί για να εκπληρώσει διάφορες λειτουργίες...

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΟΛΟΚΛΗΡΟΣ Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Παρακάτω παρουσιάζεται ο κώδικας που γράφτηκε για να αναπαρασταθεί η εκκλησία της Παναγίας Δέξιας στη Θεσσαλονίκη. Άμα τον αντιγράψει κανείς και τον αποθηκεύσει σε μορφή “<όνομα>.scr” και πάει στο ‘Key-in’ πλαίσιο του microstation και γράψει “@<path> \ <ονομα>.scr” και το τρέξει θα δημιουργηθεί το παρακάτω 3d μοντέλο στα παράθυρα προβολής του microstation:



Χωρίς RENDERING



Με RENDERING

Ολόκληρος ο κώδικας

```
lv=2;co=7;wt=1

place line;xy=0,0,0;dl=0.5
place arc;xy=0.5,0,0;xy=1.75,0.5,0;xy=3,0,0
place line;xy=3,0,0;dl=3;dl=,3;dl=2
place arc;xy=8,3,0;xy=10.5,4.5,0;xy=13,3,0
place line;xy=13,3,0;dl=2;dl=,-3;dl=3
place arc;xy=18,0,0;xy=19.25,0.5,0;xy=20.5,0,0
place line;xy=20.5,0,0;dl=0.5;dl=,-0.5
place arc;xy=21,-0.5,0;xy=21.5,-1.75,0;xy=21,-3,0
place line;xy=21,-3,0;dl=,-0.5;dl=-0.5;dl=,-14;dl=1;dl=,-3.5;dl=-3.5;dl=,-3;dl=-
15;dl=,3;dl=-3.5;dl=,3.5;dl=1;dl=,14;dl=-0.5;dl=,0.5
place arc;xy=0,-3,0;xy=-0.5,-1.75,0;xy=0,-0.5,0
place line;xy=0,-0.5,0;dl=,0.5
reset
create shape;xy=0.2,0,0
xy=1.75,0.5,0
xy=5,0,0
xy=6,1,0
xy=7,3,0
xy=10.5,4.5,0
xy=14,3,0
xy=15,1,0
xy=16,0,0
xy=19.25,0.5,0
xy=20.75,0,0
xy=21,-0.2,0
xy=21.5,-1.75,0
xy=21,-3.2,0
xy=20.7,-3.5,0
xy=20.5,-5,0
xy=21,-17.5,0
xy=21.5,-18,0
xy=20,-21,0
xy=18,-22,0
xy=10,-24,0
xy=3,-22,0
xy=1,-21,0
xy=-0.5,-18,0
xy=0,-17.5,0
xy=0.5,-8,0
```

```
xy=0.2,-3.5,0
xy=0,-3.2,0
xy=-0.5,-1.75,0
xy=0,-0.2,0
xy=100,0,0
reset
construct surface projection;xy=10,-24,0;dl=,,2
reset
reset
reset
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place arc;xy=38,3,0;xy=40.5,4.5,0;xy=43,3,0
place smartline;xy=43,3,0;dl=2;dl=-3;dl=6;dl=-3.5
dl=-3;dl=-14;dl=3.5;dl=-3.5;dl=-7.6;dl=-0.5;dl=-6.8;dl=0.5;dl=-
7.6;dl=3.5;dl=3.5;dl=14;dl=-3;dl=3.5;dl=6;dl=3;dl=2
reset
choose element;xy=33,-5,0
create chain
xy=40.5,4.5,0
xy=33,-5,0
xy=100,0,0
reset
```

```
xy=40.5,4.5,0
construct surface projection;xy=40.5,4.5,0;dl=,,6
```

```
choose element;xy=33,-5,0
move element;xy=33,-5,0;dl=-30
move element;xy=30.5,-5,0;dl=,,2
```

```
lv=4;co=67;wt=1
```

```
place arc edge
xy=0,100,0
xy=0.8,100,1
xy=1.6,100,0
```

```
choose element;xy=1.6,100,0
copy;xy=1.6,100,0;dl=2.1
copy;xy=1.6,100,0;dl=2.1
```

```
copy;xy=1.6,100,0;dl=2.1  
copy;xy=1.6,100,0;dl=2.1  
reset
```

```
place line;xy=1.6,100,0;dl=0.5  
place line;xy=3.7,100,0;dl=0.5  
place line;xy=5.8,100,0;dl=0.5  
place line;xy=7.9,100,0;dl=0.5  
place smartline;xy=10,100,0;dl=,,-3;dl=2.5;dl=,,6;dl=-15;dl=,,-6;dl=2.5;dl=,,3  
reset
```

```
choose element;xy=1.6,100,0  
create shape  
xy=0.8,100,1  
xy=1.7,100,0  
xy=2.9,100,1  
xy=3.8,100,0  
xy=5,100,1  
xy=5.9,100,0  
xy=7.1,100,1  
xy=8,100,0  
xy=9.2,100,1  
xy=10,100,-1  
xy=100,0,0  
reset
```

```
construct surface projection;xy=0,100,0;dl=,0.5  
reset
```

```
choose element;xy=0,100,0  
move element;xy=0,100,0;dl=5.5  
move element;xy=0,100,0;dl=,,5  
move element;xy=0,100,0;dl=,-124
```

```
lv=6;co=5;wt=1
```

```
place shape;xy=5.5,-24,2;dl=10;dl=,-0.25;dl=-10;dl=,0.25  
place shape;xy=5.25,-24.25,1.8;dl=10.5;dl=,-0.25;dl=-10.5;dl=,0.25  
place shape;xy=5,-24.5,1.6;dl=11;dl=,-0.25;dl=-11;dl=,0.25  
place shape;xy=4.75,-24.75,1.4;dl=11.5;dl=,-0.25;dl=-11.5;dl=,0.25  
place shape;xy=4.5,-25,1.2;dl=12;dl=,-0.25;dl=-12;dl=,0.25  
place shape;xy=4.25,-25.25,1;dl=12.5;dl=,-0.25;dl=-12.5;dl=,0.25  
place shape;xy=4,-25.5,0.8;dl=13;dl=,-0.25;dl=-13;dl=,0.25  
place shape;xy=3.75,-25.75,0.6;dl=13.5;dl=,-0.25;dl=-13.5;dl=,0.25
```


place shape;xy=3.5,-26,0.4;dl=14;dl=-0.25;dl=-14;dl=0.25
 place shape;xy=3.25,-26.25,0.2;dl=14.5;dl=-0.25;dl=-14.5;dl=0.25

place shape;xy=5.5,-24.25,2;dl=,,0.2;dl=10;dl=,,0.2;dl=-10
 place shape;xy=5.25,-24.5,1.8;dl=,,0.2;dl=10.5;dl=,,0.2;dl=-10.5
 place shape;xy=5,-24.75,1.6;dl=,,0.2;dl=11;dl=,,0.2;dl=-11
 place shape;xy=4.75,-25,1.4;dl=,,0.2;dl=11.5;dl=,,0.2;dl=-11.5
 place shape;xy=4.5,-25.25,1.2;dl=,,0.2;dl=12;dl=,,0.2;dl=-12
 place shape;xy=4.25,-25.5,1;dl=,,0.2;dl=12.5;dl=,,0.2;dl=-12.5
 place shape;xy=4,-25.75,0.8;dl=,,0.2;dl=13;dl=,,0.2;dl=-13
 place shape;xy=3.75,-26,0.6;dl=,,0.2;dl=13.5;dl=,,0.2;dl=-13.5
 place shape;xy=3.5,-26.25,0.4;dl=,,0.2;dl=14;dl=,,0.2;dl=-14
 place shape;xy=3.25,-26.5,0.2;dl=,,0.2;dl=14.5;dl=,,0.2;dl=-14.5

place shape;xy=5.5,-24,2;dl=,,0.2;dl=-0.25;dl=,,0.2;dl=0.25
 place shape;xy=5.25,-24,1.8;dl=,,0.2;dl=-0.5;dl=,,0.2;dl=0.5
 place shape;xy=5,-24,1.6;dl=,,0.2;dl=-0.75;dl=,,0.2;dl=0.75
 place shape;xy=4.75,-24,1.4;dl=,,0.2;dl=-1;dl=,,0.2;dl=1
 place shape;xy=4.5,-24,1.2;dl=,,0.2;dl=-1.25;dl=,,0.2;dl=1.25
 place shape;xy=4.25,-24,1;dl=,,0.2;dl=-1.5;dl=,,0.2;dl=1.5
 place shape;xy=4,-24,0.8;dl=,,0.2;dl=-1.75;dl=,,0.2;dl=1.75
 place shape;xy=3.75,-24,0.6;dl=,,0.2;dl=-2;dl=,,0.2;dl=2
 place shape;xy=3.5,-24,0.4;dl=,,0.2;dl=-2.25;dl=,,0.2;dl=2.25
 place shape;xy=3.25,-24,0.2;dl=,,0.2;dl=-2.5;dl=,,0.2;dl=2.5

place shape;xy=15.5,-24,2;dl=,,0.2;dl=-0.25;dl=,,0.2;dl=0.25
 place shape;xy=15.75,-24,1.8;dl=,,0.2;dl=-0.5;dl=,,0.2;dl=0.5
 place shape;xy=16,-24,1.6;dl=,,0.2;dl=-0.75;dl=,,0.2;dl=0.75
 place shape;xy=16.25,-24,1.4;dl=,,0.2;dl=-1;dl=,,0.2;dl=1
 place shape;xy=16.5,-24,1.2;dl=,,0.2;dl=-1.25;dl=,,0.2;dl=1.25
 place shape;xy=16.75,-24,1;dl=,,0.2;dl=-1.5;dl=,,0.2;dl=1.5
 place shape;xy=17,-24,0.8;dl=,,0.2;dl=-1.75;dl=,,0.2;dl=1.75
 place shape;xy=17.25,-24,0.6;dl=,,0.2;dl=-2;dl=,,0.2;dl=2
 place shape;xy=17.5,-24,0.4;dl=,,0.2;dl=-2.25;dl=,,0.2;dl=2.25
 place shape;xy=17.75,-24,0.2;dl=,,0.2;dl=-2.5;dl=,,0.2;dl=2.5

place shape;xy=5.5,-24,1.8;dl=-0.25;dl=-0.25;dl=0.25;dl=0.25
 place shape;xy=5.25,-24,1.6;dl=-0.25;dl=-0.5;dl=0.25;dl=0.5
 place shape;xy=5,-24,1.4;dl=-0.25;dl=-0.75;dl=0.25;dl=0.75
 place shape;xy=4.75,-24,1.2;dl=-0.25;dl=-1;dl=0.25;dl=1
 place shape;xy=4.5,-24,1;dl=-0.25;dl=-1.25;dl=0.25;dl=1.25
 place shape;xy=4.25,-24,0.8;dl=-0.25;dl=-1.5;dl=0.25;dl=1.5
 place shape;xy=4,-24,0.6;dl=-0.25;dl=-1.75;dl=0.25;dl=1.75
 place shape;xy=3.75,-24,0.4;dl=-0.25;dl=-2;dl=0.25;dl=2
 place shape;xy=3.5,-24,0.2;dl=-0.25;dl=-2.25;dl=0.25;dl=2.25

place shape;xy=15.5,-24,1.8;dl=0.25;dl=-0.25;dl=-0.25;dl=,0.25
place shape;xy=15.75,-24,1.6;dl=0.25;dl=-0.5;dl=-0.25;dl=,0.5
place shape;xy=16,-24,1.4;dl=0.25;dl=-0.75;dl=-0.25;dl=,0.75
place shape;xy=16.25,-24,1.2;dl=0.25;dl=-1;dl=-0.25;dl=,1
place shape;xy=16.5,-24,1;dl=0.25;dl=-1.25;dl=-0.25;dl=,1.25
place shape;xy=16.75,-24,0.8;dl=0.25;dl=-1.5;dl=-0.25;dl=,1.5
place shape;xy=17,-24,0.6;dl=0.25;dl=-1.75;dl=-0.25;dl=,1.75
place shape;xy=17.25,-24,0.4;dl=0.25;dl=-2;dl=-0.25;dl=,2
place shape;xy=17.5,-24,0.2;dl=0.25;dl=-2.25;dl=-0.25;dl=,2.25

lv=4;co=67;wt=1

place shape;xy=28,-21,2;dl=,6;dl=-2.5;dl=,-6;dl=,2.5
construct surface projection;xy=28,-21,2;dl=-0.5

place shape;xy=-5,-21,2;dl=,6;dl=-2.5;dl=,-6;dl=,2.5
construct surface projection;xy=-5,-21,2;dl=0.5

place shape;xy=3,-31,0;dl=-3;dl=15;dl=,3;dl=-15

choose element;xy=28,-21,2
move element;xy=28,-21,2;dl=-10

choose element;xy=-5,-21,2
move element;xy=-5,-21,2;dl=8

choose element;xy=3,-31,0
move element;xy=3,-31,0;dl=,10
move element;xy=3,-31,0;dl=,8

lv=8;co=11;wt=1

place circle center;xy=7.35,-34,2;xy=7.1,-34,2
construct surface projection;xy=7.1,-34,2;dl=,3

place circle center;xy=9.45,-34,2;xy=9.2,-34,2
construct surface projection;xy=9.2,-34,2;dl=,3

place circle center;xy=11.55,-34,2;xy=11.3,-34,2
construct surface projection;xy=11.3,-34,2;dl=,3

place circle center;xy=13.65,-34,2;xy=13.4,-34,2

construct surface projection;xy=13.4,-34,2;dl=,,3

choose element;xy=7.1,-34,2
move element;xy=7.1,-34,2;dl=,10.25

choose element;xy=9.2,-34,2
move element;xy=9.2,-34,2;dl=,10.25

choose element;xy=11.3,-34,2
move element;xy=11.3,-34,2;dl=,10.25

choose element;xy=13.4,-34,2
move element;xy=13.4,-34,2;dl=,10.25

lv=4;co=67;wt=1

place arc edge
xy=0,-5.5,0
xy=0,-6.3,1
xy=0,-7.1,0

choose element;xy=0,-7.1,0
copy;xy=0,-7.1,0;dl=,-2.1
copy;xy=0,-7.1,0;dl=,-2.1
copy;xy=0,-7.1,0;dl=,-2.1
copy;xy=0,-7.1,0;dl=,-2.1
reset

place line;xy=0,-7.1,0;dl=,-0.5
place line;xy=0,-9.2,0;dl=,-0.5
place line;xy=0,-11.3,0;dl=,-0.5
place line;xy=0,-13.4,0;dl=,-0.5
place smartline;xy=0,-15.5,0;dl=,, -3;dl=,-2;dl=,,6;dl=,14;dl=,, -6;dl=,-2;dl=,,3
reset

choose element;xy=0,-7.1,0
create shape
xy=0,-6.3,1
xy=0,-7.2,0
xy=0,-8.4,1
xy=0,-9.3,0
xy=0,-10.5,1
xy=0,-11.4,0
xy=0,-12.6,1

xy=0,-13.5,0
xy=0,-14.7,1
xy=0,-15.5,-1
xy=100,0,0
reset

construct surface projection;xy=0,-5.5,0;dl=0.5
reset

choose element;xy=0,-5.5,0
move element;xy=0,-5.5,0;dl=0.5
move element;xy=0,-5.5,0;dl=,5

lv=8;co=11;wt=1

place circle center;xy=0,-7.35,2;xy=0,-7.1,2
construct surface projection;xy=0,-7.1,2;dl=,3

place circle center;xy=0,-9.45,2;xy=0,-9.20,2
construct surface projection;xy=0,-9.20,2;dl=,3

place circle center;xy=0,-11.55,2;xy=0,-11.30,2
construct surface projection;xy=0,-11.30,2;dl=,3

place circle center;xy=0,-13.65,2;xy=0,-13.40,2
construct surface projection;xy=0,-13.40,2;dl=,3

choose element;xy=0,-7.1,2
move element;xy=0,-7.1,2;dl=0.75

choose element;xy=0,-9.20,2
move element;xy=0,-9.20,2;dl=0.75

choose element;xy=0,-11.30,2
move element;xy=0,-11.30,2;dl=0.75

choose element;xy=0,-13.40,2
move element;xy=0,-13.40,2;dl=0.75

lv=4;co=67;wt=1

place arc edge

```
xy=0,-5.5,0  
xy=0,-6.3,1  
xy=0,-7.1,0
```

```
choose element;xy=0,-7.1,0  
copy;xy=0,-7.1,0;dl=-2.1  
copy;xy=0,-7.1,0;dl=-2.1  
copy;xy=0,-7.1,0;dl=-2.1  
copy;xy=0,-7.1,0;dl=-2.1  
reset
```

```
place line;xy=0,-7.1,0;dl=-0.5  
place line;xy=0,-9.2,0;dl=-0.5  
place line;xy=0,-11.3,0;dl=-0.5  
place line;xy=0,-13.4,0;dl=-0.5  
place smartline;xy=0,-15.5,0;dl=,,3;dl=-,2;dl=,,6;dl=,14;dl=,,-6;dl=-,2;dl=,,3  
reset
```

```
choose element;xy=0,-7.1,0  
create shape  
xy=0,-6.3,1  
xy=0,-7.2,0  
xy=0,-8.4,1  
xy=0,-9.3,0  
xy=0,-10.5,1  
xy=0,-11.4,0  
xy=0,-12.6,1  
xy=0,-13.5,0  
xy=0,-14.7,1  
xy=0,-15.5,-1  
xy=100,0,0  
reset
```

```
construct surface projection;xy=0,-5.5,0;dl=0.5  
reset
```

```
choose element;xy=0,-5.5,0  
move element;xy=0,-5.5,0;dl=20  
move element;xy=0,-5.5,0;dl=,,5
```

```
lv=8;co=11;wt=1
```

```
place circle center;xy=0,-7.35,2;xy=0,-7.1,2  
construct surface projection;xy=0,-7.1,2;dl=,,3
```

place circle center;xy=0,-9.45,2;xy=0,-9.20,2
construct surface projection;xy=0,-9.20,2;dl=,,3

place circle center;xy=0,-11.55,2;xy=0,-11.30,2
construct surface projection;xy=0,-11.30,2;dl=,,3

place circle center;xy=0,-13.65,2;xy=0,-13.40,2
construct surface projection;xy=0,-13.40,2;dl=,,3

choose element;xy=0,-7.1,2
move element;xy=0,-7.1,2;dl=20.25

choose element;xy=0,-9.20,2
move element;xy=0,-9.20,2;dl=20.25

choose element;xy=0,-11.30,2
move element;xy=0,-11.30,2;dl=20.25

choose element;xy=0,-13.40,2
move element;xy=0,-13.40,2;dl=20.25

lv=6;co=5;wt=1

place shape;xy=0,-5.5,2;dl=-0.25;dl=-10;dl=0.25;dl=,10
choose element;xy=0,-5.5,2
construct surface projection;xy=0,-5.5,2;dl=,,-0.2
choose element;xy=0,-5.5,2
move element;xy=0,-5.5,2;dl=20.75

place shape;xy=0,-5.5,2;dl=-0.25;dl=-10;dl=0.25;dl=,10
choose element;xy=0,-5.5,2
construct surface projection;xy=0,-5.5,2;dl=,,-0.2
choose element;xy=0,-5.5,2
move element;xy=0,-5.5,2;dl=0.5

place shape;xy=0,-5.25,1.8;dl=-0.5;dl=-10.5;dl=0.5;dl=,10.5
choose element;xy=0,-5.25,1.8
construct surface projection;xy=0,-5.25,1.8;dl=,,-0.2
choose element;xy=0,-5.25,1.8
move element;xy=0,-5.25,1.8;dl=21

place shape;xy=0,-5.25,1.8;dl=-0.5;dl=-10.5;dl=0.5;dl=,10.5
choose element;xy=0,-5.25,1.8

```
construct surface projection;xy=0,-5.25,1.8;dl=,, -0.2  
choose element;xy=0,-5.25,1.8  
move element;xy=0,-5.25,1.8;dl=0.5
```

```
place shape;xy=0,-5,1.6;dl=-0.75;dl=-, -11;dl=0.75;dl=, 11  
choose element;xy=0,-5,1.6  
construct surface projection;xy=0,-5,1.6;dl=,, -0.2  
choose element;xy=0,-5,1.6  
move element;xy=0,-5,1.6;dl=21.25
```

```
place shape;xy=0,-5,1.6;dl=-0.75;dl=-, -11;dl=0.75;dl=, 11  
choose element;xy=0,-5,1.6  
construct surface projection;xy=0,-5,1.6;dl=,, -0.2  
choose element;xy=0,-5,1.6  
move element;xy=0,-5,1.6;dl=0.5
```

```
place shape;xy=-10,-4.75,1.4;dl=-1;dl=-, -11.5;dl=1;dl=, 11.5  
choose element;xy=-10,-4.75,1.4  
construct surface projection;xy=-10,-4.75,1.4;dl=,, -0.2  
choose element;xy=-10,-4.75,1.4  
move element;xy=-10,-4.75,1.4;dl=31.5
```

```
place shape;xy=-10,-4.75,1.4;dl=-1;dl=-, -11.5;dl=1;dl=, 11.5  
choose element;xy=-10,-4.75,1.4  
construct surface projection;xy=-10,-4.75,1.4;dl=,, -0.2  
choose element;xy=-10,-4.75,1.4  
move element;xy=-10,-4.75,1.4;dl=10.5
```

```
place shape;xy=-10,-4.5,1.2;dl=-1.25;dl=-, -12;dl=1.25;dl=, 12  
choose element;xy=-10,-4.5,1.2  
construct surface projection;xy=-10,-4.5,1.4;dl=,, -0.2  
choose element;xy=-10,-4.5,1.2  
move element;xy=-10,-4.5,1.2;dl=31.75
```

```
place shape;xy=-10,-4.5,1.2;dl=-1.25;dl=-, -12;dl=1.25;dl=, 12  
choose element;xy=-10,-4.5,1.2  
construct surface projection;xy=-10,-4.5,1.4;dl=,, -0.2  
choose element;xy=-10,-4.5,1.2  
move element;xy=-10,-4.5,1.2;dl=10.5
```

```
place shape;xy=-10,-4.25,1;dl=-1.5;dl=-, -12.5;dl=1.5;dl=, 12.5  
choose element;xy=-10,-4.25,1  
construct surface projection;xy=-10,-4.25,1;dl=,, -0.2  
choose element;xy=-10,-4.25,1  
move element;xy=-10,-4.25,1;dl=32
```

place shape;xy=-10,-4.25,1;dl=-1.5;dl=-12.5;dl=1.5;dl=,12.5
choose element;xy=-10,-4.25,1
construct surface projection;xy=-10,-4.25,1;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-4.25,1
move element;xy=-10,-4.25,1;dl=10.5

place shape;xy=-10,-4,0.8;dl=-1.75;dl=-13;dl=1.75;dl=,13
choose element;xy=-10,-4,0.8
construct surface projection;xy=-10,-4,0.8;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-4,0.8
move element;xy=-10,-4,0.8;dl=32.25

place shape;xy=-10,-4,0.8;dl=-1.75;dl=-13;dl=1.75;dl=,13
choose element;xy=-10,-4,0.8
construct surface projection;xy=-10,-4,0.8;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-4,0.8
move element;xy=-10,-4,0.8;dl=10.5

place shape;xy=-10,-3.75,0.6;dl=-2;dl=-13.5;dl=2;dl=,13.5
choose element;xy=-10,-3.75,0.6
construct surface projection;xy=-10,-3.75,0.6;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-3.75,0.6
move element;xy=-10,-3.75,0.6;dl=32.5

place shape;xy=-10,-3.75,0.6;dl=-2;dl=-13.5;dl=2;dl=,13.5
choose element;xy=-10,-3.75,0.6
construct surface projection;xy=-10,-3.75,0.6;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-3.75,0.6
move element;xy=-10,-3.75,0.6;dl=10.5

place shape;xy=-10,-3.5,0.4;dl=-2.25;dl=-14;dl=2.25;dl=,14
choose element;xy=-10,-3.5,0.4
construct surface projection;xy=-10,-3.5,0.4;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-3.5,0.4
move element;xy=-10,-3.5,0.4;dl=32.75

place shape;xy=-10,-3.5,0.4;dl=-2.25;dl=-14;dl=2.25;dl=,14
choose element;xy=-10,-3.5,0.4
construct surface projection;xy=-10,-3.5,0.4;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-3.5,0.4
move element;xy=-10,-3.5,0.4;dl=10.5

place shape;xy=-10,-3.25,0.2;dl=-2.5;dl=-14.5;dl=2.5;dl=,14.5
choose element;xy=-10,-3.25,0.2
construct surface projection;xy=-10,-3.25,0.2;dl=,, -0.2
choose element;xy=-10,-3.25,0.2

move element;xy=-10,-3.25,0.2;dl=33

place shape;xy=-10,-3.25,0.2;dl=-2.5;dl=-14.5;dl=2.5;dl=,14.5

choose element;xy=-10,-3.25,0.2

construct surface projection;xy=-10,-3.25,0.2;dl=,,0.2

choose element;xy=-10,-3.25,0.2

move element;xy=-10,-3.25,0.2;dl=10.5

lv=4;co=67;wt=1

place shape;xy=0.5,-3.5,8;dl=-14;dl=2.5;dl=,14;dl=-2.5

place shape;xy=18,-3.5,8;dl=-14;dl=2.5;dl=,14;dl=-2.5

lv=10;co=57;wt=1

place arc;xy=0.5,10,0;xy=1.75,11.25,0;xy=3,10,0

place line;xy=0.5,10,0;dl=2.5

choose element;xy=1,10,0

create shape

xy=1.75,11.25,0

xy=1,10,0

xy=100,0,0

reset

construct surface projection;xy=1,10,0;dl=,,3

choose element;xy=1,10,0

move element;xy=1,10,0;dl=-10

move element;xy=1,10,0;dl=,,2

place arc;xy=18,10,0;xy=19.25,11.25,0;xy=20.5,10,0

place line;xy=18,10,0;dl=2.5

choose element;xy=18,10,0

create shape

xy=19.25,11.25,0

xy=18,10,0

xy=100,0,0

reset

construct surface projection;xy=19.25,11.25,0;dl=,,3

choose element;xy=19.25,11.25,0

move element;xy=19.25,11.25,0;dl=-10

move element;xy=19.25,11.25,0;dl=,,2

```
place arc;xy=31,-0.5,0;xy=32.25,-1.75,0;xy=31,-3,0
place line;xy=31,-0.5,0;dl=-2.5
choose element;xy=31,-0.5,0
create shape
xy=32.25,-1.75,0
xy=31,-0.5,0
xy=100,0,0
reset
construct surface projection;xy=32.25,-1.75,0;dl=,,3
choose element;xy=32.25,-1.75,0
move element;xy=32.25,-1.75,0;dl=-10
move element;xy=32.25,-1.75,0;dl=,,2
```

```
place arc;xy=-10,-3,0;xy=-11.25,-1.75,0;xy=-10,-0.5,0
place line;xy=-10,-3,0;dl=2.5
choose element;xy=-10,-3,0
create shape
xy=-11.25,-1.75,0
xy=-10,-3,0
xy=100,0,0
reset
construct surface projection;xy=-11.25,-1.75,0;dl=,,3
choose element;xy=-11.25,-1.75,0
move element;xy=-11.25,-1.75,0;dl=10
move element;xy=-11.25,-1.75,0;dl=,,2
```

```
lv=10;co=57;wt=1
```

```
place arc center
xy=20.5,10,0
xy=19.25,10,0
xy=19.25,10,0.75
construct surface revolution;xy=19.25,10,0.75
xy=19.25,10,0
xy=19.25,10,0.75
xy=100,0,0
reset
choose element;xy=19.25,10,0.75
move element;xy=19.25,10,0.75;dl=-10
move element;xy=19.25,10,0.75;dl=,,5
```

```
place arc center
xy=3,10,0
xy=1.75,10,0
```

```
xy=1.75,10,0.75
construct surface revolution;xy=1.75,10,0.75
xy=1.75,10,0
xy=1.75,10,0.75
xy=100,0,0
reset
choose element;xy=1.75,10,0.75
move element;xy=1.75,10,0.75;dl=-,10
move element;xy=1.75,10,0.75;dl=,,5
```

```
place arc center
xy=31,-3,0
xy=31,-1.75,0
xy=31,-1.75,0.75
construct surface revolution;xy=31,-1.75,0.75
xy=31,-1.75,0
xy=31,-1.75,0.75
xy=100,0,0
reset
choose element;xy=31,-1.75,0.75
move element;xy=31,-1.75,0.75;dl=-10
move element;xy=31,-1.75,0.75;dl=,,5
```

```
place arc center
xy=-10,-0.5,0
xy=-10,-1.75,0
xy=-10,-1.75,0.75
construct surface revolution;xy=-10,-1.75,0.75
xy=-10,-1.75,0
xy=-10,-1.75,0.75
xy=100,0,0
reset
choose element;xy=-10,-1.75,0.75
move element;xy=-10,-1.75,0.75;dl=10
move element;xy=-10,-1.75,0.75;dl=,,5
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place smartline;xy=6,-31.5,0;dl=9;dl=,8;dl=-9;
place line;xy=6,-31.5,0;dl=,8
```

```
create chain
xy=6,-30,0
```

```
xy=7,-31.5,0  
xy=100,0,0  
reset
```

```
construct surface projection;xy=6,-30,0;dl=,,5
```

```
choose element;xy=6,-30,0  
move element;xy=6,-30,0;dl=,10  
move element;xy=6,-30,0;dl=,,8
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place shape;xy=6,-31.5,0  
xy=15,-31.5,0  
xy=10.5,-31.5,1.5  
xy=6,-31.5,0  
reset  
choose element;xy=6,-31.5,0  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,10  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,,13
```

```
place shape;xy=6,-31.5,0  
xy=15,-31.5,0  
xy=10.5,-31.5,1.5  
xy=6,-31.5,0  
reset  
choose element;xy=6,-31.5,0  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,18  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,,13  
reset
```

```
lv=12;co=2;wt=1
```

```
place shape;xy=6,-31.5,0  
xy=6,-23.5,0  
xy=10.5,-23.5,1.5  
xy=10.5,-31.5,1.5  
xy=6,-31.5,0  
reset  
choose element;xy=6,-31.5,0  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,10  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,,13
```

```
place shape;xy=15,-31.5,0
xy=15,-23.5,0
xy=10.5,-23.5,1.5
xy=10.5,-31.5,1.5
xy=15,-31.5,0
reset
choose element;xy=15,-31.5,0
move element;xy=15,-31.5,0;dl=,10
move element;xy=15,-31.5,0;dl=,,13
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place polygon icon
8
reset
place polygon icon;xy=40.5,-10.5,0;xy=40.5,-13.7,0
construct surface projection;xy=40.5,-13.7,0;dl=,,10
reset
choose element;xy=40.5,-13.7,0
```

```
aa=22.5
rotate;
xy=40,-10.5,0
reset
```

```
move element;xy=40.5,-13.7,0;dl=-29.95
move element;xy=40.5,-13.7,0;dl=-,0.2
move element;xy=40.5,-13.7,0;dl=,,8
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place smartline;xy=6,-31,0;dl=-3;dl=,7.5;dl=3;
place line;xy=6,-31,0;dl=,7.5
```

```
create chain
xy=6,-30,0
xy=5,-31,0
xy=100,0,0
reset
```

```
construct surface projection;xy=6,-30,0;dl=,,3  
choose element;xy=6,-30,0  
move element;xy=6,-30,0;dl=,10  
move element;xy=6,-30,0;dl=,,8
```

```
lv=12;co=2;wt=1
```

```
place shape;xy=6,-31,0  
xy=6,-28,1  
xy=3,-31,0  
xy=6,-31,0  
reset  
choose element;xy=6,-31,0  
move element;xy=6,-31,0;dl=,10  
move element;xy=6,-31,0;dl=,,11
```

```
place shape;xy=3,-31,0  
xy=6,-28,1  
xy=3,-23.5,0  
xy=3,-31,0  
reset  
choose element;xy=3,-31,0  
move element;xy=3,-31,0;dl=,10  
move element;xy=3,-31,0;dl=,,11
```

```
place shape;xy=3,-33.5,0  
xy=6,-38,1  
xy=6,-33.5,0  
xy=3,-33.5,0  
reset  
choose element;xy=3,-33.5,0  
move element;xy=3,-33.5,0;dl=,20  
move element;xy=3,-33.5,0;dl=,,11
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place smartline;xy=18,-31,0;dl=-3;dl=,7.5;dl=3;  
place line;xy=18,-31,0;dl=,7.5
```

```
create chain  
xy=18,-30,0  
xy=17,-31,0
```

```
xy=100,0,0  
reset
```

```
construct surface projection;xy=18,-30,0;dl=,,3  
choose element;xy=18,-30,0  
move element;xy=18,-30,0;dl=,10  
move element;xy=18,-30,0;dl=,,8
```

```
lv=12;co=2;wt=1
```

```
place shape;xy=18,-31,0  
xy=15,-28,1  
xy=15,-31,0  
xy=18,-31,0  
reset  
choose element;xy=18,-31,0  
move element;xy=18,-31,0;dl=,10  
move element;xy=18,-31,0;dl=,,11
```

```
place shape;xy=18,-31,0  
xy=15,-28,1  
xy=18,-23.5,0  
xy=18,-31,0  
reset  
choose element;xy=18,-31,0  
move element;xy=18,-31,0;dl=,10  
move element;xy=18,-31,0;dl=,,11
```

```
place shape;xy=18,-33.5,0  
xy=15,-38,1  
xy=15,-33.5,0  
xy=18,-33.5,0  
reset  
choose element;xy=18,-33.5,0  
move element;xy=18,-33.5,0;dl=,20  
move element;xy=18,-33.5,0;dl=,,11
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place shape;xy=18,-31,0;dl=3.5;dl=,3.5;dl=-3.5;dl=-,3.5  
reset
```

```
construct surface projection;xy=18,-30,0;dl=,,8  
choose element;xy=18,-30,0  
move element;xy=18,-30,0;dl=,10  
move element;xy=18,-30,0;dl=,,8
```

```
place shape;xy=-0.5,-31,0;dl=3.5;dl=,3.5;dl=-3.5;dl=-,3.5  
reset
```

```
construct surface projection;xy=-0.5,-30,0;dl=,,8  
choose element;xy=-0.5,-30,0  
move element;xy=-0.5,-30,0;dl=,10  
move element;xy=-0.5,-30,0;dl=,,8
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place arc center;xy=40.5,-43.5,0;xy=40.5,-40.5,0;xy=40.5,-37.5,0  
place smartline;xy=40.5,-43.5,0;dl=8;dl=,6;dl=-8
```

```
choose element;xy=40.5,-40.5,0  
create shape;xy=40.5,-40.5,0  
xy=41.5,-43.5,0  
xy=40.5,-40.5,0  
xy=100,0,0  
reset
```

```
construct surface projection;xy=40.5,-40.5,0;dl=,,5  
choose element;xy=40.5,-40.5,0  
aa=180  
rotate copy  
xy=40.5,-40.5,0  
xy=100,0,0  
reset  
delete element  
choose element;xy=40.5,-40.5,0  
move element;xy=40.5,-40.5,0;dl=,30  
move element;xy=40.5,-40.5,0;dl=-30  
move element;xy=40.5,-40.5,0;dl=,,8  
choose element;xy=40.5,-40.5,0  
move element;xy=40.5,-40.5,0;dl=,30  
move element;xy=40.5,-40.5,0;dl=-30  
move element;xy=40.5,-40.5,0;dl=,,8
```


lv=4;co=3;wt=1

place shape;xy=43.5,-43.5,0
xy=43.5,-40.5,1.5
xy=43.5,-37.5,0
xy=43.5,-43.5,0

choose element;xy=43.5,-43.5,0
move element;xy=43.5,-43.5,0;dl=-30
move element;xy=43.5,-43.5,0;dl=,30
move element;xy=43.5,-43.5,0;dl=,,13

place shape;xy=48.5,-43.5,0
xy=48.5,-40.5,1.5
xy=48.5,-37.5,0
xy=48.5,-43.5,0
choose element;xy=48.5,-43.5,0
move element;xy=48.5,-43.5,0;dl=-30
move element;xy=48.5,-43.5,0;dl=,30
move element;xy=48.5,-43.5,0;dl=,,13

place shape;xy=37.5,-43.5,0
xy=37.5,-40.5,1.5
xy=37.5,-37.5,0
xy=37.5,-43.5,0
choose element;xy=37.5,-43.5,0
move element;xy=37.5,-43.5,0;dl=-30
move element;xy=37.5,-43.5,0;dl=,30
move element;xy=37.5,-43.5,0;dl=,,13

place shape;xy=32.5,-43.5,0
xy=32.5,-40.5,1.5
xy=32.5,-37.5,0
xy=32.5,-43.5,0
choose element;xy=32.5,-43.5,0
move element;xy=32.5,-43.5,0;dl=-30
move element;xy=32.5,-43.5,0;dl=,30
move element;xy=32.5,-43.5,0;dl=,,13

lv=12;co=2;wt=1

place shape;xy=43.5,-43.5,0
xy=43.5,-40.5,1.5
xy=48.5,-40.5,1.5

xy=48.5,-43.5,0
xy=43.5,-43.5,0

choose element;xy=43.5,-43.5,0
move element;xy=43.5,-43.5,0;dl=-30
move element;xy=43.5,-43.5,0;dl=,30
move element;xy=43.5,-43.5,0;dl=,,13

place shape;xy=43.5,-37.5,0
xy=43.5,-40.5,1.5
xy=48.5,-40.5,1.5
xy=48.5,-37.5,0
xy=43.5,-37.5,0

choose element;xy=43.5,-37.5,0
move element;xy=43.5,-37.5,0;dl=-30
move element;xy=43.5,-37.5,0;dl=,30
move element;xy=43.5,-37.5,0;dl=,,13

place shape;xy=37.5,-43.5,0
xy=37.5,-40.5,1.5
xy=32.5,-40.5,1.5
xy=32.5,-43.5,0
xy=37.5,-43.5,0

choose element;xy=37.5,-43.5,0
move element;xy=37.5,-43.5,0;dl=-30
move element;xy=37.5,-43.5,0;dl=,30
move element;xy=37.5,-43.5,0;dl=,,13

place shape;xy=37.5,-37.5,0
xy=37.5,-40.5,1.5
xy=32.5,-40.5,1.5
xy=32.5,-37.5,0
xy=37.5,-37.5,0

choose element;xy=37.5,-37.5,0
move element;xy=37.5,-37.5,0;dl=-30
move element;xy=37.5,-37.5,0;dl=,30
move element;xy=37.5,-37.5,0;dl=,,13

lv=4;co=3;wt=1

place smartline;xy=6,-31.5,0;dl=9;dl=,10.5;dl=-9;

```
place line;xy=6,-31.5,0;dl=,10.5
```

```
create chain  
xy=6,-30,0  
xy=7,-31.5,0  
xy=100,0,0  
reset
```

```
construct surface projection;xy=6,-30,0;dl=,,5
```

```
choose element;xy=6,-30,0  
move element;xy=6,-30,0;dl=,24  
move element;xy=6,-30,0;dl=,,8
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place shape;xy=6,-31.5,0  
xy=15,-31.5,0  
xy=10.5,-31.5,1.5  
xy=6,-31.5,0  
reset  
choose element;xy=6,-31.5,0  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,24  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,,13
```

```
place shape;xy=6,-31.5,0  
xy=15,-31.5,0  
xy=10.5,-31.5,1.5  
xy=6,-31.5,0  
reset  
choose element;xy=6,-31.5,0  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,34.5  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,,13  
reset
```

```
lv=12;co=2;wt=1
```

```
place shape;xy=6,-31.5,0  
xy=6,-21,0  
xy=10.5,-21,1.5  
xy=10.5,-31.5,1.5
```

```
xy=6,-31.5,0  
reset  
choose element;xy=6,-31.5,0  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,24  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,,13
```

```
place shape;xy=15,-31.5,0  
xy=15,-21,0  
xy=10.5,-21,1.5  
xy=10.5,-31.5,1.5  
xy=15,-31.5,0  
reset  
choose element;xy=15,-31.5,0  
move element;xy=15,-31.5,0;dl=,24  
move element;xy=15,-31.5,0;dl=,,13
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place shape;xy=6,-31.5,0  
xy=3,-31.5,0  
xy=3,-24.0,0  
xy=6,-24,0  
xy=6,-31.5,0  
reset  
construct surface projection;xy=6,-31.5,0;dl=,,3  
choose element;xy=6,-31.5,0  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,24  
move element;xy=6,-31.5,0;dl=,,8
```

```
place shape;xy=15,-31.5,0  
xy=18,-31.5,0  
xy=18,-24.0,0  
xy=15,-24,0  
xy=15,-31.5,0  
reset  
construct surface projection;xy=15,-31.5,0;dl=,,3  
choose element;xy=15,-31.5,0  
move element;xy=15,-31.5,0;dl=,24  
move element;xy=15,-31.5,0;dl=,,8
```

```
lv=12;co=2;wt=1
```

```
place shape;xy=18,30,0
xy=15,27,1
xy=15,30,0
xy=18,30,0
reset
choose element;xy=18,30,0
move element;xy=18,30,0;dl=-, -30
move element;xy=18,30,0;dl=, ,11
```

```
place shape;xy=18,30,0
xy=15,27,1
xy=18,22.5,0
xy=18,30,0
reset
choose element;xy=18,30,0
move element;xy=18,30,0;dl=-, -30
move element;xy=18,30,0;dl=, ,11
```

```
place shape;xy=18,22.5,0
xy=15,27,1
xy=15,22.5,0
xy=18,22.5,0
reset
choose element;xy=18,22.5,0
move element;xy=18,22.5,0;dl=-, -30
move element;xy=18,22.5,0;dl=, ,11
```

```
place shape;xy=3,30,0
xy=6,27,1
xy=6,30,0
xy=3,30,0
reset
choose element;xy=3,30,0
move element;xy=3,30,0;dl=-, -30
move element;xy=3,30,0;dl=, ,11
```

```
place shape;xy=3,30,0
xy=6,27,1
xy=3,22.5,0
xy=3,30,0
reset
choose element;xy=3,30,0
move element;xy=3,30,0;dl=-, -30
move element;xy=3,30,0;dl=, ,11
```

```
place shape;xy=3,22.5,0
```

```
xy=6,27,1  
xy=6,22.5,0  
xy=3,22.5,0  
reset  
choose element;xy=3,22.5,0  
move element;xy=3,22.5,0;dl=-,30  
move element;xy=3,22.5,0;dl=,,11
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place shape;xy=18,6.5,0;dl=3;dl=,3.5;dl=-3;dl=-,3.5  
reset
```

```
construct surface projection;xy=18,6.5,0;dl=,,5  
choose element;xy=18,6.5,0  
move element;xy=18,6.5,0;dl=-,10  
move element;xy=18,6.5,0;dl=,,8
```

```
place shape;xy=0,6.5,0;dl=3;dl=,3.5;dl=-3;dl=-,3.5  
reset
```

```
construct surface projection;xy=-0,6.5,0;dl=,,5  
choose element;xy=0,6.5,0  
move element;xy=0,6.5,0;dl=-,10  
move element;xy=0,6.5,0;dl=,,8
```

```
lv=4;co=3;wt=1
```

```
place arc;xy=8,13,0;xy=10.5,14.5,0;xy=13,13,0  
place line;xy=8,13,0;dl=5  
create shape;xy=10.5,14.5,0  
xy=9,13,0  
xy=10.5,14.5,0  
xy=100,0,0  
reset  
construct surface projection;xy=10.5,14.5,0;dl=,,3  
choose element;xy=10.5,14.5,0  
move element;xy=10.5,14.5,0;dl=-,10  
move element;xy=10.5,14.5,0;dl=,,8
```

```
lv=4;co=3;wt=1

place polygon icon
8
reset
place polygon icon;xy=1.25,-49.25,0;xy=1.25,-51,0

construct surface projection;xy=1.25,-51,0;dl=,1.5

choose element;xy=1.25,-51,0

aa=22.5
rotate;
xy=0.75,-49.25,0

move element;xy=1.25,-51,0;dl=,29.8
move element;xy=1.25,-51,0;dl=,16
copy;xy=1.25,-51,0;dl=18.5

place polygon icon
8
reset
place polygon icon;xy=1.5,11.75,0;xy=0,11.75,0

construct surface projection;xy=0,11.75,0;dl=,1.5

choose element;xy=0,11.75,0

aa=22.5
rotate;
xy=1,11.75,0

move element;xy=0,11.75,0;dl=,-13.7
move element;xy=0,11.75,0;dl=,13
copy;xy=0,11.75,0;dl=18

lv=14;co=9;wt=1

place arc center
xy=0,8.25,0
xy=1.5,8.25,0
xy=1.5,8.25,1.5
xy=100,0,0
```

```
construct surface revolution;xy=1.5,8.25,1.5
xy=1.5,8.25,0
xy=1.5,8.25,1.5
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
reset
```

```
choose element;xy=1.5,8.25,1.5
move element;xy=1.5,8.25,1.5;dl=-,10
move element;xy=1.5,8.25,1.5;dl=,,14.5
```

```
place arc center
xy=0,8.25,0
xy=1.5,8.25,0
xy=1.5,8.25,1.5
xy=100,0,0
```

```
construct surface revolution;xy=1.5,8.25,1.5
xy=1.5,8.25,0
xy=1.5,8.25,1.5
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
reset
```

```
choose element;xy=1.5,8.25,1.5
move element;xy=1.5,8.25,1.5;dl=-,10
move element;xy=1.5,8.25,1.5;dl=18
move element;xy=1.5,8.25,1.5;dl=,,14.5
```

```
place arc center
xy=-0.5,-49.25,0
xy=1.25,-49.25,0
xy=1.25,-49.25,1.75
xy=100,0,0
```

```
construct surface revolution;xy=1.25,-49.25,1.75
xy=1.25,-49.25,0
xy=1.25,-49.25,1.75
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
```


reset

choose element;xy=1.25,-49.25,1.75
move element;xy=1.25,-49.25,1.75;dl=,30
move element;xy=1.25,-49.25,1.75;dl=,,17.5

place arc center
xy=-0.5,-49.25,0
xy=1.25,-49.25,0
xy=1.25,-49.25,1.75
xy=100,0,0

construct surface revolution;xy=1.25,-49.25,1.75
xy=1.25,-49.25,0
xy=1.25,-49.25,1.75
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
reset

choose element;xy=1.25,-49.25,1.75
move element;xy=1.25,-49.25,1.75;dl=,30
move element;xy=1.25,-49.25,1.75;dl=18.5
move element;xy=1.25,-49.25,1.75;dl=,,17.5

place arc center
xy=10.5,-63.5,0
xy=10.5,-60.5,0
xy=10.5,-60.5,3
xy=100,0,0

construct surface revolution;xy=10.5,-60.5,3
xy=10.5,-60.5,0
xy=10.5,-60.5,3
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
xy=100,0,0
reset

choose element;xy=10.5,-60.5,3
move element;xy=10.5,-60.5,3;dl=,50
move element;xy=10.5,-60.5,3;dl=,,18

lv=14;co=9;wt=1

place arc;xy=13,13,0;xy=10.5,14.5,0;xy=8,13,0
place arc;xy=13,13,0;xy=10.5,13.8,1;xy=8,13,0
place arc;xy=13,13,0;xy=10.5,13,1.5;xy=8,13,0

construct surface crosssection;xy=10.5,14.5,0
xy=10.5,13.8,1
xy=10.5,13,1.5
xy=100,0,0
xy=100,0,0
reset

select dynamic elements;xy=10.5,14.5,0
xy=10.5,13.8,1
xy=10.5,13,1.5
xy=100,0,0

choose element;xy=8,13,0
move element;xy=8,13,0;dl=-, -10
move element;xy=8,13,0;dl=, ,11

choose element;xy=8,13,0
delete element;xy=8,13,0

choose element;xy=8,13,0
delete element;xy=8,13,0

choose element;xy=8,13,0
delete element;xy=8,13,0

lv=18;co=4;wt=1

place smartline;xy=20.5,-31,2;dl=,,-3;dl=-1.5;dl=, ,3
place arc;xy=20.5,-31,2;xy=19.75,-31,2.5;xy=19,-31,2

choose element;xy=20.5,-31,1.5
create shape
xy=20.5,-31,1.5
xy=19.75,-31,2.5
xy=100,0,0
reset

```
choose element;xy=20.5,-31,1.5  
move element;xy=20.5,-31,1.5;dl=,4  
move element;xy=20.5,-31,1.5;dl=,9.9
```

```
copy;xy=20.5,-31,1.5;dl=-18.5;dl=,9.9
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place smartline;xy=31.5,-18.5,2;dl=,,-3;dl=,-1.5;dl=,,3  
place arc;xy=31.5,-18.5,2;xy=31.5,-19.25,2.5;xy=31.5,-20,2
```

```
choose element;xy=31.5,-18.5,1.5  
create shape  
xy=31.5,-18.5,1.5  
xy=31.5,-19.25,2.5  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=31.5,-18.5,1.5  
move element;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=-9.9  
move element;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=,4
```

```
copy;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=-22.2
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place smartline;xy=31.5,-18.5,2;dl=,,-3;dl=,-1.5;dl=,,3  
place arc;xy=31.5,-18.5,2;xy=31.5,-19.25,2.5;xy=31.5,-20,2
```

```
choose element;xy=31.5,-18.5,1.5  
create shape  
xy=31.5,-18.5,1.5  
xy=31.5,-19.25,2.5  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=31.5,-18.5,1.5  
move element;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=-13.4  
move element;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=,4  
move element;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=,-3.25
```

```
copy;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=-0.7
```

```
copy;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=-13.8  
copy;xy=31.5,-18.5,1.5;dl=-0.7
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place smartline;xy=16.75,-31,2;dl=,,2;dl=-1;dl=,,2  
place arc;xy=16.75,-31,2;xy=16.25,-31,2.5;xy=15.75,-31,2
```

```
choose element;xy=16.75,-31,1.5  
create shape  
xy=16.75,-31,1.5  
xy=16.25,-31,2.5  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=16.75,-31,1.5  
move element;xy=16.75,-31,1.5;dl=,31.1  
move element;xy=16.75,-31,1.5;dl=,,3.5
```

```
copy;xy=31.5,-18.75,1.5;dl=-11.5
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place smartline;xy=16.75,-31,2;dl=,,2;dl=-1;dl=,,2  
place arc;xy=16.75,-31,2;xy=16.25,-31,2.5;xy=15.75,-31,2
```

```
choose element;xy=16.75,-31,1.5  
create shape  
xy=16.75,-31,1.5  
xy=16.25,-31,2.5  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=16.75,-31,1.5  
move element;xy=16.75,-31,1.5;dl=,9.9  
move element;xy=16.75,-31,1.5;dl=-1  
move element;xy=16.75,-31,1.5;dl=,,3.5
```

```
copy;xy=31.5,-18.75,1.5;dl=-9.5
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place smartline;xy=28,-17,2;dl=,,2;dl=,1;dl=,,2  
place arc;xy=28,-17,2;xy=28,-16.5,2.5;xy=28,-16,2
```

```
choose element;xy=28,-17,1.5  
create shape  
xy=28,-17,1.5  
xy=28,-16.5,2.5  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=28,-17,1.5  
move element;xy=28,-17,1.5;dl=-9.9  
move element;xy=28,-17,1.5;dl=,,3.5  
move element;xy=28,-17,1.5;dl=,1
```

```
copy;xy=28,-17,1.5;dl=,10  
copy;xy=28,-17,1.5;dl=-15.2  
copy;xy=28,-17,1.5;dl=-,10
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place smartline;xy=16.5,-31,1;dl=,,-1;dl=-0.5;dl=,,1  
place arc;xy=16.5,-31,1;xy=16.25,-31,1.25;xy=16,-31,1
```

```
choose element;xy=16.5,-31,0.5  
create shape  
xy=16.5,-31,0.5  
xy=16.25,-31,1.25  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=16.5,-31,0.5  
move element;xy=16.5,-31,0.5;dl=,9.9  
move element;xy=16.5,-31,0.5;dl=,,8.75
```

```
copy;xy=16.5,-31,0.5;dl=-11.5
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place smartline;xy=16.5,-31,3;dl=,,-3;dl=-1;dl=,,3
```

place arc;xy=16.5,-31,3;xy=16,-31,3.5;xy=15.5,-31,3

choose element;xy=16.5,-31,2.5

create shape

xy=16.5,-31,2.5

xy=16.25,-31,3.5

xy=100,0,0

reset

choose element;xy=16.5,-31,3.5

move element;xy=16.5,-31,3.5;dl=,9.4

move element;xy=16.5,-31,3.5;dl=,,8.5

move element;xy=16.5,-31,3.5;dl=-4.25

copy;xy=16.5,-31,3.5;dl=-2.5

lv=18;co=4;wt=1

place smartline;xy=16.5,-31,3;dl=,,-4;dl=-1;dl=,,4

place arc;xy=16.5,-31,3;xy=16,-31,3.5;xy=15.5,-31,3

choose element;xy=16.5,-31,2.5

create shape

xy=16.5,-31,2.5

xy=16.25,-31,3.5

xy=100,0,0

reset

choose element;xy=16.5,-31,3.5

move element;xy=16.5,-31,3.5;dl=,9.4

move element;xy=16.5,-31,3.5;dl=,,9.5

move element;xy=16.5,-31,3.5;dl=-5.5

lv=18;co=52;wt=1

place line;xy=0,-31,0;dl=0.5

place line;xy=0,-31,0;dl=,,2

place line;xy=0.5,-31,0;dl=,,2

place arc;xy=0,-31,2;xy=0.25,-31,2.25;xy=0.5,-31,2

choose element;xy=0.25,-31,0

create shape

```
xy=0.25,-31,0  
xy=0.5,-31,1  
xy=0.25,-31,2.25  
xy=0,-31,1  
xy=100,0,0
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,9.9  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,12  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=18.5  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-18.5
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy  
xy=-0.6,-17.4,0  
reset
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7
```

```
lv=18;co=52;wt=1
```

```
place block;xy=0,-31,0;xy=0.5,-31,1.75  
reset
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,9.9  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,10.25  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=18.5  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-18.5
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy  
xy=-0.6,-17.4,0  
reset
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7
```

```
lv=18;co=52;wt=1
```

```
place line;xy=0,-31,0;dl=0.5  
place line;xy=0,-31,0;dl=,,2  
place line;xy=0.5,-31,0;dl=,,2  
place arc;xy=0,-31,2;xy=0.25,-31,2.25;xy=0.5,-31,2
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0  
create shape  
xy=0.25,-31,0  
xy=0.5,-31,1  
xy=0.25,-31,2.25  
xy=0,-31,1  
xy=100,0,0
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,9.9  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,11.5  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=0.3
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=19.9  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-19.9
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy  
xy=-0.6,-17.4,0  
reset
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7
```

```
lv=18;co=52;wt=1
```

```
place block;xy=0,-31,0;xy=0.5,-31,1.25
```


reset

choose element;xy=0.25,-31,0
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,9.9
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,10.25
move element;xy=0.25,-31,0;dl=0.3

copy;xy=0.25,-31,0;dl=19.9
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-19.9

aa=-90

rotate copy
xy=-0.6,-17.4,0
reset

copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7

lv=18;co=52;wt=1

place line;xy=0,-31,0;dl=0.5
place line;xy=0,-31,0;dl=,,2
place line;xy=0.5,-31,0;dl=,,2
place arc;xy=0,-31,2;xy=0.25,-31,2.25;xy=0.5,-31,2

choose element;xy=0.25,-31,0
create shape
xy=0.25,-31,0
xy=0.5,-31,1
xy=0.25,-31,2.25
xy=0,-31,1
xy=100,0,0

choose element;xy=0.25,-31,0
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,9.9
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,11.5
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1.7

copy;xy=0.25,-31,0;dl=17.1
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-17.1

aa=-90

rotate copy
xy=-0.6,-17.4,0
reset

copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7

lv=18;co=52;wt=1

place block;xy=0,-31,0;xy=0.5,-31,1.25
reset

choose element;xy=0.25,-31,0
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,9.9
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,10.25
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1.7

copy;xy=0.25,-31,0;dl=17.1
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-17.1

aa=-90

rotate copy
xy=-0.6,-17.4,0
reset

copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.7

lv=18;co=4;wt=1

place line;xy=0,-31,0;dl=0.5
place line;xy=0,-31,0;dl=,,2
place line;xy=0.5,-31,0;dl=,,2
place arc;xy=0,-31,2;xy=0.25,-31,2.25;xy=0.5,-31,2

```
choose element;xy=0.25,-31,0
create shape
xy=0.25,-31,0
xy=0.5,-31,1
xy=0.25,-31,2.25
xy=0,-31,1
xy=100,0,0
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,27.4
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,10
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=18.5
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-18.5
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy
xy=-0.1,-0.4,0
reset
```

```
move;xy=0.25,-31,0;dl=-0.5
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place block;xy=0,-31,0;xy=0.5,-31,1
reset
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,27.4
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,9
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=18.5
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-18.5
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy  
xy=-0.1,-0.4,0  
reset
```

```
move;xy=0.25,-31,0;dl=-0.5  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place line;xy=0,-31,0;dl=0.5  
place line;xy=0,-31,0;dl=,2  
place line;xy=0.5,-31,0;dl=,2  
place arc;xy=0,-31,2;xy=0.25,-31,2.25;xy=0.5,-31,2
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0  
create shape  
xy=0.25,-31,0  
xy=0.5,-31,1  
xy=0.25,-31,2.25  
xy=0,-31,1  
xy=100,0,0
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,27.4  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,9.5  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=0.3
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=19.9  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-19.9
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy  
xy=-0.1,-0.4,0  
reset
```

```
move;xy=0.25,-31,0;dl=-0.5  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2
```

lv=18;co=4;wt=1

place block;xy=0,-31,0;xy=0.5,-31,0.5
reset

choose element;xy=0.25,-31,0
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,27.4
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,9
move element;xy=0.25,-31,0;dl=0.3

copy;xy=0.25,-31,0;dl=19.9
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-19.9

aa=-90

rotate copy
xy=-0.1,-0.4,0
reset

move;xy=0.25,-31,0;dl=-0.5
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2

lv=18;co=4;wt=1

place line;xy=0,-31,0;dl=0.5
place line;xy=0,-31,0;dl=,,2
place line;xy=0.5,-31,0;dl=,,2
place arc;xy=0,-31,2;xy=0.25,-31,2.25;xy=0.5,-31,2

choose element;xy=0.25,-31,0
create shape
xy=0.25,-31,0
xy=0.5,-31,1
xy=0.25,-31,2.25
xy=0,-31,1
xy=100,0,0

choose element;xy=0.25,-31,0
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,27.4

```
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,9.5  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1.7
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=17.1  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-17.1
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy  
xy=-0.1,-0.4,0  
reset
```

```
move;xy=0.25,-31,0;dl=-0.5  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place block;xy=0,-31,0;xy=0.5,-31,0.5  
reset
```

```
choose element;xy=0.25,-31,0  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,27.4  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=,,9  
move element;xy=0.25,-31,0;dl=1.7
```

```
copy;xy=0.25,-31,0;dl=17.1  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=,3.7  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=-17.1
```

```
aa=-90
```

```
rotate copy  
xy=-0.1,-0.4,0  
reset
```

```
move;xy=0.25,-31,0;dl=-0.5  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=14.8  
copy;xy=0.25,-31,0;dl=3.2
```

```
lv=18;co=116;wt=1
```

```
place block;xy=7.6,-41.5,0;xy=9.2,-41.5,3  
choose element;xy=7.6,-41.5,0  
move element;xy=7.6,-41.5,0;dl=,19.9  
move element;xy=7.6,-41.5,0;dl=,,2  
copy;xy=7.6,-41.5,0;dl=2.1  
copy;xy=7.6,-41.5,0;dl=2.1
```

```
lv=18;co=0;wt=1
```

```
place block;xy=7.35,-41.5,0;xy=7.6,-41.5,3  
choose element;xy=7.35,-41.5,0  
move element;xy=7.35,-41.5,0;dl=,19.9  
move element;xy=7.35,-41.5,0;dl=,,2  
copy;xy=7.35,-41.5,0;dl=1.85  
copy;xy=7.35,-41.5,0;dl=0.25  
copy;xy=7.35,-41.5,0;dl=1.85  
copy;xy=7.35,-41.5,0;dl=0.25  
copy;xy=7.35,-41.5,0;dl=1.85
```

```
lv=18;co=0;wt=1
```

```
place arc edge  
xy=7.35,-41.5,0  
xy=8.4,-41.5,0.85  
xy=9.45,-41.5,0
```

```
place line;xy=7.35,-41.5,0;xy=9.45,-41.5,0
```

```
create shape;xy=9.1,-41.5,0  
xy=8.4,-41.5,0.85  
xy=9.1,-41.5,0  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=9.1,-41.5,0  
move;xy=9.1,-41.5,0;dl=,19.9  
move;xy=9.1,-41.5,0;dl=,,5  
copy;xy=9.1,-41.5,0;dl=2.1  
copy;xy=9.1,-41.5,0;dl=2.1
```

reset

lv=18;co=4;wt=1

place arc edge
xy=28,-16.5,0
xy=28,-16,0.5
xy=28,-15.5,0

place smartline;xy=28,-16.5,0;dl=,,-1;dl=,1;dl=,,1

create shape;xy=28,-16,0.5
xy=28,16.5,-0.5
xy=28,-16,0.5
xy=100,0,0
reset
choose element;xy=28,-16,0.5
move;xy=28,-16,0.5;dl=,,9.5
move;xy=28,-16,0.5;dl=-9.9
copy;xy=28,-16,0.5;dl=-15.2
copy;xy=28,-16,0.5;dl=,1.3
copy;xy=28,-16,0.5;dl=15.2
copy;xy=28,-16,0.5;dl=,8.4
copy;xy=28,-16,0.5;dl=-15.2
copy;xy=28,-16,0.5;dl=,1.3
copy;xy=28,-16,0.5;dl=15.2

lv=18;co=4;wt=1

place arc edge
xy=28,-16.5,0
xy=28,-16,0.5
xy=28,-15.5,0

place smartline;xy=28,-16.5,0;dl=,,-3.5;dl=,1;dl=,,3.5

create shape;xy=28,-16,0.5
xy=28,16.5,-0.5
xy=28,-16,0.5
xy=100,0,0
reset
choose element;xy=28,-16,0.5


```
move;xy=28,-16,0.5;dl=,12  
move;xy=28,-16,0.5;dl=-9.4  
move;xy=28,-16,0.5;dl=,5.5  
copy;xy=28,-16,0.5;dl=-16.2
```

```
place arc edge  
xy=28,-16.5,0  
xy=28,-16,0.5  
xy=28,-15.5,0
```

```
place smartline;xy=28,-16.5,0;dl=,,-3;dl=,1;dl=,3
```

```
create shape;xy=28,-16,0.5  
xy=28,16.5,-0.5  
xy=28,-16,0.5  
xy=100,0,0  
reset  
choose element;xy=28,-16,0.5  
move;xy=28,-16,0.5;dl=,11.5  
move;xy=28,-16,0.5;dl=-9.4  
move;xy=28,-16,0.5;dl=,4.2  
copy;xy=28,-16,0.5;dl=-16.2  
copy;xy=28,-16,0.5;dl=,2.6  
copy;xy=28,-16,0.5;dl=16.2
```

```
lv=18;co=116;wt=1
```

```
place block;xy=28.1,-11.55,2;xy=28.1,-9.45,5  
choose element;xy=28.1,-11.55,2  
move;xy=28.1,-11.55,2;dl=-10  
copy;xy=28.1,-11.55,2;dl=-15.2
```

```
lv=18;co=0;wt=1
```

```
place block;xy=28.1,-11.8,2;xy=28.1,-11.55,5  
choose element;xy=28.1,-11.8,2  
move;xy=28.1,-11.8,2;dl=-10  
copy;xy=28.1,-11.8,2;dl=-15.2  
copy;xy=28.1,-11.8,2;dl=,2.35  
copy;xy=28.1,-11.8,2;dl=15.2
```

```
place arc edge
```

```
xy=28.1,-11.8,0  
xy=28.1,-10.5,0.7  
xy=28.1,-9.2,0
```

```
place line;xy=28.1,-11.8,0;xy=28.1,-9.2,0
```

```
create shape;xy=28.1,-10.5,0.7  
xy=28.1,-10,0  
xy=28.1,-10.5,0.7  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=28.1,-10.5,0.7  
move;xy=28.1,-10.5,0.7;dl=,,5  
move;xy=28.1,-10.5,0.7;dl=-10  
copy;xy=28.1,-10.5,0.7;dl=-15.2
```

```
lv=18;co=4;wt=1
```

```
place arc edge  
xy=10.5,-33.6,2  
xy=10.9,-33.6,2.5  
xy=11.3,-33.6,2
```

```
place arc edge  
xy=10.5,-33.6,2  
xy=10.1,-33.6,2.5  
xy=9.7,-33.6,2
```

```
place smartline;xy=9.7,-33.6,2;dl=,,-1.5;dl=1.6;dl=,,1.5
```

```
create shape;xy=10.9,-33.6,2.5  
xy=10.1,-33.6,2.5  
xy=9.7,-33.6,1  
xy=10.9,-33.6,2.5  
xy=100,0,0  
reset
```

```
choose element;xy=10.9,-33.6,2.5  
move;xy=10.9,-33.6,2.5;dl=,,20  
move;xy=10.9,-33.6,2.5;dl=,,14
```

```
aa=45
```

rotate copy
xy=10.5,-10.5

aa=180

rotate copy
xy=10.5,-10.5

aa=45

rotate copy
xy=10.5,-10.5

aa=180

rotate copy
xy=10.5,-10.5

aa=45

rotate copy
xy=10.5,-10.5

aa=180

rotate copy
xy=10.5,-10.5

lv=16;co=119;wt=1

place shape;xy=-10,10,0
xy=31,10,0
xy=31,-36,0
xy=-10,-36,0
xy=-10,10,0

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΜΕΡΙΚΕΣ ΛΗΨΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟ ΤΕΛΙΚΟ 3D ΜΟΝΤΕΛΟ

