



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

"ΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ 3Δ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΚΟΛΛΙΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΑΒΡΑΑΜ ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΟΚΤΩΜΒΡΙΟΣ 2021

Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή, η οποία ορίστηκε από την Γ.Σ. του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του τμήματος.

Επιβλέπων: Χατζόπουλος Αβραάμ
Λέκτορας Εφαρμογών

Επιτροπή Αξιολόγησης:

.....
Χατζόπουλος Αβραάμ
Λέκτορας Εφαρμογών

.....
Σκλαβούνου Ελένη Ορσαλία
Λέκτορας Εφαρμογών

.....
Δρόσος Χρήστος
ΕΔΙΠ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Κολλιοπούλου Μαρίνα του Νικολάου , με αριθμό μητρώου 71446179 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής , δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η 3D μοντελοποίηση και εκτύπωση αποτελεί έναν από τους πυλώνες της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης και οι εφαρμογές της απαντώνται σε πολλαπλά πεδία. Σκοπός της παρούσης πρότασης διπλωματικής εργασίας είναι η βιβλιογραφική επισκόπηση λογισμικών τρισδιάστατης μοντελοποίησης και εκτύπωσης, με σκοπό τη παρουσίαση των βασικών δυνατοτήτων τους με συγκεκριμένα κριτήρια όπως, το κόστος, η ευχρηστία, δυνατότητες μεταξύ άλλων. Επίσης, αναφέρονται λογισμικά που χρησιμοποιούνται κυρίως από μηχανικούς και έχουν ως στόχο, τη μοντελοποίηση, παραμετροποίηση, προσομοίωση και εν τέλει εκτύπωση των μοντέλων που έχουν σχεδιαστεί. Κάθε ενότητα της διπλωματικής αυτής, περιλαμβάνει ένα λογισμικό, του οποίου αναπτύσσονται οι βασικές λειτουργίες καθώς και οδηγίες χρήσης τους. Επιπλέον, γίνονται συγκρίσεις μεταξύ αυτών των λογισμικών και δημιουργείται ένας πίνακας αποτελεσμάτων με βάση κάποια βασικά κριτήρια όπως, το κόστος, το λογισμικό στο οποίο μπορεί να τρέξει το πρόγραμμα και το επίπεδο δυσκολίας χρήσης. Τέλος, γίνεται η καταγραφή των συμπερασμάτων από τη σύγκριση των προγραμμάτων, με βάση το επίπεδο γνώσης που έχει κάποιος πάνω στο πρόγραμμα. Ως προς το επίπεδο αρχάριο, μεταξύ των, Sketchup, SelfCAD, TinkerCAD, 3D Slash, Wings 3D το καλύτερο είναι το TinkerCAD. Ως προς το επίπεδο ενδιάμεσο (όχι αρχάριο και όχι προχωρημένο επίπεδο), μεταξύ των Blender, DesignSpark Mechanical, FreeCad, Meshmixer, nanoCAD, eMachineShop, το καλύτερο είναι το Blender και το FreeCAD και ανάμεσα σε αυτά τα δύο το FreeCAD. Ως προς το επαγγελματικό επίπεδο, μεταξύ των, Creo, Rhino, Onshape, Solid Edge, το καλύτερο είναι το Onshape. Ως προς το βιομηχανικό επίπεδο, μεταξύ των, Fusion360, AutoCAD, Inventor, SolidWorks, Siemens NX, Art of Illusion, το καλύτερο το Art of Illusion.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

3D λογισμικό, 3D εκτύπωση, engineering

ABSTRACT

3D Modeling and printing is one of the pillars of the 4th Industrial Revolution and its applications are found in multiple fields. The purpose of this dissertation proposal in the bibliographic review of 3D modeling and printing software in order to present their basic capabilities, categorize and compare them with specific criteria such as cost, usability, capabilities among others. Also mentioned are software used mainly by engineers and aimed at modeling, configuration, simulation and finally printing of the designed models. Each section of this diploma includes a software, the basic functions of which are developed as well as instructions for its use. Finally, the conclusions from the comparison of the programs are recorded, based on the level of knowledge that one has on the program. As for the beginner level, among them, Sketchup, SelfCAD, TinkerCAD, 3D Slash, Wings 3D the best is TinkerCAD. As for the intermediate level (not beginner and not advanced level), among them, Blender, DesignSpark Mechanical, FreeCad, Meshmixer, nanoCAD, eMachineShop, the best is Blender and FreeCAD and between these two FreeCAD. On the professional level, among, Creo, Rhino, Onshape, Solid Edge, the best is Onshape. In terms of industry, among them, Fusion360, AutoCAD, Inventor, SolidWorks, Siemens NX, Art of Illusion, the best Art of Illusion.

KEYWORDS

3D software, 3D printing, engineering

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....	iv
ABSTRACT	v
KEYWORDS	v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	vi
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1 Fusion360	2
Ρόλος του διαδικτύου στο Fusion 360.....	2
1.1 Είδη σχεδίασης του Fusion 360.....	2
1.2 Παραμετρική και άμεση μοντελοποίηση (Parametric and Direct Modeling)	3
1.3 Διεπαφή χρήστη με το Fusion (The Interface)	4
1.4 Πίνακας δεδομένων (Data Panel).....	4
1.5 Γραμμή εργαλείων γρήγορης πρόσβασης (Quick Access Toolbar)	5
1.6 Βοήθεια και σύνδεσμοι (Help and Links)	5
1.7 Γραμμή εργαλείων σχεδίασης (Modeling Toolbar)	6
1.8 Προβολή κύβου (ViewCube)	7
1.9 Μοντελοποίηση χώρου εργασίας (Modeling Workspace)	8
1.10 Πλαίσιο Προγράμματος Περιήγησης (Browser Panel)	9
1.12 Επιλογή (Selecting)	10
1.13 Χρονοδιάγραμμα (Timeline)	10
1.14 Πίνακας πλοήγησης (Navigation Panel).....	11
1.15 Πίνακας Σχολίων (Comments Panel)	12
1.16 Μενού Σήμανσης (The Marking Menu).....	13
1.17 Αποθήκευση Αρχείων εκτός και εντός Σύνδεση (Saving File On-and Offline).....	13
1.18 Στιγμιότυπο Οθόνης (Screenshots).....	13
1.19 Διαγνωστικό Εργαλείο Γραφικών (Graphics Diagnostic Tool)	14
1.20 Επίπεδο εργασίας (The work plane).....	15
1.21 Ρυθμίσεις Πλέγματος (Grid Settings).....	16
1.22 Μονάδες Μέτρησης (Units)	16
1.23 Βοήθεια Αναπτυσσόμενου μενού (Help Drop-Down)	18

1.24	Πλαίσιο Βοήθειας αναζήτησης (Search Help Box).....	18
1.25	Το μενού σκίτσου (The sketch menu)	19
1.26	Σκίτσα και καμπύλες σκίτσων.....	21
1.27	Συμπεράσματα και περιορισμοί	21
1.28	Επιλογή και διαγραφή σκίτσων.....	23
1.29	Μετακίνηση ενός σκίτσου.....	23
1.30	Αντιγραφή σκίτσου	24
1.31	Διαστάσεις και εξισώσεις σκίτσων.....	24
1.32	Εργαλεία Σκίτσου (Sketch tool)	25
2	SolidWorks	27
2.1	Τρόποι δημιουργίας αντικειμένου	29
2.1	Είσοδος στο SolidWorks	32
2.2	Προσαρμογή ροής εργασίας.....	32
2.3	Δημιουργία Νέου εγγράφου στο SolidWorks	33
2.4	Τεκμηρίωση SolidWorks.....	34
2.5	Πρόσβαση σε μαθήματα.....	35
2.6	Ανανεωμένες Εκδόσεις	35
2.7	Αναγνώριση εγγράφων SolidWorks.....	36
2.8	Πρότυπα Εγγράφων.....	36
2.8.1	Εύρεση προτύπων	36
2.8.2	Χρήση προεπιλεγμένων Προτύπων.....	37
2.9	Πρότυπο κοινής χρήσης	38
2.10	Μοντελοποίηση βάσει χαρακτηριστικών	38
2.11	Σκιαγράφηση με παραμέτρους.....	39
2.12	Πρόθεση σχεδιασμού	40
2.13	Επιμέλεια Σχεδίασης	40
2.14	Επιλογή σχέσεων σκίτσου.....	40
2.15	Προσδιορισμός στοιχείων της διεπαφής SolidWorks	41
2.16	Διαχειριστής Εντολών SolidWorks	42
2.16.1	Προσαρμογή διαχειριστή εντολών	42
2.16.2	Σύνδεση Διαχειριστή Εντολών	43
2.16.3	Χρήση Αυτόματης Σύμπτυξης	43
2.16.4	Ανάμιξη του Διαχειριστή Εντολών με τη γραμμή εργαλείων	44

2.16.5	Βασικές καρτέλες σε τύπους εγγράφων	44
2.16.6	Αλλαγή της εμφάνισης του Διαχειριστή Εντολών.....	xliv
2.16.7	Περιορισμοί του Διαχειριστή Εντολών	46
2.17	Χρήση γραμμής εργαλείων	46
2.17.1	Προβολή Γραμμής Εργαλείων Επικεφαλίδας	47
2.17.2	Γραμμή εργαλείων της γραμμής μενού	47
2.17.3	Κουμπιά γραμμής εργαλείων διαφυγής	48
2.17.4	Γραμμή Εργαλείων Περιβάλλοντος.....	48
2.17.5	Γραμμή εργαλείων συντόμευσης “S”	49
2.18	Χρήση Συμβουλών Εργαλείου	50
2.19	Διαχείριση γραμμών εργαλείων	50
2.19.1	Επανατοποθέτηση- μετακίνηση γραμμής εργαλείων	50
2.19.2	Χρήση γραμμής εργαλείων διαφυγής.....	51
2.19.3	Λειτουργία πλήρους οθόνης.....	51
2.20	Διαχειριστής Δυνατοτήτων (Feature Manager).....	51
2.21	Διαχειριστής Ιδιοτήτων (Property Manager).....	1
2.22	Διαχειριστής Οθόνης (Display Manager).....	1
2.23	Παράθυρο εργασιών	1
2.24	Γραμμή κατάστασης.....	53
2.24.1	Εκχώρηση Ετικετών	53
2.24.2	Γρήγορες συμβουλές - Χρήση	53
2.25	Χρήση της Αναζήτησης SolidWorks.....	54
2.25.1	Αναζήτηση Αρχείων.....	54
2.25.2	Αναζήτηση Βοήθειας.....	54
3	123D Design.....	54
3.1	Εκκίνηση με 123D Design	55
3.2	Πλοήγηση σε 123D Design	1
3.3	Δημιουργία γεωμετρίας στο 123D Design	58
3.4	Προφίλ σκίτσων στο 123D Design.....	58
3.5	Υπομενού Σκίτσου στο 123D Design.....	58
3.5.1	Polylines, Splines, and Arcs.....	58
3.5.2	Αποσπάσματα προφίλ σκίτσων στο πλέγμα.....	60
3.6	Αποκάλυψη Γωνιών και Μετρήσεων	60

3.7	Εσώκλειστα Σχήματα	60
3.8	Εργαλείο Στρογγυλέματος άκρων	60
3.9	Περικοπή και επέκταση σκίτσων	61
3.10	Σκίτσα αντιστάθμισης	61
3.11	Μενού κατασκευής: Extrude, Loft, Sweep και Revolve	61
3.11.1	Extrude	61
3.11.2	Loft.....	62
3.11.3	Sweep	62
3.11.4	Revolve	62
3.12	Εργαλείο Shell.....	62
4	3D Builder	63
4.1	Μετακίνηση, περιστροφή και κλιμάκωση μοντέλων 3D με το 3D Builder	63
5	Sketchup	64
5.1	Σχεδίαση με SketchUp	64
5.2	Εργασία με χαλαρό ή με πιο εντατικό τρόπο	65
5.3	Δημιουργία κάτι πραγματικού ή μη	65
5.4	Κοινοποίηση των μοντέλων	65
5.5	Πλαίσια διαλόγου	65
5.6	Γραμμή κατάστασης.....	65
5.7	Μενού περιβάλλοντος	66
5.8	Γραμμή μενού.....	66
5.9	Γραμμή κατάστασης.....	67
5.10	Παράθυρα διαλόγου	67
5.11	Πλευρές	68
5.12	Γραμμικά συμπεράσματα	68
5.13	Σχεδίαση και διαγραφή άκρων.....	69
5.14	Ακρίβεια έγχυσης στο μοντέλο	69
5.15	Πράγματα που κινούνται.....	70
5.16	Μοντελοποίηση με το εργαλείο Move	70
5.16.1	Περιστροφή	71
5.17	Τρόποι επιλογής αντικειμένων	71
6	AutoCAD.....	72
6.1	Έναρξη Προγράμματος	72

6.2 Παράθυρο Εργασίας.....	73
6.2.1 Σταυρόνημα.....	74
6.2.2 Γραμμή τίτλου	74
6.2.3 Καρτέλες και εργαλεία	74
6.2.4 Γραμμή κατάστασης.....	75
6.3 Αποθήκευση Σχεδίου.....	75
6.4 Ενεργοποίηση Εντολών.....	75
6.5 Καρτέλες.....	75
6.6 Πλαίσια διαλόγου	75
6.7 Μενού Συντόμευσης.....	76
6.8 Γραμμή εντολών.....	76
6.8.1 Επανάληψη και ακύρωση εντολών.....	76
6.8.2 Αναίρεση Εντολής.....	76
6.8.3 Διαφανείς εντολές.....	76
6.9 Παροχή βοήθειας εντολών AutoCAD	77
6.10 Κύρια βοήθεια AutoCAD.....	77
7 Meshmixer.....	77
7.1 Βήματα υλοποίησης διαδικασίας εκτύπωσης.....	77
8 OpenScad.....	80
8.1 Βιβλιοθήκες.....	81
9 TinkerCad.....	81
9.1 Παράθυρο προεπισκόπησης τρισδιάστατου μοντέλου	83
9.2 Αλλαγή ιδιοτήτων τρισδιάστατου μοντέλου	83
10 FreeCad	84
10.1 FreeCAD σε λειτουργία εντολών	84
10.2 Διαδραστική λειτουργία εντολών.....	85
10.3 Μέρη (Parts).....	85
10.4 Πλέγμα (Mesh).....	85
10.5 Σενάριο	85
10.6 Πάγκοι εργασίας.....	85
10.7 Παραμετρική μοντελοποίηση βάσει χαρακτηριστικών	86
10.8 Διεπαφή χρήστη.....	87
10.9 Σχεδίαση.....	87

10.9.1 ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ	87
10.10 Βιβλιοθήκες τρίτων	90
10.11 Εφαρμογή Κονσόλας.....	90
10.12 Διαδραστική εφαρμογή	90
10.13 Προβολή παρόχου	91
11 Blender	91
11.1 Διαμόρφωση	91
11.2 Κίνηση.....	92
11.3 Επιλογή και διαγραφή αντικειμένων	92
11.4 Μεταμόρφωση.....	93
11.4.1 Χωρίς εργαλεία.....	94
11.5 Δημιουργία αντικειμένων	94
11.6 Προσαρμογή αντικειμένων.....	95
11.7 Επεξεργασία πλέγματος	95
11.8 Αλλαγή προβολής.....	96
11.9 Επίπεδα.....	97
12 Onshape	97
12.1 Εργαλεία εντός σχεδίου.....	98
12.2 Εργαλεία εκτός σχεδίου.....	99
12.3 Εργαλεία συναρμολόγησης	100
12.4 Τα κύρια χαρακτηριστικά του Onshape	101
13 SelfCad	101
14 SolveSpace	102
14.1 Περιβάλλον.....	103
14.2 Οπτική	103
14.3 Έννοιες κατασκευής.....	104
14.4 Σχέδιο	104
14.5 Εξώθηση.....	105
14.6 Ομάδες.....	105
14.7 Επίπεδα εργασίας	106
14.8 Περιορισμοί.....	106
14.9 Συμμετρία	107
14.10 Διαστάσεις.....	108

14.11 SolveSpace (επιλυτής).....	108
14.12 Εξώθηση.....	108
14.13 Τόρνοι.....	109
14.14 Εφαπτόμενα τόξα.....	109
14.15 Διαχωρισμός καμπυλών.....	109
14.16 Κείμενο.....	110
14.17 Ανοχή χορδής.....	110
14.18 Καμπύλες Bezier.....	110
14.19 Επιλογή & στυλ.....	111
14.20 Σχέδια & Μοντέλα - Εξαγωγή.....	111
14.21 Γεωμετρία κατασκευής.....	112
14.22 Μετάφραση.....	112
14.23 Περιστροφή.....	113
14.24 Περιοχή & Όγκος - Μέτρηση.....	113
15 DesignSpark mechanical.....	114
15.1 DesignSpark Mechanical - Βασικά χαρακτηριστικά.....	114
16 Rhino.....	115
16.2 Προδιαγραφή BVP – Πώς παράγετε γεωμετρία.....	116
16.3 Μορφή δεδομένων TSM.....	117
16.4 Μορφή και μετατροπή δεδομένων STSP / VTSP.....	118
16.5 Ογκομετρική κατασκευή T-Spline.....	118
16.6 Abaqus IGA (isogeometric analysis) και οπτικοποίηση.....	119
17 Siemens NX.....	119
17.1 Δυνατότητες.....	120
17.2 Σχήμα σχεδίασης NX.....	121
17.3 Σχεδιασμός συναρμολόγησης.....	121
17.4 Σχεδιαστής δομών NX.....	122
17.5 Κατασκευή προσθέτων NX.....	122
18 Inventor.....	123
18.1 Βασική επεξήγηση του χώρου εργασίας.....	123
18.2 Κίνηση.....	124
18.3 Βασικές συμβάσεις σκίτσων.....	124
18.4 Γραμμή Εντολών.....	124

18.5 Περιορίστε το σκίτσο σας.....	125
18.6 Εντολή κύκλου	126
18.7 Περικοπή εντολής.....	126
18.8 Εντολή καθρέφτη	128
18.9 Καθρέφτης Σκίτσου.....	128
18.10 Επίπεδα αντιστάθμισης.....	129
18.11 Loft Feature	129
18.12 Δυνατότητα Περιστροφής	130
18.13 Χαρακτηριστικό κελύφους.....	130
18.14 Βιβλιοθήκες βάσης.....	130
18.15 Τυπικά μέρη βάσης καλουπιού.....	131
18.16 Σκίτσα & Διάταξή τους	131
19 Creo	131
19.1 Ευχρηστία και παραγωγικότητα.....	131
19.2 Ορισμός μοντέλου (MBD) και λεπτομερείς βελτιώσεις	132
19.3 Βελτιώσεις στην προσομοίωση και τον δημιουργικό σχεδιασμό.....	132
19.4 Βελτίωση στην κατασκευή πρόσθετων και αφαιρετικών.....	132
20 Solid Edge	133
20.1 Δυνατότητες	133
21 NanoCAD.....	134
21.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα	134
22 3D slash	135
22.1 Πως δουλεύει.....	136
22.2 Χρώματα.....	137
22.3 Επιλογή περιοχών.....	138
23 Wings 3D.....	138
23.1 Διασύνδεση.....	138
23.2 Εργαλεία.....	139
24 Art of Illusion	139
24.1 Βασικό Παράθυρο	139
24.2 Πρόγραμμα επεξεργασίας αντικειμένων	140
24.3 Διαδικαστικός επεξεργαστής υφής.....	141
25 eMachineshop.....	141

26 SolidWorks vs Creo.....	141
27 SolidWorks vs AutoCAD	142
28 SolidWorks vs Solid Edge.....	143
29 SolidWorks vs Fusion360.....	143
30 Fusion 360 vs Sketchup.....	144
31 Fusion 360 vs Onshape.....	146
32 Fusion 360 vs AutoCAD	148
33 Fusion 360 vs Inventor	149
34 Sketchup vs Rhino.....	150
35 SelfCAD vs TinkerCAD.....	150
36 Γενικός πίνακα αποτελεσμάτων	151
37 Συμπεράσματα.....	152
Βιβλιογραφία.....	155

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσης πρότασης διπλωματικής εργασίας είναι η βιβλιογραφική επισκόπηση λογισμικού τρισδιάστατης μοντελοποίησης και εκτύπωσης με σκοπό τη παρουσίαση των βασικών δυνατοτήτων τους με συγκεκριμένα κριτήρια όπως, το κόστος, την ευχρηστία, δυνατότητες μεταξύ άλλων.

Ο στόχος της παρούσης διπλωματικής εργασίας με τίτλο «ΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ 3Δ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ», είναι η απόκτηση γνώσεων μέσω έρευνας επιστημονικών άρθρων και βιβλίων.

Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη διεκπεραίωση της Διπλωματικής Εργασίας:

- 1) Επιλογή ερευνητικών πηγών, λέξεων κλειδιά (keywords) για την αναζήτηση της βιβλιογραφίας.
- 2) Αναζήτηση βιβλιογραφίας σύμφωνα με το ερευνητικό πρωτόκολλο.
- 3) Σύντομη καταγραφή της βιβλιογραφίας

1 Fusion360

Το Fusion360 είναι ένα λογισμικό σχεδίασης 3D μοντέλων με μία ενσωματωμένη παραμετρική λειτουργική βάση CAM, ενσωματωμένη στο λογισμικό [1] [2]. Το λογισμικό αυτό είναι εργαλείο της Autodesk, η οποία το έθεσε δωρεάν για τα άτομα που το χρησιμοποιούν ερασιτεχνικά. Παρόλο που χρησιμοποιείται για σχεδίαση, προσφέρει ένα εύρος προσομοιώσεων προκειμένου να αντιληφθούμε πώς λειτουργεί το αντικείμενο που σχεδιάσαμε και να γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι, ως προς την αντοχή του αντικείμενου κατά τη διάρκεια λειτουργίας του. Περιλαμβάνει εργαλεία μοντελοποίησης βασισμένα σε ένα πλαίσιο, το οποίο κάνει το λογισμικό ιδανικό για να εργασθεί κάποιος και υπάρχει ευκολία πρόσβασης σε αρχεία. Ένα από τα μειονεκτήματά του βέβαια είναι, ότι για να εργασθεί κάποιος χρειάζεται να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο [2].

Το Fusion 360 συνδυάζει βιομηχανικό και μηχανικό σχεδιασμό, συνεργασία, προσομοίωση και μηχανική καταργασία. Τα εργαλεία που χρησιμοποιεί επιτρέπουν τη γρήγορη και εύκολη εξερεύνηση ιδεών σχεδιασμού με ενσωματωμένες ιδέες στη παραγωγή εργαλείων. Είναι ένα λογισμικό για εκείνους τους ιδιώτες και τις εταιρείες οι οποίες θέλουν να αναπτυχθούν. Είναι πολύ προσιτό σε σχέση με τα υπόλοιπα λογισμικά της Autodesk. Για επαγγελματικούς σκοπούς, θα πρέπει η εταιρεία ή ο ιδιώτης να πληρώσει μηνιαία συνδρομή. Ο χρήστης μπορεί να εργάζεται ενώ είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο και στη συνέχεια μπορεί να αποθηκεύσει το φάκελό του στον Autodesk server.

Η τιμολόγηση αυτού του λογισμικού είναι οικονομικά αποδεκτή, ώστε ο καθένας να μπορεί να το χρησιμοποιήσει για την κατασκευή εργαλείων και ανταλλακτικών. Το Fusion 360 έχει κατασκευαστεί για να λειτουργεί με ποικίλους τρόπους, όπως το να βάζει σε ένα μόνο αρχείο, τόσο τα μέρη από τα οποία αποτελείται αυτό που έχουμε φτιάξει όσο και το συνολικό αντικείμενο [1].

Ρόλος του διαδικτύου στο Fusion 360

Το fusion λειτουργεί διαδικτυακά και όλα τα αρχεία που δημιουργούνται, αποθηκεύονται και αυτά διαδικτυακά. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης δεν μπορεί να τα χάσει και πάντα θα έχει πρόσβαση σε αυτά. Ωστόσο, κάποιος μπορεί αν θέλει να κατεβάσει το πρόγραμμα είτε στον υπολογιστή του είτε στο κινητό του. Το να εργάζεται κάποιος διαδικτυακά, του προσφέρεται περισσότερη λειτουργικότητα, αλλά αν το ίντερνετ δε δουλεύει ή αν δε λειτουργεί ο server της Autodesk, μπορεί να εργασθεί και χωρίς ίντερνετ. Επίσης, στη περίπτωση που δεν υπάρχει σύνδεση στο ίντερνετ τα αρχεία που δημιουργούνται, μπορούν να αποθηκευτούν [3].

1.1 Είδη σχεδίασης του Fusion 360

Το Fusion χρησιμοποιεί τρεις τρόπους σχεδίασης [3]:

- Ελεύθερης μορφής (freeform) [3].

- Στερεάς μορφής (solid) [3] .
- Επιφάνειας (surface) [3].

Σχεδίασης Ελεύθερης μορφής : Αυτό δημιουργεί κοίλα μοντέλα αποτελούμενα από πολύγωνα. Δίνεται η δυνατότητα να σμιλεύσει κάποιος την επιφάνεια του μοντέλου, πιέζοντας και τραβώντας τα πολύγωνα προκειμένου να γίνουν κυρτά ακολουθώντας σχήματα. Υπάρχουν διαφορετικά είδη μοντελοποίησης ελεύθερης μορφής όπως, πολυγωνικά NURBS και T-splines. Η μοντελοποίηση ελεύθερης μορφής του Fusion χρησιμοποιεί T-splines και NURBS. Επιτρέπεται να προστεθούν λεπτομέρειες μόνο όπου χρειάζεται, να δημιουργηθούν μη ορθογώνια πολύγωνα και να γίνει εύκολη επεξεργασία σε σύνθετα μοντέλα ελεύθερης. Οι επιφάνειες T-splines μπορούν να περιέχουν περιοχές με διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας και σημεία ελέγχου (επεξεργασίας) όπου μπορούν να προστεθούν μόνο όπου απαιτείται. Επίσης, μπορούν να μετατραπούν σε μία επιφάνεια NURBS σε περίπτωση που θέλετε να εξαγάγετε το μοντέλο σε ένα άλλο πρόγραμμα. Επιπλέον, μπορείτε να μετατρέψετε το μοντέλο σε σταθερό μοντέλο [3].

Σχεδίασης Στερεάς μορφής: Σε αυτό το σύστημα προσθέτετε και αφαιρείτε πρωτόγονες – γεωμετρικές μορφές όπως, κύβους και κυλίνδρους μεταξύ τους. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται τεχνικά κατασκευαστική μοντελοποίηση στερεάς γεωμετρίας (Constructive Solid Geometry CSG). Μπορείτε επίσης, να σχεδιάσετε σχήματα 2Δ και να εκτελέσετε εργασίες για να τα μετατρέψετε σε τρισδιάστατα. Αυτό είναι μία διαδικασία που ονομάζεται μοντελοποίηση οριακής αναπαράστασης (Boundary Representation modeling BREP) [3].

Σχεδίαση με επιφάνειες: Αυτό δημιουργεί συμπαγή αντικείμενα, αλλά όταν τεμαχίζεται μέσα είναι κούφια. Έχουν μόνο επιφάνεια δεν έχουν όγκο [3].

1.2 Παραμετρική και άμεση μοντελοποίηση (Parametric and Direct Modeling)

Το Fusion επιτρέπει δύο τρόπους σχεδίασης : τον παραμετρικό και τον άμεσο τρόπο [3].

Παραμετρικός τρόπος: σχεδιάζετε περιορισμούς και παραμέτρους. Μπορείτε να επεξεργαστείτε μεμονωμένες διαστάσεις. Για παράδειγμα, αν διαμορφώσετε έναν τοίχο πλάτους έξι ίντσών, δηλαδή 15.24 cm, αυτός ο τοίχος θα παραμείνει έξι ίντσες ακόμα και αν διπλασιαστεί το συνολικό σχέδιο. Οι παράμετροι μπορούν να αλλάξουν με την πρόσβαση τους σε ένα χρονοδιάγραμμα ενεργειών που εμφανίζετε καθώς εργάζεστε. Όλες οι αλλαγές ενημερώνονται αυτόματα με τις κατάλληλες αλλαγές [3].

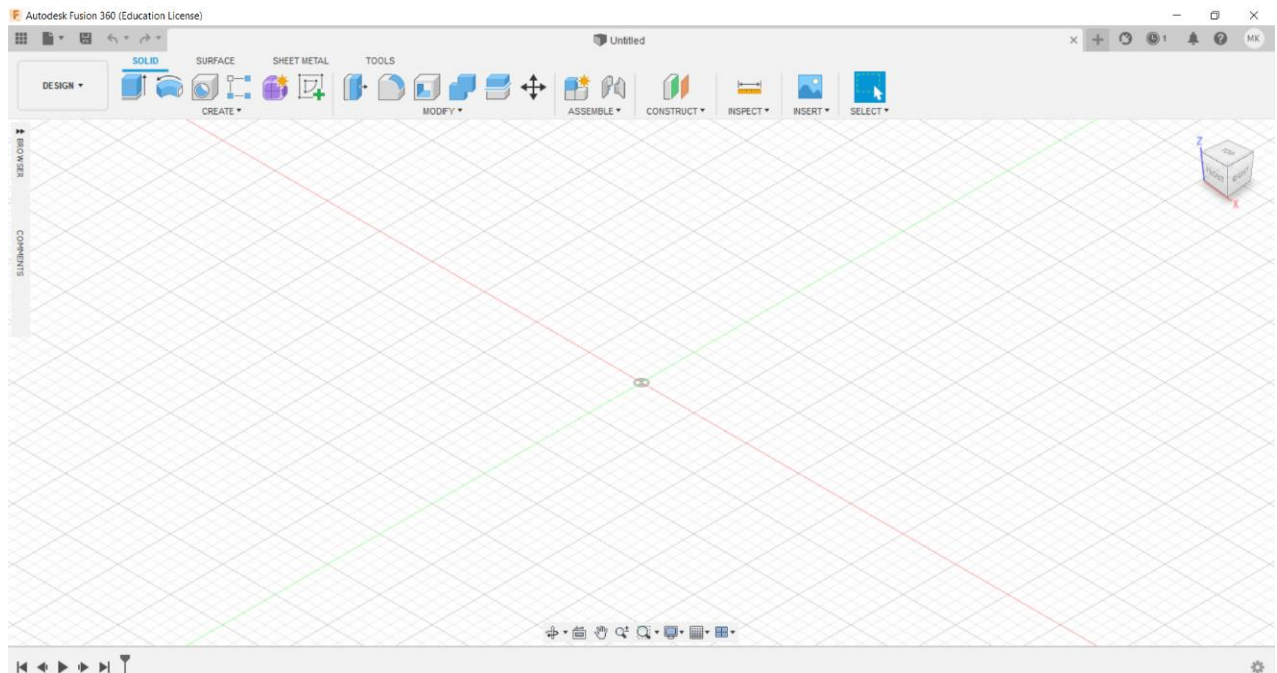
Άμεσος τρόπος: μπορείτε να χειριστείτε ένα μοντέλο απλά πιέζοντας, τραβώντας και περιστρέφοντάς το. Είναι πιο εύκολο να επεξεργαστείτε, αλλά η έλλειψη χρονοδιαγράμματος σημαίνει ότι δεν μπορεί να γίνουν και να τις δείτε αλλαγές στις λειτουργίες και να γίνει αυτόματη ενημέρωση [3].

Γενικά η άμεση μοντελοποίηση είναι ευκολότερη και πιο διαισθητική από την παραμετρική μοντελοποίηση. Εάν κάποιος έχει συνηθίσει να εργάζεται με ένα πρόγραμμα άμεσης σχεδίασης CAD , μπορεί να επιλέξει τη λειτουργία άμεσης μοντελοποίησης του Fusion για είστε σχετικά

κοντά με αυτό που έχει συνηθίσει να χρησιμοποιεί. Ο παραμετρικός σχεδιασμός, απαιτεί μία διαφορετική διαδικασία σκέψης λόγω εξαρτώμενων εξαρτημάτων, δηλαδή η ύπαρξη σχεδόν κάθε στοιχείου εξαρτάται από κάτι άλλο. Ωστόσο η παραμετρική μοντελοποίηση είναι καλύτερη για κατασκευαστικά σύνθετα αντικείμενα, επειδή η δυνατότητα αλλαγών στο μέγεθος και η ενημέρωση όλων γύρω από αυτές τις αλλαγές μπορεί να είναι σημαντική κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Ορισμένες παραμετρικές λειτουργίες μοντελοποίησης δεν είναι διαθέσιμες στην απευθείας μοντελοποίηση και κάποιες άμεσες λειτουργίες μοντελοποίησης δεν είναι διαθέσιμες στη παραμετρική. Τα στερεά και τα επιφανειακά μοντέλα μπορούν να δημιουργηθούν είτε παραμετρικά, είτε άμεσα. Τα μοντέλα ελεύθερης μορφής, μπορούν να δημιουργηθούν μόνο απευθείας [3].

1.3 Διεπαφή χρήστη με το Fusion (The Interface)

Το πρόγραμμα αποτελείται από έναν πίνακα δεδομένων, ένα πλέγμα εργασίας, έναν πίνακα περιήγησης, τη γραμμή εργαλείων, γραμμές προβολής και τον άξονα που τέμνονται σε ένα σημείο που ονομάζεται προέλευση [3].



Εικόνα: Στιγμιότυπο Οθόνης Λογισμικού Fusion 360

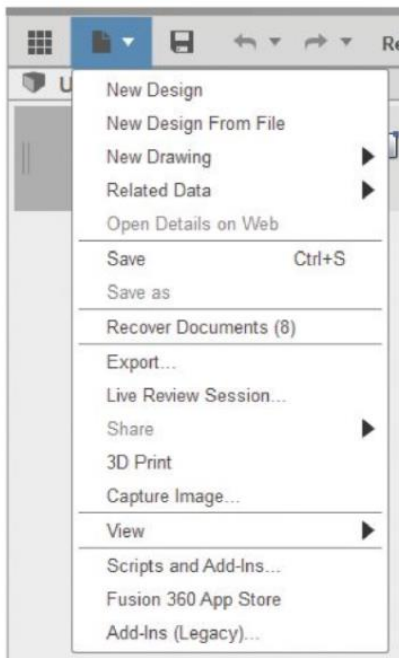
1.4 Πίνακας δεδομένων (Data Panel)

Επιλέγοντας το εικονίδιο πλέγματος, μπορείτε να ανοίξετε τον πίνακα δεδομένων και έτσι μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση στα υπάρχοντα σχέδιά σας, να εισάγετε αρχεία, να προσθέσετε συνεργάτες και να βλέπετε ποιος έχει αυτή τη στιγμή κάποιο αρχείο ανοικτό. Με διπλό κλικ στη

μικρογραφία ενός αρχείου το ανοίγει. Η μεταφορά της μικρογραφίας στον ανοικτό χώρο εργασίας, φέρνει αυτά τα στοιχεία στο ανοικτό αρχείο. Για να μπορέσετε να σύρετε στο ανοικτό αρχείο το στιδήποτε, θα πρέπει πρώτα να κάνετε αποθήκευση του ανοικτού αρχείου. Για να κλείσετε πρέπει να κάνετε ξανά κλικ στο εικονίδιο πλέγματος [3].

1.5 Γραμμή εργαλείων γρήγορης πρόσβασης (Quick Access Toolbar)

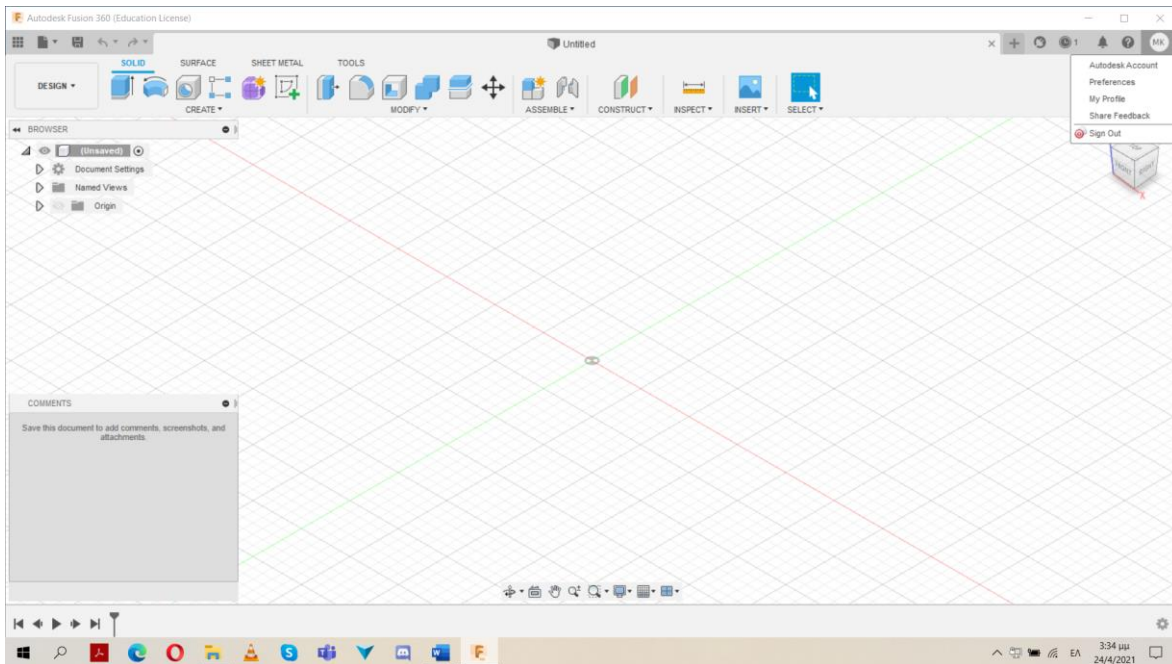
Αυτή η γραμμή εργαλείων εμφανίζει τα εικονίδια φακέλου και αποθήκευσης και τα βέλη αναίρεσης και επανάληψης. Με την επιλογή του εικονιδίου του αρχείου μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση στις λειτουργίες του Fusion όπως το New Design Export (Εξαγωγή Νέας Σχεδίασης) [3].



Εικόνα: Στιγμιότυπο Οθόνης από το λογισμικό Fusion360

1.6 Βοήθεια και σύνδεσμοι (Help and Links)

Κάνοντας κλικ στα αναπτυσσόμενα βέλη, μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση σε συνδέσμους, φόρουμ, σεμινάρια, σε μία συλλογή από αρχεία που δημιουργούνται από το χρήστη και πολλά άλλα. Επίσης, το βελάκι δίπλα από το όνομα χρήστη έχει πρόσβαση στο παράθυρο προτιμήσεων το οποίο προσφέρει το σχήμα επιλογών προσαρμογής διεπαφής χρήστη (User Interface UI) [3].



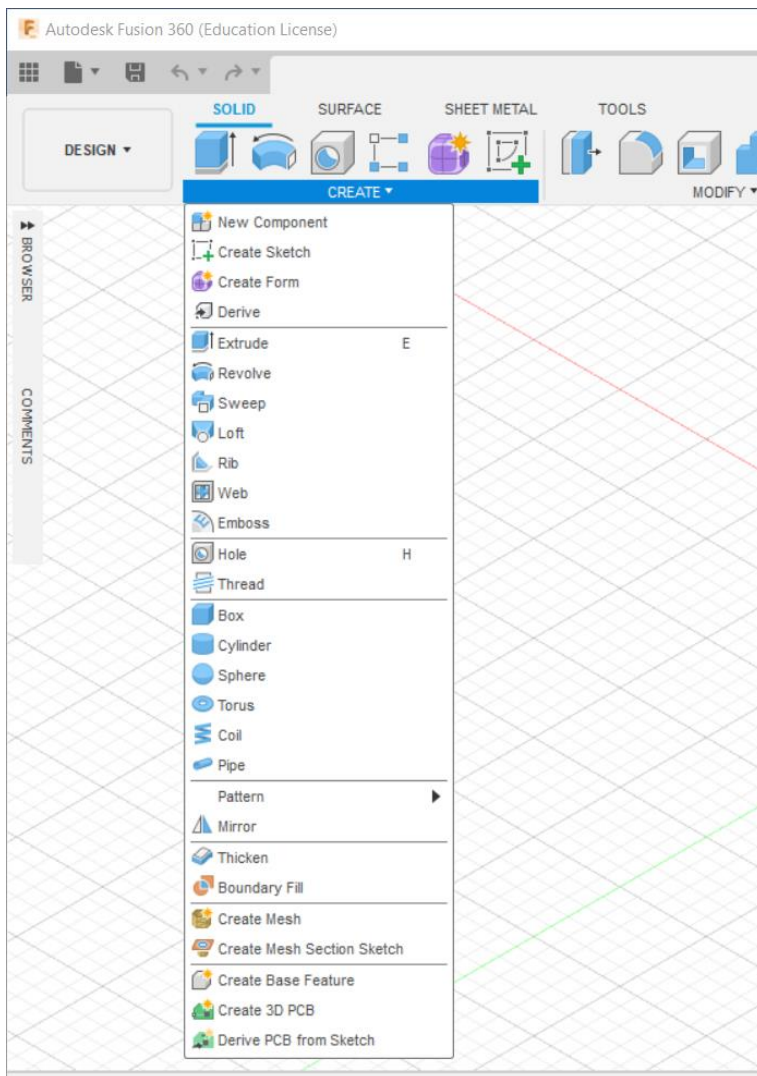
(Στιγμιότυπο Οθόνης της Επιφάνειας Εργασίας του Fusion360)

1.7 Γραμμή εργαλείων σχεδίασης (Modeling Toolbar)

Αυτή η γραμμή εργαλείων περιέχει τα εργαλεία μοντελοποίησης. Κάνοντας κλικ στο αναπτυσσόμενο βέλος δίπλα σε κάθε καταχώρηση μενού μπορείτε να δείτε το υπομενού. Επίσης, μπορείτε να πληκτρολογήσετε το γράμμα S σε οποιοδήποτε σημείο στην οθόνη και θα εμφανιστεί ένα πλαίσιο αναζήτησης. Στη συνέχεια πληκτρολογήστε το εργαλείο ή τη λέξη κλειδί στο πλαίσιο και ενεργοποιήστε το εργαλείο [3].

Για να χρησιμοποιήσετε ένα εργαλείο, κάντε κλικ στο αναπτυσσόμενο βέλος του μενού στίκτων και στη συνέχεια κάντε κλικ στο ορθογώνιο και στο ορθογώνιο 2 σημείων. Όταν τοποθετηθεί ο δείκτης του ποντικιού πάνω από ένα εργαλείο που δεν βρίσκεται είδη στη γραμμή εργαλείων, εμφανίζεται ένα βέλος όπου με την επιλογή αυτή, μπορείτε να τη βάλετε στη γραμμή εργαλείων [3].

Εμφανίζονται τρία σχέδια: το ένα είναι οριζόντιο και τα άλλα δυο είναι κάθετα. Κάντε κλικ στο οριζόντιο και στη συνέχεια κάντε κλικ σε δύο σημεία του ορθογωνίου. Τέλος πατήστε Stop Sketch to Finish για έξοδο [3].



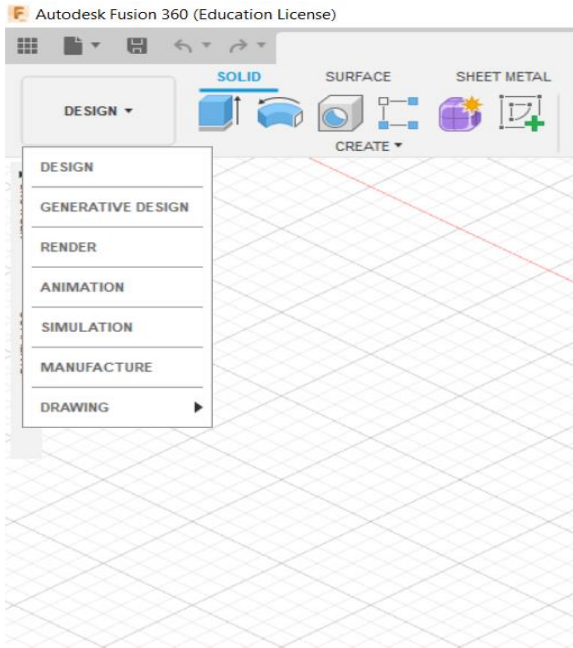
(Στιγμιότυπο οθόνης από την Επιφάνεια Εργασίας Fusion360)

1.8 Προβολή κύβου (ViewCube)

Ο κύβος προβολής δείχνει τον προσανατολισμό του μοντέλου στο χώρο εργασίας. Επιλέγοντάς τον με το ποντίκι μπορεί να γίνει περιστροφή. Το στερεό θα περιστραφεί μαζί του. Κάντε κλικ στις πλευρές του κύβου για να τον δείτε με την μπροστινή, τη πλάγια και την από πάνω όψη. Τοποθετήστε το δείκτη του ποντικιού πάνω από το κύβο για να δημιουργήσετε την αρχική θέση στο εικονίδιο και να εμφανιστεί ένα αναπτυσσόμενο βέλος. Κάνοντας κλικ στο εικονίδιο σπιτιού επιστρέφει το επίπεδο σκίτσου στην προεπιλεγμένη αρχική θέση και μεγεθύνεται για να ταιριάζει το μοντέλο στην οθόνη. Κάνοντας κλικ στο αναπτυσσόμενο βέλος αποκαλύπτονται επιλογές για την προβολή του μοντέλου σε αντίστοιχα ορθογραφικές ή με προοπτική πλευρές [3].

1.9 Μοντελοποίηση χώρου εργασίας (Modeling Workspace)

Κάντε κλικ στην επιλογή Design για να ορίσετε τη λειτουργία μοντελοποίησης του χώρου εργασίας. Η εναλλαγή λειτουργιών αλλάζει επίσης τη γραμμή εργαλείων, για να εμφανίσει τα σχετικά εργαλεία στους χώρους εργασίας [3].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την Επιφάνεια Εργασίας Fusion360)

- **Σχεδίαση Design:** Δημιουργία μηχανικών σχεδίων τα οποία συμπεριλαμβάνουν σε μεγάλο ποσοστό πρισματική γεωμετρία. Εισάγοντας εντολές για τη δημιουργία σχεδίων.
- **Γενετική σχεδίαση GENERATIVE DESIGN**

Creates multiple designs that meet your manufacturing, performance and cost requirements.

Δημιουργία πολλαπλών σχεδίων τα οποία θα είναι σύμφωνα με το σχέδιο, το τρόπο παρουσίασης και το προαπαιτούμενο κόστος.

- **Render**

Generates realistic renderings of the design.

Δημιουργία ρεαλιστικής απόδοσης του σχεδίου.

- **Κινούμενο σχέδιο Animation**

Creates animations of how the design should be operated or assembled.

Δημιουργία κινούμενων σχεδίων του τρόπου με τον οποίο το σχέδιο χειρίζεται ή συναρμολογεί.

- **Προσομοίωση Simulation:**

Performs simulation to determine how loads lead to deformation and failure, helping you understand if and how the part will fail.

Παρουσίαση προσομοίωσης για να καθοριστεί ο τρόπος με τον οποίο τα φορτία οδηγούνται σε παραμόρφωση και αστοχία, βοηθώντας να καταλάβουμε εάν και πως το τμήμα θα αποτύχει.

- **Βιομηχανοποίηση MANUFACTURING:**

Generates tool path strategies for the design to be fabricated.

Δημιουργούνται τα απαραίτητα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν από τα εργαλεία με ακρίβεια, για να πραγματοποιηθεί η κατασκευή του σχεδίου.

- **Σχεδίαση DRAWING:**

- 1) From Design, Από το σχέδιο

- 2) From Animation , Από το κινούμενο σχέδιο

1.10 Πλαίσιο Προγράμματος Περιήγησης (Browser Panel)

Το πλαίσιο του προγράμματος περιήγησης παραθέτει, τις ρυθμίσεις του εγγράφου, τις προβολές και την προέλευση, τους άξονες και τα επίπεδα. Κάντε κλικ στις εμφανιζόμενες προβολές, για να δείτε το μοντέλο σε μπροστινή, πλευρική ή από πάνω θέση. Κάντε κλικ στη προέλευση για να δείτε τα διαφορετικά επίπεδα, χρήσιμα για την επιλογή ενός προσανατολισμού σκίτσου [3].

Κάθε έγγραφο Fusion έχει ένα μόνο προεπιλεγμένο στοιχείο που ονομάζεται root element (στοιχείο ρίζας). Το επάνω πεδίο του προγράμματος περιήγησης εμφανίζει το όνομά του, το οποίο δεν είναι αποθηκευμένο μέχρι να κάνετε εσείς την αποθήκευση. Με δεξί κλικ έχετε πρόσβαση στις λειτουργίες. Καθώς το μοντέλο εξελίσσεται όλα τα – σκίτσα, σώματα, εξαρτήματα, ομάδες εξαρτημάτων- παρατίθενται στο πίνακα προγράμματος περιήγησης. Μπορείτε να επεξεργαστείτε αυτά τα στοιχεία μέσω του προγράμματος περιήγησης και να ελέγξετε αν εμφανίζονται. Τα στοιχεία εμφανίζονται με προεπιλεγμένα ονόματα όπως το στοιχείο 1:1, το στοιχείο 1:2 ή το σώμα. Ο αριθμός 1 είναι ο αριθμός έκδοσης και ο αριθμός μετά την άνω-κάτω τελεία είναι ο αριθμός της αντιγραφής. Μπορείτε να μετονομάσετε όλες τις καταχωρήσεις του προγράμματος περιήγησης. Είναι μία καλή τακτική για να τις ξεχωρίσετε, καθώς αυξάνονται οι αριθμοί τους. Κάνοντας κλικ στο πεδίο κειμένου μπορείτε να, το ενεργοποιήσετε, να πληκτρολογήσετε ένα νέο όνομα και στη συνέχεια πατώντας το πλήκτρο Enter να κάνετε ολοκλήρωση [3].

Όλα τα πάνελ μπορούν να αποσυνδεθούν σύροντας την επάνω μπάρα τους. Για επανασύνδεση πρέπει να σύρετε τον πίνακα πάνω από την άκρη του χώρου εργασίας μέχρι να εμφανιστεί μια

κατακόρυφη πράσινη γραμμή και στη συνέχεια να απελευθερώσετε το ποντίκι. Κρατήστε ανοιχτό το πρόγραμμα περιήγησης ή κάντε κλικ στο σύμβολο μείον (-) για να το ελαχιστοποιήσετε [3].

1.12 Επιλογή (Selecting)

Η πρώτη καταχώρηση του μενού Select είναι το εργαλείο Select. Κάνοντας κλικ βγάζει από την επιλογή, οποιοδήποτε εργαλείο βρίσκεται μέσα. Σύροντάς το από πάνω αριστερά προς τα κάτω δεξιά, δημιουργεί ένα παράθυρο επιλογής που επιλέγει τα πάντα στο εσωτερικό. Σύροντάς το από κάτω δεξιά προς πάνω αριστερά, δημιουργεί ένα παράθυρο διασταύρωσης, το οποίο επιλέγει ό,τι αγγίζει [3].

Μπορείτε επίσης, να επιλέξετε σώματα και εξαρτήματα κάνοντας κλικ στην καταχώρηση του προγράμματος περιήγησης τους. Αυτό διασφαλίζει ότι επιλέγετε ολόκληρο το αντικείμενο. Όταν επιλέγετε ένα στοιχείο κάνοντας κλικ απευθείας ή σύροντας ένα παράθυρο γύρω του, μερικές φορές ενδέχεται να μην επιλέξετε ολόκληρο το στοιχείο, με αποτέλεσμα να μην λειτουργεί σε αυτό [3].

Κάθε καταχώρηση προγράμματος περιήγησης έχει ένα λαμπάκι μπροστά της. Όταν η λάμπα είναι κίτρινη το αντικείμενο είναι ορατό, όταν είναι γκρι το στοιχείο είναι κρυμμένο και επίσης όταν υπάρχουν υποκατηγορίες όπως η κατηγορία Body (σώμα) και πέντε σώματα κάτω από αυτήν, η κατηγορία μπορεί να ενεργοποιηθεί αλλά ένα μεμονωμένο στοιχείο κάτω από αυτό απενεργοποιείται [3].

1.13 Χρονοδιάγραμμα (Timeline)

Το χρονολόγιο ονομάζεται και δέντρο ιστορικού. Είναι μια σειρά εικονιδίων που εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης, ενώ σχεδιάζεται στο κάτω μέρος της οθόνης όπου γίνεται η σχεδίαση παραμετρικά. Υπάρχει ένα εικονίδιο για κάθε ενέργεια που εκτελείται. Το χρονοδιάγραμμα μεγαλώνει με το έργο και πολλά εικονίδια μπορούν να ομαδοποιηθούν (κάντε κλικ στο πρώτο εικονίδιο, κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Shift και μετά κάντε κλικ στο τελευταίο εικονίδιο) για να το κάνετε εύχρηστο [3].

Κάντε διπλό κλικ σε ένα εικονίδιο για να επιλέξετε το αντίστοιχο χαρακτηριστικό του στο μοντέλο. Κάντε δεξί κλικ σε ένα εικονίδιο για πρόσβαση στο μενού περιβάλλοντος. Σύρετε ένα εικονίδιο αριστερά ή δεξιά για να αλλάξετε τη σειρά με την οποία υπολογίζονται οι λειτουργίες. Μετακινήστε το ρυθμιστικό προς τα αριστερά για να “επιστρέψετε στο παρελθόν” – δηλαδή για να επανεξετάσετε προηγούμενες λειτουργίες. Ένα κίτρινο εικονίδιο σημαίνει ότι οι λειτουργίες έχουν προειδοποίηση. Ίσως έχετε διαγράψει κάτι που το Fusion χρειάζεται για να διατηρήσει το σχέδιο ανέπαφο, αλλά το Fusion το έσωσε, επιτρέποντάς σας να συνεχίσετε να εργάζεστε. Ένα κόκκινο εικονίδιο σημαίνει ότι υπάρχει σφάλμα [3].

Μπορείτε να σβήσετε το χρονοδιάγραμμα κάνοντας δεξί κλικ στο πεδίο τίτλου του προγράμματος περιήγησης και κάνοντας κλικ στην επιλογή “ Do Not Capture Design History Μη Καταγραφή

Ιστορικού Σχεδιασμού”. Αυτό σας φέρνει σε λειτουργία άμεσης μοντελοποίησης, την οποία μπορείτε να βρείτε πιο εύκολη και πιο διαισθητική από την παραμετρική λειτουργία μοντελοποίησης. Για να ενεργοποιήσετε ξανά το χρονοδιάγραμμα κάντε δεξί κλικ στο πεδίο τίτλου του προγράμματος περιήγησης και κάντε κλικ στο “ Capture Design History”. Το χρονοδιάγραμμα θα ξεκινήσει από εκείνο το σημείο. Διαγράψτε μόνιμα όλα τα προηγούμενα εικονίδια χρονολογίου όταν εισέρχεστε στην Άμεση λειτουργία [3].

1.14 Πίνακας πλοήγησης (Navigation Panel)

Ο πίνακας πλοήγησης περιέχει εργαλεία που επιτρέπουν να γίνει ζουμ ,να μετακινηθεί το αντικείμενο γύρω στην οθόνη και τροχιάς. Διαθέτει επίσης, ρυθμίσεις εμφάνισης που επηρεάζουν τον χώρο εργασίας και τον τρόπο εμφάνισης του μοντέλου. Για παράδειγμα, μπορείτε να αλλάξετε το μέγεθος του πλέγματος, να αλλάξετε το τρόπο με τον οποίο το ποντίκι κουμπώνει στο πλέγμα, να δείτε το μοντέλο ως πλαίσιο και να δείτε πολλές προβολές σε μία οθόνη. Κάντε κλικ στο αναπτυσσόμενο βέλος δίπλα σε κάθε εικονίδιο για να δείτε τις επιλογές [3].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την Επιφάνεια Εργασίας Fusion360)

Τροχιά (Orbit): είναι το πρώτο εικονίδιο της φωτογραφίας. Αυτό στροβιλίζει το αντικείμενο ώστε να μπορείτε να το δείτε από όλες τις γωνίες και τα ύψη. Κινείτε η σχετική θέση, όχι το ίδιο το μοντέλο. Μπορείτε να περιορίσετε τη τροχιά ή να την ελευθερώσετε. Περιορισμένες τροχιές γύρω από το επίπεδο x-y ή τον άξονα z. Τροχιές προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Ένας πιο γρήγορος τρόπος για να ελευθερώσετε την τροχιά, είναι να κρατήσετε πατημένο το πλήκτρο shift και στη συνέχεια να κρατήσετε πατημένο τον τροχό της κύλισης του ποντικιού [3].

Κοιτάζω (Look At): η δεύτερη επιλογή που δείχνει ένα βιβλίο είναι η επιλογή «κοιτάζω». Κάντε κλικ σε ένα σημείο στο μοντέλο και στη συνέχεια κάντε κλικ σε αυτό το εικονίδιο. Η θέση του μοντέλου θα προσαρμοστεί ανάλογα [3].

Χεράκι (pan): το τρίτο εργαλείο στο πίνακα πλοήγησης είναι το χεράκι «pan». Μετακινεί το μοντέλο στην οθόνη. Μετακινείστε πιο αποτελεσματικά κρατώντας πατημένο το τροχό κύλισης του ποντικιού και μετακινώντας το [3].

Μεγέθυνση (zoom): η τέταρτη επιλογή του φακού με το (+), (-) είναι η ρύθμιση της μεγέθυνσης. Αυτό δίνει μία μεγέθυνση προβολής του μοντέλου (π.χ. τηλεφακός) για να δείτε μικρές λεπτομέρειες ή να μειώσετε την προβολή του (π.χ. ευρυγώνιος φακός) για να δείτε τη μεγάλη εικόνα. Πιο αποτελεσματικό ζουμ μπορεί να γίνει περιστρέφοντας το τροχό κύλισης του ποντικιού προς τα πάνω ή προς τα κάτω [3].

Παράθυρο Ζουμ (Zoom Window): το εργαλείο αυτό είναι η έκτη επιλογή της πρώτης ομάδας με σύμβολο ενός μεγεθυντικού φακού, μέσα σε ένα παράθυρο από διακεκομμένες γραμμές. Σύρετε ένα παράθυρο γύρω από μία συγκεκριμένη τοποθεσία στην οποία θέλετε να δείτε πιο κοντά. Η επιλογή προσαρμογής γεμίζει την οθόνη με το μοντέλο. Εάν το μοντέλο κρύβεται σε μία γωνία ,αφού κάνετε κλικ σε αυτό, θα έχετε μικρά κομμάτια που σχεδιάσατε νωρίτερα και εξακολουθούν να είναι σε εκκρεμότητα. Βρείτε και διαγράψτε τα και το μοντέλο θα επιστρέψει ξανά . κάνοντας κλικ στο “fit” είναι ένας τρόπος εντοπισμού “χαμένων” κομματιών [3].

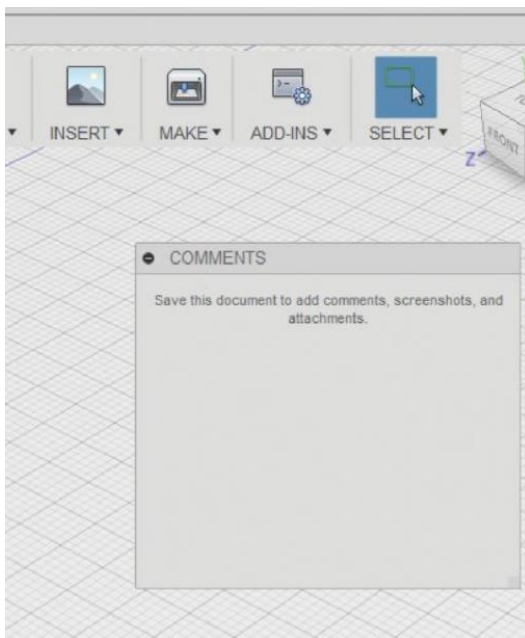
Ρυθμίσεις Οθόνης (Display Settings): το εργαλείο αυτό είναι η πρώτη επιλογή της δεύτερης ομάδας. Προσαρμόστε την εμφάνιση του χώρου εργασίας [3].

Πλέγμα και Κουμπιά (Grid and Snaps): είναι η δεύτερη επιλογή της δεύτερης ομάδας εργαλείων. Κάντε το πλέγμα ορατό ή άορατο κάνοντας τις απαραίτητες ρυθμίσεις [3].

Προβολές (Viewports): εμφάνιση του χώρου εργασίας ως ενός μεγάλου χώρου εργασίας ή ως μικρότερου ,πολλαπλού χώρου εργασίας [3].

1.15 Πίνακας Σχολίων (Comments Panel)

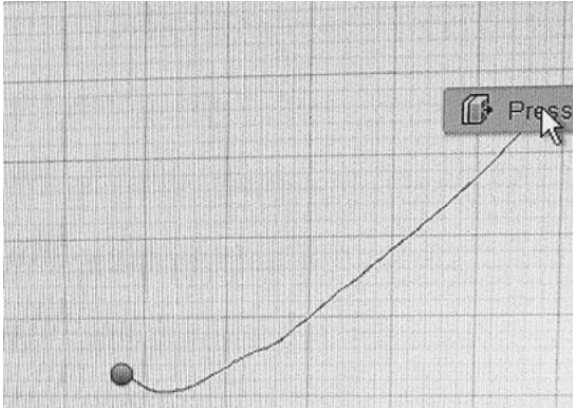
Στο πίνακα αυτόν μπορείτε να πληκτρολογήσετε τα σχόλια προκειμένου να γίνει συνεργασία και κάντε κλικ στην ανάρτηση όταν τελειώσετε. Κάντε κλικ στο σύμβολο (-) για να το ελαχιστοποιήσετε. Συνδέστε το μετακινώντας το, πάνω από μία κάθετη άκρη του χώρου εργασίας μέχρι να εμφανιστεί μία πράσινη γραμμή και στη συνέχεια αφήστε το ποντίκι [3].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την Επιφάνεια Εργασίας Fusion360)

1.16 Μενού Σήμανσης (The Marking Menu)

Για να εκτελέσετε την ίδια ενέργεια ξανά και ξανά χρησιμοποιήστε τα μενού σήμανσης. Κάντε δεξί κλικ παρατεταμένα και σύρετε το ποντίκι προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά για πρόσβαση σε αυτό. Αυτό εμφανίζει ένα μενού που περιλαμβάνει μια εντολή για την τελευταία λειτουργία που εκτελέστηκε [3].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «The Marking Menu» figure 1-16 [3]).

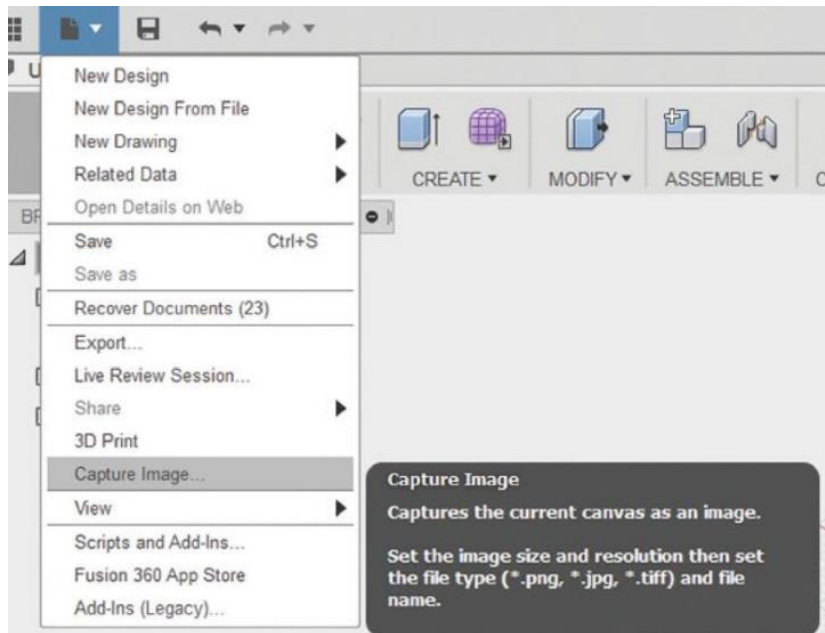
1.17 Αποθήκευση Αρχείων εκτός και εντός Σύνδεση (Saving File On- and Offline)

Για να αποθηκεύσετε ένα αρχείο κάντε κλικ στο Αρχείο/Αποθήκευση ή Αρχείο/Αποθήκευση Ως (File/Save or File/Save As). Αυτό θα αποθηκεύσει το αρχείο σας στους διακοσμητές της Autodesk και μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση σε αυτά κάνοντας κλικ στο εικονίδιο του πίνακα δεδομένων ή μεταβαίνοντας απευθείας στο λογαριασμό σας. Μπορείτε επίσης να αποθηκεύσετε τα αρχεία σας εκτός σύνδεσης κάνοντας κλικ στο Αρχείο/Εξαγωγή (File/Export) και επιλέγοντας αποθήκευση στον υπολογιστή μου. Θα μπορείτε να εργαστείτε σε αυτό το αρχείο εκτός σύνδεσης και να το στείλετε σε άλλους. Με την επιλογή New Design From File (Νέα Σχεδίαση από Αρχείο), ανοίγετε ένα Fusion ή ένα οποιοδήποτε άλλο αρχείο που είναι αποθηκευμένο στον υπολογιστή σας. Μπορείτε επίσης να εξάγετε οποιοδήποτε σχέδιο δημιουργώντας ένα αρχείο DXF και να το εκτυπώσετε. Πολλά δωρεάν προγράμματα προβολής DXF είναι διαθέσιμα και θα σας επιτρέψουν να εκτυπώσετε το σχέδιο [3].

1.18 Στιγμιότυπο Οθόνης (Screenshots)

Δεν υπάρχει επιλογή αποστολής αρχείου σε ένα κλασικό εκτυπωτή. Αν θέλετε αντίγραφο του μοντέλου σας, κάντε κλικ Αρχείο/Λήψη εικόνας (File/Capture Image), για να κάνετε ένα στιγμιότυπο οθόνης. Εναλλακτικά, δημιουργείτε ένα στιγμιότυπο οθόνης σε ένα υπολογιστή πληκτρολογώντας αποσπάσματα στο μενού Έναρξη για να εμφανιστεί το εργαλείο αποστολής και σύροντας τον κέρσορα γύρω από την περιοχή που θέλετε να κάνετε λήψη. Σε Mac υπολογιστή πατήστε Command+Shift+4 που αντικαθιστά προσωρινά τον κέρσορα με ένα παράθυρο επιλογής

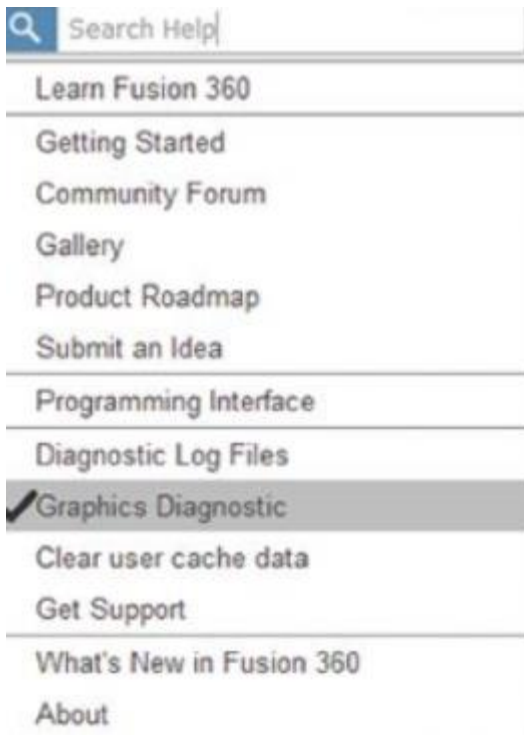
και στη συνέχεια, κάντε κλικ και σύρετε το εργαλείο για να κάνετε την επιλογή σας. Το στιγμιότυπο οθόνης θα εμφανιστεί στην επιφάνεια εργασίας [3].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Screenshots» figure 1-19 [3]).

1.19 Διαγνωστικό Εργαλείο Γραφικών (Graphics Diagnostic Tool)

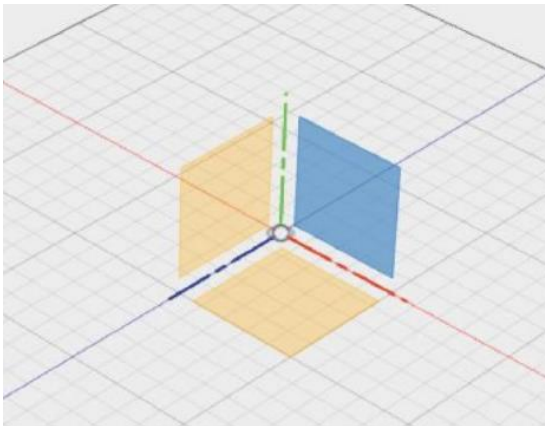
Εάν το Fusion λειτουργεί αργά στη συσκευή σας, ελέγξτε το Εργαλείο Διάγνωσης Γραφικών. Κάντε κλικ στη Βοήθεια/Διάγνωση Γραφικών (Help/Graphics Diagnostic), και θα εμφανιστεί ένα παράθυρο με τις τρέχουσες ρυθμίσεις. Ενδέχεται να μπορείτε να τις προσαρμόσετε για καλύτερη απόδοση. Υπάρχει επίσης μία επιλογή Αντιγραφή στο Πρόχειρο για επικύρωση των πληροφοριών γραφικών σε ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου [3].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Graphics Diagnostic Tool» figure 1-20 [3]).

1.20 Επίπεδο εργασίας (The work plane)

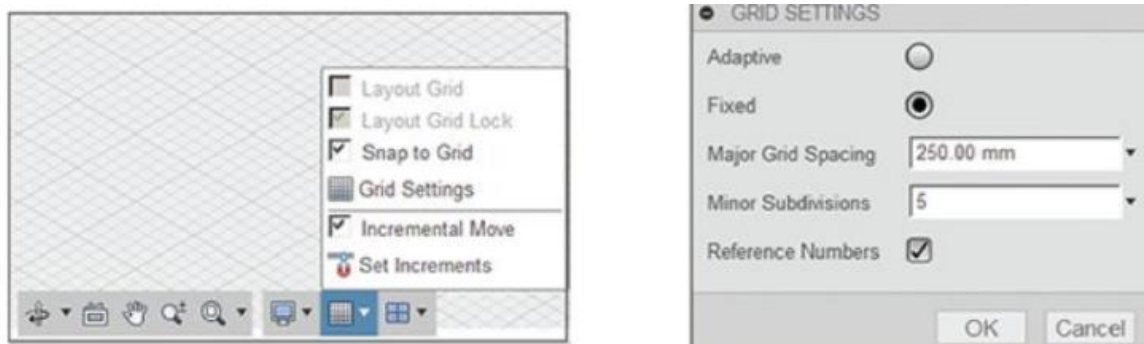
Το επίπεδο εργασίας είναι η πτυσσόμενη επιφάνεια στην οποία σχεδιάζετε. Υπάρχει ένα οριζόντιο επίπεδο και δύο κάθετα επίπεδα. Μπορείτε επίσης, να φτιάξετε ένα επίπεδο εργασίας σε οποιαδήποτε γωνία της επιλογής σας. Το πρώτο βήμα για το σχέδιο είναι να επιλέξετε το επίπεδο εργασίας στο οποίο θέλετε να σχεδιάσετε. Όταν κάνετε κλικ σε ένα σκίτσο ή στερεό θα εμφανιστούν τα επίπεδα και οι άξονες προέλευσης. Το επίπεδο εργασίας είναι ένα καρτεσιανό σύστημα και ο κύκλος στο κέντρο είναι η προέλευση (σημείο 0,0,0) [3].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «The work plane» figure 2-1 [3]).

1.21 Ρυθμίσεις Πλέγματος (Grid Settings)

Από προεπιλογή το πλέγμα είναι προσαρμοστικό, πράγμα που σημαίνει ότι όταν κάνετε μεγέθυνση και σμίκρυνση το διάστημα πλέγματος αλλάζει ανάλογα. Οι ρυθμίσεις πλέγματος μπορούν να αλλάξουν. Για παράδειγμα, για να δώσετε σταθερούς αριθμούς στο πλέγμα, κάντε κλικ στο εικονίδιο Πλέγμα και Κουμπιά στον πίνακα πλοήγησης στο κάτω μέρος της οθόνης. Κάντε κλικ στην επιλογή Set Increments Fixed και ορίστε τον κύριο χώρο πλέγματος και τον αριθμό των υποδιαιρέσεων που θέλετε [3].

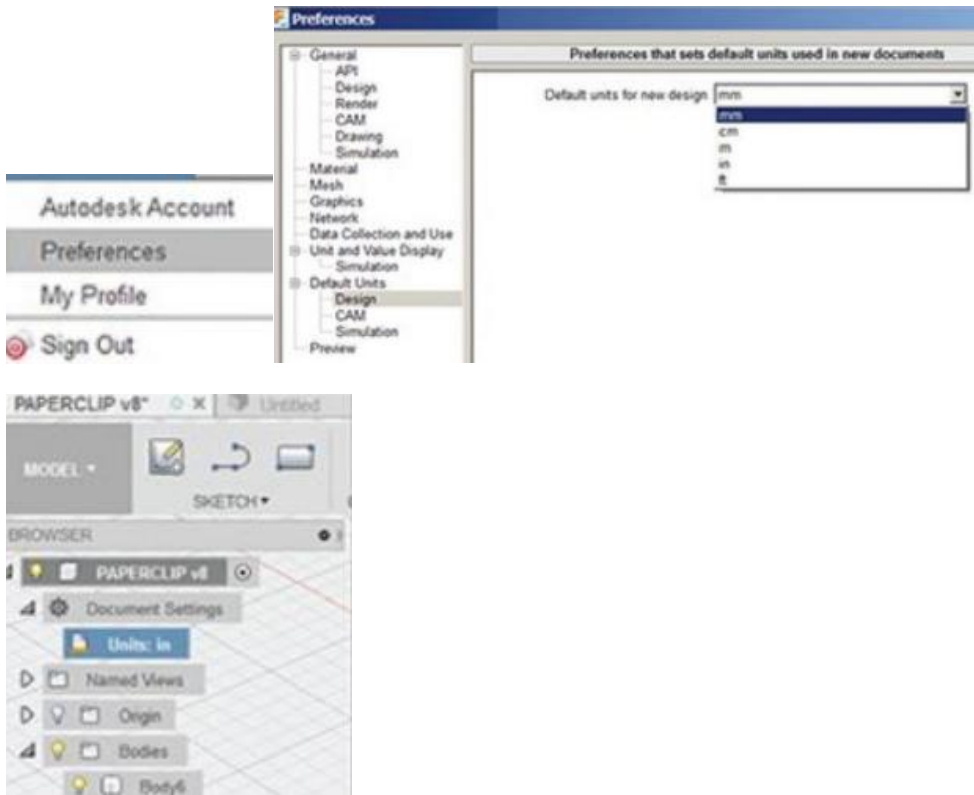


(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Grid Settings» figure 2-2 [3]).

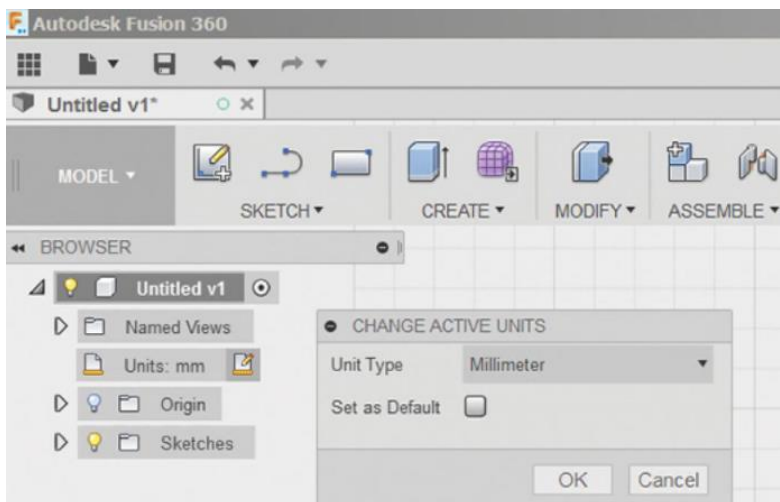
Το Snapping περιορίζει την κίνηση σε συγκεκριμένα διαστήματα. Τα σκίτσα και τα σώματα μπαίνουν στις γραμμές πλέγματος που σας επιτρέπουν να μοντελοποιήσετε με ακρίβεια. Μπορείτε να ορίσετε αυξήσεις της επιλογής σας, για γραμμικές και περιστροφικές κινήσεις. Μπορείτε επίσης να απενεργοποιήσετε εντελώς τη δυνατότητα αύξησης της κίνησης, για να μετακινηθείτε στον χώρο εργασίας. Αυτό είναι χρήσιμο όταν ένα εργαλείο συνεχίζει να περνάει από το σημείο που θέλετε. Το σπάσιμο είναι σημαντικό όταν σχεδιάζετε ένα σχήμα, επειδή εάν δεν κουμπώνει σε πλέγμα ή γραμμή, ενδέχεται να μην έχετε σχεδιάσει κλειστό σχήμα [3].

1.22 Μονάδες Μέτρησης (Units)

Τα χιλιοστά είναι η πιο κοντινή μονάδα για εκτύπωση 3Δ και είναι η προεπιλογή του Fusion. Μπορείτε όμως να αλλάξετε τις μονάδες με δύο τρόπους. Ο ένας είναι μέσω του μενού προτιμήσεων κάνοντας κλικ στο αναπτυσσόμενο βέλος δίπλα στο όνομά σας και στη συνέχεια κάντε κλικ στην επιλογή Default Units και μετά Design. Η αλλαγή θα αφορά τη νέα σχεδίαση και όχι την είδη υπάρχουσα. Οπότε κάντε κλικ στην επιλογή File-New Design για να εργαστείτε σε αυτές τις μονάδες. Εναλλακτικά κάντε κλικ στο πεδίο Μονάδες στο πρόγραμμα περιήγησης (βρίσκεται στην ενότητα ρυθμίσεις εγγράφου) και στη συνέχεια κάντε στο γραφικό στα δεξιά. Επιλέξτε τις νέες μονάδες από το παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται. Η αλλαγή μονάδων θα πραγματοποιηθεί αμέσως στο ανοιχτό αρχείο. [3]



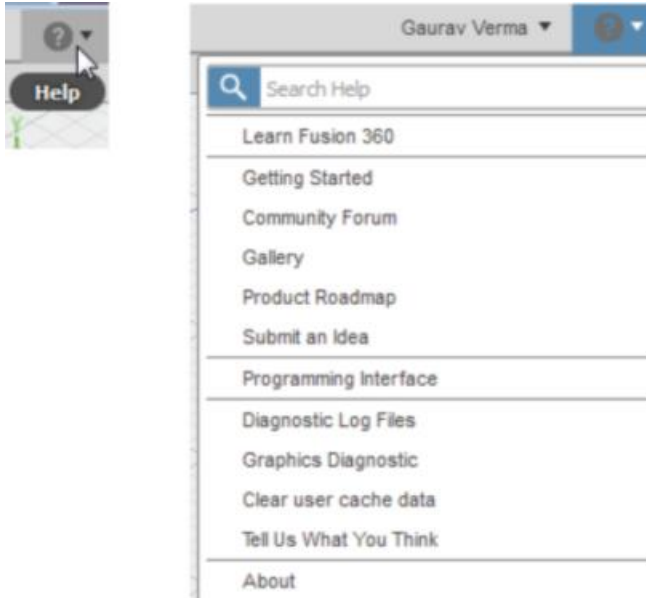
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «UNITS» figure 2-3 [3]).



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «UNITS» figure 2-4 [3]).

1.23 Βοήθεια Αναπτυσσόμενου μενού (Help Drop-Down)

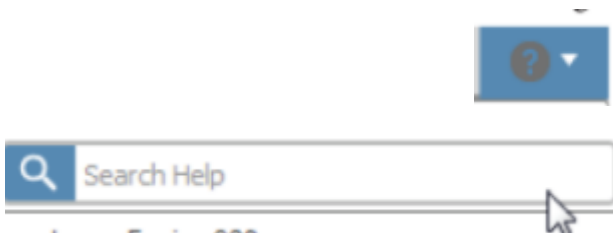
Όταν αντιμετωπίζετε κάποιο πρόβλημα εργασίας με το Fusion, αυτό το εργαλείο θα σας βοηθήσει. Στο αναπτυσσόμενο μενού βοήθειας, υπάρχουν διάφορα εργαλεία [1].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Help Drop-Down» figure-48 Help [1]).

1.24 Πλαίσιο Βοήθειας αναζήτησης (Search Help Box)

Όταν αντιμετωπίζετε οποιοδήποτε πρόβλημα σχετικά με το σκίτσο ή το λογισμικό σας, τότε πρέπει να πληκτρολογήσετε το πρόβλημά σας στο πλαίσιο αναζήτησης και να βρείτε την κατάλληλη λύση για το πρόβλημά σας [1].



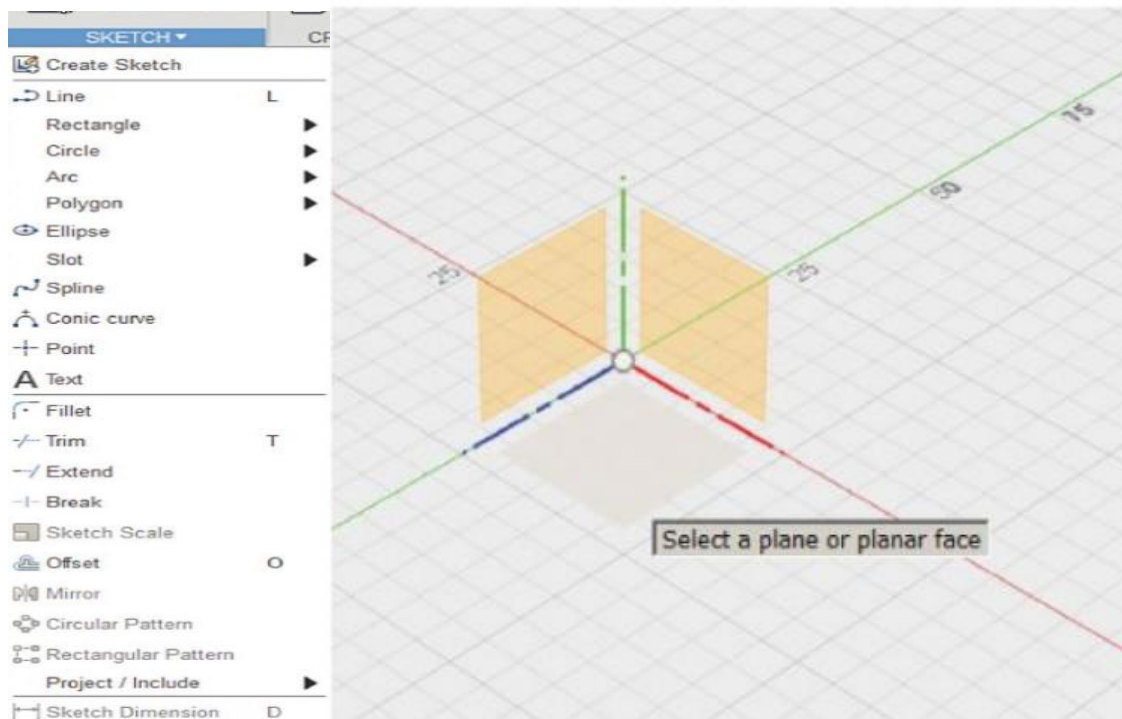
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Search Help Box» figure-49 Search Box [1]).

1.25 Το μενού σκίτσου (The sketch menu)

Στη πιο νέα έκδοση το Sketch menu είναι το λεγόμενο μενού δημιουργίας (create), όπου πατώντας την επιλογή create Sketch ανοίγει μία καρτέλα με επιλογές που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε. Ωστόσο σε πιο παλιά έκδοση υπάρχει το Sketch Menu [3].

Για την πιο παλιά έκδοση: κάντε κλικ στο αναπτυσσόμενο βέλος του μενού σκίτσου για να δείτε όλες τις επιλογές. Όταν τοποθετείτε το δείκτη του ποντικιού πάνω από ένα εργαλείο, εμφανίζονται αναδυόμενα παράθυρα που περιγράφουν εν συντομία το τρόπο χρήσης του. Ορισμένα εργαλεία έχουν εξερχόμενα βέλη που έχουν πρόσβαση σε υπομενού [3].

Μερικά από τα εργαλεία αυτού του μενού όπως το Rectangle(ορθογώνιο παραλληλόγραμμο), Circle (κύκλος), Ellipse(έλλειψη), και το πολύγωνο είναι σχήματα προετοιμασίας. Άλλα όπως spline (γραμμές ζικ ζακ) και το Arc (σχηματισμός γωνία με τη χρήση σημείων), σας επιτρέπουν να σχεδιάσετε τα δικά σας σχήματα. Με καμπύλη, με περικοπή και επέκταση μπορείτε να επεξεργαστείτε σκίτσα και αντίγραφα αυτών και θα τοποθετηθεί ένα σκίτσο σε καθορισμένη απόσταση από το πρωτότυπο. Ο καθρέφτης αντιστρέφει τη θέση του σκίτσου. Αντιγράψτε το κυκλικό και το ορθογώνιο μοτίβο και στη συνέχεια το Project βάζει ένα σκίτσο σε μία άλλη επιφάνεια [3].



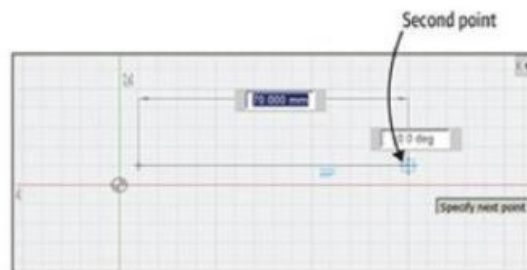
(Στιγμιότυπο Οθόνης από την ενότητα «The sketch menu» figure 2-5 The Sketch menu, figure 2-6 click a plane to sketch on, [3]).

Αφού κάνετε κλικ σε ένα εργαλείο σκίτσων, κάντε τα περισσότερα σκίτσα με τρία κλικ. Το πρώτο επιλέγει το επίπεδο σκίτσου, το δεύτερο επιλέγει το σημείο εκκίνησης και το τρίτο επιλέγει το τελικό σημείο ή το μέγεθός του. Κάντε κλικ στο εργαλείο γραμμής. Θα εμφανιστούν τρία επίπεδα

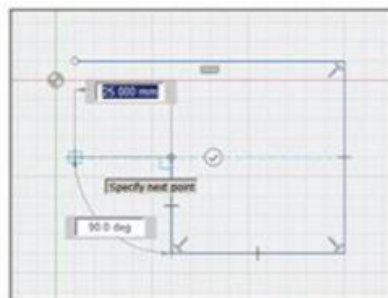
εικόνας. Κάντε κλικ στο επίπεδο στο οποίο θέλετε να σχεδιάσετε. Κάνοντας κλικ στο οριζόντιο επίπεδο θα αλλάξουν θέση στην οθόνη για να κοιτούν προς το μέρος σας. Κάντε κλικ σε ένα σημείο εκκίνησης και στη συνέχεια σχεδιάστε ένα σχήμα. Πατήστε το πλήκτρο Escape ή το Enter ή δεξί κλικ στη γραμμή και επιλέξτε Ακύρωση (Cancel) για να ακυρώσετε το εργαλείο χωρίς να υπάρχει σκίτσο. Με ή χωρίς υπάρχον σκίτσο, όλες οι καμπύλες σκίτσων θα σχεδιαστούν στο ίδιο σκίτσο. Κάντε ξανά κλικ στο εργαλείο γραμμής για να συνεχίσετε το σχέδιο [3].



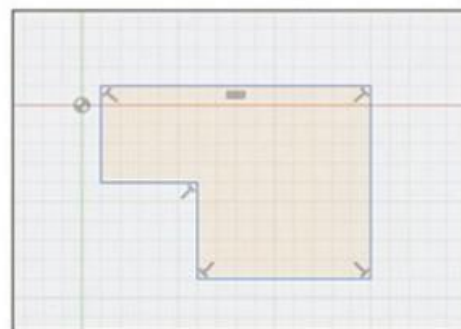
1 Click first point



2 Click second point



3 Click rest of the points

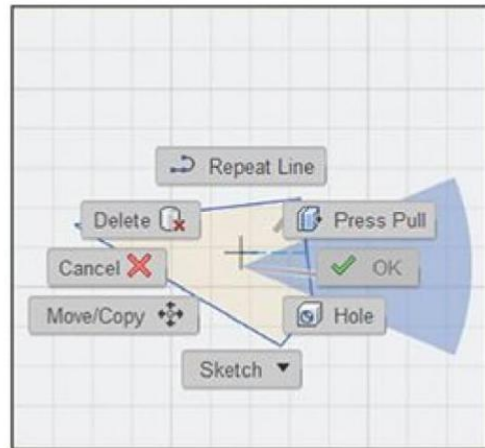
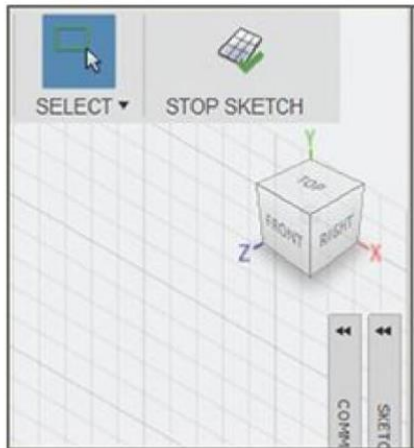


A closed sketch

(Στιγμιότυπο Οθόνης από την ενότητα «Sketch Some Shapes» figure 2-7 Draw a shape with the Line tool. The Fourth graphic show a closed-loop sketch [3]).

Όταν όλα τα τελικά σημεία είναι συνδεδεμένα με μια πλευρά ή μία επιφάνεια σχηματίζονται μορφές μεταξύ γραμμών. Αυτό ονομάζεται κλειστός βρόγχος ή κλειστό σκίτσο. Ένα ανοικτό σκίτσο έχει μη συνδεδεμένα τελικά σημεία και επομένως δεν έχει πρόσοψη. Οι περισσότερες λειτουργίες πρέπει να εκτελούνται σε κλειστό σκίτσο [3].

Όταν τελειώσετε με το σκίτσο κάντε κλικ στο εικονίδιο διακοπής σκίτσου στην επάνω δεξιά οθόνη ή κάντε δεξί κλικ και επιλέξτε OK [3].



(Στιγμιότυπο Οθόνης από την ενότητα «Sketch Some Shapes» figure 2-8: To finish a sketch, Click Stop Sketch or right-click and choose OK [3]).

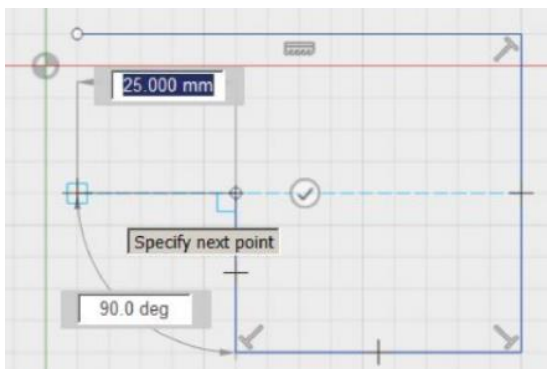
1.26 Σκίτσα και καμπύλες σκίτσων.

Οι όροι σκίτσο και καμπύλη σκίτσου είναι «καμπύλες σκίτσου». Μια καμπύλη σκίτσου μπορεί στη πραγματικότητα να είναι ευθεία καμπύλη ή οποιοδήποτε σχήμα. Είναι απλά ένα τμήμα γραμμής. Ορισμένες λειτουργίες λειτουργούν μόνο σε συγκεκριμένες καμπύλες σκίτσων και όχι σε ολόκληρο το σκίτσο [3].

Οι καμπύλες σκίτσων αποτελούν ένα σκίτσο. Είναι όλοι στο ίδιο σκίτσο όταν σχεδιάζονται κατά τη διάρκεια μιας λειτουργίας, δηλαδή πριν κάνετε κλικ στο εικονίδιο Διακοπή σκίτσου. Μπορείτε να προσθέσετε νέες καμπύλες σε ένα υπάρχον σκίτσο κάνοντας κλικ σε αυτό το σκίτσο αντί να κάνετε κλικ στο πλέγμα. Όλες οι καμπύλες σκίτσων πρέπει να είναι στο ίδιο σκίτσο για επεξεργασία και λειτουργία στο σύνολό τους [3].

1.27 Συμπεράσματα και περιορισμοί

Οι γραμμές και τα σύμβολα συμπερασμάτων εμφανίζονται ενώ σχεδιάζετε. Αυτά είναι μικρά γεωμετρικά σχήματα που δείχνουν για παράδειγμα, κεντρικά σημεία ή κάθετα, καθώς και διακεκομμένες γραμμές που υποδεικνύουν ότι μια γραμμή που σχεδιάζετε αυτήν τη στιγμή ταιριάζει με το μήκος μιας υπάρχουσας γραμμής. Στο σκίτσο που σχεδιάσατε μπορείτε να δείτε το τελικό σημείο του μέσου σημείου της κάθετης και τα συμπεράσματα τις διακεκομμένες γραμμής [3].



(Στιγμιότυπο Οθόνης από την ενότητα «INFERENCE AND CONSTRAINTS» figure 2-9: While drawing this sketch, various inferences appeared [3]).

Η παραπάνω φωτογραφία δείχνει επίσης, κάποια σύμβολα στις γωνίες που ονομάζονται γεωμετρικοί περιορισμοί. Αυτοί είναι περιορισμοί που επιβάλλονται στο σχήμα του σκίτσου. Οι γεωμετρικοί περιορισμοί, επιβάλλουν σχέσεις μεταξύ τμημάτων του σχήματος. Για παράδειγμα, μπορείτε να περιορίσετε ένα σχέδιο έτσι ώστε δύο γραμμές να είναι πάντα παράλληλες ή κάθετες μεταξύ τους. Μια παλέτα γεωμετρικών περιορισμών εμφανίζεται όταν αρχίζετε να σχεδιάζετε. Κάντε κλικ σε ένα εικονίδιο περιορισμών και στη συνέχεια κάντε κλικ σε δύο στοιχεία σκίτσων για να τον εφαρμόσετε. Οι γραμμές θα προσαρμοστούν ανάλογα. Για έξοδο από την εφαρμογή περιορισμού, πατήστε το πλήκτρο Escape ή κάντε δεξί κλικ και επιλέξτε ακύρωση. Οι διαστάσεις του σκίτσου πρέπει να είναι ορατές για να λειτουργούν σωστά οι περιορισμοί. Εάν δεν είναι, οι περιορισμοί θα κάνουν πράγματα που πιθανόν να μην πρέπει να γίνουν, όπως να τεντωθεί μία μια καμπύλη σκίτσου στην άλλη [3].

Ένα σχέδιο μπορεί να περιοριστεί πλήρως (πλήρως καθορισμένο), με περιορισμούς και διαστάσεις. Μπορεί επίσης να περιοριστεί εν μέρει ή εντελώς χωρίς περιορισμούς. Για να αποτρέψετε τη δημιουργία περιορισμών, κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Ctrl ενώ σχεδιάζετε κάθε γραμμή σκίτσου. Για να διαγράψετε έναν περιορισμό, κάντε κλικ στο εικονίδιο περιορισμού και διαγράψτε. Θα εμφανιστεί ένας μπλε κύκλος για να δείχτει ότι έχει επιλεγεί. Πατήστε το πλήκτρο Delete. Ο περιορισμός δεν θα ισχύει πλέον σε αυτή τη γραμμή σκίτσων. Εάν ένα περιορισμένο σκίτσο βρίσκεται μέσα σε ένα σώμα, απενεργοποιήστε πρώτα το σώμα μέσω του προγράμματος περιήγησης (κάντε κλικ στη λάμπα μπροστά του για να γίνει γκρι αντί για κίτρινο) και στη συνέχεια διαγράψτε τον περιορισμό [3].

Ένα πλήρως περιορισμένο σκίτσο σημαίνει ότι μπορείτε να κάνετε κλικ σε οποιοδήποτε σημείο πάνω για να το μετακινήσετε και θα μετακινηθεί στο σύνολό του χωρίς να αλλάξετε το σχήμα του. Καμία από τις γραμμές της δεν μπορεί να κινηθεί ανεξάρτητα. Όταν ένα σκίτσο δεν είναι πλήρως περιορισμένο, μέρος του σκίτσου θα μετακινηθεί και θα αλλάξει. Το πλεονέκτημα ενός περιορισμένου σκίτσου είναι, ότι διατηρεί πάντα το σχήμα του (πρόθεση σχεδίασης) και θα παράγει προβλέψιμα αποτελέσματα, όταν εκτελείτε άλλες λειτουργίες σε αυτό, όπως ο κατοπτρισμός των χαρακτηριστικών του [3].

1.28 Επιλογή και διαγραφή σκίτσων

Υπάρχουν πολλαπλοί τρόπου για την επιλογή αντικειμένων. Εσείς μπορείτε:

- Σύρετε ένα παράθυρο επιλογής. Αυτό βρίσκεται πάνω αριστερά προς τα κάτω δεξιά και επιλέγει ό,τι είναι εντελώς μέσα στο παράθυρο.
- Σύρετε ένα παράθυρο διέλευσης. Αυτό βρίσκεται από κάτω προς τα πάνω αριστερά και επιλέγει ό,τι αγγίζει το παράθυρο.
- Κάνετε κλικ στη καταχώριση του προγράμματος περιήγησης. Αυτό επιλέγει πάντα ολόκληρο το στοιχείο.
- Κάνετε κλικ στην επιλογή χρονολόγιο. Αυτό επιλέγει πάντα ολόκληρο το στοιχείο.
- Κάντε κλικ στις επιλογές κάτω από το μενού επιλογής που βρίσκεται στην αναδυόμενη οθόνη [3].

Γενικά, μπορείτε να σύρετε ένα παράθυρο επιλογής γύρω από το σκίτσο και στη συνέχεια πατώντας το Delete να κάνετε διαγραφή. Επιπρόσθετα υπάρχει η επιλογή διαγραφής με το δεξί πλήκτρο του ποντικιού. Εάν το σκίτσο εξακολουθεί να μην διαγράφεται κάντε δεξί κλικ και επιλέξτε την επεξεργασία σκίτσου από το μενού. Στη συνέχεια, επιλέξτε το σύροντας ένα παράθυρο γύρω του και πατήστε διαγραφή [3].

1.29 Μετακίνηση ενός σκίτσου

Επιλέξτε ένα σκίτσο, κάντε δεξί κλικ και επιλέξτε μετακίνηση/αντιγραφή. Συνήθως πρέπει να είναι επιλεγμένη η πλευρά του σκίτσου και όλες οι άκρες. Εάν δεν υπάρχει παράθυρο διαλόγου θα σας ζητηθεί να τα επιλέξετε. Μόλις επιλεγθεί θα εμφανιστεί ένα γραφικό στοιχείο. Μερικές φορές απλά πρέπει να κάνετε κλικ στην άκρη. Αφήστε να σας καθοδηγήσουν αυτά που εμφανίζονται. Εάν δεν εμφανίζεται το γραφικό στοιχείο, όταν ένα σκίτσο είναι εντελώς επιλεγμένο και το πλαίσιο διαλόγου δεν σας αφήνει να κάνετε κάποια επιλογή, απλώς επιλέξτε τις άκρες του σκίτσου. Αυτό γίνεται συχνά με σκίτσα κύκλων [3].

Το γραφικό στοιχείο μπορεί, να μετακινεί, να περιστρέφει και να αντιγράφει. Έχει εννέα χρήσεις. Τρία βέλη, τρία επίπεδα και τρία κουμπιά. Σύρετε τα βέλη για να μετακινήσετε ένα επιλεγμένο στοιχείο προς τα πάνω και προς τα κάτω, εμπρός ή πίσω, αριστερά ή δεξιά κατά μήκος των αντίστοιχων αξόνων των βελών. Σύρετε τα επίπεδα για να μετακινήσετε το επιλεγμένο αντικείμενο ελεύθερα πάνω-κάτω, μπροστά-πίσω ή δεξιά-αριστερά κατά μήκος των αντίστοιχων αξόνων των επιπέδων. Σύρετε τα κουμπιά για να περιστρέψετε ένα αντικείμενο μπροστά-πίσω, πάνω-κάτω, αριστερά-δεξιά κατά μήκος των αντίστοιχων αξόνων των κουμπιών. Μπορείτε να τραβήξετε το αντικείμενο κατά μήκος του πλέγματος, καθώς το μετακινείτε. Πληκτρολογήστε μία συγκεκριμένη ποσότητα στο πεδίο κειμένου ή απλά στο « μάτι» μία νέα θέση. σημειώστε τη σειρά των εικονιδίων όπου μπορείτε να επιλέξετε συγκεκριμένους τύπους μετακίνησης: ελεύθερη μετακίνηση, μετάφραση, περιστροφή, σημείο προς σημείο και σημείο σε θέση. Εάν δεν μπορείτε να μετακινήσετε ένα σκίτσο μπορεί να έχει περιορισμό κάπου σε αυτό, συνήθως στη μέση. Επιλέξτε και διαγράψτε το [3].

1.30 Αντιγραφή σκίτσου

Για να αντιγράψετε ένα σκίτσο, μεταβείτε στη λειτουργία επεξεργασίας. Στη συνέχεια επιλέξτε και πατήστε Ctrl + C και έπειτα Ctrl +V. Θα δημιουργηθεί ένα αντίγραφο πάνω από το αρχικό στοιχείο και θα εμφανιστεί ένα γραφικό στοιχείο για αυτό. Μετακινείστε το αντίγραφο όπου θέλετε. Επαναλάβετε αυτήν τη διαδικασία για κάθε νέο αντίγραφο. Μην ξεχνάμε ότι πάντα υπάρχει η επιλογή αντιγραφής – επικόλλησης κλικάροντας με το ποντίκι το στοιχείο =, (δεξί κλικ). Το γραφικό στοιχείο θα εμφανιστεί. Τέλος μετακινείστε το αντιγραμμένο αντικείμενο όπου θέλετε [3].

1.31 Διαστάσεις και εξισώσεις σκίτσων

Όταν σχεδιάζετε, μπορείτε να δείτε αναλογίες του ματιού αν προσπαθείτε να καταλάβετε απλώς ένα σχέδιο ή ένα τετράγωνο πλέγματος και να κάνετε κλικ σε σκίτσα στις γραμμές πλέγματος. Αυτό προσφέρει ακρίβεια αλλά όχι με τη πληκτρολόγηση διαστάσεων στο μεσοδιάστημα όλη την ώρα. Ξεκινώντας ένα σκίτσο από την προέλευση, διευκολύνεται η μέτρηση των τετραγώνων πλέγματος. Η αλλαγή της απόστασης του πλέγματος για την προσαρμογή των γραμμών πλέγματος για αυτό που πιθανόν να θέλετε να κάνετε, είναι αρκετά χρήσιμη. Εάν γνωρίζετε ότι τα σημεία πρόσβασης θα είναι ένα συγκεκριμένο διάστημα, μπορείτε να το ορίσετε [3].

Πληκτρολογήστε τις διαστάσεις όταν πρέπει να είστε συγκεκριμένοι. Έτσι, ελέγχονται το μέγεθος και η απόσταση των αντικειμένων. Τα πεδία κειμένου εμφανίζονται ενώ σχεδιάζετε και το πλήκτρο Tab εναλλάσσεται μεταξύ τους. Αφού πληκτρολογήσετε μια διάσταση, θα εμφανιστεί μια γραμμή και μια σημείωση στο σχέδιο και αυτό επίσης προσθέτει έναν περιορισμό. Όταν γίνεται κλικ στο «Διακοπή Σκίτσου» (Stop Sketch), οι γραμμές και οι σημειώσεις διαστάσεων θα γίνουν αόρατες [3].

Οι γραμμές προβολής και οι σημειώσεις είναι ορατές όταν βρίσκεστε στη λειτουργία Επεξεργασίας Σκίτσου και πρέπει να είναι ορατές εάν θέλετε να πληκτρολογήσετε εξισώσεις σκίτσων. Αυτοί είναι οι τύποι που εξαρτούν το μέγεθος μιας καμπύλης σκίτσου από το μέγεθος μιας άλλης. Δημιουργείτε αυτήν τη σχέση κάνοντας κλικ στη σημείωση διάστασης μιας άλλης καμπύλης σκίτσου (μην κάνετε κλικ στην ίδια καμπύλη σκίτσου, κάντε κλικ στη σημείωση διάστασή της). Αυτή η σημείωση διάστασης θα εμφανιστεί στη συνέχεια στο ενεργοποιημένο πεδίο κειμένου [3].

Για να αλλάξετε διαστάσεις αργότερα, εισάγετε τη λειτουργία «Επεξεργασία Σκίτσου». Στη συνέχεια επιλέξτε μια γραμμή σκίτσου, κάντε δεξί κλικ σε αυτή την επιλεγμένη γραμμή και επιλέξτε «διάσταση σκίτσου» από το μενού περιβάλλοντος. Θα εμφανιστεί μια γραμμή διαστάσεων, σύρετέ το από το σκίτσο. Το πεδίο κειμένου δείχνει το τρέχον μήκος της γραμμής. Πληκτρολογήστε ένα νέο μήκος αν θέλετε. Το σκίτσο θα αλλάξει το μέγεθος σε αυτό το μήκος και εάν έχει οριζόντιους ή κατακόρυφους περιορισμούς το σχήμα θα παραμείνει το ίδιο. Μπορείτε επίσης να προσθέσετε μια νέα μονάδα στην ιδιότητα πληκτρολογώντας το όνομα αυτής της μονάδας μετά τον αριθμό, το Fusion θα μετατρέψει τη νέα μονάδα στις τρέχουσες μονάδες του αρχείου [3].

1.32 Εργαλεία Σκίτσου (Sketch tool)

Ορισμένα εργαλεία όπως το Sketch Scale (κλίμακα σκίτσου), λειτουργούν μόνο όταν μπορείτε να κάνετε κλικ στο σημείο προέλευσης. Ωστόσο, η σκιαγράφηση του σημείου προέλευσης αφήνει συχνά έναν περιορισμό, με τον οποίο μπορεί να επηρεάσει τις μελλοντικές λειτουργίες. Διαγράψτε τον περιορισμό, σύροντας ένα παράθυρο επιλογής γύρω του και πατώντας Διαγραφή ή διαγράφοντας την καταχώρησή του στον πίνακα προγράμματος περιήγησης [3].

Ορθογώνιο τριών σημείων (3-point Rectangle): Το εργαλείο αυτό στο υπομενού ορθογωνίου, σας επιτρέπει να σχεδιάζετε ορθογώνια υπό γωνία [3].

Κεντρικό ορθογώνιο (Center Rectangle): Αυτό το εργαλείο στο υπομενού ορθογωνίου σας επιτρέπει να σχεδιάσετε ένα ορθογώνιο επιλέγοντας ένα κεντρικό και μία γωνία [3].

Τόξο τριών σημείων (3-point Arc): Αυτό το εργαλείο στο υπομενού τόξου (Arc) σας επιτρέπει να σχεδιάσετε ένα τόξο επιλέγοντας δύο τελικά σημεία και μετά ένα τρίτο για την καμπή [3].

Εφαπτόμενο τόξο (Tangent Arc): Αυτό το εργαλείο στο υπομενού τόξου (Arc) σχεδιάζει ένα τόξο που εφαπτεται σε ένα τελικό σημείο, σε ένα άλλο σκίτσο ή σε ένα σκόπιμα δημιουργημένο κάπου σε αυτό το σκίτσο. Κάντε κλικ σε αυτό το σκίτσο αντί για το πλέγμα όταν κάνετε κλικ στο πρώτο σημείο για να βάλετε το τόξο στο ίδιο σκίτσο με τις άλλες καμπύλες [3].

Περίγραμμα/ Εγγεγραμμένο Πολύγωνο (Circumscribed/Inscribed Polygon):

Αυτά τα εργαλεία βρίσκονται στο υπομενού πολύγωνο. Το ένα σχεδιάζει ένα πολύγωνο γύρω από έναν κύκλο και το άλλο το σχεδιάζει μέσα σε έναν κύκλο. Κάντε κλικ στο κέντρο και στη συνέχεια κάντε κλικ στο μεσαίο σημείο μιας άκρης ή πληκτρολογήστε μια απόσταση από την άκρη. Ο προεπιλεγμένος αριθμός πλευρών είναι έξι, όμως μπορείτε να κάνετε κλικ μέσα στο πεδίο «αριθμός άκρου» (Edge Number) και να πληκτρολογήσετε ένα νέο [3].

Πολύγωνο Άκρων (Edge Polygon): Αυτό το εργαλείο σας επιτρέπει μεταξύ άλλων, να αντιστοιχίσετε ένα άκρο πολυγώνου με το μέγεθος μιας υπάρχουσας καμπύλης σκίτσου. Κάντε κλικ στο σημείο μετακίνησης μιας καμπύλης σκίτσου και στη συνέχεια κάντε κλικ στο επίπεδο εργασίας στη πλευρά που θέλετε να τοποθετήσετε το πολύγωνο. Μπορείτε να κάνετε κλικ στα σημεία μετακίνησης όπου θέλετε, όπως τα τελικά σημεία ή στο μεσαίο σημείο και το τελικό σημείο [3].

Έλλειψη (Ellipse): Αυτό το εργαλείο σας επιτρέπει να σχεδιάσετε ένα οβάλ σχήμα επιλέγοντας ένα κέντρο, έναν κύριο άξονα και δείχνοντας την έλλειψη [3].

Θυρίδα (Slot): αυτό το εργαλείο σχεδιάζει μια μεγάλη, στενή σχισμή στην οποία μπορεί να εισαχθεί κάτι. Μπορείτε να κατασκευάσετε με τρεις διαφορετικούς τρόπους από τις επιλογές στο υπομενού [3].

Κωνική Καμπύλη (Conic Curve): Αυτό το εργαλείο δημιουργεί καμπύλες παρόμοιες με τις splines, αλλά σας δίνει περισσότερο έλεγχο στις ακριβείς διαστάσεις [3].

Spline: Αυτό το εργαλείο δημιουργεί καμπύλες που συνδέουν δύο ή περισσότερα σημεία. Όταν ολοκληρώνετε έναν κλειστό βρόγχο, εμφανίζονται εφαπτόμενα σημεία και εφαπτόμενες λαβές. Τραβήξτε τα και σύρετε για να αλλάξετε το σχήμα [3].

Σημείο(Point): Αυτό το εργαλείο σας επιτρέπει να τοποθετείτε σημεία σε ακριβείς τοποθεσίες. Στην συνέχεια, μπορείτε να τραβήξετε τις καμπύλες σκίτσων σε αυτές, χρήσιμες για την τοποθέτηση των οπών. Οι καμπύλες σκίτσων πρέπει να είναι στο ίδιο σκίτσο με τα σημεία για να τα κουμπώσουν [3].

Κείμενο (Text): Αυτό το εργαλείο εισάγει λέξεις στο αρχείο σας. Κάντε κλικ στο εργαλείο κειμένου και επιλέξτε το ύψος, τη γωνία, και το στιλ. Μπορείτε επίσης να επιλέξετε τη γωνία σύροντας το κουμπί περιστροφής που εμφανίζεται όταν κάνετε κλικ στο εργαλείο κειμένου στο πλέγμα [3].

Στρογγύλεμα (Fillet): Αυτό το εργαλείο τοποθετεί ένα τόξο σε μια διασταύρωση γραμμών μεταφοράς ή τόξου. Επιλέξτε ακτίνα του στρογγυλέματος που δείχνει το εργαλείο στρογγυλέματος που έχει κάνει κλικ στη γωνία ενός ορθογωνίου [3].

Τακτοποίηση(Trim): Αυτό το εργαλείο σας επιτρέπει να αφαιρέσετε καμπύλες σκίτσων μεταξύ επικαλυπτόμενων σκίτσων. Στη διαδικασία δημιουργεί ένα νέο ξεχωριστό σχήμα. Όλες οι καμπύλες σκίτσων πρέπει να είναι στο ίδιο σχέδιο. Κάντε κλικ στο εργαλείο περικοπής σε μία από τις καμπύλες σκίτσων και στη συνέχεια τοποθετήστε το πάνω από μια γραμμή που θέλετε να καταργήσετε. Θα γίνει κόκκινη. Κάντε κλικ και η καμπύλη σκίτσου θα εξαφανιστεί κάνοντας κλικ στις περικοπές, μία κάθε φορά. Διαφορετικά, με συνεχώς πατημένο το αριστερό κουμπί του ποντικού και σέρνουμε και περικόπτουμε συνεχόμενα [3].

Επέκταση(Extend): Χρησιμοποιήστε αυτό το εργαλείο για να επεκτείνετε τις γραμμές σκίτσων. Εάν έχετε μια γραμμή που είναι κοντά στο σημείο που πρέπει να είναι, τοποθετείστε το δείκτη του εργαλείου «Επέκταση» και θα εμφανιστεί μια κόκκινη γραμμή που εκτείνεται στην πλησιέστερη γραμμή σκίτσων. Κάντε κλικ για να ολοκληρώσετε [3].

Διακοπή(Break): Αυτό το εργαλείο σας επιτρέπει να κόψετε μια συνεχή γραμμή όπου μια άλλη γραμμή το τέμνει. Τοποθετείστε το δείκτη του ποντικού πάνω από μια γραμμή για να το επιλέξετε. Ένα κόκκινο X θα εμφανιστεί στη διασταύρωση. Κάντε κλικ σε αυτό και η επισημασμένη γραμμή θα σπάσει σε γραμμές [3].

Κλίμακα σκίτσου (Sketch Scale): Αυτό το εργαλείο κάνει ένα σκίτσο μεγαλύτερο ή μικρότερο. Πρέπει να βρίσκεστε σε κατάσταση επεξεργασίας σκίτσου και το σκίτσο πρέπει να έχει ένα σημείο στη προέλευση για να λειτουργήσει αυτό το εργαλείο. Έτσι, εάν το σκίτσο δεν είναι στη προέλευση, πρέπει να το μετακινήσετε. Στη συνέχεια, επιλέξτε ολόκληρο το σκίτσο, ενεργοποιήστε το εργαλείο και κάντε κλικ στο κουμπί Σημείο(Point) στο παράθυρο διαλόγου. Θα εμφανιστεί ένα βέλος. Σύρετε το βέλος για να κλιμακώσετε το σχέδιο ή πληκτρολογήστε μια διάσταση στο πεδίο κειμένου [3].

Αντιστάθμιση (Offset): Αυτό το εργαλείο δημιουργεί ένα αντίγραφο του σκίτσου με μια καθορισμένη απόσταση από αυτό. Κάντε κλικ στο σκίτσο που θέλετε να αντισταθμίσετε, κάντε κλικ στις συγκεκριμένες καμπύλες σκίτσων για να αντισταθμίσετε (πατήστε και κρατήστε

πατημένο το πλήκτρο Shift για να κάνετε πολλές επιλογές) και στη συνέχεια, σύρετε το βέλος ή πληκτρολογήστε μια συγκεκριμένη απόσταση μετατόπισης [3].

Καθρέφτης (Mirror): Αυτό το εργαλείο δημιουργεί ένα αντίγραφο μιας καμπύλης σκίτσων. Χρειάζεστε μια γραμμή καθρέφτη και αυτή η γραμμή να είναι στο ίδιο σκίτσο με τη καμπύλη του σκίτσου που αντικατοπτρίζεται. Επιλέξτε τη καμπύλη Σκίτσου, επιλέξτε τη γραμμή για να αντικατοπτρίσετε και κάντε κλικ στο OK για να τελειώσετε. Η αδυναμία κατοπτρισμού, πιθανών σημαίνει ότι η γραμμή καθρέφτη δεν βρίσκεται στο ίδιο σκίτσο με τη καμπύλη σκίτσου που αντικατοπτρίζεται [3].

Κυκλικό μοτίβο(Circular Pattern): Αυτό το εργαλείο δημιουργεί συστοιχίες (αντίγραφα και τακτοποιεί) μιας καμπύλης σκίτσου ή ολόκληρο σκίτσο γύρω από έναν κύκλο. Μπορεί να τοποθετηθεί εντελώς γύρω από το κύκλο ή μόνο εν μέρει. Το σκίτσο πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία Επεξεργασίας [3].

Ορθογώνιο μοτίβο(Rectangular Pattern): Αυτό το εργαλείο δημιουργεί συστοιχίες (αντίγραφα και τακτοποιεί) ένα σκίτσο σε μία σειρά ή στήλη. Το σκίτσο πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία «Επεξεργασία Σκίτσου». Επιλέξτε το σκίτσο και στη συνέχεια ενεργοποιήστε το εργαλείο ορθογώνιου μοτίβου. Σύρετε τα βέλη εμπρός και πίσω, πάνω και κάτω για να δημιουργήσετε σειρές και στήλες. Επίσης μπορείτε να πληκτρολογήσουμε τον αριθμό σειρών και στηλών που θέλετε. Σημειώστε όλες τις επιλογές στο πλαίσιο διαλόγου. Μπορείτε να καθορίσετε μια κατεύθυνση ή συμμετρικά, την απόσταση μεταξύ αντιγράφων και τον τύπο απόστασης. Κάντε κλικ στα σημάδια ελέγχου για να αφαιρέσετε αντίγραφα [3].

Έργο(Project): Αυτό το εργαλείο δημιουργεί ένα νέο σκίτσο από επιλεγμένες καμπύλες σκίτσων ή άκρα σωμάτων [3].

2 SolidWorks

Το SolidWorks είναι ένα δοκιμασμένο στο χρόνο λογισμικό 3D CAD, από τον Γάλλο εκδότη Dassault Systèmes. Παράλληλα με συγκρίσιμα προϊόντα της Autodesk, αποτελεί πρότυπο τόσο για την ηλεκτρονική όσο και για τη μηχανολογία [4].

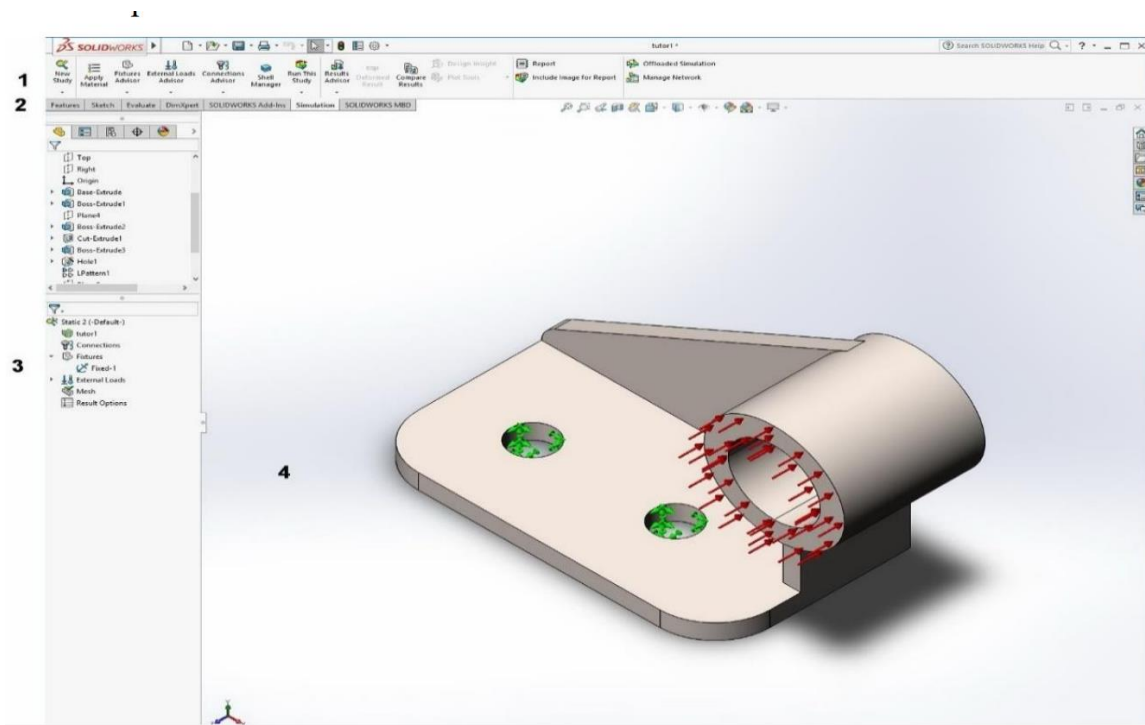
Ενώ το SolidWorks είναι πλούσιο σε χαρακτηριστικά και επιτρέπει τη δημιουργία σχεδόν οποιουδήποτε σχήματος που μπορεί να φανταστεί κανείς, η εστίασή του στο σχεδιασμό μηχανικής με γεωμετρική παραμετρική μοντελοποίηση, σημαίνει ότι η δημιουργία οργανικών μορφών είναι λιγότερο μια ορθή διαδικασία από ό, τι είναι για προγράμματα γλυπτικής όπως το Blender [5].

Το συγκεκριμένο λογισμικό έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να κάνει εύκολη τη δημιουργία τρισδιάστατων εξαρτημάτων με τη βοήθεια δισδιάστατων σκίτσων. Μερικά από αυτά είναι: η εξώθηση, η περιστροφή, το στρογγύλεμα, τα κοψίματα, και οι τρύπες. Καθώς επίσης, γίνεται πιο εύκολη η τοποθέτηση μερών σε σύνολα και η δημιουργία δισδιάστατων μερών από τρισδιάστατα, καθώς και σύνολα. [6].

Σύμφωνα με την SolidWorks, η προσομοίωση SolidWorks περιλαμβάνει πολλά πακέτα τα οποία ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει διαφορετικό εικονικό περιβάλλον για να δοκιμάσει το σχεδιασμό του προϊόντος του πριν από την κατασκευή (SolidWorks, 2018). Πρόσφατα, υπάρχουν τέσσερα κύρια πακέτα [7]:

- SolidWorks Simulation Premium: περιλαμβάνει εργαλεία προσομοίωσης για μη γραμμική και δυναμική απόκριση, δυναμική απόκριση και προσομοίωση για σύνθετα υλικά [7].
- Προσομοίωση ροής SolidWorks: εστιάζει κυρίως στη ροή υγρών, μεταφορά θερμότητας, υγρές δυνάμεις και υπολογιστική δυναμική υγρών [7].
- Στερεά Πλαστικά: αναλύσεις σχεδιασμού πλαστικών μερών [7].
- Βιωσιμότητα SolidWorks: αξιολογήστε απευθείας τον κύκλο ζωής των εξαρτημάτων ή των συνόλων των εξαρτημάτων, δείτε πώς ένα υλικό επηρεάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε πραγματικό χρόνο και τεκμηρίωση της εύρεσης [7].

Ένα τυπικό περιβάλλον εργασίας χρήστη της προσομοίωσης SolidWorks περιλαμβάνει, την περιοχή γραφικών, ανάλυση, διαχείριση εντολών προετοιμασίας, δέντρο μελέτης προσομοίωσης, γραμμή εργαλείων προσομοίωσης και εκφράσεις σε πεδία εισόδου [7].



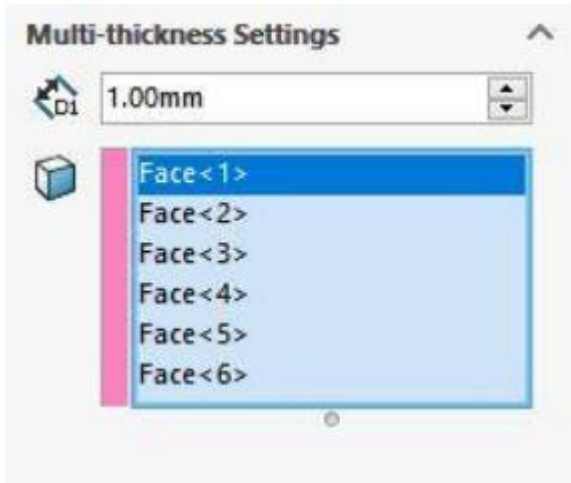
(στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «2.1.1.2 SOLIDWORKS Simulation» σελ16 [7]).

(1) Γραμμή εργαλείων προσομοίωσης. (2) Διαχειριστής εντολών προετοιμασίας ανάλυσης [7].

(3) Προσομοίωση Μελέτη δέντρου. (4) Περιοχή γραφικών [7].

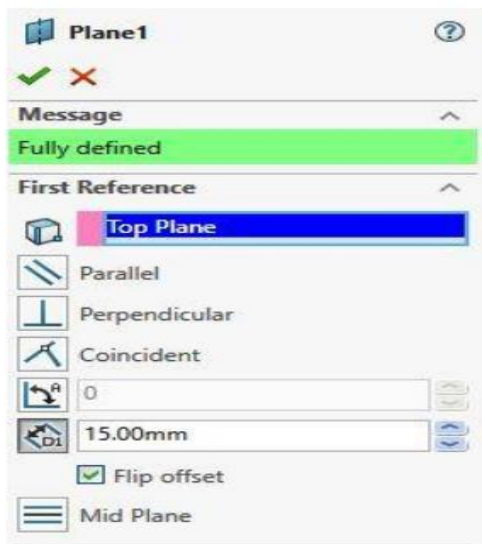
2.1 Τρόποι δημιουργίας αντικειμένου

Υπάρχουν τρία κύρια βήματα για τη δημιουργία του αντικειμένου: μοντελοποίηση ενός κουτιού, εξώθηση μεντεσέ και μοντελοποίηση συναρμολόγησης. Από την προέλευση, ένα τετράγωνο διαστάσεων 70 x 70 mm σκιαγραφήθηκε στο επάνω επίπεδο. Το σκίτσο εξωθείται με βάθος εξώθησης 30 mm [7].



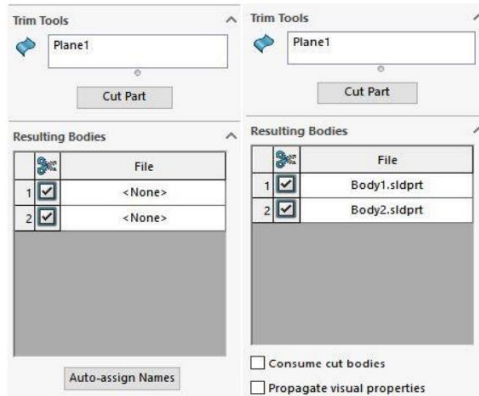
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3.1 Design using SolidWorks» σελ 35 [7]).

Το επόμενο βήμα είναι να δημιουργήσετε μια γραμμή Split για το σώμα split. Στη περίπτωση αυτή αποφασίσθηκε να χρησιμοποιηθεί ένα επίπεδο που έχει απόσταση μετατόπισης 15 mm από το επάνω επίπεδο [7].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3.1 Design using SolidWorks» σελ 35 [7]).

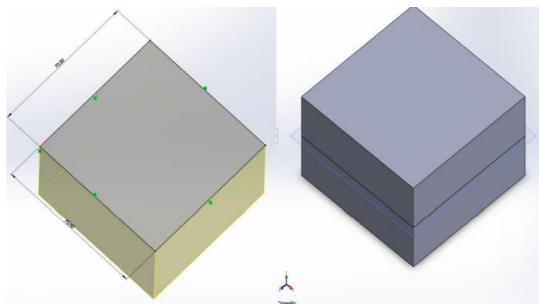
Στη συνέχεια, για να διαχωρίσετε δύο τμήματα από το υπάρχον πλαίσιο, η δυνατότητα "Διαίρεση" εφαρμόστηκε κάνοντας κλικ στη γραμμή εργαλείων "Δυνατότητα": Εισαγωγή, Δυνατότητα και Διαίρεση. Κατά τη διαίρεση ενός σώματος κάτω από τα σώματα αποτελεσμάτων, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τα σώματα για να αποθηκεύσει ή να κάνει κλικ στην επιλογή, Αυτόματη αντιστοίχιση ονομάτων. Ο χρήστης μπορεί, είτε να αλλάξει όνομα ο ίδιος στο σώμα, είτε το SolidWorks ονομάζει αυτόματα όλα τα σώματα [7].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3.1 Design using SolidWorks» figure 12 σελ 37 [7]).

(Αριστερά: πριν από την αυτόματη εκχώρηση σωμάτων, δεξιά: Μετά την αυτόματη αντιστοίχιση ονομάτων και την αποθήκευση τμημάτων) [7].

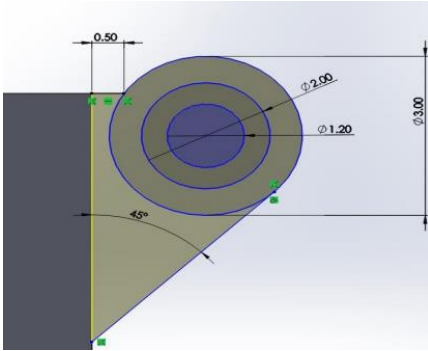
Μετά το διαχωρισμό, κάθε μέρος έχει την ίδια διάσταση 70 x 70 x 15 mm [7].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3.1 Design using SolidWorks» figure 13 σελ 37 [7]).

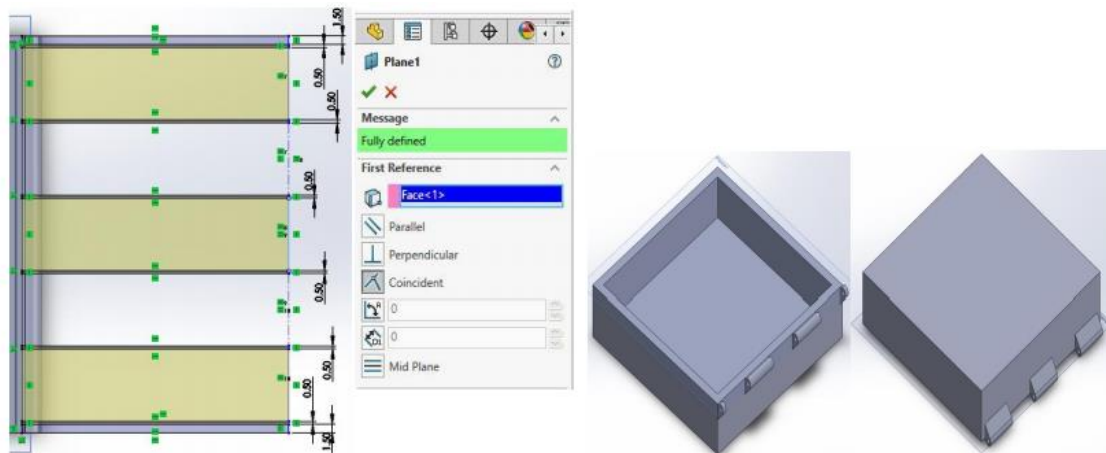
(Αριστερά: Κύριο σκίτσο, Δεξιά: Το κουτί χωρίστηκε σε δύο μέρη) [7].

Δεδομένου ότι η δυνατότητα Split χώρισε το πλαίσιο σε δύο μέρη και έσωσε κάθε μέρος ως ξεχωριστή οντότητα, ο μεντεσές σχεδιάστηκε και εξώθησε σε κάθε οντότητα. Μια καρφίτσα μοντελοποιούσε με διάσταση μήκους 70 mm και διαμέτρου 1,2 mm [7].



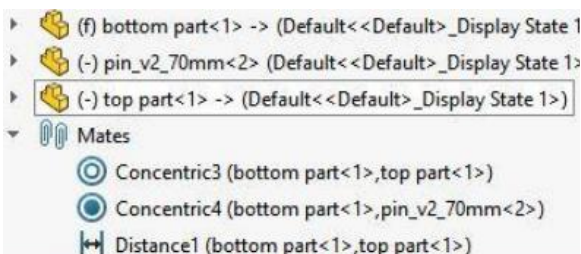
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3.1 Design using SolidWorks» figure 14 σελ 38 [7]).

Για να περιστρέψετε γύρω από την καρφίτσα, ο μεντεσές χρειάζεται τις αρθρώσεις. Το νέο επίπεδο που δημιουργήθηκε συμπίπτει με την ανοιχτή πλευρά του κουτιού. Ένα σκίτσο, ήταν σκίτσο σε νέο επίπεδο και στη συνέχεια αφαιρέθηκε από τη δυνατότητα αποκοπής-εξώθησης [7].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3.1 Design using SolidWorks» figure 15, figure 16 σελ. 39 [7]).

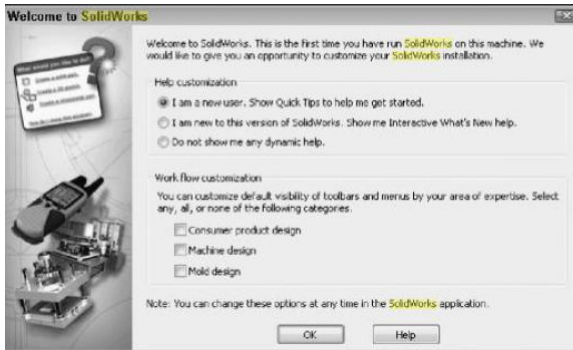
Για να κρατήσει δύο μέρη, για να κινηθεί κατά μήκος του κοινού άξονα (άξονας Z) χωρίς να μπορεί να τα τραβήξει χώρια, εφαρμόστηκε ένα ομόκεντρο «ταίρι» στις όψεις της άρθρωσης στον επάνω μεντεσέ και στον κάτω μεντεσέ. Το ομόκεντρο «ταίρι», εισήχθη στον πείρο και τον μεντεσέ, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η χαλαρότητα μεταξύ δύο μερών. Μια απόσταση μεταξύ των πλευρικών όψεων των αρθρώσεων ορίστηκε σε 0,5 χιλ. [7].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3.1 Design using SolidWorks» figure 17 σελ. 40 [7]).

2.1 Είσοδος στο SolidWorks

Με τη είσοδο στο SolidWorks μπορείτε να προσδιορίσετε τον τύπο εργαλείων που θα θέλατε να δείτε στη διεπαφή, δίνοντας κάποιες επιλογές βοήθειας [6].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Viewing the Welcome to SolidWorks screen » figure 1.1 σελ.6 [6]).

Εάν κάνετε μια επιλογή που θέλετε αργότερα να την αλλάξετε, οι επιλογές που παρουσιάζονται σε αυτό το παράθυρο διαλόγου είναι επίσης διαθέσιμες και αλλού. Αν και αυτό το παράθυρο διαλόγου εμφανίζεται μόνο στην αρχή, η διεπαφή είναι εξαιρετικά προσαρμόσιμη και υπάρχουν επιλογές για τα περισσότερα πράγματα που ίσως θέλετε να αλλάξετε [6].

Γρήγορες συμβουλές!

Οι γρήγορες συμβουλές γίνονται διαθέσιμες μόνο όταν είναι ενεργό ένα παράθυρο εγγράφου. Η ρύθμιση γρήγορων συμβουλών που εμφανίζονται σε μπαλόνια, θα σας βοηθήσουν να ξεκινήσετε με πολλές λεπτομέρειες. Οι γρήγορες συμβουλές μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν αν επιλέξετε το μικρό τετράγωνο στην κάτω δεξιά γωνία. Καθώς επίσης να και τη γραμμή κατάστασης στο μενού προβολή. Μη ξεχνάτε, όμως, ότι η γραμμή κατάστασης εξυπηρετεί κάποιους σκοπούς για τους εκάστοτε χρήστες. Για αυτό είναι προτιμότερο να είναι ενεργή. Τέλος από το μενού «Βοήθεια», απενεργοποιείτε τις γρήγορες συμβουλές, αλλάζοντάς τις σε μη γρήγορες συμβουλές. Οι ρυθμίσεις ενεργοποίησης/ απενεργοποίησης είναι ευαίσθητες στο τύπο εγγράφου, οπότε εάν δεν επιλεγούν γρήγορες συμβουλές σε λειτουργία μερικής λειτουργίας, πρέπει να το κάνετε ξανά για συναρμολογήσεις και σχέδια. Οι γρήγορες συμβουλές είναι ένας πολύ καλός τρόπος για να ξεκινήσετε ή να πάρετε μια μικρή ανανέωση, εάν έχει περάσει πολύς χρόνος από τη τελευταία φορά που ασχοληθήκατε με το λογισμικό [6].

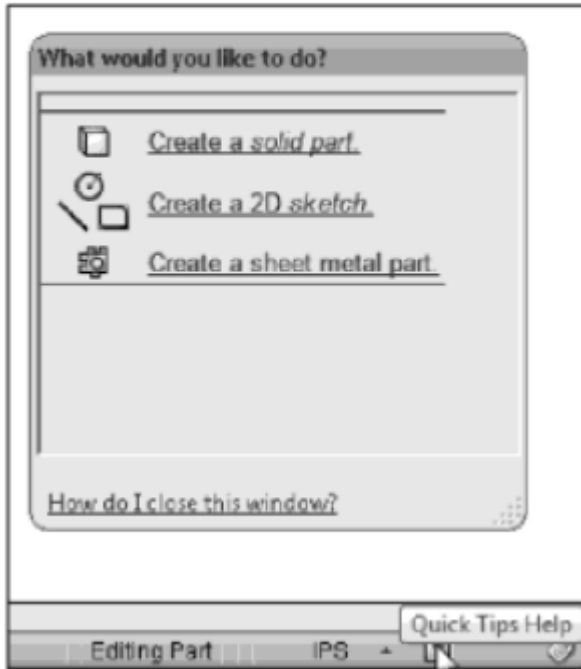
2.2 Προσαρμογή ροής εργασίας

Οι επιλογές προσαρμογής της ροής εργασίας στο πλαίσιο διαλόγου υποδοχής στο SolidWorks , ενεργοποιούν ορισμένες γραμμές εργαλείων στη διεπαφή από προεπιλογή. Δεν προσαρμόζει

καθόλου τις γραμμές εργαλείων. Όλες αυτές οι επιλογές, μπορούν να αλλάξουν αργότερα σε μια πιο ολοκληρωμένη προσαρμογή διεπαφής [6].

FIGURE 1.2

Turning Quick Tips on or off



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Customizing Workflow» σελ.7 [6]).

2.3 Δημιουργία Νέου εγγράφου στο SolidWorks

Επιλέγοντας το εικονίδιο Νέο στη γραμμή τίτλου της εφαρμογής SolidWorks ξεκινά η δημιουργία νέου εγγράφου. Το SolidWorks λειτουργεί ακριβώς όπως μια εφαρμογή του Microsoft Office [6].

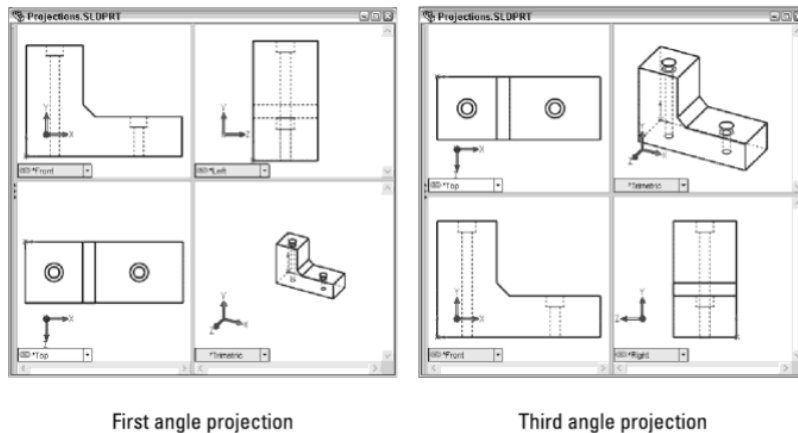
Με το πρώτο σας έγγραφο, το SolidWorks σας επιτρέπει να επιλέξετε μονάδες για τα προεπιλεγμένα πρότυπα. Αποθηκεύοντας τις περισσότερες από τις ειδικές ρυθμίσεις του εγγράφου. Μετατρέποντάς τα σε πρότυπα εγγράφου- μέρη, σύνολα και σχέδια [6].

Οι μονάδες στα νέα έγγραφα ορίζονται εντός των προτύπων ως μέρος των προτύπων σύνταξης. Για να δημιουργήσετε ένα μέρος με μονάδες ιντσών, χρησιμοποιήστε ένα πρότυπο για κάθε τύπο μονάδων που μπορεί να χρησιμοποιήσετε [6].

Από τη διαφορά μεταξύ προβολών τρίτης και πρώτης γωνίας μπορεί να προκληθεί λάθος στην κατασκευή εξαρτημάτων [6].

Η προβολή τρίτης γωνίας, δημιουργείται σαν ο παρατηρητής να κινείται στην ονομαστική πλευρά του τμήματος και η ονομαστική προβολή τοποθετείται στον ονομαστικό προσανατολισμό, σε σχέση με τη μπροστινή όψη. Έτσι, η σωστή προβολή δημιουργείται κοιτάζοντας το μέρος από τη δεξιά πλευρά και στη συνέχεια τοποθετώντας τη σωστή προβολή στα δεξιά της μπροστινής [6].

Η προβολή πρώτης γωνίας, είναι η ίδια με τη τρίτη γωνία, εκτός από το ότι η Δεξιά όψη τοποθετείται στα αριστερά της μπροστινής όψης. Η κάτωψη τοποθετείται στο κάτω μέρος. Το αποτέλεσμα είναι, ότι εάν διαβάζετε ένα σχέδιο γωνίας πρώτου αλλά περιμένετε ένα σχέδιο τρίτης γωνίας, οι προβολές πιθανόν να είναι λάθος [6].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Creating a new document» figure1-4, σελ. 8 [6]).

Η σωστή προεπιλογή προτύπων είναι η πρώτη σας μέριμνα[6].

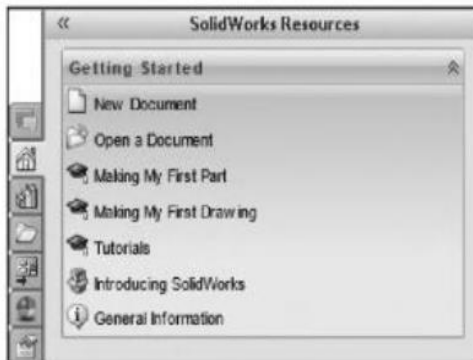
Δεν είναι όμως η μόνη επιλογή. Υπάρχει προσβασιμότητα στη ρύθμιση που επηρεάζει τις προβολές. Κι αυτό αν επιλέξετε: Εργαλεία-Επιλογές- Εμφάνιση/Επιλογή -Τύπος προβολής για θύρα τεσσάρων προβολών. Αυτό βέβαια δεν είναι η πεπατημένη επιλογή, γιατί έτσι δεν ακολουθείται το πρότυπο σύνταξης που έχει επιλεγεί για τα προεπιλεγμένα πρότυπα ή τη χώρα στην οποία το λογισμικό είναι εγκατεστημένο [6].

2.4 Τεκμηρίωση SolidWorks

Υπάρχουν διάφοροι τύποι τεκμηρίωσης που είναι διαθέσιμοι στους χρήστες του προγράμματος. Ένας από τους τρόπους έναρξης της τεκμηρίωσης είναι επιλέγοντας SolidWorks Resources στο παράθυρο εργασιών (δεξιά στην οθόνη). Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται η επιλογή για την έναρξη του SolidWorks Resources [6].

FIGURE 1.5

The Getting Started panel on the SolidWorks Resources tab of the Task Manager



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Exploring SolidWorks documentation» σελ.9 [6]).

Το SolidWorks έχει δύο ξεχωριστά αρχεία βοήθειας. Το ένα αποθηκεύεται διαδικτυακά και το άλλο είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή σας. Ο λόγος για τον οποίο γίνεται αυτό σύμφωνα με το SolidWorks, είναι ότι με αυτό το τρόπο είναι πιο εύκολο να ενημερώσετε τα αρχεία που είναι αποθηκευμένα στο διαδίκτυο. Η επιλογή για να επιλέξετε ποια θέλετε να χρησιμοποιήσετε είναι στην επιλογή: Βοήθεια (Help)- χρήση βοήθειας διαδικτύου SolidWorks (Use SolidWorks Web Help) [6].

2.5 Πρόσβαση σε μαθήματα

Μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση σε πολλά σεμινάρια επιλέγοντας το πρόγραμμα SolidWorks. Η επιλογή των σεμιναρίων γίνεται, είτε μέσα από το μενού Βοήθειας, είτε μέσα από την καρτέλα SolidWorks Resources στη Διαχείριση Εργασιών. Θα βρείτε μια λίστα από σεμινάρια για θέματα μακροεντολών σε, κάποια κομμάτια, σύνολα κομματιών και για σχέδια. Τα σεμινάρια αυτά, θα σας βοηθήσουν να αναπτύξετε τις δεξιότητές σας και τις γνώσεις σας για τη βασική λειτουργικότητα [6].

2.6 Ανανεωμένες Εκδόσεις

Με κάθε ανανεωμένη έκδοση δημοσιεύεται ένα νέο έγγραφο σε μορφή PDF προς βοήθεια και ενημέρωση του χρήστη για τις αλλαγές. Με αυτό το τρόπο, εάν κάποιος χρήστης έχει μια αρκετά παλιά έκδοση και βρεθεί αντιμέτωπος με μια πιο πρόσφατη έκδοση, με το έγγραφο αυτό θα μπορέσει να ενημερωθεί με γρήγορο τρόπο για τις αλλαγές που έχουν συμβεί στη πιο νέα έκδοση [6].

2.7 Αναγνώριση εγγράφων SolidWorks

Το SolidWorks αποτελείται τρία βασικά αρχεία τύπου δεδομένων: κομμάτια, σύνολα κομματιών και σχέδια. Μολαταύτα, υπάρχουν επιπλέον τύποι προς ενασχόληση [6].

2.8 Πρότυπα Εγγράφων

Έχοντας πολλά πρότυπα διαθέσιμα, οι επιλογές κατά την έναρξη ενός νέου εγγράφου είναι πολλές. Αυτό δημιουργεί πληθώρα πλεονεκτημάτων [6].

- Προσαρμογή για μεγάλο αριθμό χρηστών [6].
- Εργασία σε διάφορες μονάδες μέτρησης [6].
- Υπάρχουν κάποια προκαθορισμένα υλικά [6].
- Προκαθορισμένες προσαρμοστικές ιδιότητες [6].
- Ειδικές απαιτήσεις, όπως επίστρωση ή συγκόλληση [6].
- Κομμάτια και σύνολα κομματιών με τυποποιημένα χρώματα [6].
- Σχεδίαση διαφόρων μεγεθών με είδη εφαρμοσμένες μορφές [6].
- Σχεδίαση με ειδικές σημειώσεις [6].

Είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν πρότυπα που να είναι σύμφωνα με τις ανάγκες σας και τα οποία μπορεί να είναι, είτε πρότυπα για συμμετρικά μέρη και σύνολα αυτών, είτε πρότυπα για κύρια μέρη και σύνολα αυτών, είτε πρότυπα για το χάλυβα και το αλουμίνιο ή ακόμα και πρότυπα για εξαρτήματα με λαμαρίνα και για συγκόλλησης [6].

Για τη δημιουργία ενός νέου προτύπου, πρέπει να ανοίξετε ένα έγγραφο με κατάλληλο τύπο (μέρος, σύνολο από μέρη ή σχέδιο). Εν συνεχεία να γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις που θέλετε για το πρότυπο. Τις ρυθμίσεις αυτές, μπορείτε να τις βρείτε στο μενού Εργαλεία(Tools)-Επιλογές(Options)-Ιδιότητες Εγγράφου(Document Properties) [6].

Ορισμένες ρυθμίσεις δεν είναι ορατές στο παράθυρο διαλόγου ιδιοτήτων εγγράφου, όπως: τα ονόματα των τυπικών επιπέδων ή η χρήση των αξόνων ως γεωμετρία αναφοράς. Ωστόσο, μπορούν να αποθηκευτούν με το πρότυπο. Οι ρυθμίσεις που εμπίπτουν σε αυτή τη κατηγορία είναι: η ορατότητα τύπου οντότητας του μενού προβολής και το μενού Εργαλείο- Σκίτσο [6].

Όσον αφορά τις προσαρμοσμένες ιδιότητες, αποτελούν διαφορετικό κομμάτι του προτύπου. Εάν στα σχέδιά σας είναι να χρησιμοποιήσετε λογαριασμούς υλικών (BOMs Bills of Materials), τη διαχείριση δεδομένων προϊόντων (PDM Product Data Management), ή τις συνδεδεμένες σημειώσεις στο σχέδιο, θα ήταν φρόνιμο να χρησιμοποιήσετε το προνόμιο του αυτοματισμού που διατίθενται με προσαρμοσμένες ιδιότητες [6].

2.8.1 Εύρεση προτύπων

Υπάρχει η δυνατότητα να ορίσετε τη θέση του φακέλου προτύπων επιλέγοντας Εργαλεία-Επιλογές-Τοποθεσία Αρχείων-Πρότυπα Εγγράφων. Μπορεί να είναι ένας τοπικός φάκελος ή ένας

κοινόχρηστος φάκελος δικτύου. Μπορούν να οριστούν πολλοί φάκελοι στη λίστα και ο καθένας να αντιστοιχεί σε μια καρτέλα στη διεπαφή για προχωρημένους [6].

Αφού όλες οι ιδιότητες εγγράφου, οι προσαρμοσμένες ιδιότητες και οι άλλες ρυθμίσεις έχουν οριστεί στις προτιμήσεις σας και είστε σε θέση να αποθηκεύσετε το αρχείο ως πρότυπο, επιλέξτε «Αποθήκευση Αρχείου Ως» και επιλέξτε Πρότυπα τμημάτων τύπου αρχείου. Προϋπόθεση στο SolidWorks είναι να αποθηκεύσετε το πρότυπο στο πρώτο φάκελο που αναφέρεται στη λίστα, Τοποθεσία αρχείων. Επιπρόσθετα μπορείτε να δημιουργήσετε πρότυπα συναρμολόγησης με τον ίδιο τρόπο, αρκεί να αλλάξετε τις ρυθμίσεις ανάλογα με το έγγραφο συναρμολόγησης [6].

Προσφέρεται επίσης η δημιουργία πρόσθετων καρτελών στο πλαίσιο διαλόγου «New SolidWorks Document» δημιουργώντας κατ' αυτόν τον τρόπο υποφακέλους στο κύριο φάκελο στη περιοχή τοποθεσίας αρχείων [6].

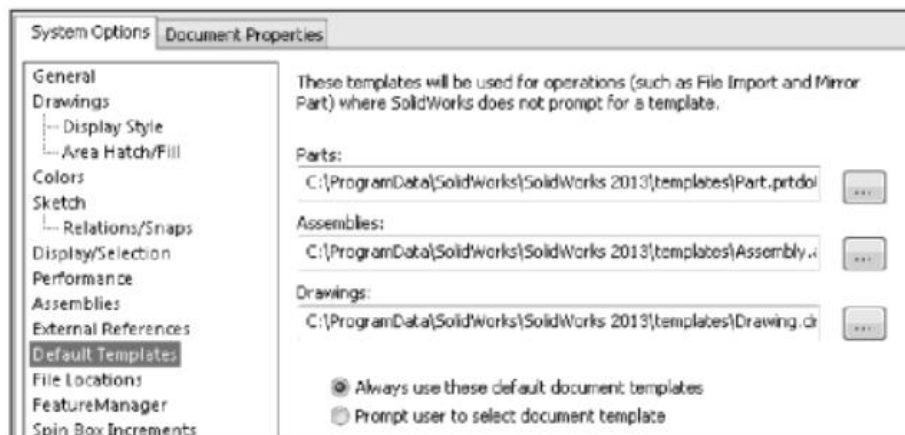
Η προσθήκη υποφακέλων σε οποιαδήποτε από τις τοποθεσίες που αναφέρονται στις τοποθεσίες αρχείων, οδηγεί σε πρόσθετες καρτέλες στο πλαίσιο διαλόγου «New SolidWorks Document» [6].

2.8.2 Χρήση προεπιλεγμένων Προτύπων

Τα προεπιλεγμένα πρότυπα καθορίζονται επιλέγοντας «Εργαλεία- Επιλογές- Προεπιλεγμένα Πρότυπα» και πρέπει να βρίσκονται σε μια από τις διαδρομές που καθορίζονται στις τοποθεσίες αρχείων [6].

FIGURE 1.8

The Tools ⇄ Options ⇄ Default Templates settings



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «using default templates» σελ. 15 [6]).

Υπάρχουν διαθέσιμες δύο προεπιλεγμένες επιλογές προτύπου και συνίσταται πάντα η επιλογή τους. Ισχύουν κυρίως για καταστάσεις όπως: όταν απαιτείται ένα πρότυπο από μια αυτόματη λειτουργία στο λογισμικό, όπως ένα εισαγόμενο μέρος ή ένα κατοπτρικό τμήμα. Ανάλογα με την επιλογή σας, το σύστημα χρησιμοποιεί αυτόματα το προεπιλεγμένο πρότυπο ή σας ζητείται να επιλέξετε ένα πρότυπο [6].

2.9 Πρότυπο κοινής χρήσης

Εάν διαχειρίζεστε μια εγκατάσταση μεγάλου αριθμού χρηστών ή ακόμα και αν μερικοί χρήστες εργάζονται σε παρόμοια σχέδια, είναι απαραίτητα τα κοινόχρηστα πρότυπα. Τα τυποποιημένα πρότυπα, δε μπορούν να κάνουν στους χρήστες, τα μοντέλα, τις συναρμολογήσεις και τις λεπτομέρειες με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, αλλά βοηθούν τους χρήστες να ξεκινήσουν με τον ίδιο τρόπο [6].

Για να μπορεί να γίνει διαμοιρασμός σε πολλούς χρήστες, πρέπει πρώτα να δημιουργηθεί ένας φάκελος προτύπων σε μια κοινώς προσβάσιμη τοποθεσία δικτύου, μόνο για ανάγνωση και δικαιώματα εγγραφής ανάγνωσης για διαχειριστές. Εν συνεχεία, οι Τοποθεσίες αρχείων και τα Προεπιλεγμένα πρότυπα κάθε χρήστη θα πρέπει να γίνουν ορατά στη συγκεκριμένη τοποθεσία. Έτσι δεν υπάρχουν προβλήματα πρόσβασης στους χρήστες για τον απλό λόγο ότι γίνεται αντιγραφή προτύπων για τη δημιουργία νέων εγγράφων και όχι απευθείας χρήση [6].

2.10 Μοντελοποίηση βάσει χαρακτηριστικών

Πριν από κάποια σχεδίαση μοντέλου, καλή είναι η εξοικείωση με κάποια ορολογία, είτε είναι η «μοντελοποίηση» αντί για σχεδίαση ή ακόμα και «σχεδιασμό». Το SolidWorks είναι ένα πρωτότυπο λογισμικό. Το SolidWorks μπορεί να σας βοηθήσει να κάνετε ορατά, γεωμετρικά δεδομένα παραγωγής σας με ρεαλιστικό τρόπο, χωρίς να είναι υπαρκτά στη πραγματικότητα, είτε κατασκευάζετε μια γραμμή συναρμολόγησης για αυτοματοποιημένα ανταλλακτικά είτε σχεδιάζετε διακοσμητικά μπουκάλια αρωμάτων [6].

Ο όρος μοντελοποίηση «βάσει λειτουργιών» είναι η δημιουργία νέου μοντέλου δημιουργώντας έτσι σκίτσα δύο διαστάσεων εφαρμόζοντας διαδικασίες (χαρακτηριστικά). Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται το τρισδιάστατο σχήμα. Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τη διαδικασία Extrude φτιάχνετε ένα απλόπλαισιο και μπορείτε να δημιουργήσετε μια σφαίρα χρησιμοποιώντας τη διαδικασία Revolve. Καθώς επίσης έναν κύλινδρο, χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε διαδικασία, περιστρέφοντας ένα ορθογώνιο ή εξώθηση ενός κύκλου. Ξεκινώντας κάνοντας οπτικά ορατό το τρισδιάστατο σχήμα και στη συνέχεια εφαρμόζοντας μια τρισδιάστατη διαδικασία σε ένα σκίτσο δύο διαστάσεων, δημιουργείτε το κατάλληλο σχήμα. Η ιδέα αυτή, αντιπροσωπεύει τη μισή γνώση προκειμένου να δημιουργήσετε τρισδιάστατα μοντέλα [6].

Πολλοί διαφορετικοί τύποι χαρακτηριστικών στο SolidWorks, επιτρέπουν στο χρήστη να δημιουργήσει τα πάντα, από την πιο απλή μέχρι τη πιο περίπλοκη σχεδίαση τρισδιάστατων μοντέλων. Επίσης, το SolidWorks διαθέτει ένα πλήρες συμπλήρωμα εργαλείων επιφάνειας [6].

Εκτός από αυτά τα χαρακτηριστικά, άλλοι τύποι χαρακτηριστικών δημιουργούν γεωμετρικές αναφορές όπως, καμπύλες, επίπεδα, άξονες και χαρακτηριστικά επιφάνειας, ειδικά χαρακτηριστικά για τεχνικές όπως αυτή της λαμαρίνας και των πλαστικών [6].

2.11 Σκιαγράφηση με παραμέτρους

Το σκίτσο είναι το θεμέλιο που βασίζεται στους πιο συνηθισμένους τύπους χαρακτηριστικών. Τα σκίτσα SolidWorks είναι παραμετρικά. Έτσι καθορίζεται η βάση του παραμετρικού σχεδιασμού. Επεκτείνεται σε όλους τους τύπους γεωμετρίας στο SolidWorks. Η νοημοσύνη για δημιουργία σκίτσων και χαρακτηριστικών είναι η βάση της σχεδίασης [6].

Εκτός από τη σχεδίαση δύο διαστάσεων σκίτσων το SolidWorks δημιουργεί σκίτσα και τριών διαστάσεων. Από τις δύο μεθόδους, τα σκίτσα δύο διαστάσεων χρησιμοποιούνται ευρύτερα. Δημιουργώντας σκίτσα με δύο διαστάσεις σε ένα επιλεγμένο επίπεδο ή επίπεδη όψη και στη συνέχεια χρησιμοποιώντας για τη δημιουργία σχημάτων το, Extrude, Revolve κλπ. συχνά δημιουργούνται σχέσεις μεταξύ των σκίτσων δύο διαστάσεων και οντοτήτων σκίτσου και άλλων μοντέλων που ενδέχεται να βρίσκονται ή όχι στο επίπεδο σκίτσου. Αυτό δε συμβαίνει στα τρισδιάστατα μοντέλα [6].

Τα χρώματα γραμμής αντιπροσωπεύουν καταστάσεις σκίτσων και είναι μία μαύρη γραμμή και τρεις μπλε γραμμές [6].

- Μπλε: η οντότητα σκίτσου δεν έχει οριστεί πλήρως. Μπορείτε να σύρετε ένα τμήμα του για να αλλάξετε μέγεθος, θέση ή προσανατολισμό [6].
- Μαύρο: η οντότητα σκίτσου ορίζεται πλήρως από ένα συνδυασμό σχέσεων και διαστάσεων σκίτσων. Ένα σκίτσο δεν μπορεί να οριστεί πλήρως εάν δεν έχει συνδεθεί με κάποιο τρόπο σε κάτι εξωτερικό από το σκίτσο, όπως η προέλευση του τμήματος ή ένα άκρο [6].
- Κόκκινο: όταν μια οντότητα σκίτσου έχει δύο ή περισσότερες σχέσεις και μία από αυτές δεν μπορεί να ικανοποιηθεί θα είναι κόκκινη. Για παράδειγμα, εάν μια γραμμή έχει οριζόντιες και κάθετες σχέσεις και η γραμμή είναι στη πραγματικότητα κάθετη, η κάθετη σχέση θα είναι κίτρινη και η οριζόντια θα είναι κόκκινη [6].
- Κίτρινη: η επίλυση των σχέσεων σκίτσου θα είχε ως αποτέλεσμα μια οντότητα μηδενικού μήκους [6].
- Καφέ: η σχέση έχει χάσει το ίχνος της οντότητας με την οποία συνδέθηκε [6].

Οι διαφορετικές οντότητες, μπορούν να υπάρχουν σε ένα σκίτσο. Καθώς επίσης, και οι γραμμές μπορούν να έχουν διαφορετική κατάσταση από την υπόλοιπη οντότητα. Αυτό μπορείτε να το διακρίνετε στην κάτω δεξιά γωνία του παραθύρου γραφικών. Αν σύρετε τη γωνία, επιτρέπει μόνο κίνηση γραμμών με συγκεκριμένους τρόπους [6].

Το εργαλείο «Smart Dimension» αποτελεί επίσης, μέρος του παραμετρικού σχήματος. Εάν εφαρμόσετε μια διάσταση γωνίας σχετικά με την προέλευση και προσπαθήσετε να σύρετε ξανά, θα δείτε ότι η μόνη πτυχή που δεν είναι κλειδωμένη, είναι το μήκος των πλευρών. Με την προσθήκη διάσταση γωνίας, μια άλλη γραμμή γίνεται μαύρη [6].

Ολοκληρώνοντας, προσθέτοντας διαστάσεις μήκους για τις άνισες πλευρές, ολοκληρώνει τον ορισμό του σχεδίου. Όλες οι γραμμές γίνονται μαύρες και η κατάσταση ονομάζεται «πλήρως καθορισμένη». Μεταξύ αυτών, υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για τη δημιουργία εκ νέου του σκίτσου[6].

Οι παραμετρικές σχέσεις σε ένα σκίτσο ελέγχουν πώς το σκίτσο αντιδρά σε αλλαγές από διαστάσεις ή σχέσεις μέσα στο σκίτσο ή από κάποιον άλλο παράγοντα εκτός σκίτσου. Άλλοι παράγοντες μπορούν επίσης να οδηγήσουν το σκίτσο, σε εξισώσεις, άλλη γεωμετρία μοντέλου που είναι εξωτερικά του σκίτσου και ακόμη και γεωμετρία από ένα άλλο μέρος σε ένα σύνολο [6].

2.12 Πρόθεση σχεδιασμού

Η πρόθεση σχεδιασμού σημαίνει ότι, όταν γίνεται τοποθέτηση στις παραμετρικές σχέσεις σκίτσων μαζί με τα «έξυπνα» χαρακτηριστικά είναι δυνατή, η δημιουργία μοντέλων που αντιδρούν στην αλλαγή με προβλέψιμους τρόπους. Όταν μια σχεδιαστική πρόθεση θα μπορούσε να είναι μια περιγραφή που θα αφορούσε γενικές πτυχές, οι οποίες θα βοηθούσαν στο καθορισμό του σχεδιασμού ενός εξαρτήματος. Με τις αλλαγές μπορεί να προκαλέσετε αποτυχία χαρακτηριστικών ή να δημιουργήσετε συγκρούσεις σχέσεων [6].

Στις περισσότερες περιπτώσεις το SolidWorks, διαθέτει άφθονα εργαλεία για την αντιμετώπιση προβλημάτων και την επεξεργασία που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ή να αλλάξετε το μοντέλο. Σε αυτές τις περιπτώσεις, αλλάζει η πρόθεση σχεδιασμού [6].

Κατά την επεξεργασία ή την επιδιόρθωση σχέσεων, είναι προτιμότερο η επεξεργασία και όχι η διαγραφή, γιατί προκαλεί επιπλέον προβλήματα πιο μακριά [6].

2.13 Επιμέλεια Σχεδίασης

Η αλλαγή αποτελεί βασικό παράγοντα του σχεδιασμού. Η πρόθεση του σχεδιασμού είναι μερικές φορές ως στατική έννοια, που ελέγχει την αλλαγή της γεωμετρίας. Ωστόσο, η ίδια η πρόθεση του σχεδιασμού συχνά αλλάζει, απαιτώντας έτσι τον τρόπο με τον οποίο το μοντέλο αντιδρά σε γεωμετρικές αλλαγές για να αλλάξει. Η SolidWorks διαθέτει πολλά εργαλεία για να γίνει πιο εύκολη η αντιμετώπιση των αλλαγών [6].

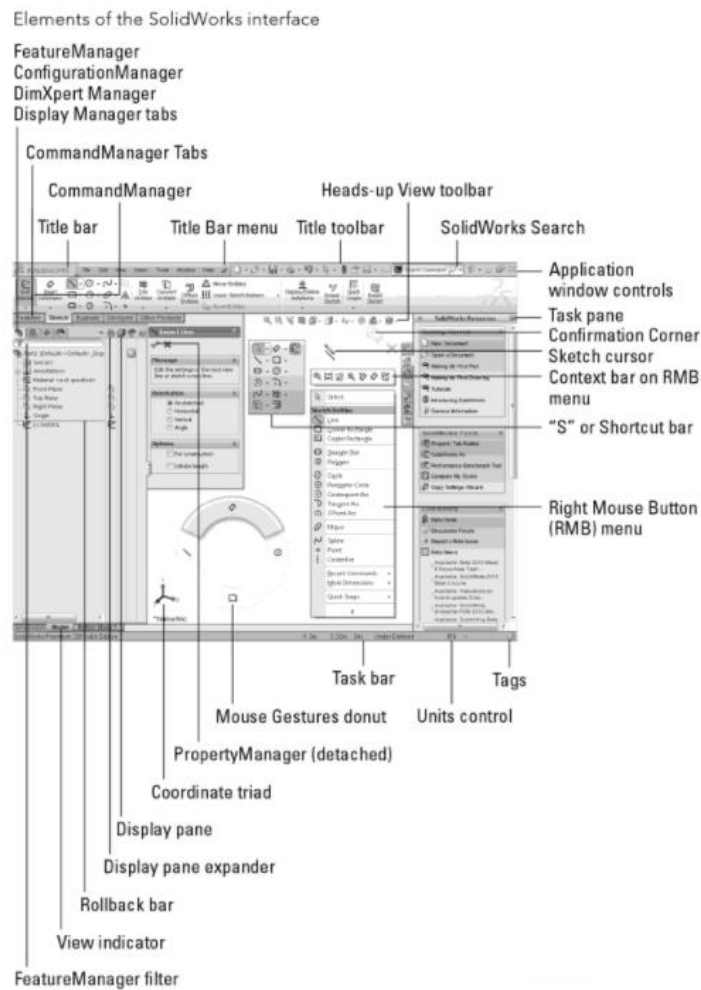
2.14 Επιλογή σχέσεων σκίτσου

Η εμφάνιση των συμβόλων σχέσης σκίτσου, είναι το καλύτερο εργαλείο για την οπτικοποίηση της πρόθεσης σχεδίασης. Έχετε την επιλογή εμφάνισης ή απόκρυψης εικονιδίων επιλέγοντας «View-sketch». Εμφανίζονται ως ένα μικρό χρωματιστό εικονίδιο στην περιοχή γραφικών δίπλα στην οντότητα του σκίτσου. Αν κλικάρετε το εικονίδιο επισημαίνονται τα στοιχεία σκίτσων που εμπλέκονται σε αυτή τη σχέση [6].

Χρησιμοποιώντας τα εικονίδια σχέσης σκίτσου στην οθόνη μπορείτε να διαγράψετε σχέσεις, επιλέγοντας το εικονίδιο στη περιοχή γραφικών και πατώντας το πλήκτρο «Delete». Αλλά και να τα χρησιμοποιήσετε για να προσδιορίσετε γρήγορα τη κατάσταση των σχέσεων σκίτσου αναφερόμενος στα χρώματα που ορίστηκαν νωρίτερα [6].

2.15 Προσδιορισμός στοιχείων της διεπαφής SolidWorks

Τα κύρια στοιχεία της διεπαφής του SolidWorks, είναι το παράθυρο γραφικών όπου πραγματοποιείται όλη η δράση: ο διαχειριστής δυνατοτήτων, ο οποίος είναι ο κατάλογος όλων των δυνατοτήτων. ο διαχειριστής ιδιοκτησίας, όπου συμβαίνει το μεγαλύτερο μέρος της εισαγωγής δεδομένων και ο διαχειριστής εντολών και γραμμών εργαλείων όπου έχετε πρόσβαση στις περισσότερες από τις εντολές του λογισμικού [6].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Navigating the SolidWorks Interface» figure 2.1 σελ.28 [6]).

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η προεπιλεγμένη διεπαφή με κάποιες εξαιρέσεις. Αρχικά, καρφισώνεται το μενού της γραμμής τίτλου στη θέση του. Στη συνέχεια, αποσυνδέεται ο διαχειριστής ακινήτων. Τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείτε μια πιο απλοποιημένη μορφή οθόνης για τη διαχείριση των εντολών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί η γραμμή εργαλείων σκίτσων ανεξάρτητα το διαχειριστή εντολών. Τέλος, μπορεί να γίνει απενεργοποίηση της γραμμής εργαλείων προβολής για να διατηρηθεί η περιοχή της οθόνης καθαρή και να χρησιμοποιηθεί

ολόκληρο το μενού του δεξιού κουμπιού του ποντικιού, αντί για τα προεπιλεγμένα μενού περιβάλλοντος στο επάνω μέρος του περικομμένου μενού [6].

2.16 Διαχειριστής Εντολών SolidWorks

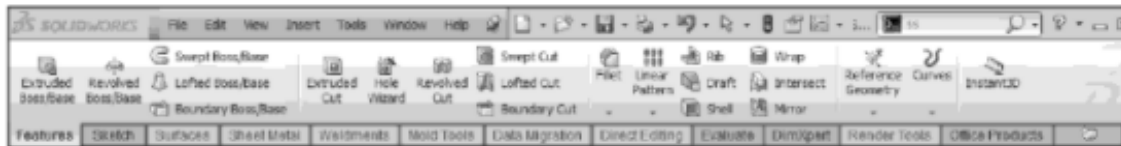
Είναι η περιοχή της διεπαφής που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για εναλλαγή μεταξύ συνόλων σχετικών εντολών. Δημιουργείται ένας χώρος εργασίας μοιρασμένος σε τμήματα, σε σύγκριση με τις κλασικές γραμμές εργαλείων. Ο διαχειριστής εντολών έχει ως στόχο, να παρέχει πρόσβαση σε εντολές χωρίς να χρειάζεται να γεμίσει η οθόνη με τη γραμμή εργαλείων [6].

Επιτυγχάνεται παρέχοντας μικρές καρτέλες, κάτω από το αριστερό άκρο της περιοχής της γραμμής εργαλείων. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται να αλλάξετε τη συλλογή εργαλείων που εμφανίζεται. Για να αλλάξετε τον διαχειριστή εντολών σε λειτουργία προσαρμογής, κάντε δεξί κλικ σε μια από τις καρτέλες του διαχειριστή εντολών και επιλέξτε «προσαρμογή διαχειριστή εντολών». Διαφορετικά μπορείτε να επιλέξετε «Εργαλεία- Προσαρμογή» [6].

2.16.1 Προσαρμογή διαχειριστή εντολών

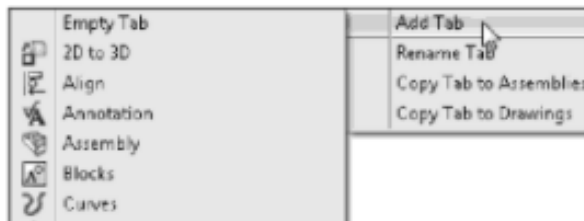
Ο καλύτερος τρόπος για να αποκτήσετε τη μεγαλύτερη απόδοση της διεπαφής διαχείρισης εντολών είναι να τη προσαρμόσετε. Αφήστε τη τελευταία καρτέλα στο κάτω μέρος του διαχειριστή εντολών που βρίσκεται στα δεξιά. Σε περίπτωση που θέλετε να προσθέσετε νέα καρτέλα, μπορείτε να κάνετε δεξί κλικ σε αυτή τη καρτέλα και να επιλέξετε τη καρτέλα που θέλετε να προσθέσετε. Μπορείτε επίσης, να επιλέξετε να προσθέσετε μια κενή καρτέλα και στη συνέχεια να μετονομάσετε [6].

Customizing the CommandManager



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Customizing the CommandManager» figure 2.2 σελ.30 [6]).

Adding tabs to the CommandManager



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Customizing the CommandManager» figure 2.3 σελ.30 [6]).

Επιλέγοντας «Εργαλεία-Προσαρμογή» μπορείτε να προσθέσετε μεμονωμένα κουμπιά. Επιλέγοντας «Εντολές» στο πλαίσιο διαλόγου προσαρμογής και εν συνεχεία, αλλάζετε τον Διαχειριστή Εντολών στη καρτέλα στην οποία θέλετε να προσθέσετε το κουμπί. Σύρετε το κουμπί από το πλαίσιο διαλόγου Προσαρμογής στη Διαχείριση εντολών. Αντίστροφα για να αφαιρέσετε κουμπιά από τον Διαχειριστή Εντολών, τα σέρνετε στη κενή περιοχή παραθύρου γραφικών [6].

2.16.2 Σύνδεση Διαχειριστή Εντολών

Στο SolidWorks έχετε τη δυνατότητα αποσύνδεσης του Διαχειριστή Εντολών. Να τον αφήσετε αποσυνδεδεμένο, να το σύρετε σε μια δεύτερη οθόνη ή να τον συνδέσετε κάθετα προς τα αριστερά ή δεξιά. Για να τον ξεκλειδώσετε, κλικάρετε και σύρετε σε οποιαδήποτε περιοχή κουμπιού γραμμής εργαλείων του διαχειριστή εντολών. Για να κλειδώσετε ξανά έναν μη συνδεδεμένο διαχειριστή εντολών ή να αλλάξετε τη θέση σύνδεσης, σύρετέ το σε ένα από τα στάδια σύνδεσης [6].

2.16.3 Χρήση Αυτόματης Σύμπτυξης

Στο κύβο με τα βέλη στην επάνω δεξιά γωνία, χωρίς να είναι συνδεδεμένος ο Διαχειριστής Εντολών και του μη συνδεδεμένου Διαχειριστή ιδιοτήτων, είναι η επιλογή Αυτόματη Σύμπτυξη. Ως προς το τρόπο ενεργοποίησης της επιλογής αυτής, υπάρχουν ορισμένες ασυνέπειες. Πιθανόν να χρειαστεί να αλλάξει το μέγεθος των μη αποθηκευμένων ιδιοτήτων στο Διαχειριστή για διάφορες λειτουργίες. Όταν η επιλογή είναι ενεργή, ο Διαχειριστής Ιδιοτήτων πρόκειται να επεκταθεί και να συμπτυχθεί αυτόματα και θα πρέπει να χρειάζεται βέλη κύλισης, εκτός αν είναι μεγαλύτερος από την οθόνη. Στη παρακάτω εικόνα, ο Διαχειριστής Εντολών ο οποίος δεν έχει αποσυνδεθεί δεν θα συμπτυχθεί, αλλά εάν πατήσετε κλικ στην επιλογή Αυτόματη Σύμπτυξη, τα βέλη εξαφανίζονται ολόκληρη τη Διαχείριση Εντολών και λειτουργεί σαν μια μεγάλη γραμμή Εργαλείων. Η Αυτόματη Σύμπτυξη είναι πολύ βολική, γιατί εξοικονομεί χώρο στην οθόνη, αλλά ταυτόχρονα απαιτεί περισσότερη κίνηση από το ποντίκι. Αυτό είναι ένα κοινό χαρακτηριστικό της διεπαφής [6].



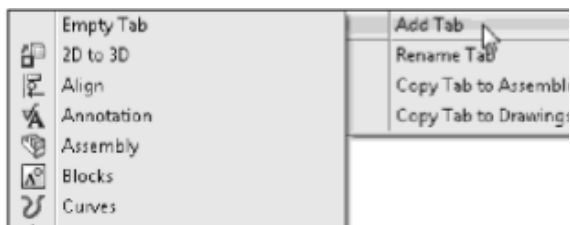
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using Auto Collapse » figure 2.4 σελ.31 [6]).

2.16.4 Ανάμειξη του Διαχειριστή Εντολών με τη γραμμή εργαλείων

Για να τοποθετήσετε μια γραμμή εργαλείων ευθυγραμμισμένη με τον Διαχειριστή Εντολών, σύρετε τη γραμμή εργαλείων κοντά στο δεξί άκρο του Διαχειριστή. Ανοίγει ένα κενό σε αυτή τη σειρά ή στήλη. Αυτός ο χώρος εξαρτάται από τη καρτέλα Διαχείρισης Εντολών με το μεγαλύτερο σύνολο εικονιδίων, ακόμη και αν αυτή η καρτέλα δεν εμφανίζεται [6].

2.16.5 Βασικές καρτέλες σε τύπους εγγράφων

Το SolidWorks θυμάται ποιες καρτέλες θα εμφανίζονται σε τύπο ανά έγγραφο. Δηλαδή, κατά τη διάρκεια εργασίας σε ένα μερικό έγγραφο, θα υπάρχει ένα σύνολο καρτελών. Όταν θα μεταβείτε σε ένα έγγραφο συναρμολόγησης, θα δείτε ένα διαφορετικό σύνολο καρτελών. Το ίδιο ισχύει και για σχέδια [6].



Βάσει εικονιδίου, στο μενού του δεξιού κουμπιού ποντικιού, εμφανίζονται οι επιλογές: Αντιγραφή καρτέλας και Αντιγραφή καρτέλας σε σχέδιο [6].

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Customizing the CommandManager» figure 2.3 σελ.30 [6]).

Αυτό γίνεται για τη διευκόλυνση της ρύθμισης προσαρμογών που ισχύουν για όλους τους τύπους εγγράφων [6].

2.16.6 Αλλαγή της εμφάνισης του Διαχειριστή Εντολών

Για να αποκρύψετε το κείμενο, μπορείτε να απενεργοποιήσετε το κείμενο με έναν από τους δύο τρόπους. Ο ευκολότερος τρόπος είναι να κάνετε δεξί κλικ στο Διαχειριστή Εντολών και να βγάλετε την επιλογή «Μεγάλα κουμπιά χρήστη με κείμενο» [6].

Σε περίπτωση βοήθειας για το όνομα ενός εικονιδίου, τοποθετώντας το δείκτη του ποντικιού πάνω από το εικονίδιο για να δείτε τη συμβουλή εργαλείου, με την οποία θα μαθαίνετε τι κάνει η εντολή [6].

Ο πιο απλοποιημένος και αποδοτικός χώρος για τη ρύθμιση του Διαχειριστή Εντολών, είναι η κατάργηση του κειμένου. Ο Διαχειριστής Εντολών χωρίς κείμενο, καταλαμβάνει το ίδιο ύψος με μια κανονική γραμμή εργαλείων, με τη προσθήκη χώρου για τις καρτέλες στο κάτω μέρος. Το κείμενο μπορεί να είναι χρήσιμο για νέους χρήστες ή λειτουργίες που δεν χρησιμοποιείτε συνήθως. Η τελική ρύθμιση για την εμφάνιση του Διαχειριστή Εντολών, είναι το μέγεθος των εικονιδίων. Η διαφορά μεγάλων και μικρών εικονιδίων εμφανίζεται στο κάτω μέρος του σχήματος [6].



Αυτή η ρύθμιση ισχύει για όλα τα εικονίδια της γραμμής εργαλείων εκτός από τη γραμμή μενού, το δεξί κουμπί του ποντικιού και τα εικονίδια της γραμμής περιβάλλοντος. Τα μεγάλα εικονίδια μπορούν να είναι χρήσιμα σε οθόνες με πολύ υψηλή ανάλυση, κυρίως σε φορητούς υπολογιστές όπου η ίδια η οθόνη μπορεί να είναι μικρή αλλά η ανάλυση είναι πολύ υψηλή [6].

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using Toolbars » figure 2.6 σελ.33 [6]).

216.7 Περιορισμοί του Διαχειριστή Εντολών

Ο επαναπροσδιορισμός των καρτελών οριζόντια είναι αδύνατος εάν αποσυνδεθεί ο Διαχειριστή Εντολών. Παραμένουν κατακόρυφα. Καθώς επίσης, είναι αδύνατη η τοποθέτηση πολλών σειρών γραμμών εργαλείων στην ίδια σειρά με τη Διαχείριση Εντολών, χρησιμοποιώντας μεγάλα κουμπιά με κείμενο. Δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση του Διαχειριστή Εντολών στο κάτω μέρος του παραθύρου του SolidWorks. Ένας άλλος περιορισμός είναι ότι, αν και το SolidWorks σας επιτρέπει να τοποθετήσετε γραμμές εργαλείων στο δεξί άκρο του Διαχειριστή Εντολών καθώς και πάνω από αυτό, δεν σας επιτρέπει να τα τοποθετήσετε στα αριστερά του Διαχειριστή Εντολών ή κάτω από αυτόν [6].

2.17 Χρήση γραμμής εργαλείων

Η ρύθμιση διεπαφής αφορά συχνά συμβιβασμούς ή εξισορρόπηση αντικρουόμενων προβλημάτων. Στη περίπτωση του Διαχειριστή Εντολών, ο συμβιβασμός είναι μεταξύ του χώρου οθόνης, του ποντικιού και των κλικ. Μπορεί να χρειαστεί να κάνετε συχνά κλικ μεταξύ των καρτελών Σκίτσου και Χαρακτηριστικών. Αυτό κάνει σαφές το γεγονός, γιατί η τοποθέτηση της γραμμής εργαλείων Σκίτσου πρέπει να είναι κάθετα στη δεξιά πλευρά του παραθύρου γραφικών και να την αφαιρέσετε από τον Διαχειριστή Εντολών. Αυτό δίνει τη δυνατότητα, να δείτε τις

γραμμές εργαλείων Σκίτσου και τις δυνατότητες ταυτόχρονα και να μειώσετε τα κλικ μεταξύ των καρτελών στο Διαχειριστή Εντολών [6].

Η διεπαφή SolidWorks αποδίδει καλύτερα με τη κατάλληλη προσαρμογή. Κανένας δε μπορεί να βάλει ακριβώς την ίδια, αλλά όλοι οι χρήστες χρειάζονται κάποια προσαρμογή, διότι κάποιος χρήστης μπορεί να εργάζεται σε ειδικευμένη λειτουργικότητα, όπως καλούπια ή επιφάνειες ή μπορεί να λειτουργεί με περιορισμένη λειτουργικότητα, όπως κυρίως περιστρεφόμενες λειτουργίες [6].

Για να ενεργοποιήσετε μια γραμμή εργαλείων, κάντε δεξί κλικ στη περιοχή της γραμμής εργαλείων και δημιουργείτε μια λίστα γραμμών εργαλείων στο SolidWorks. Ένας άλλος τρόπος για να γίνει αυτό, είναι να χρησιμοποιήσετε το πλαίσιο διαλόγου Προσαρμογής, επιλέγοντας «Εργαλεία- Προσαρμογή ή την επιλογή Προσαρμογή κοντά στο κάτω μέρος της λίστας στη γραμμή εργαλείων». Εναλλακτικός τρόπος επιλογής «Προβολή-Γραμμή εργαλείων» [6].

2.17.1 Προβολή Γραμμής Εργαλείων Επικεφαλίδας

Η συγκεκριμένη γραμμή εργαλείων εμφανίζεται κατά μήκος του μέσου άκρου, του επάνω άκρου του παραθύρου γραφικών. Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται η προεπιλεγμένη διάταξη της γραμμής εργαλείων προβολής (Heads-up) και εμφανίζεται σε σχέση με την υπόλοιπη διεπαφή [6].

The Heads-up View toolbar



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Exploring the Heads-up View toolbar» figure 2.7 σελ.34 [6]).

Μπορεί να προσαρμοστεί χρησιμοποιώντας το πλαίσιο διαλόγου και περιλαμβάνει την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση της γραμμής εργαλείων προβολής και τη προσθήκη ή αφαίρεση κουμπιών. Σε περίπτωση εμφάνισης πολλών παραθύρων εγγράφων ή πολλών θυρών προβολής, η γραμμή εργαλείων προβολής (Heads-up), εμφανίζεται μόνο στο ενεργό παράθυρο ή στη θύρα προβολής. Πρέπει να λάβετε υπόψιν ότι η γραμμή εργαλείων συχνά επικαλύπτεται με άλλα στοιχεία διεπαφής, όταν υπάρχουν πλακίδια πολλών παραθύρων ή εάν το ενεργό παράθυρο δεν μεγιστοποιηθεί, όπως ο Διαχειριστής Ιδιοτήτων, εάν αποσυρθεί από τη Διαχείριση Δυνατοτήτων [6].

2.17.2 Γραμμή εργαλείων της γραμμής μενού

Η γραμμή εργαλείων της γραμμής μενού βρίσκεται ακριβώς στα δεξιά του λογότυπου του SolidWorks, στη γραμμή τίτλου στην επάνω αριστερή γωνία του παραθύρου του SolidWorks. Εμπεριέχει τα περισσότερα από τα στοιχεία της τυπικής γραμμής εργαλείων και είναι διαθέσιμο ακόμη και όταν δεν υπάρχουν ανοιχτά έγγραφα. Χρησιμοποιεί κατά κύρια βάση, εικονίδια γραμμής εργαλείων φυγής, οπότε και πάλι ακολουθεί την τάση εξοικονόμησης χώρου σε βάρος ενός επιπλέον κλικ. Μπορεί να προσαρμοστεί με τον ίδιο τρόπο όπως η κανονική γραμμή

εργαλείων στο πλαίσιο διαλόγου Προσαρμογής, στη καρτέλα Εντολές. Δεν είναι δυνατή η απενεργοποίησή της, αλλά μπορείτε να αφαιρέσετε όλα τα εικονίδια από αυτήν [6].

Επισημαίνεται ότι υπάρχει ένα μενού κρυφό από προεπιλογή. Το λογότυπο του SolidWorks στην επάνω αριστερή γωνία του παραθύρου ή το μικρό τρίγωνο δίπλα στο λογότυπο χρησιμεύει ως διαφυγή για την επέκταση του κύριου μενού του SolidWorks. Μπορείτε να καρφίτσώσετε τα μενού στη θέση τους χρησιμοποιώντας το σαν πινέζα που φαίνεται στο δεξιό άκρο των μενού. Όταν το μενού καρφίτσωθεί, η γραμμή εργαλείων μετακινείται προς τα δεξιά για να το φιλοξενήσει [6].

2.17.3 Κουμπιά γραμμής εργαλείων διαφυγής

Το SolidWorks βοηθά στην εξοικονόμηση χώρου με την τοποθέτηση εικονιδίων στη γραμμή εργαλείων διαφυγής. Όλες οι διαφυγές που είναι διαθέσιμες φαίνονται στο μενού Προσαρμογής (Εργαλεία-Προσαρμογή), στη καρτέλα Εντολές, στις πρώτες καταχωρίσεις στο παράθυρο διαφυγής [6].

Κατά κύριο λόγο ο σκοπός είναι η εξοικονόμηση χώρου στη γραμμή εργαλείων όταν υπάρχει πληθώρα από αυτά. Έχετε δύο τύπους διαφυγών: διαφυγές που διατηρούν πάντα την ίδια εικόνα για την εικόνα του μπροστινού κουμπιού και διαφυγές που χρησιμοποιούν την τελευταία εικόνα κουμπιού που χρησιμοποιήθηκε [6].

Οι διαφυγές της γραμμής εργαλείων παρατίθενται στα «Εργαλεία-Προσαρμογές- Εντολές». Μπορεί να αλλάχθει η σειρά των στοιχείων στις διαφυγές, αφού πρώτα αλλάξετε τη σειρά των αντικειμένων στη γραμμή εργαλείων. Επιλέγοντας «Εργαλεία-Προσαρμογή» για να αναδιατάξετε σύμφωνα με τις προτιμήσεις σας. Αυτές οι γραμμές εργαλείων θα έχουν πάντα το ίδιο εικονίδιο στην κορυφή [6].

2.17.4 Γραμμή Εργαλείων Περιβάλλοντος

Η γραμμή εργαλείων περιβάλλοντος είναι γραμμές εργαλείων που εμφανίζονται στο παράθυρο γραφικών και στη Διαχείριση δυνατοτήτων. Κλικάροντας (επιλέγοντας) κάποια επιλογή εμφανίζεται μια γραμμή εργαλείων περιβάλλοντος στο επάνω μέρος και εμφανίζει τις λειτουργίες τις οποίες το SolidWorks θεωρεί ότι χρησιμοποιούνται περισσότερο. Αυτές οι λειτουργίες, αφαιρούνται από το μενού του δεξιού κουμπιού του ποντικιού και αντικαθίστανται με το εικονίδιο της γραμμής εργαλείων, σε μια γραμμή εργαλείων πάνω από το μενού συντόμευσης του δεξιού κουμπιού του ποντικιού [6].

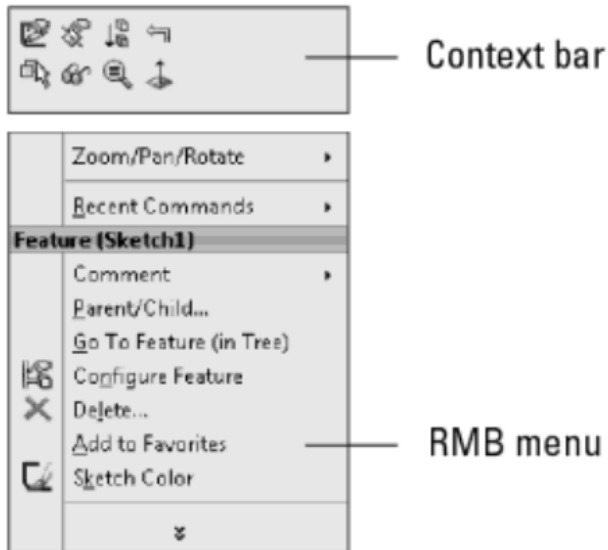
Μια πανομοιότυπη γραμμή εργαλείων, εμφανίζεται όταν κάνετε κλικ (αριστερά-δεξιά) σε ένα στοιχείο στην οθόνη. Όταν αυτή η γραμμή εργαλείων εμφανίζεται με ένα αριστερό κλικ, το υπόλοιπο μενού με του δεξιού κουμπιού του ποντικιού δεν εμφανίζεται. Οι συμβουλές εργαλείων, είναι διαθέσιμες εάν δεν γνωρίζετε, στα εικονίδια της γραμμής εργαλείων [6].

Οι επιλογές «Άλλο, Απόκρυψη, Σώμα, Μεγέθυνση σε Επιλογή και κανονικό», δεν εμφανίζονται στο κύριο μενού του δεξιού κουμπιού ποντικιού, δεν είναι επεξεργάσιμες, αλλά μπορείτε να τις απενεργοποιήσετε και να επαναφέρετε το μενού του ποντικιού, στη πλήρη διαμόρφωσή του. Για να απενεργοποιήσετε τις γραμμές εργαλείων περιβάλλοντος, κάντε κλικ στη γραμμή εργαλείων

περιβάλλοντος και επιλέξτε «Εργαλεία-Προσαρμογή». Χρησιμοποιείστε τις επιλογές στη δεξιά πλευρά της κύριας καρτέλας της γραμμής εργαλείων [6].

FIGURE 2.9

The right-click menu and context toolbar



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Exploring the context tool» figure 2.9 σελ.36 [6]).

Όπως έχει προαναφερθεί, βασικός λόγος των γραμμών εργαλείων περιβάλλοντος, είναι η εξοικονόμηση χώρου. Συμπυκνώνοντας ορισμένες εντολές σε μια γραμμή εργαλείων, χωρίς κείμενο αντί για μενού με εικονίδια και κείμενο. Οι γραμμές εργαλείων περιβάλλοντος αριστερού και δεξιού κλικ είναι οι ίδιες αλλά λειτουργούν διαφορετικά. Η γραμμή εργαλείων περιβάλλοντος αριστερού κλικ, εξασθενεί καθώς μετακινείτε ο κέρσορας προς αυτήν. Αφού εξασθενήσει πέρα από ένα συγκεκριμένο σημείο, δεν μπορείτε να το πάρετε πίσω [6].

2.17.5 Γραμμή εργαλείων συντόμευσης “S”

Εναλλακτικά η γραμμή εργαλείων συντόμευσης είναι γνωστή ως γραμμή εργαλείων “S”, επειδή υπάρχει πρόσβαση σε αυτήν πατώντας το πλήκτρο S. Αναπροσαρμόζεται η συγκεκριμένη γραμμή εργαλείων για κάθε τύπο εγγράφου, ώστε να μπορεί να έχει διαφορετικό περιεχόμενο για σκίτσα, κομμάτια, σύνολα και σχέδια, κάνοντας δεξί κλικ όταν είναι ενεργή και κάντε κλικ στην επιλογή Προσαρμογή από το μενού του δεξιού κουμπιού του ποντικιού [6].

Right-click the Shortcut "S" toolbar to customize it.



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Exploring the Shortcut "S" Toolbar» figure 2.10 σελ.36 [6]).

Υπάρχει η πιθανότητα, η συντόμευση πλήκτρου S να έρχεται σε διένεξη με μια άλλη προσαρμογή πληκτρολογίου που έχετε κάνει. Εξαρτάται από τον τρόπο εγκατάστασης του λογισμικού σας. Για να αλλάξετε το πλήκτρο γραμμής εργαλείων "S" σε άλλο χαρακτήρα ή για να τον εκχωρήσετε ξανά, ακολουθείτε τις οδηγίες για τη δημιουργία και τη συντήρηση των πλήκτρων πρόσβασης. Αναφέρεται ως γραμμή συντόμευσης στη λίστα πληκτρολογίων (Εργαλεία-Προσαρμογή-πληκτρολόγιο) [6].

2.18 Χρήση Συμβουλών Εργαλείου

Για συμβουλές εργαλείων υπάρχουν δύο επιλογές: μεγάλες και μικρές. Οι μεγάλες δείχνουν το όνομα του εργαλείου και τα διαθέσιμα πλήκτρα συντόμευσης, μαζί με μια σύντομη περιγραφή του τι κάνει. Οι μικρές συμβουλές εμφανίζουν μόνο το όνομα και τα πλήκτρα συντόμευσης του εργαλείου. Για να γίνει αλλαγή στην οθόνη εργαλείου, επιλέγετε «Εργαλεία-Προσαρμογή». Οι επιλογές εμφανίζονται στην επάνω δεξιά γωνία. Οι άκρες εμφανίζονται εκτός από τα «μπαλόνια», στο κάτω μέρος της οθόνης όταν ο δρομέας βρίσκεται πάνω από ένα εικονίδιο [6].

2.19 Διαχείριση γραμμών εργαλείων

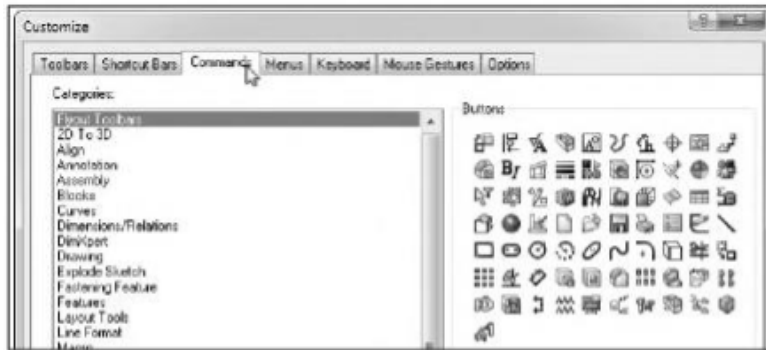
Εάν είναι απαραίτητη η εργασία με τυπικές γραμμές εργαλείων ο τρόπος είναι εύκολος για να μετακινήσετε, να επιλέξετε, να βγάλετε από την επιλογή και να προσθέσετε εικονίδια στις γραμμές εργαλείων. Διαφορετικοί τύποι εγγράφων διατηρούν διαφορετικές ρυθμίσεις της γραμμής εργαλείων [6].

2.19.1 Επανατοποθέτηση- μετακίνηση γραμμής εργαλείων

Αυτό γίνεται κλικάροντας με τις αλλαγές του δρομέα σε ένα βέλος τεσσάρων κατευθύνσεων και στη συνέχεια σέρνοντας τη γραμμή εργαλείων όπου θέλετε. Γίνεται προσανατολισμός κάθετα ή οριζόντια. Υπάρχει η δυνατότητα αλλαγής μεγέθους των μη συνδεδεμένων γραμμών εργαλείων, ώστε να έχουν σειρές και στήλες. Η συγκεκριμένη διάταξη προτιμάται συνήθως με τη γραμμή εργαλείων Επιλογής Φίλτρου, η οποία συχνά αφήνεται αποσυμπιεσμένη και συμπίεζεται σε ένα μπλοκ πλάτους τριών ή τεσσάρων στηλών [6].

2.19.2 Χρήση γραμμής εργαλείων διαφυγής

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιαδήποτε γραμμή εργαλείων, ως γραμμή εργαλείων διαφυγής. Παρακάτω στην εικόνα είναι ευδιάκριτη η λίστα όλων των γραμμών εργαλείων διαφυγής, η οποία είναι ίδια με τη λίστα όλων των γραμμών εργαλείων. Για να χρησιμοποιήσετε γραμμή εργαλείων ως διαφυγής, είναι προτιμότερο να επιλέξετε από τη λίστα γραμμών εργαλείων διαφυγής και να τη σύρετέ σε μια υπάρχουσα γραμμή εργαλείων. Εμφανίζεται με ένα βέλος προς τα δεξιά, επιλέγοντας το βέλος προκαλεί προσωρινή κύλιση όλων των εργαλείων έως ότου κάνετε κλικ σε ένα εικονίδιο γραμμής εργαλείων ή οτιδήποτε άλλο [6].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using flyout toolbar» figure 2.14 σελ.39 [6]).

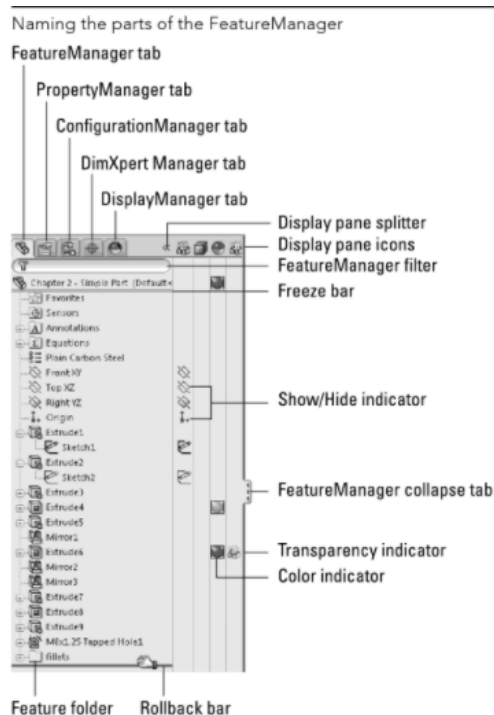
Για περισσότερα εικονίδια σε μια γραμμή εργαλείων διαφυγής, πρέπει αρχικά να εμφανίσετε (προσωρινά) την κανονική γραμμή εργαλείων που αντιστοιχεί στη γραμμή εργαλείων διαφυγής και να προσθέσετε εικονίδια στη κανονική γραμμή εργαλείων. Όταν τελειώσετε με τη προσθήκη ή αφαίρεση εικονιδίων απενεργοποιείτε τη κανονική γραμμή εργαλείων [6].

2.19.3 Λειτουργία πλήρους οθόνης

Η λειτουργία πλήρους οθόνης επιτρέπει την γρήγορη εναλλαγή στην οθόνη, έτσι ώστε να εμφανίζονται μόνο το παράθυρο γραφικών και το παράθυρο εργασιών. Ο Διαχειριστής Δυνατοτήτων, το μενού, οι γραμμές εργαλείων και η γραμμή κατάστασης είναι όλα κρυμμένα. Διαφορετικά μπορείτε να αποκρύψετε μόνο τον Διαχειριστή δυνατοτήτων της γραμμής εργαλείων [6].

2.20 Διαχειριστής Δυνατοτήτων (Feature Manager)

Το παράθυρο «Διαχειριστή Δυνατοτήτων» βρίσκεται στα αριστερά της οθόνης, και δείχνει τις δυνατότητες που περιγράφουν τον τρόπο κατασκευής του τμήματος. Οι χρήστες του SolidWorks ξοδεύουν αρκετό χρόνο χρησιμοποιώντας τον Διαχειριστή Δυνατοτήτων, προκειμένου να κάνουν έλεγχο ή επεξεργασία μοντέλων [6].



Στη δεξιά πλευρά του σχήματος, είναι το δέντρο που εμφανίζεται χρησιμοποιώντας την επιλογή (Flat tree). Με αυτήν την επιλογή, όλες οι δυνατότητες δεν απορροφούνται. Στα αριστερά, τα σκίτσα απορροφώνονται. Κάτω από τα στερεά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία. Στα δεξιά τα σκίτσα εμφανίζονται ξεχωριστά από τα συμπαγή χαρακτηριστικά [6].

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using the FeatureManager» figure 2.18 σελ. 44 [6]).

2.21 Διαχειριστής Ιδιοτήτων (Property Manager)

Στο Διαχειριστή Ιδιοτήτων, ορίζονται οι περισσότερες από τις παραμέτρους χαρακτηριστικών που επεξεργάζεστε τις ιδιότητες επιλεγμένων στοιχείων, όπως στοιχεία σκίτσων. Επιπρόσθετα, με χειροκίνητο τρόπο μπορείτε να μεταβείτε στον Διαχειριστή Ιδιοτήτων χρησιμοποιώντας τις καρτέλες στο επάνω μέρος του πίνακα εμφάνισης ή να επιτρέψετε να εμφανίζεται αυτόματα όταν απαιτείται η είσοδός σας [6].

2.22 Διαχειριστής Οθόνης (Display Manager)

Ο Διαχειριστής Οθόνης σας βοηθά να κατανοήσετε διάφορα αντικείμενα που σχετίζονται με την οθόνη που εφαρμόζονται τα κομμάτια ή στη συναρμολόγηση. Το γεγονός αυτό περιλαμβάνει σκιάσεις φωτισμού, φόντο, τρόπος παρουσίασης, υφές χρωμάτων και τρόπος εκτύπωσης [6].

2.23 Παράθυρο εργασιών

Το Παράθυρο εργασιών είναι το «σπίτι» για πολλά πάνελ:

- **Φόρουμ SolidWorks:** Είναι η καρτέλα που εμφανίζει μερικά από τα πιο πρόσφατα σχόλια στα Φόρουμ SolidWorks. Επιλέγοντας έναν σύνδεσμο σε αυτόν τον πίνακα ανοίγει ένα παράθυρο προγράμματος περιήγησης για πιο εύκολη πρόσβαση [6].

- **Πηγές SolidWorks:** Αυτοί είναι χρήσιμοι σύνδεσμοι για πρότυπα, σεμινάρια, τεχνική υποστήριξη, νέα, αναζήτηση προδιαγραφών, συμβουλές και άλλα πολλά [6].
- **Βιβλιοθήκη Σχεδίασης:** Περιλαμβάνει τοπικά αποθηκευμένες βιβλιοθήκες, εργαλειοθήκες και κάποια έτοιμα τρισδιάστατα σχέδια. Αυτή η καρτέλα αποτελείται από πρόσθετες πηγές βιβλιοθήκης, που μπορούν να ληφθούν απευθείας από το παράθυρο εργασιών [6].
- **Εξερεύνηση αρχείων:** Χρησιμεύει για την αναζήτηση αρχείων [6].
- **Αναζήτηση SolidWorks:** Αυτός ο πίνακας σας επιτρέπει να εκτελείτε αναζητήσεις που περιλαμβάνουν τη Βασική Γνώση SolidWorks, το Φόρουμ κοινότητας SolidWorks, καθώς και το όνομα αρχείου και τις προσαρμοσμένες ιδιότητες για τα αρχεία SolidWorks στον υπολογιστή ή στο δίκτυο [6].
- **Προβολή παλέτας:** Από εδώ επιλέγονται οπτικά οι προβολές και να τις σύρετε σε ένα φύλλο σχεδίασης [6].
- **Εμφανίσεις, Σκηνικά και αυτοκόλλητα:** Επιτρέπει την επιλογή εμφανίσεων και σκηνικά για τα έγγραφα του SolidWorks. Το SolidWorks έχει επίσης μεταφέρει τα αυτοκόλλητα στο επίπεδο των προδιαγραφών του λογισμικού SolidWorks αντί να αποτελεί μέρος του λογισμικού απόδοσης [6].
- **Προσαρμοσμένες ιδιότητες:** Επιτρέπει να δημιουργείτε δεδομένα προσαρμοσμένης ιδιότητας, γρήγορα, εύκολα και με ακρίβεια [6].
- **Ανακτημένα έγγραφα:** Μετά από ένα σφάλμα, τα έγγραφα που ανακτήθηκαν αυτόματα παρατίθενται στη καρτέλα πάνελ Εργασιών ειδικού σκοπού [6].

2.24 Γραμμή κατάστασης

Είναι ο τρόπος με τον οποίο μεταδίδονται πληροφορίες μέσω του προγράμματος στο χρήστη, ενώ εμπεριέχονται διαδραστικές επιλογές. Βρίσκεται στο κάτω μέρος της οθόνης και μπορείτε να το ενεργοποιήσετε από το μενού προβολή [6].

2.24.1 Εκχώρηση Ετικετών

Οι ετικέτες λειτουργούν σαν ιδιότητες εγγράφου, εκτός εάν δεν χρειάζονται όνομα ιδιοκτησίας. Χρειάζεστε μόνο μια τιμή. Οι ετικέτες χρησιμοποιούνται συχνά σε ιστότοπους, για να εντοπίσουν λέξεις κλειδιά που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο άρθρο. Ως ετικέτα θεωρείται η λέξη κλειδί, που μπορείτε να συσχετίσετε με ένα μέρος σε μια συναρμολόγηση ή ακόμα και ένα χαρακτηριστικό σε ένα μέρος. Μπορείτε να αναζητήσετε ετικέτες μέσω του φυλλομετρητή ή από το φίλτρο του Διαχειριστή Δυνατοτήτων. Οι ετικέτες αντιστοιχίζονται επιλέγοντας το εικονίδιο της κίτρινης ετικέτας, στη κάτω δεξιά γωνία της γραμμής κατάστασης του SolidWorks [6].

2.24.2 Γρήγορες συμβουλές - Χρήση

Μπορούμε να τις βρούμε στην κάτω δεξιά γωνία του παραθύρου γραφικών. Μπορούν να αλλάξουν καθώς εργάζεται κάποιος. Είναι βοηθητικό για τους νέους χρήστες ή τους σπάνιους, να μάθουν ή να θυμηθούν τα επόμενα βήματα, που έχουν στη διάθεσή τους. Γίνεται εύκολη ενεργοποίηση και

απενεργοποίηση στις Γρήγορες συμβουλές, επιλέγοντας το εικονίδιο ερωτηματικού στη κάτω δεξιά γωνία της γραμμής κατάστασης SolidWorks [6].

2.25 Χρήση της Αναζήτησης SolidWorks

Η Αναζήτηση SolidWorks βρίσκεται στην επάνω δεξιά γωνία παραθύρου της εφαρμογής SolidWorks, στη γραμμή τίτλου. Αναζήτηση SolidWorks σας δίνει τη δυνατότητα να αναζητήσετε πληροφορίες για τη Βοήθεια, τις Βασικές Γνώσεις ή τα Φόρουμ της κοινότητας SolidWorks και να αναζητήσετε μοντέλα SolidWorks στις τοπικές ή δικτυακές κοινότητες [6].

2.25.1 Αναζήτηση Αρχείων

Το συγκεκριμένο πεδίο εμπεριέχει το κεντρικό περιεχόμενο τρισδιάστατης σχεδίασης, εξερεύνηση SolidWorks, ομάδα εργασίας SolidWorks, εάν και εφόσον είναι εγκατεστημένες. Για να διαμορφώσετε την αναζήτηση αρχείων SolidWorks, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε επιλέγοντας Εργαλεία- Επιλογές- Τοποθεσίες αρχείων- Διαδρομές αναζήτησης. Υπάρχει και η επιλογή για προσαρμοσμένες ιδιότητες για αναζήτηση από την αναπτυσσόμενη λίστα [6].

2.25.2 Αναζήτηση Βοήθειας

Η αναζήτηση SolidWorks φαίνεται να λειτουργεί μόνο με λειτουργία βοήθειας του διαδικτύου. Εάν δεν έχετε σύνδεση στο Διαδίκτυο, μπορείτε να κοιτάξετε μέσω της τοπικής λειτουργίας Βοήθειας με χειροκίνητο τρόπο [6].

3 123D Design

Το 123D Design είναι ένα λογισμικό το οποίο δεν είναι περίπλοκο στο τρόπο με τον οποίο κάποιος μπορεί να σχεδιάσει, να επεξεργαστεί τρισδιάστατα σχέδια και είναι συμβατό με τα περισσότερα είδη τρισδιάστατων εκτυπωτών που υπάρχουν. Το λογισμικό αυτό έχει τη δυνατότητα μετά το πέρας της σχεδίασης, να εξάγει το μοντέλο σε αρχείο STL προκειμένου στη συνέχεια να επεξεργαστείτε το μοντέλο κατάλληλα, ώστε να είναι σε θέση να εκτυπωθεί τρισδιάστατα [8].

Το περιβάλλον που διαθέτει σε κάποιον την ώρα που εργάζεται, είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο όπου τα εργαλεία σχεδίασης και προβολής βρίσκονται στο κάτω μέρος της οθόνης, ενώ η περιοχή σχεδίασης καλύπτει το υπόλοιπο περιβάλλον. Κάνοντας κλικ σε κάποιο από τα στοιχεία στην εργαλειοθήκη προσθέτετε το αντίστοιχο στοιχείο[8].

Υπάρχει ένας κύβος που μπορούμε να βλέπουμε από διαφορετικές οπτικές το αντικείμενό μας, επάνω δεξιά, που επισημαίνει την τρέχουσα ενεργή προβολή σας. Μπορείτε να κάνετε κλικ σε οποιαδήποτε από τις πλευρές ή τις γωνίες του κύβου και να μεταβείτε σε διαφορετική λειτουργία προβολής. Αυτό βοηθά το χρήστη να βλέπει καλύτερα τα στοιχεία στις διάφορες κατευθύνσεις που είναι τοποθετημένα στην επιφάνεια εργασίας, καθώς αυτά μένουν στάσιμα. Ο καλύτερος τρόπος

είναι η σμίκρυνση και η μεγέθυνση. Επιπλέον, κάνοντας δεξί κλικ με το ποντίκι και κρατώντας το πατημένο μπορείτε να περιτριγυρίζετε τη κάμερα [8].

Υπάρχουν διάφορα εργαλεία ακόμα, τα οποία βρίσκονται σε λίστα και κάποιος μπορεί να τα βρει πατώντας πάνω στην επιλογή «kits». Τα εργαλεία αυτά είναι έτοιμα στοιχεία προς χρήση και βοηθούν στη σχεδίαση ποικίλων έργων. Το καλό με αυτά τα εργαλεία είναι ότι οι ιδιότητες τους προσαρμόζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις και μπορούν να γίνουν γκρουπ σε ένα στοιχείο. Το λογισμικό αυτό αποτελεί ένα από τα πιο εύκολα εργαλεία τρισδιάστατης σχεδίασης. Παρόλο που υπάρχουν καλύτερα λογισμικά, καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό εργαλείων σχεδίασης [8].

3.1 Εκκίνηση με 123D Design

Το 123D Design δημιουργεί γεωμετρία. Στο μενού (επάνω πλευρά), το τέταρτο εικονίδιο από τα αριστερά ανοίγει ένα υπομενού που επιτρέπει στους χρήστες να σύρουν την επιλογή τους (με άλλα λόγια, βασικά γεωμετρικά σχήματα) στο πλέγμα του επιπέδου εργασίας [9].



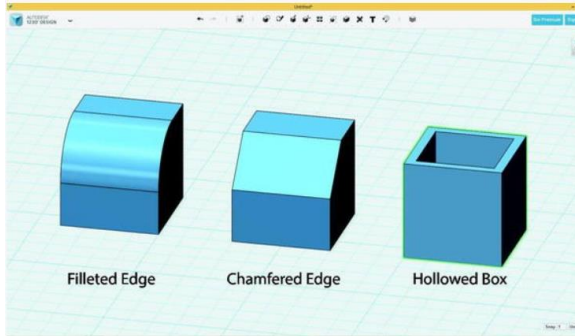
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using 123D Design» figure 7.3 [9]).

Το τέταρτο εικονίδιο δίνει πρόσβαση σε μια σειρά από πρωτόγονα σχήματα και σχήματα σκίτσων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βασικά σχήματα για πιο περίπλοκα αντικείμενα [9].

Υπάρχει η δυνατότητα πολλών επιλογών δημιουργίας και τροποποίησης [9].

Στο οριζόντιο μενού απεικονίζεται μια σειρά χρήσιμων εργαλείων που βρίσκονται συνήθως σε πακέτα μοντελοποίησης CAD υψηλότερης (και δαπανηρής). Αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν τη δυνατότητα δημιουργίας στρογγυλεμένων άκρων, δημιουργία ακολουθούμενων λοξών άκρων και κοίλα αντικείμενα [9].

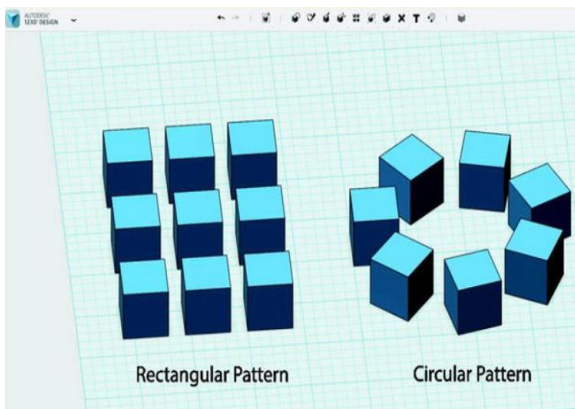
Προσφέρονται λειτουργίες επανάληψης που δίνουν την ευχέρεια στους σχεδιαστές να δημιουργήσουν κυκλικούς πίνακες και πίνακες μοτίβου [9].



Η γεωμετρία τροποποιείται με πληθώρα λειτουργιών. Εμφανίζονται εδώ παραδείγματα στρογγυλέματος άκρων, λοξής τομής και κοίλου κουτιού [9].

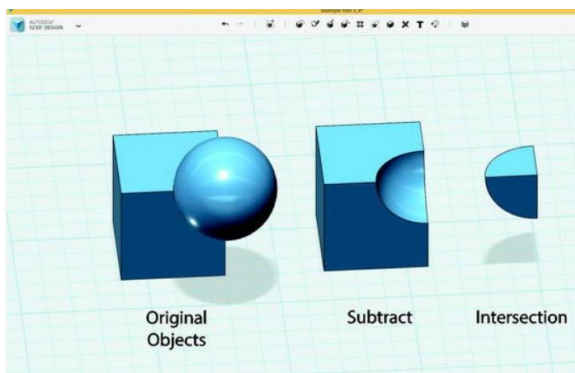
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using 123D Design» figure 7.4 [9]).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η συνάρτηση Boolean μπορεί να δημιουργήσει διασταυρώσεις, μαζί με τις παραδοσιακές συναρτήσεις Boolean της πρόσθεσης και της αφαίρεσης [9].



Το 123D Design μπορεί να δημιουργήσει διπλότυπα ενός αντικείμενου σε συγκεκριμένους σχηματισμούς. Εδώ απεικονίζονται τα μοτίβα που έχουν επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τα εργαλεία Rectangular Pattern και Circular Pattern [9].

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using 123D Design» figure 7.5 [9]).



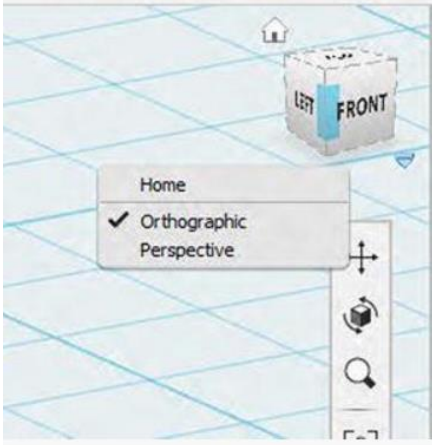
Τρεις λειτουργίες «συνδυασμού» Boolean διατίθενται στο 123D Design. Εμφανίζεται εδώ ο αρχικός συνδυασμός δύο γεωμετρικών αντικείμενων και τα αποτελέσματα από τη χρήση των συναρτήσεων αφαίρεσης και τομής στο υπομενού Combine της οριζόντιας γραμμής εργαλείων [9].

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Using 123D Design» figure 7.6 [9]).

3.2 Πλοήγηση σε 123D Design

Στη σχεδίαση με 123D, το αριστερό κουμπί του ποντικιού θα σύρει γύρω από το αντικείμενο, το δεξί κουμπί του ποντικιού θα περιστρέφεται (ή θα περιστρέφεται) γύρω από το αντικείμενο και ο τροχός κύλισης θα κάνει ζουμ και σμίκρυνση [9].

Οι χρήστες μπορούν, να πλοηγηθούν χρησιμοποιώντας το View Cube που βρίσκεται στην επάνω δεξιά γωνία της διεπαφής. Αν επιλέξετε το εικονίδιο αρχικής σελίδας, θα επιστρέψετε την προβολή στην αρχική θέση του σπιτιού. Επιλέγοντας την πλευρά ή τη γωνία του κύβου θα στείλετε την προβολή στην αντίστοιχη θέση όπως αναπαρίσταται στον κύβο (όπως οι θέσεις μπροστά, επάνω, αριστερά, δεξιά, πίσω και κάτω) Διατίθεται και αναδυόμενο μενού που μπορεί να εναλλάσσεται μεταξύ ορθογραφικών και προοπτικών προβολών [9].



Το View Cube in 123D Design προσφέρει επιπλέον δυνατότητες πλοήγησης [9].

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Navigation» figure 7.7 [9]).

3.3 Δημιουργία γεωμετρίας στο 123D Design

Η δημιουργία γεωμετρίας στο 123D Design. Έχει δύο βασικούς τρόπους: το Tinkercad, οι χρήστες μπορούν να μεταφέρουν αντικείμενα στο πλέγμα και αυτά τα αντικείμενα μπορούν να συνδυαστούν χρησιμοποιώντας Booleans (βρίσκονται στο υπομενού 123D Design 's Combine). Οι χρήστες του 123D Design μπορούν επίσης, να χρησιμοποιήσουν καμπύλες σκίτσων προφίλ 2D, οι οποίες χρησιμεύουν ως βάση για πιο περίπλοκα αντικείμενα 3D. Αυτά τα βασικά προφίλ σκίτσων μπορούν να κατασκευαστούν με εργαλεία καμπύλης όπως , Polylines, Splines και Arcs [9].

3.4 Προφίλ σκίτσων στο 123D Design

Η χρήση σχημάτων επιτρέπει στους χρήστες περισσότερη ευελιξία κατά την ανάπτυξη των μοντέλων τους. και να δημιουργούν ένα ευρύτερο φάσμα γεωμετρικών μορφών. Τα προφίλ σκίτσων μπορούν να τροποποιηθούν χρησιμοποιώντας έναν αριθμό λειτουργιών όπως , Extrude, Sweep, Revolve και Loft [9].

3.5 Υπομενού Σκίτσου στο 123D Design

Στο 123D Design τα εργαλεία δημιουργίας σκίτσων προφίλ, βρίσκονται στο υπομενού Σκίτσου του 123D Design [9].

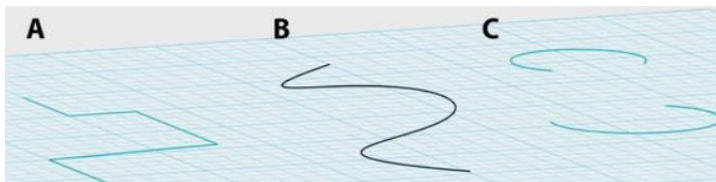


(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «123D Design’s Sketch Submenu» figure 7.9 [9]).

Στο συγκεκριμένο υπομενού, τα πρώτα τέσσερα εικονίδια αντιπροσωπεύουν προκαθορισμένα προφίλ σχήματος 2D (ορθογώνιο, κύκλο, έλλειψη και πολύγωνο). Τα επόμενα τέσσερα εικονίδια είναι εργαλεία σχεδίασης και είναι απαραίτητα για τη δημιουργία σκίτσων (Polyline, Spline, 2 Point Arc και 3 Point Arc). Τέλος τα πέντε τελευταία εικονίδια είναι ένα ειδικό σύνολο εργαλείων σκιαγράφησης που θα επιτρέψουν στους χρήστες την τροποποίηση και προσαρμογή των προϋπάρχοντων σκίτσων. Ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει επιπλέον λειτουργίες, που δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες, να περικόψουν, να επεκτείνουν και να αντισταθμίσουν τα προφίλ σκίτσων [9].

3.5.1 Polylines, Splines, and Arcs

Το πιο συνηθισμένο μέσο για τη δημιουργία μοναδικών γεωμετρικών σχημάτων, ξεκινά με τον καθορισμό 2D σκίτσων χρησιμοποιώντας τα εργαλεία σχεδίασης (το δεύτερο των εικονιδίων) στο υπομενού Σκίτσο. Το εργαλείο Polylines, εξυπηρετεί τη δημιουργία ευθειών γραμμών με αιχμηρές γωνίες, (παράδειγμα Α). Το εργαλείο Spline χρησιμοποιείται για τη δημιουργία καμπυλών-γραμμικών καμπυλών, όπως στο παράδειγμα Β του. Αξίζει να αναφερθεί η ύπαρξη μερικών εργαλείων σχεδίασης τόξων, που εξυπηρετούν για τη δημιουργία τόξων διαφόρων βαθμών, όπως φαίνεται στο παράδειγμα Γ [9].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Polylines, Splines, and Arcs» figure 7.10 [9]).

Το παράδειγμα Α είναι μια Polylines (χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ευθειών άκρων). Το Παράδειγμα Β είναι μια Spline (χρήση για δημιουργία καμπυλών άκρων). Τα δύο εργαλεία τόξου (2 Point Arc και 3 Point Arc) μπορούν να δημιουργήσουν τα τόξα που φαίνονται στο παράδειγμα Γ [9]

3.5.2 Αποσπάσματα προφίλ σκίτσων στο πλέγμα

Η λειτουργία Snap, η οποία είναι προσβάσιμη στην κάτω δεξιά γωνία της διεπαφής, λειτουργεί σε συνδυασμό με τα εργαλεία σκίτσων. Τα εργαλεία σκίτσων σέβονται την απόσταση των τετραγώνων πλέγματος. Όταν η σχεδίαση γίνεται με τα εργαλεία σκίτσων στο πλέγμα, το μικρό τετράγωνο εικονίδιο που εμφανίζεται, υποδεικνύει ότι το σημείο που καθορίζεται περνάει στο πλέγμα χρησιμοποιώντας τις καθορισμένες ανοχές [9].

3.6 Αποκάλυψη Γωνιών και Μετρήσεων

Επιλέγοντας μια γραμμή Polyline, spline ή arc, μπορείτε να παρατηρήσετε κάποιες πολύ χρήσιμες πληροφορίες. Επιλέγοντας ένα τμήμα Polyline, θα αποκαλυφθεί το μήκος αυτού του τμήματος. Όταν επιλέξετε ένα τμήμα, θα εμφανιστεί ένα σύμβολο γραναζιού. Επιλέγοντας το σύμβολο γραναζιού, θα ενεργοποιηθεί ένα αναδυόμενο μενού. Και αφού επιλέξετε την Επεξεργασία διάστασης, που εμφανίζεται σε αυτό το αναδυόμενο μενού, θα αποκαλυφθούν πρόσθετες λειτουργίες μέτρησης. Με την επιλογή Επεξεργασία διαστάσεων, κάνοντας κλικ σε δύο τμήματα που συνδέονται και συναντώνται υπό γωνία, θα αποκαλύψει τον βαθμό αυτής της γωνίας [9].

3.7 Εσώκλειστα Σχήματα

Όταν γίνεται σχεδίαση σύνθετων σχημάτων, έχετε την επιλογή διαφόρων εργαλείων σκίτσων σε συνδυασμό. Οι Polylines και οι Splines θα ασφαλίσουν σε προηγούμενως σχεδιασμένες Polylines και Splines στο πλέγμα. Μπορείτε να μετακινηθείτε στο τελικό σημείο ή στην άκρη μιας γραμμής που είχε σχεδιαστεί προηγούμενως για να δημιουργήσουν πλήρως κλειστά σχήματα (που ονομάζονται κλειστά σχήματα στο σχέδιο 123D). Επιλέγοντας σημάδι επιλογής ή πατώντας Enter , στο πράσινο πλαίσιο που εμφανίζεται, ολοκληρώνεται η διαδικασία σχεδίασης γραμμής. Όταν προσδιορίζεται, εάν ένα κλειστό σχήμα κατασκευάστηκε με επιτυχία, το εσωτερικό χρώμα πλήρωσης για το σχήμα πρέπει να είναι ανοιχτό μπλε [9].

3.8 Εργαλείο Στρογγυλέματος άκρων

Στο 123D Design, η στρογγυλοποίηση απλοποιείται με το εργαλείο σκίτσων Fillet. Το εργαλείο Fillet είναι το πρώτο εικονίδιο στο τρίτο σύνολο εργαλείων που βρίσκεται στο υπομενού Σκίτσου. Μπορείτε χρησιμοποιήσετε την επιλογή Fillet, για να μετατρέψετε αιχμηρές γωνίες polyline σε στρογγυλεμένες καμπύλες (με άλλα λόγια, τα φιλέτα είναι βασικά στρογγυλεμένες καμπύλες). Επιλέγοντας δύο γραμμές που συνδέονται για να σχηματίσουν μια γωνία, με το εργαλείο σκίτσων Fillet ενεργοποιημένο, θα εξομαλυνθεί αυτή η γωνία σε μια στρογγυλεμένη καμπύλη. Το κόκκινο spline, υποδεικνύει την καμπυλότητα του στρογγυλέματος, το οποίο μπορεί επίσης να ρυθμιστεί στο αναδυόμενο μενού Fillet Radius, το οποίο εμφανίζεται στο κάτω μέρος της διεπαφής 123D Design [9].

3.9 Περικοπή και επέκταση σκίτσων

Μπορούν επίσης, να επεξεργαστούν, polylines, splines και arc χρησιμοποιώντας τα εργαλεία Trim and Extend. Με το συγκεκριμένο εργαλείο γίνεται διαγραφή τμημάτων. Με ενεργοποιημένο το εργαλείο περικοπής, επιλέγοντας οποιοδήποτε τμήμα για να το διαγράψετε. Το επιλεγμένο τμήμα θα γίνει πρώτα κόκκινο και μετά πατήστε Enter για να διαγράψετε το τμήμα [9].

3.10 Σκίτσα αντιστάθμισης

Το εργαλείο Offset επιτρέπει στους σχεδιαστές να δημιουργήσουν σχήματα με ενδιαφέροντα περιγράμματα και τοιχώματα και θα δημιουργήσει αντίγραφα, splines, polylines και τόξα, [9].

Έχοντάς το ενεργοποιημένο, επιλέγετε και σύρετε μια καμπύλη για να δημιουργήσετε ένα αντίγραφο αυτής της καμπύλης. Τα κενά μπορούν στη συνέχεια να καλυφθούν χρησιμοποιώντας είτε polylines είτε το εργαλείο επέκτασης [9].

3.11 Μενού κατασκευής: Extrude, Loft, Sweep και Revolve

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε καμπύλες προφίλ για να δημιουργήσετε πιο περίπλοκες μορφές 3D, εφαρμόζοντας τις λειτουργίες μοντελοποίησης στο μενού Κατασκευή. Οι πρόσθετες λειτουργίες μοντελοποίησης στο μενού Κατασκευή, είναι από αριστερά προς τα δεξιά, Extrude, Sweep, Revolve και Loft. Για να χρησιμοποιήσετε ένα από τα εργαλεία στο μενού Κατασκευή, επιλέξτε πρώτα το εργαλείο προτίμησης (Extrude, Sweep, Revolve ή Loft) και μετά εφαρμόστε το σε κλειστό σχήμα 2D, για να δημιουργήσετε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο. Κάθε εργαλείο κατασκευής παρέχει αναδύομενες οδηγίες που περιγράφουν λεπτομερώς την ακριβή διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσετε [9].

3.11.1 Extrude

Είναι μια πολύ απλή λειτουργία. Επιλέγοντας Extrude, κάνοντας κλικ σε οποιοδήποτε 2D κλειστό σχήμα (το οποίο θα έχει ανοιχτό μπλε χρώμα), οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επεκτείνουν αυτό το σχήμα στο διάστημα. Όταν είναι ενεργοποιημένο εμφανίζεται ένα βέλος, επιτρέποντας στους χρήστες να επεκτείνουν τη φόρμα προς την κατεύθυνση του βέλους. Εισάγοντας το επιθυμητό μήκος στο μικρό παράθυρο που εμφανίζεται στο κάτω μέρος της διεπαφής 123D Design [9].

Επιπλέον το Extrude εξωθεί τη πρόσοψη ενός προϋπάρχοντος αντικειμένου 3D. Όταν είναι ενεργοποιημένο, τοποθετώντας το δείκτη του ποντικιού πάνω από ένα πρόσωπο ενός 3D αντικειμένου θα παράγει μια πράσινη επισήμανση γύρω από τις άκρες της πρόσοψης [9].

Επιπλέον, εκτελεί λειτουργίες Boolean. Στο μικρό παράθυρο που εμφανίζεται, οι χρήστες έχουν την επιλογή συγχώνευσης, αφαίρεσης, τεμνόμενης ή δημιουργίας νέου στερεού. Η δημιουργία ενός

νέου στερεού θα μετατρέψει την εξώθηση σε ένα ξεχωριστό αντικείμενο που μπορεί να ρυθμιστεί ανεξάρτητα [9].

3.11.2 Loft

Συνδέει δύο όψεις ενός αντικειμένου 3D ή δύο κλειστά σχήματα, δημιουργώντας τρισδιάστατη γεωμετρία για να γεφυρώσει τις επιλεγμένες όψεις ή σχήματα. Τα χρησιμοποιούμενα αντικείμενα στη λειτουργία Loft, μπορεί να έχουν διαφορετικό σχήμα, χωρίς προβλήματα αποτελέσματα ή ενδέχεται να παράγουν απροσδόκητα τρισδιάστατα αντικείμενα (για παράδειγμα, η τοποθέτηση ενός τετραγώνου σε ένα εξάγωνο δημιουργεί μια πυραμίδα). Μπορείτε επίσης, να δώσετε ένα κλειστό σχήμα στην όψη του 3D στερεού. Για να πάρετε μαζί περισσότερα από δύο κλειστά σχήματα / πρόσωπα, Shift + επιλέξτε κάθε αντικείμενο που θα πατάτε, στη συνέχεια κάντε κλικ στο εικονίδιο με το γρανάζι που ανοίγει ένα αναδύμενο μενού και, τέλος, επιλέξτε το εικονίδιο Loft [9].

3.11.3 Sweep

Η λειτουργία Sweep στο μενού Construct, χρησιμοποιεί Polyline/ spline για να επεκτείνει ένα πρόσωπο ή ένα κλειστό σχήμα. Η νέα μορφή 3D που ακολουθεί τη διαδρομή της polyline / spline. Όταν είναι ενεργοποιημένο, θα εμφανιστεί ένα μικρό παράθυρο, δίνοντας την επιλογή να ξεκινήσετε τη σάρωση χρησιμοποιώντας ένα προφίλ ή μια διαδρομή. Από προεπιλογή, η επιλογή ορίζεται σε Προφίλ. Ένα προφίλ είναι το πρόσωπο της γεωμετρίας (ή το κλειστό σχήμα) που θα επεκταθεί. Η διαδρομή είναι η polyline / spline που θα ακολουθήσει η γεωμετρία σάρωσης. Μόλις επιλεγεί το προφίλ και η διαδρομή, θα εμφανιστεί ένα βέλος που θα σας επιτρέψει να ελέγχετε τη διάρκεια της σάρωσης. Σημειώστε ότι εάν η polyline / spline είναι υπερβολικά περίπλοκη, η λειτουργία ενδέχεται να αποτύχει [9].

3.11.4 Revolve

Γίνεται περιστροφή σε ένα κλειστό σχήμα ή μια όψη γύρω από έναν επιλεγμένο άξονα. Όταν επιλεγεί το συγκεκριμένο εργαλείο, θα εμφανιστεί ένα μικρό παράθυρο ζητώντας ένα προφίλ και έναν άξονα. Ο άξονας μπορεί να είναι, το άκρο της γεωμετρίας που περιστρέφεται ή ένα ξεχωριστό προφίλ polyline [9].

3.12 Εργαλείο Shell

Το εργαλείο Shell μοιάζει πολύ με το εργαλείο Hollow στο Meshmixer. Υπάρχει, όμως, μία εξαίρεση: το αρχικό πρόσωπο που επιλέγεται από το εργαλείο Shell θα δημιουργήσει ένα «άνοιγμα» για το επιλεγμένο αντικείμενο, καθιστώντας το εργαλείο Shell έναν γρήγορο τρόπο δημιουργήστε ανοιχτά αγγεία και κουτιά [9].

4 3D Builder

Το 3D Builder είναι ένα πρόγραμμα της Microsoft, που μπορείτε να κατεβάσετε δωρεάν από το κατάστημα Windows ή από αυτόν τον σύνδεσμο. Αυτό το πρόγραμμα, περιγράφεται ως λογισμικό πολλαπλών χρήσεων, για το χειρισμό, την οπτικοποίηση και την επεξεργασία τρισδιάστατων αρχείων σε ένα ευρύ φάσμα μορφών.

Το 3D Builder είναι ένα πρόγραμμα πολλαπλών χρήσεων. Αυτό σημαίνει ότι έχει σχεδιαστεί για να είναι ένα πλήρες λογισμικό, με το οποίο μπορείτε να αντιμετωπίσετε πολλές από τις συνήθεις εργασίες που πρέπει να αντιμετωπίσει κάποιος από τον τρισδιάστατο κόσμο [10].

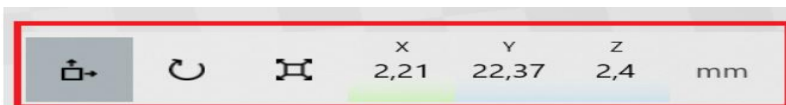
Μερικά πράγματα που μπορείτε να κάνετε με το 3D Builder:

- Εμφάνιση τρισδιάστατων αρχείων [10].
- Κλίμακα, περιστροφή και τοποθέτηση αρχείων 3D [10].
- Μείωση στον αριθμό των τριγώνων σε ένα αρχείο 3D [10].
- Αλλαγή της μορφή ενός αρχείου 3D [10].
- Συνδυασμός από διαφορετικά αντικείμενα 3D για να δημιουργήσετε μια σύνθεση [10].
- Επισκευή τρισδιάστατων αρχείων με σφάλματα [10].
- Διαχωρισμός ή κοπή τρισδιάστατων μοντέλων [10].
- Δημιουργία τρυπών σε τρισδιάστατα μοντέλα για εκτύπωση ρητίνης [10].

4.1 Μετακίνηση, περιστροφή και κλιμάκωση μοντέλων 3D με το 3D Builder

Το πρώτο πράγμα που θα ήθελε κάποιος να κάνει όταν ανοίξει ένα τρισδιάστατο μοντέλο, είναι να τοποθετηθεί το μοντέλο σε μια θέση που να βολεύει τον χρήστη, τόσο για να το δει σωστά όσο και για να μπορεί να το επεξεργαστεί άνετα και αποτελεσματικά [10].

Στο αρχικό στάδιο λοιπόν, θα πρέπει να φορτώσετε μόνο το τρισδιάστατο μοντέλο σε οποιαδήποτε από τις υποστηριζόμενες μορφές και, μόλις εισαχθεί στο 3D Builder, κάντε κλικ σε αυτό για να εμφανιστεί το μενού βασικών μετασχηματισμών στο κάτω μέρος [10].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Move, rotate and scale 3D models with 3D Builder» [10].)

Αυτό το μενού περιβάλλοντος που εμφανίζεται όταν κάνετε κλικ στο μοντέλο έχει τρεις κύριες επιλογές [10]:

- Κίνηση [10].
- Περιστροφή [10].
- Αλλαγή διαστάσεων [10].

Κάνοντας κλικ σε καθεμία από αυτές τις επιλογές θα αλλάξει το μενού στα δεξιά για να δείξει τα εργαλεία που απαιτούνται για κάθε μετασχηματισμό: Οι συντεταγμένες εάν θέλουμε να μετακινήσουμε το αντικείμενο, τους βαθμούς περιστροφής εάν θέλουμε να το περιστρέψουμε ή τους παράγοντες κλίμακας εάν θέλουμε κλίμακα [10].

5 Sketchup

Το SketchUp συγκαταλέγεται ως ελεύθερο λογισμικό .Αυτή είναι μια στρατηγική τιμολόγησης. Παρέχεται δωρεάν . Η τρέχουσα σειρά προϊόντων για το SketchUp περιλαμβάνει: το "SketchUp Make"και το "SketchUp Pro". Το SketchUp Make είναι δωρεάν για όποιον θέλει να το κατεβάσει και να το χρησιμοποιήσει [11].

Το Sketchup είναι [12]:

- εντελώς δωρεάν για μη εμπορικούς χρήστες [12].
- ευκολότερο και απλούστερο στο να μάθει τη χρήση του κάποιος. Δεν χρειάζεστε κουμπιά για τρισδιάστατο σχέδιο. Χρειάζεστε χώρο για να σχεδιάσετε [12].
- πιο προσιτό σε όλους. Ενεργοποιήστε το SketchUp Free σε οποιοδήποτε πρόγραμμα περιήγησης με δυνατότητα WebGL. Δεν υπάρχουν πλέον απαιτήσεις λειτουργικού συστήματος: Τα Chromebook και το Linux είναι και τα δύο για το SketchUp [12].
- χωρίς έκδοση. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιείτε πάντα τη νεότερη έκδοση [12].
- Η τροφοδότηση γίνεται από το Trimble Connect. Ως εκ τούτου τα έργα σας αποθηκεύονται στον Ιστό από προεπιλογή, δημιουργώντας πάντα αντίγραφα ασφαλείας (δεν υπάρχει πλέον αυτόματη αποθήκευση!). Όταν χρησιμοποιείτε το Trimble Connect για να φιλοξενήσετε αρχεία SketchUp, η εργασία σας παραμένει ενημερωμένη στον υπολογιστή , στον ιστό, στο κινητό [12].
- Το SketchUp F ενδέχεται να μην κάνει ό, τι χρειάζεστε ή να το περιμένετε ώρα. Όμως, μαζί με ολόκληρο το χαρτοφυλάκιο προϊόντων, το δημιουργείτε για το μέλλον της κοινότητας SketchUp. [12]

5.1 Σχεδίαση με SketchUp

Από το μηδέν: κατά τη πρώτη εκκίνηση του προγράμματος, δεν βλέπετε τίποτα παρά μόνο ένα μικρό ανθρωπάκι που στέκεται στη μέση της οθόνης. Υπάρχει δυνατότητα αν θέλετε, να το διαγράψετε και να μην υπάρχει τίποτα στην οθόνη και να ξεκινήσετε τη σχεδίαση από το μηδέν [13].

Από μια φωτογραφία: βάσει μιας φωτογραφίας του αντικειμένου που θέλετε να δημιουργήσετε. Δεν είναι χαρακτηριστικό αρχάριου επιπέδου αλλά υπάρχει [13].

Με αρχείο από άλλο υπολογιστή: το SketchUp μπορεί ακόμα και εισάγει αρχεία CAD (Computer Aided Drawing Σχέδιο με τη βοήθεια υπολογιστή) [14].

Από ένα στιγμιότυπο γεωγραφικής τοποθεσίας: το Google διαθέτει πολύ καλές εναέριες εικόνες και τρισδιάστατα δεδομένα εδάφους για ολόκληρο το κόσμο. Στο SketchUp είναι εύκολο να τραβήξετε ένα στιγμιότυπο γεωγραφικής τοποθεσίας για χρήση ως ιστότοπος για το μοντέλο [14].

5.2 Εργασία με χαλαρό ή με πιο εντατικό τρόπο

Με το SketchUp μπορείτε να μοντελοποιήσετε χωρίς να αγχώνεστε με το πόσο μεγάλο σε μέγεθος είναι κάτι. Τα μοντέλα που δημιουργείτε, μπορεί να είναι είτε πραγματικά είτε να έχουν μεγάλη ακρίβεια. Το SketchUp είναι σαν χαρτί και η λεπτομέρειες που θέλετε να βάλετε και να φαίνονται εξαρτώνται από εσάς [14].

5.3 Δημιουργία κάτι πραγματικού ή μη

Για να δημιουργήσετε κάτι με το SketchUp θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε μόνο γραμμές και σχήματα ή άκρες και πλευρές, οπότε η οργάνωση εξαρτάται από εσάς. Το SketchUp δεν προορίζεται για την κατασκευή κτιρίων αλλά για άλλων πραγμάτων [14].

5.4 Κοινοποίηση των μοντέλων

Αφού φτιάξετε κάτι που θέλετε να επιδείξετε, μπορείτε να κάνετε πολλά πράγματα όπως [14]:

- Εκτύπωση [14].
- Εξαγωγή εικόνων [14].
- Εξαγωγή άλλων μορφών μοντέλων 3Δ [14].
- Μεταφόρτωση στο χώρο αποθήκευσης 3Δ [14].

5.5 Πλαίσια διαλόγου

Ορισμένα πράγματα τα αποκαλούν παλέτες και μερικά ελεγκτές. Το SketchUp δεν τα αποκαλεί με καμία ονομασία. Η τεκμηρίωση του SketchUp αναφέρεται σε ορισμένες από αυτές ως διαχειριστές και μερικά ως παράθυρα διαλόγου [14].

5.6 Γραμμή κατάστασης



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Photorealistic rendering» figure 1-2 [14]).

Θεωρείστε ότι αυτός είναι ο πίνακας ελέγχου SketchUp. Η γραμμή κατάστασης περιέχει πληροφορίες με βάση τα δεδομένα που χρησιμοποιείτε καθώς μοντελοποιείτε [14].

5.7 Μενού περιβάλλοντος

Κάνοντας δεξί κλικ για επιλογή στο παράθυρο μοντελοποίησης, ανοίγει μενού περιβάλλοντος εντολών και επιλογών. Αυτά είναι πάντα σχετικά με ό,τι κάνετε δεξί κλικ. Επομένως το περιεχόμενο κάθε μενού περιβάλλοντος είναι διαφορετικό [14].

5.8 Γραμμή μενού

Αρχείο: περιλαμβάνει επιλογές, για τη δημιουργία, άνοιγμα και αποθήκευση αρχείων SketchUp. Το μενού Αρχείο αποτελεί μέρος που πρέπει να επιλέγετε, εάν θέλετε να εισάγετε ή να εξάγετε ένα αρχείο ακόμα και να εκτυπώσετε την προβολή του μοντέλου [14].

Επεξεργασία: περιλαμβάνει όλες τις εντολές που επηρεάζουν τα κομμάτια του μοντέλου που έχουν επιλεγεί [14].

Προβολή: το μενού Προβολής περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία ελέγχου που μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει, για να επηρεάσει την εμφάνιση του ίδιου του μοντέλου. Καθώς επίσης και ρυθμίσεις για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση ορισμένων στοιχείων του περιβάλλοντος εργασίας του SketchUp [14].

Κάμερα: Περιέχει στοιχεία ελέγχου για προβολή του μοντέλου από διαφορετικές οπτικές γωνίες [14].

Σχεδίαση: Περιλαμβάνει εργαλεία για σχεδίαση άκρων και προσώπων στο παράθυρο μοντελοποίησης [14].

Εργαλεία: εδώ εμπεριέχονται τα περισσότερα εργαλεία του SketchUp, εκτός από τα εργαλεία σχεδίασης [14].

Παράθυρο: για να βρείτε εργαλεία σχεδίασης, μπορείτε να βρείτε μέσω του παραθύρου διαλόγου [14].

Προσθήκες: μπορείτε να λάβετε επιπλέον εργαλεία για το SketchUp [14].

Βοήθεια: όταν έχετε κολλήσει κάπου, δείτε το μενού βοήθειας. Είναι ο τρόπος για να βοηθηθείτε στο SketchUp [14].

5.9 Γραμμή κατάστασης

Η γραμμή κατάστασης βρίσκεται κάτω από το παράθυρο μοντελοποίησης και περιλαμβάνει [14].

Ειδικές οδηγίες περιβάλλοντος: στις οδηγίες αυτές γίνεται έλεγχος για το ποιες επιλογές είναι διαθέσιμες κατά την μοντελοποίηση [14].

Πλαίσιο Μετρήσεων: το Πλαίσιο Μετρήσεων είναι το πλαίσιο στο οποίο εμφανίζονται αριθμοί, επιτρέποντας την μοντελοποίηση με ακρίβεια [14].

Εικονίδια ένδειξης κατάστασης: υπάρχουν τέσσερα εικονίδια όπου εμφανίζονται στη κάτω αριστερή γωνία της οθόνης και τα οποία κάθε φορά αλλάζουν, προκειμένου να δώσουν πληροφορίες για το μοντέλο. Επίσης, κάνοντας κλικ πάνω σε αυτά μπορείτε να μάθετε τι κάνει το καθένα. Το πιο σημαντικό εικονίδιο είναι αυτό που δείχνει ένα ερωτηματικό. Επιλέγοντάς το ανοίγει το παράθυρο διαλόγου εκπαιδευτή, με πληροφορίες σχετικά με το εργαλείο που χρησιμοποιείτε τη συγκεκριμένη στιγμή της σχεδίασης [14].

5.10 Παράθυρα διαλόγου

Τα παράθυρα διαλόγου στο SketchUp περιέχουν στοιχεία ελέγχου για κάθε είδους πράγματα [14].

Αναφορές: αν και το παράθυρο διαλόγου με τις πληροφορίες μοντέλου περιέχει ρυθμίσεις για το αρχείο SketchUp που πιθανόν να έχετε ανοίξει, το παράθυρο διαλόγου Προτιμήσεων διαθέτει στοιχεία ελέγχου για το τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται το SketchUp. Σημαντικό ρόλο έχει ο πίνακας συντομεύσεων, στον οποίο μπορείτε να ρυθμίσετε τις συντομεύσεις πληκτρολογίου για οπουδήποτε εργαλείο ή εντολή στο πρόγραμμα. Κάποιες μετατροπές στις ρυθμίσεις των προτιμήσεων δεν θα ισχύουν έως ότου ανοίξετε ένα άλλο αρχείο ή να κάνετε επανεκκίνηση το SketchUp [14].

Πληροφορίες Μοντέλου: αυτό το παράθυρο διαλόγου, θα προσθέσει το bard (βάρδος), που είναι «μήτρα» όλων των παραθύρων διαλόγου. Πολλές φορές χρησιμοποιείται όταν υπάρχει δυσκολία στο να βρείτε τη ρύθμιση που χρειάζεστε [14].

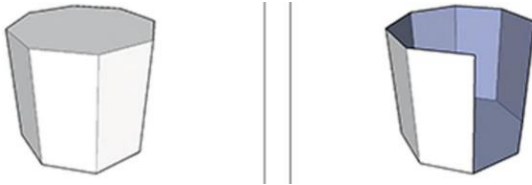
Πληροφορίες οντοτήτων: δείχνει τις πληροφορίες σχετικά με τις οντότητες του μοντέλου που σχεδιάζεται. Έχοντάς το ανοιχτό σε όλη τη διάρκεια σχεδίασης, θα βλέπετε κάθε φορά τι έχετε επιλέξει [14].

Εκπαιδευτής: ο εκπαιδευτής κάνει ένα πράγμα μόνο: σας δείχνει το τρόπο χρήσης σε κάποιο από τα εργαλεία που έχει ενεργοποιηθεί. Καλό είναι το παράθυρο διαλόγου εκπαιδευτή να διατηρηθεί ανοικτό έτσι ώστε να μπορείτε να το ανοίξετε με σκοπό, είτε να χρησιμοποιήσετε κάποιο εργαλείο, είτε να διαγράψετε, είτε να μετακινήσετε, είτε να τα κρύψετε ή ακόμα και να τα τεντώσετε, θεωρώντας ότι οι άκρες είναι γραμμές. Οι άκρες είναι πάντα ευθείες, τα άκρα δεν έχουν πάχος και επειδή οι άκρες δεν είναι ορατές δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν [14].

5.11 Πλευρές

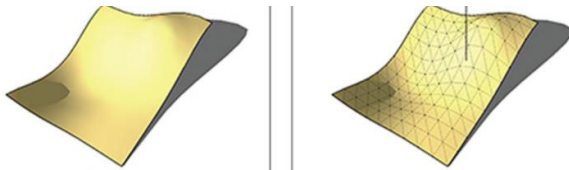
Οι πλευρές είναι επιφάνειες.

Δεν μπορείς να έχεις πλευρές χωρίς άκρα: για να έχεις μια πλευρά, πρέπει να έχεις τουλάχιστον τρία συμπαγή άκρα που σχηματίζουν βράχο [14].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «You can't have faces without edges» figure 2-4 [14]).

Οι πλευρές είναι πάντα επίπεδες: στο SketchUp ακόμα και οι επιφάνειες που φαίνονται καμπύλες, αποτελούνται από πολλαπλές επίπεδες όψεις [14].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Faces are always flat » figure 2-5 [14]).

Όπως τα άκρα, οι πλευρές δεν έχουν πάχος: για να δημιουργήσετε μια παχιά επιφάνεια πρέπει να χρησιμοποιήσετε δύο πλευρές η μία δίπλα στην άλλη [14].

5.12 Γραμμικά συμπεράσματα

Στον άξονα: όταν ένα άκρο που σχεδιάζετε είναι παράλληλο με έναν από τους χρωματιστούς άξονες σχεδίασης, η άκρη αλλάζει το χρώμα αυτού του άξονα [14].

Από το σημείο: όταν μετακινείτε το κέρσορα, μερικές φορές εμφανίζεται έγχρωμη διακεκομμένη γραμμή. Η σημασία της διακεκομμένης γραμμής είναι ότι ο δρομέας «παρατάσσεται» με το σημείο στο άλλο άκρο της διακεκομμένης γραμμής. Το χρώμα που λαμβάνει το σημείο αντιστοιχεί σε οποιονδήποτε άξονα [14].

Κάθετα: όταν σχεδιάζετε ένα άκρο που είναι κάθετο σε μια άλλη άκρη, αυτό που σχεδιάζετε μετατρέπεται σε μακέτα [14].

Παράλληλα: όταν το άκρο που σχεδιάζετε είναι παράλληλο με ένα άλλο άκρο του μοντέλου σας, γυρίζει τη μακέτα για να μπορέσετε να τη δείτε [14].

Εφαπτόμενη στη κορυφή: αυτό ισχύει όταν σχεδιάζετε ένα τόξο που ξεκινάει στο τελικό σημείο ενός άλλου τόξου. Όταν το τόξο που σχεδιάζετε είναι εφαπτόμενο με το άλλο, αυτό που σχεδιάζετε λαμβάνει χρώμα κυανό [14].

5.13 Σχεδίαση και διαγραφή άκρων

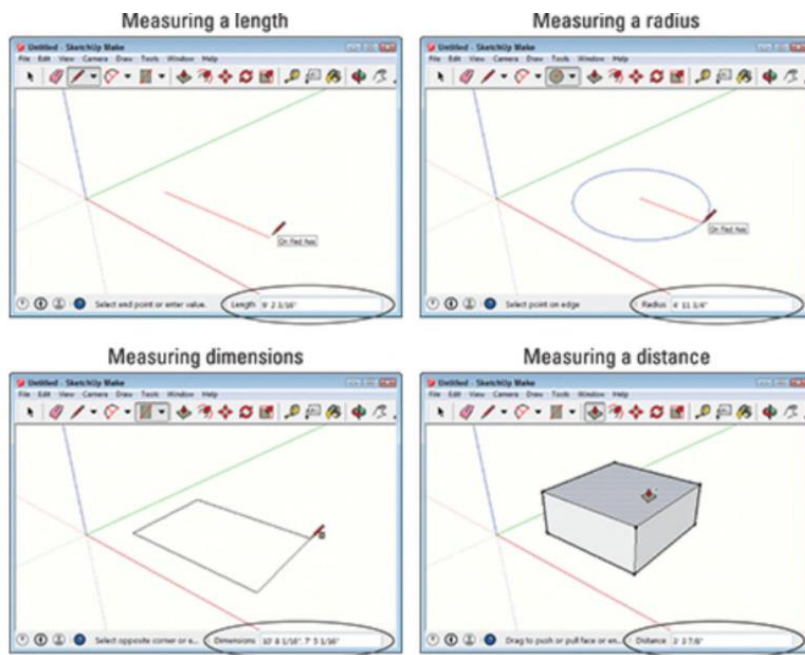
Σχεδίαση άκρων:

1. επιλέξτε το εργαλείο γραμμής στο μενού Σχεδίαση [14].
2. επιλέξτε το σημείο όπου θέλετε να ξεκινήσει η γραμμή σας [14].
3. μετακινήστε τον κέρσορα στο τελικό σημείο που θέλετε για τη γραμμή σας και κάντε δεξί κλικ για τερματισμό [14].
4. όταν θέλετε να γίνει παύση σχεδιασμού, πατήστε το πλήκτρο Esc για να κόψετε τη γραμμή στο τελευταίο σημείο που κάνετε κλικ [14].

Για να διαγράψετε: ο πιο εύκολος τρόπος για να διαγράψετε άκρες είναι να κάνετε κλικ πάνω τους και έπειτα να τις διαγράψετε, διαφορετικά μπορείτε να σύρετε τη γόμα πάνω τους και να τις διαγράψετε [14].

5.14 Ακρίβεια έγχυσης στο μοντέλο

Το κλειδί για την ακρίβεια στο Sketchup είναι το μικρό πλαίσιο κειμένου που βρίσκεται στη κάτω δεξιά γωνία του παραθύρου του SketchUp [14].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Injecting accuracy into your model» figure 2-13 [14]).

Αυτό το πλαίσιο είναι το πλαίσιο Μετρήσεις και με αυτό μπορείτε να [14]:

- Δημιουργήσετε μια γραμμή ορισμένου μήκους [14].
- Σχεδιάσετε ένα ορθογώνιο σε ένα συγκεκριμένο μέγεθος [14].
- Πιέσετε/ τραβήξετε μια πλευρά σε μια συγκεκριμένη απόσταση [14].
- Αλλάξετε τον αριθμό των πλευρών σε ένα πολύγωνο [14].
- Μετακινήσετε κάτι σε μια δεδομένη απόσταση [14].
- Περιστρέψετε κάτι με συγκεκριμένους αριθμούς [14].
- Χρησιμοποιήσετε το πλαίσιο Μετρήσεις μετά από μια λειτουργία [14].

5.15 Πράγματα που κινούνται

Το εργαλείο μετακίνησης, είναι αυτό που μοιάζει με τέσσερα κόκκινα βέλη. Η χρήση αυτών των εργαλείων περιλαμβάνει, το κλικ στην οντότητα που θέλετε να μετακινήσετε, τη μετακίνησή της στο σημείο που θέλετε και το κλικ πάλι για να την αφήσετε [14].

5.16 Μοντελοποίηση με το εργαλείο Move

Αυτό το εργαλείο είναι για να μπορείτε να μετακινείτε το οτιδήποτε όπως, κορυφές, άκρες, πλευρές, και συνδυασμός οποιονδήποτε από αυτά. Μετακινώντας μόνο συγκεκριμένες οντότητες μπορείτε να αλλάξετε το σχήμα της γεωμετρίας αρκετά γρήγορα [14].

Υπάρχουν δύο τρόποι λειτουργίας του εργαλείου κίνησης:

- **Μετακίνηση με επιλογή:** όταν έχετε μια επιλογή από μια ή περισσότερες οντότητες, το εργαλείο Μετακίνησης μετακινεί μόνο τα πράγματα που έχετε επιλέξει [14].
- **Μετακίνηση χωρίς επιλογή:** εάν δεν έχετε επιλέξει κάτι, μπορείτε να κάνετε κλικ σε οτιδήποτε στο μοντέλο σας με το εργαλείο Μετακίνησης για να το μετακινήσετε [14].

5.16.1 Περιστροφή

1. Κάντε επιλογή σε οτιδήποτε θέλετε να περιστρέψετε [14].
2. Κάντε ενεργοποίηση στο εργαλείο περιστροφής [14].
3. Κάντε κλικ μια φορά για να δημιουργήσετε έναν άξονα περιστροφής [14].
4. Κάντε ξανά κλικ για να ξεκινήσετε την περιστροφή, επιλέξτε ένα μέρος του αντικειμένου που περιστρέφεται [14].
5. Μετακινήστε το ποντίκι σας. Στη συνέχεια κάντε ξανά κλικ για να ολοκληρώσετε την περιστροφή [14].

5.17 Τρόποι επιλογής αντικειμένων

- Επιλέξτε οποιοδήποτε μοντέλο (μόνο όταν γίνεται χρήση του εργαλείου επιλογής) [14].
- Για περισσότερες επιλογές, κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Shift ενώ κάνετε κλικ σε όλα τα πράγματα που θέλετε να επιλέξετε [14].

Όταν επιλέγονται οντότητες στο SketchUp, φαίνονται με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το είδος τους [14].

- Οι επιλεγμένες άκρες γίνονται μπλε [14].
- Οι επιλεγμένες πλευρές φαίνονται καλυμμένα με μικροσκοπικές μπλε κουκίδες [14].
- Οι ομάδες και στοιχεία που έχουν επιλεγεί περιμετρικά έχουν ένα μπλε κουτί [14].
- Οι σχολιασμοί που έχουν επιλεγεί γίνονται μπλε [14].

Ένας άλλος τρόπος επιλογής πράγματα από το μοντέλο, είναι κάνοντας διπλό ή τριπλό κλικ σε αυτά [14].

- Με διπλό κλικ σε μια πλευρά, επιλέγετε αυτή η πλευρά και άκρες που την ορίζουν [14].
- Με τριπλό κλικ σε μια άκρη ή πλευρά, επιλέγετε ολόκληρο το σύνολο στο οποίο ανήκει [14].

6 AutoCAD

Το AutoCAD αποτελεί το πιο διαδεδομένο λογισμικό σχεδίασης παγκοσμίως. Πρώτη φορά βγήκε στην αγορά το 1982. Διαθέτει μια ευρεία γκάμα χαρακτηριστικών, γεγονός που το καθιστά ευέλικτο. Από το 2010 είναι διαθέσιμο και για κινητά [15].

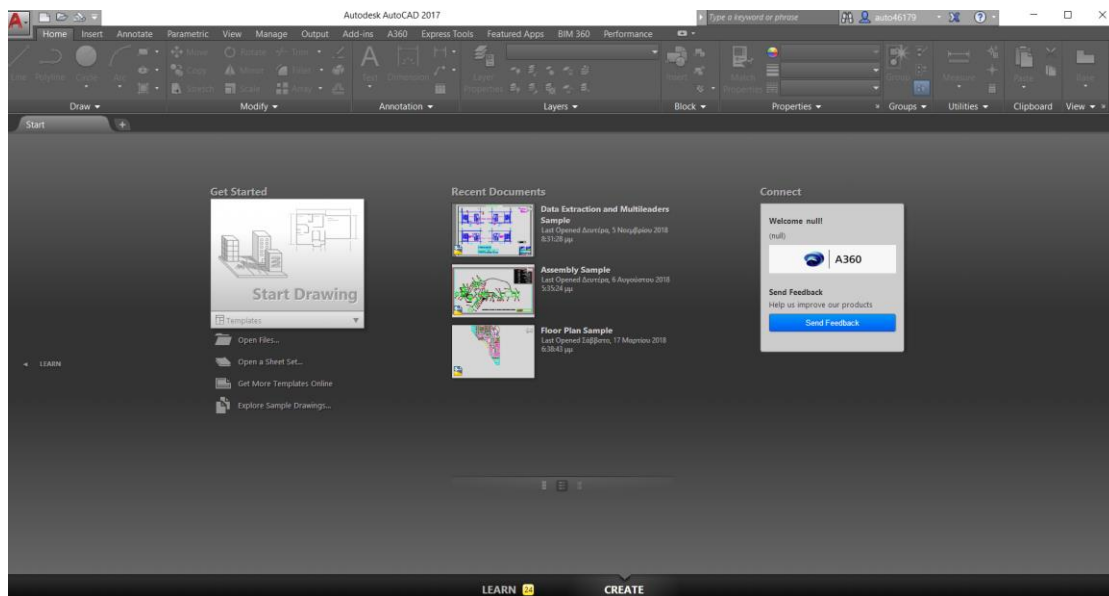
Λαμβάνει θέση σε ευρεία γκάμα βιομηχανιών, όπως είναι η γραφιστική, η αρχιτεκτονική και η μηχανική. Είναι πρακτικό στις μεταποιητικές βιομηχανίες που χρησιμοποιούν δύο ξεχωριστά προγράμματα CAD, ένα για το σχεδιασμό προϊόντων και ένα άλλο για εργοστασιακό σχεδιασμό και διάταξη δαπέδων [15].

6.1 Έναρξη Προγράμματος

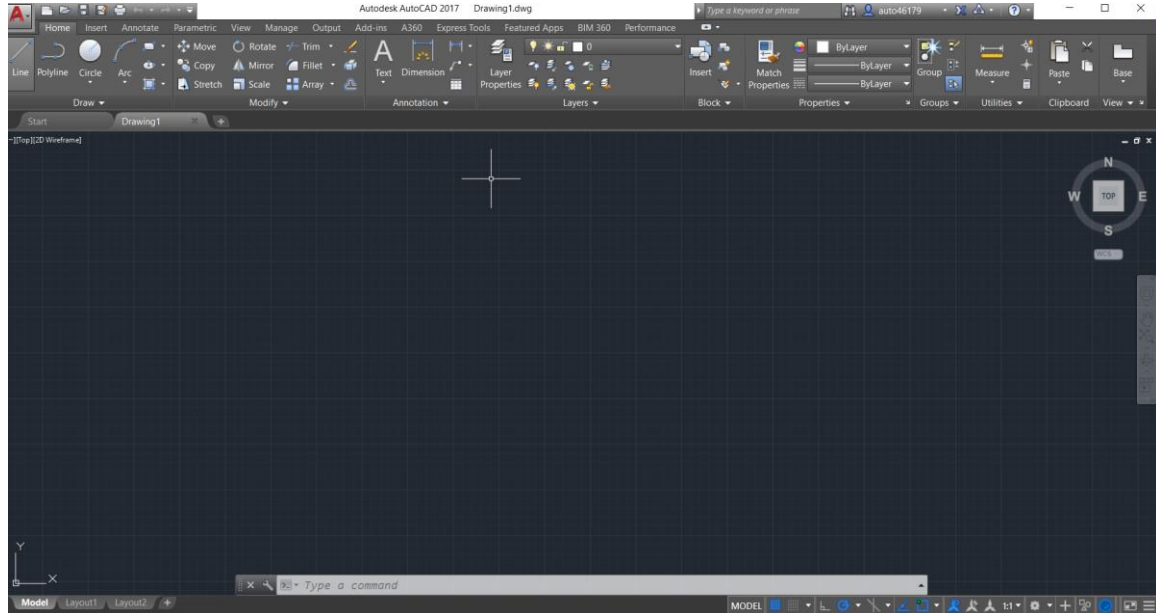
Για να μπορέσετε να χρησιμοποιήσετε το πρόγραμμα AutoCAD, θα πρέπει αρχικά να το εγκαταστήσετε και καθώς θα εμφανιστεί το αντίστοιχο εικονίδιο που αφορά το πρόγραμμα, με διπλό κλικ μπορείτε να το ανοίξετε [16].

Στη παρακάτω φωτογραφία απεικονίζεται η αρχική οθόνη του προγράμματος με το που ανοίγει [16].

Με την επιλογή «Start Drawing» μπορείτε να δημιουργήσετε νέα σχέδια (με αριστερό κλικ). Ένας άλλος τρόπος να σχεδιάσετε είναι να ανοίξετε ένα δικό σας σχέδιο που έχετε ξεκινήσει είδη, επιλέγοντάς το από το «Recent Documents» [16].




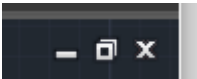
6.2 Παράθυρο Εργασίας



(Στιγμιότυπο οθόνης λογισμικού AutoCAD)

- «**Drawing 1**» = Ενεργό Σχέδιο [16].
- «**Match Properties**» = Μενού και εργαλειοθήκες [16].

-  Δείκτης Επιλογής – Σταυρόνημα [16].

-  Η κάτω παύλα αντιστοιχεί στην ελαχιστοποίηση σχεδίου, το ένα τετράγωνο μέσα στο άλλο αντιστοιχεί στη μεγιστοποίηση σχεδίου και το τελευταίο στο κλείσιμο του σχεδίου [16].

-  Εικονίδιο συντεταγμένων [16].

-  Καρτέλες Μοντέλου και Διατάξεων σχεδίασης [16].

6.2.4 Γραμμή κατάστασης

Στη γραμμή κατάστασης οι συντεταγμένες που διακρίνονται στην αριστερή πλευρά, καθώς το σταυρόνημα κινείται αλλάζουν [16].

6.3 Αποθήκευση Σχεδίου

Η αποθήκευση γίνεται κάνοντας κλικ στις δύο δισκέτες



όπου η πρώτη αντιστοιχεί στο « save» Αποθήκευση και « save as» Αποθήκευση Ως [16]. (Στιγμιότυπο οθόνης λογισμικού AutoCAD)

6.4 Ενεργοποίηση Εντολών

Το AutoCAD έχει μια ευρεία γκάμα εντολών που οφείλονται σε παλιές και νεότερες εκδόσεις του προγράμματος [16].

Τρόποι ενεργοποίησης εντολών.

- **Με χρήση εικονιδίων και γραμμής εντολών:** η γραμμή εντολών βοηθά στη πρόσβαση σε εντολές και μεταβλητές συστήματος. Κάποιες εντολές είναι είδη σε ομάδες σε καρτέλες [16].

6.5 Καρτέλες

Η καρτέλες πλέον έχουν πάρει τη θέση όλων των μενού. Κάθε καρτέλα διαθέτει μια βασική ομάδα εντολών σε μορφή μικρής εικόνας. Πέρα από τη βασική ομάδα όμως υπάρχει η δυνατότητα και για επιπλέον ομαδοποιήσεις στην ίδια καρτέλα [16].

6.6 Πλαίσια διαλόγου

Σε περίπτωση που θέλετε να εισάγετε πολλά δεδομένα με μία εντολή θα πρέπει να κάνετε χρήση του πλαισίου διαλόγου. Μπορείτε να πατήσετε Tools – Options. Όταν μια εφαρμογή είναι αρκετά περίπλοκη, θα εμφανίζονται περισσότερες επιλογές στο πλαίσιο διαλόγου. Τα πλαίσια διαλόγου αποτελούνται από ποικιλία πραγμάτων όπως, καρτέλες, λίστες επιλογών και άλλα πολλά [16].

6.7 Μενού Συντόμευσης

Για να εμφανιστεί το μενού συντόμευσης πρέπει να γίνει δεξί κλικ. Με τη χρήση του μενού συντόμευσης κάθε εργασία γίνεται γρηγορότερα, αφού εμφανίζει τις εντολές που σχετίζονται με αυτό που κάνετε εκείνη τη στιγμή [16].

6.8 Γραμμή εντολών

Στη γραμμή εντολών μπορείτε να πληκτρολογήσετε εντολές προκειμένου να σχεδιάσετε. Στη γραμμή εντολών, σας δίνετε η δυνατότητα διόρθωσης και να εκτελέσετε ξανά μια εντολή. Σε αυτό βοηθάνε τα βέλη του πληκτρολογίου με τα οποία μπορείτε ανεβοκατεβαίνοντας στις εντολές, πιέζοντας το πλήκτρο Enter να ξανά εκτελέσετε κάποια από αυτές. Επίσης κάνοντας δεξί κλικ στη γραμμή εντολών μπορείτε να εμφανίσετε ένα μενού συντόμευσης [16].

6.8.1 Επανάληψη και ακύρωση εντολών

Τρόποι επανάληψης εντολών [16]:

- Πιέζοντας το πλήκτρο Enter πάνω στην εντολή [16].
- Δεξί κλικ στην επιφάνεια σχεδίασης [16].

Για να ακυρώσετε μια εντολή πιέστε το πλήκτρο Esc [16].

6.8.2 Αναίρεση Εντολής

Τρόποι αναίρεσης:

- Πληκτρολογώντας το γράμμα «U ή UNDO» στη γραμμή εντολών [16].



πατώντας το αριστερό βελάκι [16]. (Στιγμιότυπο οθόνης λογισμικού AutoCAD)

6.8.2.1 Αποκατάσταση μετά από αναίρεση

Προκειμένου να αναιρέσουμε μια λάθος κίνηση (εντολή), μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εντολή «REDO». Η εντολή αυτή μπορεί να επαναφέρει μόνο μια αναίρεση και για να το κάνει θα πρέπει να πληκτρολογήσετε αμέσως μετά τη λανθασμένη εντολή «U ή UNDO» [16].

6.8.3 Διαφανείς εντολές

Διαφανείς εντολές είναι οι εντολές οι οποίες μπορούν να εκτελεστούν χωρίς να διακοπή η εντολή που τρέχει εκείνη τη στιγμή. Οι εντολές που μπορούν να πραγματοποιηθούν με τέτοιο τρόπο, είναι όλες με εξαίρεση αυτές που επιλέγουν, δημιουργούν νέα αντικείμενα [16].

6.9 Παροχή βοήθειας εντολών AutoCAD

Ο τρόπος με τον οποίο μπορείτε να μάθετε πληροφορίες για κάποια εντολή είναι να την πληκτρολογήσετε στη γραμμή εντολών και στη συνέχεια να πατήσετε F1 [16].

6.10 Κύρια βοήθεια AutoCAD



χρήση εικονιδίου « ? » [16]. (Στιγμιότυπο οθόνης λογισμικού AutoCAD)

- Πληκτρολογώντας τη λέξη «Help» στη γραμμή εντολών [16].

7 Meshmixer

Το Meshmixer είναι ένα δωρεάν πρόγραμμα Autodesk, συμβατό με Windows και macOS, που στοχεύει στην εργασία με το 3D meshes [17].

Σε αντίθεση με τα συνήθως στερεά μοντέλα CAD, τα μοντέλα 3D polygon mesh αντιπροσωπεύονται από άπειρο αριθμό, όψεων, άκρων και κορυφών, που τελικά καθορίζουν το σχήμα του αντικειμένου. Η μορφή STL, είναι μια αναπαράσταση τριγωνικού πλέγματος και οι τρισδιάστατες σαρώσεις χρησιμοποιούν επίσης μορφές πολυγωνικού πλέγματος για την απεικόνιση αντικειμένων [17].

Αυτές οι συγκεκριμένες αναπαραστάσεις δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα σε παραδοσιακό λογισμικό CAD. Το Meshmixer διαθέτει εργαλεία και δυνατότητες που επιτρέπουν λίγο πολύ τις ίδιες δυνατότητες επεξεργασίας με τα προγράμματα CAD. Επιπλέον, το Meshmixer αναπτύχθηκε ειδικά για εφαρμογές 3D εκτύπωσης [17].

7.1 Βήματα υλοποίησης διαδικασίας εκτύπωσης

Βήμα 1 : Εισαγωγή πλέγματος

Αφού εγκαταστήσετε και ανοίξετε σωστά το Meshmixer, θα δείτε αρχικά την οθόνη ανοίγματος με μερικά κουμπιά έναρξης [17].

Το κουμπί Εισαγωγή θα φέρει στο Meshmixer ένα εξωτερικό αρχείο πλέγματος της επιλογής σας. Υποστηρίζονται όλες οι πιο κοινές μορφές πλέγματος (STL, OBJ, PLY, AMF, 3MF, OFF και MIX) [17].

Μπορείτε επίσης απλά να μεταφέρετε και να αποθέσετε τα αρχεία πλέγματος στον χώρο επεξεργασίας και είτε να αντικαταστήσετε το τρέχον αντικείμενο είτε να προσθέσετε στο μοντέλο [17].

Βήμα 2: Προσαρμογή του προσανατολισμού XYZ

Από προεπιλογή, το Meshmixer χρησιμοποιεί έναν κάπως διαφορετικό προσανατολισμό XYZ από αυτόν που έχουμε συνηθίσει με τους εκτυπωτές 3D: Ο άξονας που είναι υπεύθυνος για το ύψος του μοντέλου, είναι το Y ενώ το επίπεδο γείωσης είναι το XZ. (Στον κόσμο της εκτύπωσης 3D, ο άξονας Z είναι συνήθως η κατεύθυνση κατασκευής) [17].

Δεδομένου ότι οι περισσότερες εφαρμογές Meshmixer περιλαμβάνουν 3D εκτύπωση, σε κάποιο σημείο θα ήταν βολικό να έχετε τον ίδιο προσανατολισμό XYZ με τους 3D slicers. Αν και δεν μπορείτε να αλλάξετε τον προσανατολισμό περιβάλλοντος του Meshmixer, μπορείτε να αλλάξετε τον προεπιλεγμένο προσανατολισμό του μοντέλου, κατά την εξαγωγή αρχείων. Αυτό θα διασφαλίσει ότι το μοντέλο, αφού εισαχθεί στο λογισμικό τρισδιάστατου τεμαχισμού, έχει τον ίδιο προσανατολισμό με το slicer [17].

Βήμα 3: στοιχεία ελέγχου κάμερας

Κάθε περιβάλλον 3D προσφέρει ένα σύνολο κουμπιών για την προσαρμογή της προβολής της κάμερας του χρήστη. Για το Meshmixer, οι επιλογές περιλαμβάνουν τα εξής [17]:

- **Μετακίνηση:** Κρατήστε πατημένο το κεντρικό κουμπί του ποντικιού για να μετακινηθείτε στο τρέχον επίπεδο [17].
- **Ζουμ:** Επιλέξτε τον τροχό του ποντικιού για μεγέθυνση και σμίκρυνση ή πατώντας Alt (Επιλογή για Mac) + το δεξί κουμπί του ποντικιού [17].
- **Τροχιά:** Κρατήστε πατημένο το Alt + δεξί κουμπί του ποντικιού + το αριστερό κουμπί του ποντικιού για τροχιά γύρω από το κέντρο του συστήματος συντεταγμένων. Μια άλλη επιλογή είναι να κρατήσετε πατημένο το Shift + το μεσαίο κουμπί του ποντικιού [17].

Μπορείτε επίσης, να έχετε πρόσβαση σε όλα αυτά τα εργαλεία κρατώντας πατημένο το πλήκτρο διαστήματος. Εμφανίζεται ένα μενού και μπορείτε να επιλέξετε το επιθυμητό εργαλείο από τις επιλογές της κάμερας: Κάντε κλικ στο επιθυμητό εργαλείο και κρατήστε πατημένο το αριστερό κουμπί του ποντικιού για να το επιλέξετε [17].

Βήμα 4: Θέση & κλιμάκωση ενός μοντέλου

Υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορείτε να τοποθετήσετε και να κλιμακώσετε το μοντέλο στο Meshmixer: τον πίνακα εργαλείων Transform ή το widget μετασχηματισμού 3D [17].

- Επιλέξτε Επεξεργασία στην αριστερή πλευρά και επιλέξτε "Μετασχηματισμός" από το μενού. Ένα μικρό πλαϊνό παράθυρο, ο πίνακας εργαλείων Transform, θα εμφανιστεί με όλα τα εργαλεία μετάφρασης και κλιμάκωσης [17].
- Επιλέξτε μεταξύ των χώρων συντεταγμένων "World Frame" ή "Local Frame". (Ολη η τοποθέτηση θα σχετίζεται με το σύστημα συντεταγμένων που έχει επιλεγεί εδώ.) Το "World Frame" ορίζεται από το κέντρο του συστήματος συντεταγμένων στον χώρο κατασκευής, ενώ το "Local Frame" έχει το μοντέλο περιστροφής που αναφέρεται από το σύστημα συντεταγμένων του επιλεγμένου αντικειμένου [17].
- Εισαγάγετε τις τιμές για τον επιθυμητό μετασχηματισμό απευθείας σε αυτό το παράθυρο. Οι επιλογές περιλαμβάνουν μετάφραση, περιστροφή, κλιμάκωση και μέγεθος για κάθε δεδομένο άξονα [17].

Αντί να εισάγετε τιμές στον πίνακα εργαλείων Transform, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το ποντίκι για να κάνετε κλικ και να σύρετε τα χρωματιστά εικονίδια μέσω του widget μετασχηματισμού 3D που εμφανίζεται στο μοντέλο [17].

- Πατώντας Επεξεργασία στην αριστερή πλευρά και επιλέξτε "Μετασχηματισμός" από το μενού. Το widget μετασχηματισμού 3D θα πρέπει να εμφανίζεται στο μοντέλο [17].
- Χρησιμοποιήστε τις λαβές του widget για να μεταμορφώσετε το μοντέλο όπως θέλετε.
 - Κάντε κλικ και σύρετε ένα από τα βέλη για να μετακινήσετε τη θέση του αντικειμένου παράλληλα με αυτόν τον άξονα [17].
 - Κάντε κλικ και σύρετε τα χρωματιστά τόξα για να περιστρέψετε το αντικείμενο [17].
 - Κάντε κλικ και σύρετε τον λευκό κύβο στο κέντρο για ομοιόμορφη κλίμακα του μοντέλου ή, για να τεντώσετε το μοντέλο σε μια δεδομένη κατεύθυνση, κάντε κλικ και σύρετε το έγχρωμο τετράγωνο στο τέλος κάθε βέλους [17].
 - Κάντε κλικ και σύρετε τα χρωματιστά τρίγωνα για να μετατοπίσετε το μοντέλο παράλληλα με ένα επίπεδο [17].

Ο έλεγχος του «Enable Snapping» στο κάτω μέρος του πίνακα εργαλείων Transform σας επιτρέπει να ελέγχετε αυτούς τους μετασχηματισμούς με σταδιακά «Snap Steps», τα οποία μπορούν να προκαθοριστούν εισάγοντας μια τιμή με βάση οποιοδήποτε επίπεδο ακρίβειας χρειάζεστε [17].

Βήμα 5: Επιλογή Shaders

Το Meshmixer προσφέρει διαφορετικούς τρόπους προβολής αντικειμένων, που ονομάζονται Shaders και ελέγχουν την εμφάνιση των τρισδιάστατων μοντέλων [17].

- Κάντε κλικ στο εικονίδιο "Shaders" στο αριστερό πλαίσιο για να ανοίξετε το μικρό παράθυρο με όλες τις επιλογές shader. Οι επιλογές εμφανίζονται ως σφαίρες στο μενού [17].
- Για να εφαρμόσετε ένα Shader σε ένα αντικείμενο, επιλέξτε και σύρετέ το από το μενού στο επιθυμητό αντικείμενο [17].

Βήμα 6: Προσαρμογή του χώρου εκτύπωσης

Στο Meshmixer, το περιβάλλον 3D μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταιριάζει με την πλατφόρμα κατασκευής συγκεκριμένων τρισδιάστατων εκτυπωτών. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν χειρίζεστε πολλά αντικείμενα που θα εκτυπωθούν σε μία εργασία [17].

Μπορείτε να δείτε το κρεβάτι του εκτυπωτή στο περιβάλλον 3D επιλέγοντας "Εμφάνιση εκτυπωτή" στο μενού προβολής [17].

Για να απενεργοποιήσετε την εμφάνιση του χώρου εκτύπωσης, απλώς βγάλτε την επιλογή από το μενού προβολής [17].

Βήμα 7: Δημιουργία επίπεδης επιφάνειας

Ορισμένα μοντέλα, ειδικά αυτά που λαμβάνονται μέσω τρισδιάστατης σάρωσης, ενδέχεται να μην έχουν καλή επίπεδη επιφάνεια. Η καλή πρόσφυση στο κρεβάτι εκτυπωτή είναι κρίσιμη για την επιτυχή εκτύπωση 3D [17].

Το Plane Cut είναι ένα γρήγορο εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει μια ομαλή και σταθερή επιφάνεια για εκτύπωση [17].

Βήμα 8: Κοίλη & τρύπα

Μερικές φορές μπορεί να είναι καλή ιδέα για κοίλα τρισδιάστατα μοντέλα, προκειμένου να εξοικονομήσετε χρόνο και υλικό κατά την εκτύπωση 3D. Αυτή είναι μια πολύ δημοφιλής στρατηγική με την εκτύπωση SLA, καθώς το υλικό της πρώτης ύλης μπορεί να είναι αρκετά ακριβό. Για αυτές τις διαδικασίες, η αχρησιμοποίητη υγρή ρητίνη θα παραμείνει μέσα στο μοντέλο, εκτός εάν δημιουργήσουμε οπές διαφυγής [17].

8 OpenScad

Για οτιδήποτε μπορεί να υπολογιστεί και να δημιουργηθεί από κώδικα και λογική, αντί για ελεύθερο χέρι, κινήσεις ποντικιού ή ελαφριά αντίχειση, το OpenSCAD είναι καταλληλότερη επιλογή. Είναι ένα δωρεάν λογισμικό, διαθέσιμο για Linux / UNIX, MS Windows και Mac OS X, υπό GENU ΓΕΝΙΚΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΑΔΕΙΑ Έκδοση 2 [18].

Βασικό του πλεονέκτημα είναι ότι, υποστηρίζει παραμετρικά σχέδια. Με την έννοια Παραμετρική σε αυτό το πλαίσιο εννοούμε, ότι μπορείτε να δημιουργήσετε λογικά δομικά στοιχεία, τα οποία χρειάζονται ορισμένες παράμετροι και σε αντάλλαγμα δημιουργούν ένα τρισδιάστατο στοιχείο που ικανοποιεί αυτές τις παραμέτρους [18].

Στο OpenSCAD, υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές μοντελοποίησης [18]:

- Η (CSG), δηλαδή η εποικοδομητική στερεά γεωμετρία που είναι η κατασκευή πλήρων τρισδιάστατων αντικειμένων, από στοιχείο σε στοιχείο ή από σενάριο [18].
- Από την άλλη πλευρά η εξώθηση 2D περιλήψεων παίρνει υπάρχοντα δισδιάστατα σχήματα, π.χ. στη μορφή ενός αρχείου DXF ή ενός απλού δισδιάστατου σχήματος και προέρχεται από το αντικείμενο 3D από αυτό, για παράδειγμα με περιστροφή ή ανύψωση [18].

Το αρχείο 3D που προκύπτει μπορεί στη συνέχεια να εξαχθεί σε μορφές αρχείων STL ή OFF [18].

Τα βασικά συντακτικά στοιχεία του OpenSCAD είναι, μεταβλητές, ενότητες, συναρτήσεις, συμμετοχές και απαιτήσεις. Το OpenSCAD γνωρίζει χειριστές βαθμιαίας αριθμητικής, σχεσιακούς τελεστές, λογικούς τελεστές και μια μεγάλη λίστα κοινών μαθηματικών συναρτήσεων. Μπορείτε να δημιουργήσετε 2D (κύκλος, πρωτόγωνα τετράγωνα, πολύγωνο) και 3D (κύβοι, σφαίρες, κύλινδροι), συχνά συμπληρωμένα με ανάλυση / όψη παραμέτρους και πρόσθετες οδηγίες [18].

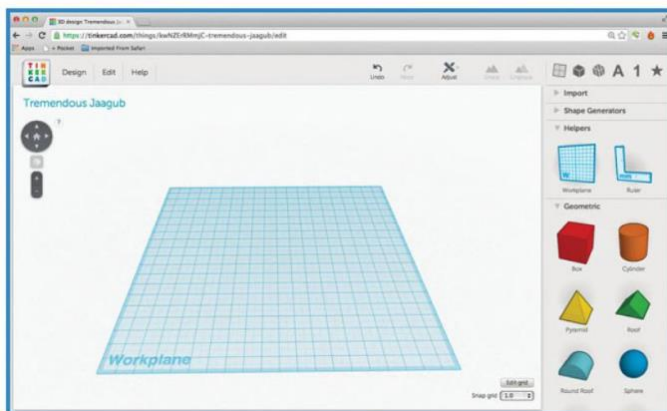
Στο OpenSCAD, τα δομικά στοιχεία ονομάζονται ενότητες. Μια ενότητα ορίζεται από ένα τύπο προτύπου μία φορά και μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές, με διαφορετικές παραμέτρους. Ο ακόλουθος κώδικας ορίζει μια ενότητα, TopPlate, η οποία περιγράφει μια παραμετρική πλάκα με τέσσερα βίδες. Οι παράμετροι της μονάδας είναι διαστάσεις πλάκας και μέγεθος βίδας [18].

8.1 Βιβλιοθήκες

Υπάρχουν πολλές εργασίες μοντελοποίησης, ειδικά όταν δημιουργείτε μηχανικά εξαρτήματα ή συγκροτήματα επαναλαμβανόμενης χρήσης τυπικών στοιχείων όπως, συνδετήρες, τρύπες, υποδοχές κ.λπ. Εκτός από τον ορισμό Ενότητες που διευκολύνουν την επαναχρησιμοποίηση του εξαρτήματος σε ένα σχέδιο, είναι επίσης δυνατή η χρήση εξωτερικές βιβλιοθήκες. Το OpenSCAD περιλαμβάνει μια συλλογή κοινών στοιχείων σε μια βιβλιοθήκη. Ως αποτέλεσμα, των σχεδίων του OpenSCAD, οι βιβλιοθήκες μοιράζονται την κοινή χρήση του πηγαίου κώδικα των ενότητων [18].

9 TinkerCad

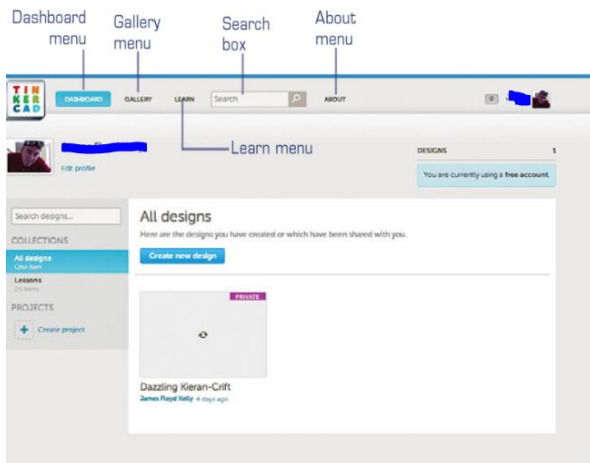
Το Tinkercad είναι ένα δωρεάν διαδικτυακό πρόγραμμα μοντελοποίησης 3D, που λειτουργεί σε ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού, γνωστό για την απλότητα και την ευκολία χρήσης του. Από τότε που κυκλοφόρησε το 2011, έχει γίνει μια δημοφιλής πλατφόρμα για τη δημιουργία μοντέλων για τρισδιάστατη εκτύπωση, καθώς και μια εισαγωγή σε επίπεδο εισαγωγικής εποικοδομητικής γεωμετρίας στα σχολεία [19]



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Finding and Opening TinkerCad» figure3.1σελ.30 [20])

Αυτή είναι η διεπαφή χρήστη που χρησιμοποιείτε [20].

Αρχικά θα πρέπει να δημιουργήσετε ένα δικό σας προφίλ και αφού το φτιάξετε και συνδεθείτε η οθόνη θα είναι κάπως έτσι [20].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Finding and Opening Tinkercad» figure3.5 σελ.33 [20])

Μενού πίνακα ελέγχου (Dashboard menu): Κάντε κλικ σε αυτό το μενού για να μεταβείτε στη βασική διάταξη του πίνακα ελέγχου [20].

Μενού συλλογής (Gallery menu): κάντε κλικ σε αυτό το μενού για να δείξετε και να περιηγηθείτε σε διάφορα μοντέλα 3D που έχουν σχεδιαστεί από άλλους χρήστες του προγράμματος. Μπορείτε να τα φιλτράρετε χρησιμοποιώντας επιλογές όπως, οι πιο πρόσφατες μεταφορτώσεις από τα νεότερα πράγματα, τα αγαπημένα και για μοντέλα που είναι πραγματικού χρόνου [20].

Μενού εκμάθησης (Learn menu): κάντε κλικ σε αυτό το μενού για να δείτε όλα τα μαθήματα που προσφέρει το Tinkercad στους χρήστες [20].

Πλαίσιο αναζήτησης (Search box): εάν γνωρίζετε το όνομα ενός τρισδιάστατου μοντέλου ή τον χρήστη που το δημιούργησε, πληκτρολογήστε το στο πλαίσιο αναζήτησης και εντοπίστε το γρήγορα [20].

Σχετικά με το μενού (About menu): κάντε κλικ σε αυτό το μενού για να λάβετε λεπτομέρειες σχετικά με τα προγράμματα περιήγησης ιστού και τα λειτουργικά συστήματα που είναι συμβατά με το Tinkercad [20].

Κουμπί Επεξεργασίας προφίλ (Edit Profile button): κάντε κλικ σε αυτό το κουμπί για να επεξεργαστείτε το προφίλ σας ή για να αποσυνδεθείτε [20].

Λίστα συλλογών (collections list): μπορείτε να κάνετε κλικ στην επιλογή Όλα τα σχέδια σε αυτήν τη κατηγορία για να δείτε τυχόν μοντέλα 3D που έχετε δημιουργήσει. Η επιλογή Μαθήματα, σας επιτρέπει να βλέπετε όλα τα μαθήματα που έχετε ολοκληρώσει ή εργάζεστε αυτή τη στιγμή [20].

Λίστα έργων (Projects list): μπορείτε να ομαδοποιήσετε μοντέλα 3D που σχεδιάζετε σε μια κατηγορία έργου. Τα μοντέλα που δημιουργείτε σε μια συλλογή έργων, εμφανίζονται όταν επιλέγετε την επιλογή « Όλα τα σχέδια » αλλά μόνο τα 3D που δημιουργήθηκαν σε ένα έργο μπορούν να κοινοποιηθούν σε άλλους χρήστες [20].

Κάντε κλικ στην επιλογή « Όλα τα σχέδια » και μετά κάντε κλικ στο κουμπί «Δημιουργία σχεδίασης» . Το Tinkercad ανοίγει έναν κενό χώρο εργασίας . Κάντε κλικ και κρατήστε πατημένο το σχήμα προς τα δεξιά και σύρετέ το στο χώρο εργασίας [20].

Αφού σύρετε ντο σχήμα στο χώρο εργασίας, κάντε κλικ στο μενού Σχεδίαση και επιλέξτε αποθήκευση. Κάντε ξανά κλικ στο μενού Σχεδίαση και κάντε κλικ στο Κλείσιμο, το απλό τρισδιάστατο μοντέλο θα εμφανίζεται στη λίστα «Όλα τα σχέδια» [20].

Μόλις εμφανιστεί το απλό μοντέλο στο Πίνακα ελέγχου, μετακινήστε το δείκτη του ποντικιού περιήγησης πάνω από την εικόνα. Μην κάνετε κλικ στο κουμπί «Tinker This» που εμφανίζεται, απλώς κάντε κλικ στο πραγματικό σχήμα ή το μοντέλο που εμφανίζεται [20].

9.1 Παράθυρο προεπισκόπησης τρισδιάστατου μοντέλου

Μπορείτε να κάνετε κλικ σε οποιοδήποτε μοντέλο 3D που βρίσκεται στη συλλογή ή στη λίστα σας, για να ανοίξετε το παράθυρο προεπισκόπησης. Χρησιμοποιώντας το παράθυρο προεπισκόπησης, μπορείτε να αφήσετε σχόλια για τον άνθρωπο που σχεδίασε το μοντέλο, να κάνετε «Like», να το κοινοποιήσετε στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, να το δημοσιοποιήσετε στο Pinterest ή κάνετε κλικ στο κουμπί «Tinker This» για να ανοίξετε ένα αντίγραφο στο Tinkercad που μπορείτε να το τροποποιήσετε [20].

9.2 Αλλαγή ιδιοτήτων τρισδιάστατου μοντέλου

Μετακινήστε το δείκτη του ποντικιού πάνω σας και θα δείτε το μενού «Ενέργεια». Κάντε κλικ σε αυτό και θα εμφανιστεί μια αναδυόμενη λίστα επιλογών [20].

Η επιλογή Διαγραφή είναι εύκολη στη κατανόηση: κάντε κλικ μια φορά και θα σας ζητηθεί να επιβεβαιώσετε ότι είστε εντάξει με τη διαγραφή του μοντέλου. Με τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και η εντολή Μετακίνηση , η οποία σας επιτρέπει να αντιστοιχίσετε ένα μοντέλο 3 διαστάσεων σε ένα συγκεκριμένο έργο στο οποίο εργάζεστε [20].

Επιλογή «Διπλού τύπου» δημιουργεί ένα πανομοιότυπο μοντέλο 3 διαστάσεων στη λίστα «Όλα τα σχέδια», αλλά με «Αντίγραφο» στην αρχή του ονόματος του μοντέλου [20].

Η επιλογή Ιδιότητες ανοίγει ένα μικρό παράθυρο. Μπορείτε να μετονομάσετε το μοντέλο, πληκτρολογώντας ένα νέο όνομα στο πεδίο «Όνομα». Μπορείτε να κάνετε κλικ στο αναπτυσσόμενο μενού Ορατότητα, για να επιλέξετε να είναι Δημόσιο εάν θέλετε να μοιραστείτε το μοντέλο σας με το κόσμο. Πατήστε Αποθήκευση αλλαγών για να επιστρέψετε στο Πίνακα ελέγχου [20].

10 FreeCad

Το λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης FreeCAD είναι ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα και έχει μεγάλη έκταση. Το FreeCAD διαθέτει μια ισχυρή γκάμα δυνατοτήτων που μπορούν να συγκριθούν με εμπορικό λογισμικό όπως, το AutoCAD της Autodesk καθώς προσφέρει επίσης, πλήρη υποστήριξη για παραμετρική μοντελοποίηση [21].

Το FreeCAD είναι κυρίως κατασκευασμένο σε τρισδιάστατα αντικείμενα πραγματικού σχεδιασμού οποιουδήποτε μεγέθους. Η δυνατότητα που έχει το λογισμικό αυτό στη μοντελοποίηση μέσω των παραμέτρων, βοηθάει το χρήστη στη σχεδίαση γιατί μπορεί μέσω του ιστορικού του αντικειμένου να ξαναπροσαρμόσει το μοντέλο εκ νέου[21].

Επιπλέον, το λογισμικό αυτό παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής επιπλέον δυνατοτήτων στη βασική εφαρμογή και αυτό γιατί διαθέτει αρθρωτή αρχιτεκτονική. Ακόμα διαθέτει έναν περιορισμένο σκιτσογράφο για τη σχεδίαση μοντέλων δύο διαστάσεων. Μια προσομοίωση ρομπότ για τη μελέτη των κινήσεων ρομπότ και μια ενότητα Path που είναι αφιερωμένη στη μηχανική κατεργασία όπως το φρεζάρισμα (CAM) και μπορεί να εξάγει, να εμφανίσει και να προσαρμόσει τον κώδικα G [21].

10.1 FreeCAD σε λειτουργία εντολών

Για πιο εξειδικευμένες εργασίες ή εργασία διακομιστή μπορείτε να ξεκινήσετε το FreeCAD ως εφαρμογή κονσόλας με την ακόλουθη εντολή [22]:

- FreeCAD -c

Το Γραφικό Περιβάλλον εργασίας Χρήστη εμφανίζεται. Το Instd θα σας προωθήσει στο FreeCAD εντολές μετά την ολοκλήρωση της αρχικοποίησης. Υπάρχει επίσης ένα ειδικό εκτελέσιμο για εργασίες του διακομιστή και δέσμης [22]:

- FreeCADCmd [22]

Αυτό δεν έχει γραφικό περιβάλλον εργασίας χρήστη και επομένως είναι μικρότερο και χρειάζεται λιγότερους πόρους [22].

Για να ξεκινήσετε το FreeCAD ως μη διαδραστικό δώστε ένα αρχείο δέσμης ως παράμετρος [22]:

- FreeCAD -cf DoALongBatchJob.FCScript [22]

Αυτό θα κάνει το FreeCAD να ξεκινήσει αμέσως το δεδομένο αρχείο και τερματίστε όταν τελειώσει το σενάριο. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αρχεία δέσμης όπως [22]:

- αυτοματοποίηση εργασιών που γίνονται συχνά χωρίς αλληλεπίδραση χρηστών όπως ενημέρωση μεγάλων δομών Assambly μετά από αλλαγές ή μετατροπή χιλίων αρχείων σε άλλη μορφή [22].

- εκκίνηση σεναρίων που ανοίγουν διακομιστή και επεξεργάζονται συναλλαγές. Η Python επιτρέπει να ανοίγει θύρες TCP / IP και να επεξεργάζεται αιτήματα από άλλα συστήματα. Είναι επίσης δυνατό να δημιουργηθεί ένα σύνολο υπηρεσία ιστού [22].
- Εκτέλεση εγγραφής μακροεντολών με το περιβάλλον εργασίας χρήστη [22].

10.2 Διαδραστική λειτουργία εντολών

Αφού ξεκινήσετε το FreeCAD με την επιλογή -c θα δείτε κάτι τέτοιο [22]:

```
FreeCAD (c) 2001 Juergen Riegel (GPL, LGPL)

#####          ###   ###   #####
#               #     #   #   #
#   ##   #####   #   #   #   #
##### # # # # # # #   ##### # #
#   #   #####   #   #   #   #
#   #   #   #   #   #   #   #   ##
#   #   #####   ## #   #   #####

FreeCAD startup running...
  Checking on Environment...
FreeCAD startup done
Create Application
FreeCAD init running...
  Using ..\src\Mod as module path!
  Searching modules...

FreeCAD init done
[Console mode <ctrl-z and Enter exits>]
>>>_
```

Η τελευταία γραμμή είναι μια γραμμή εντολών python. Όπως περιλαμβάνει το FreeCAD έναν ολοκληρωμένο διερμηνέα python, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε όλο το ενσωματωμένο python χαρακτηριστικά και ενότητες [22].

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Interactive Command mode»σελ.6 [22])

10.3 Μέρη (Parts)

Το μέρος του πάγκου εργασίας, περιλαμβάνει τις περισσότερες CAD λειτουργίες [22].

10.4 Πλέγμα (Mesh)

Το Mesh Module είναι αφιερωμένο στη δημιουργία τριγώνων, ματιών και διάφορων λειτουργιών [22].

10.5 Σενάριο

Εκτός από τον τρόπο χρήσης ματιών με το έγγραφο και το GUI (Graphical User Interface), είναι επίσης δυνατή η χρήση των δεδομένων πλέγματος και των αλγορίθμων επίπεδο σεναρίου. Αυτό ανοίγει τον τρόπο για να κάνετε υπολογισμούς ματιών σε μακροεντολές ή μόνο στη γραμμή εντολών (FreeCADCmd.exe) [22].

Βασικά

Πρώτα απ' όλα πρέπει να φορτώσετε το FreeCAD Mesh module [22]:

```
#import the Mesh functions
import Mesh
# shows you the methodes of the Mesh module
dir(Mesh)
```

(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Basics»σελ.7 [22])

Μετά από αυτό μπορείτε να χρησιμοποιήσετε όλες τις λειτουργίες στη μονάδα πλέγματος [22].

Εισαγωγή/ εξαγωγή

Μπορείτε να διαβάσετε / γράψετε τις ακόλουθες μορφές [22]:

- STL (stereo lithographie format) [22]
- BMS (nativ binary, the evicent way to write read meshes) [22]

Αλγόριθμοι

Η Pythhon λειτουργεί μόνο με αναφορές. Αυτό σημαίνει [22]:

```
m2 = m
```

 (Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Basics»σελ.7 [22])

Δεν δημιουργεί νέο αντικείμενο πλέγματος. Έτσι, μερικά από τα Αλγόριθμοι δημιουργούν νέα πλέγματα ως αποτέλεσμα, άλλα επηρεάζουν απλώς το υπάρχον [22].

Δημιουργία πλέγματος

Η διπλή φόρτωση στη δημιουργία πλέγματος είναι ένας τρόπος για να φτιάξετε ένα πλέγμα από το μηδέν. Η μέθοδος addFace () του αντικειμένου πλέγματος μπορεί να κάνει τη δουλειά αυτή [22].

Αντιστάθμιση

Αυτή η συνάρτηση δημιουργεί ένα πλέγμα μετατόπισης που αντιστοιχεί στους κανονικούς Vertex [22].

10.6 Πάγκοι εργασίας

Οι πάγκοι εργασίας δείχνουν στον χρήστη μόνο τις λειτουργίες και τους ελέγχους για το πραγματικό βήμα σχεδιασμού. Αυτό, διατηρεί τα μενού γραμμές εργαλείων λεπτές και εύχρηστες. Για τη μοντελοποίηση βάσει λειτουργιών, έχει αναπτυχθεί μια φυσική ομαδοποίηση [22]:

Σκιτσογράφος

Κατασκευή σημείων, γραμμών, τόξων και καμπυλών ελεύθερης μορφής βάση ενός επιπέδου (2D) με δυνατότητα καθορισμού περιορισμών μεταξύ τους όπως διαστάσεις, παραλληλισμός και ούτε καθεξής [22].

Σχεδιασμός μερών

Λειτουργίες για πλήρη παραμετρική στερεά μοντελοποίηση όπως ασφάλεια, κοπή, chamfers, φιλέτα, τρύπες, κουλοχέρηδες και σχισμές με βάση το Sketches [22].

Σχεδιασμός επιφανειών

Λειτουργίες για επιφανειακή μοντελοποίηση όπως εξώθηση, μίγματα, κόψιμο, πατάρια και επιφάνειες πλήρωσης με βάση τα σχέδια [22].

Assembly

Σχεδιαστικές λειτουργίες συναρμολόγησης εξαρτημάτων, σχεδιασμένα στο Surface. Σχεδιασμός ή Σχεδιασμός τμημάτων, μαζί με συνελύσεις. Είναι επίσης, πιθανός ορισμός περιορισμών μεταξύ των τμημάτων, όπως άξονες, επικοινωνία και ούτω καθεξής. Λειτουργεί επίσης για τη δοκιμή διατομών και κινήσεις [22].

2D Εξαγωγή σχεδίου

Εξάγετε σχέδια 2D από το τρισδιάστατο μέρος ή τη συναρμολόγηση για εκτύπωση και σχεδίαση [22].

Πάγκος εργασίας που ορίζεται από το χρήστη

Σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί εύκολα με καταγραφή μακροεντολών και διαλόγους να δημιουργήσει τον δικό του πάγκο εργασίας για ειδικό σκοπό [22].

10.7 Παραμετρική μοντελοποίηση βάσει χαρακτηριστικών

Η παραμετρική μοντελοποίηση ήρθε με τα στερεά μοντέλα. Επιτρέπει να βασιστεί ένα σχέδιο σε, ένα σύνολο παραμέτρων και στον υπολογισμό της γεωμετρίας, όταν αλλάζει η παράμετρος. Αυτό οδηγεί επίσης, σε περιορισμούς που εισάγονται στο μοντέλο, επιβάλλει μια συγκεκριμένη συμπεριφορά, όπως ο παραλληλισμός. Λύση αυτών των περιορισμών, αποτελεί η διατήρηση των περιορισμών σε επαφή, με τη γεωμετρία. Το τελικό βήμα, είναι η ομαδοποίηση ορισμένων παραμέτρων και συχνά χρησιμοποιείται ένα γεωμετρικό σχέδιο σε ένα λεγόμενο χαρακτηριστικό [22].

10.8 Διεπαφή χρήστη

Εκτός από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά, η ευκολία χρήσης μιας εφαρμογής είναι πολύ σημαντικό.

- **Πάγκοι εργασίας:** Είναι υπερβολή το να δείξει όλες τις λειτουργίες ταυτόχρονα στον χρήστη. Είναι πολύ καλύτερο για τη λειτουργία κατασκευής που απαιτείται για ορισμένες περιπτώσεις, να δείξει όλα τα καθήκοντα μαζί. Αυτός είναι ένας πάγκος εργασίας. Η εμφάνιση ενός πάγκου εργασίας, αποτελείται επίσης από τη γραμμή εργαλείων και τη διάταξη μενού ως οπτική λειτουργία της προβολής δέντρου του έργου. Έτσι η εναλλαγή του πάγκου εργασίας μπορεί σχεδόν να αλλάξει τη πλήρης εμφάνιση της εφαρμογής [22].
- **Καθοδηγούμενη επιλογή:** Στα προγράμματα CAD είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζετε τι να επιλέξετε σε μια συνάρτηση. Πρέπει πάντα να υπάρχει καθοδήγηση για το χρήστη και μια σαφής απάντηση σε λάθος επιλογή. Αυτό είναι το πρώτο σε μια σαφή διάταξη παραθύρου διαλόγου που δείχνει καθαρά τι πρέπει να επιλέξετε [22].
- **Ηλεκτρονική βοήθεια ;-):** Αυτό περιλαμβάνει λεπτομερείς περιγραφές για πάγκους εργασίας και λειτουργίες καθώς και σεμινάρια για σενάρια βέλτιστης πρακτικής [22].

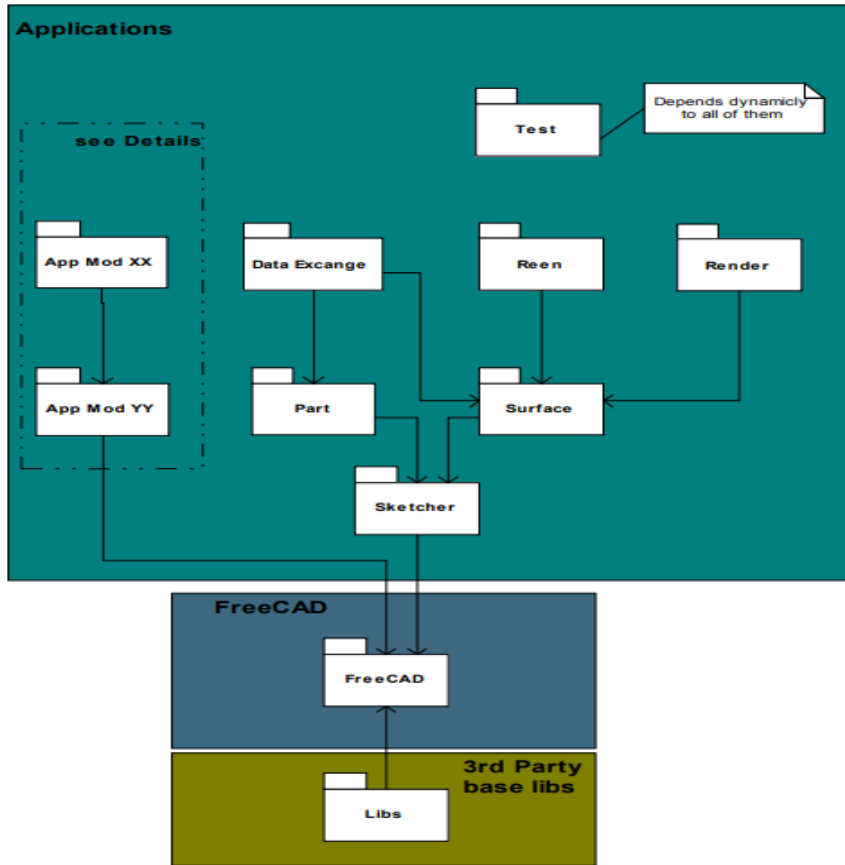
10.9 Σχεδίαση

Σε αντίθεση με την προδιαγραφή, ο σχεδιασμός σας δίνει τη περιγραφή του συστήματος από την άποψη των προγραμματιστών. Εδώ έχουμε την περιγραφή των Πακέτων και τις έννοιες κλειδιά του προγράμματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται και το UML [22].

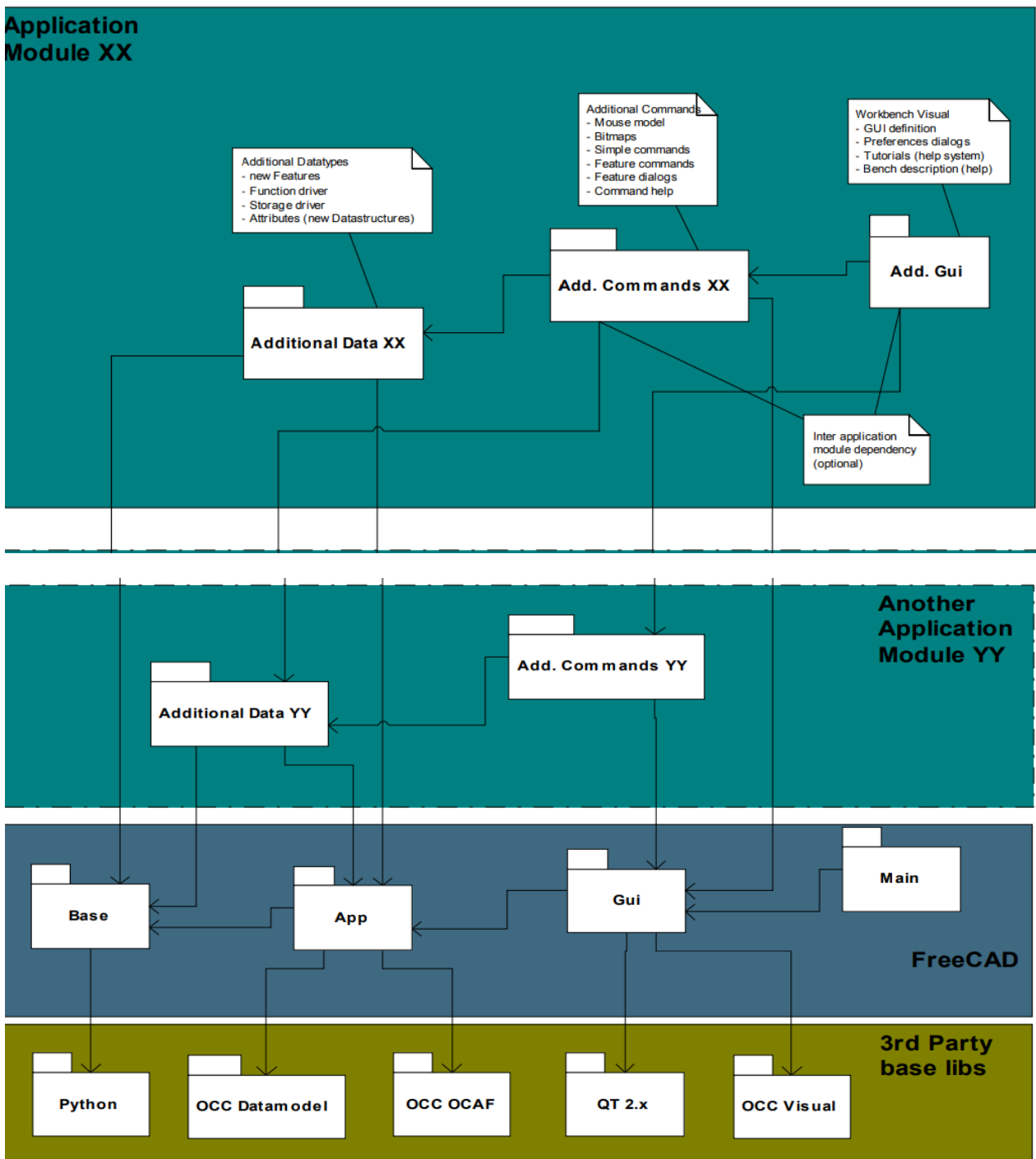
10.9.1 ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

Η εφαρμογή FreeCAD αποτελείται από τα ακόλουθα Πακέτα [22]:

Overview



Details



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «4.1 Overview»σελ.15 [22])

Υπάρχουν πέντε μεγάλα μπλοκ:

- Βιβλιοθήκες τρίτων [22]
- Εφαρμογή κονσόλας [22]
- Διαδραστική Εφαρμογή [22]
- Πρόσθετοι τύποι δεδομένων και λειτουργίες [22]
- Πρόσθετη λογική εφαρμογής [22]

10.10 Βιβλιοθήκες τρίτων

Πρόκειται για βιβλιοθήκες που δεν αλλάζουν το έργο του FreeCAD. Είναι μια δυναμική βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται χωρίς, όμως, να μεταβάλλεται. (* .so ή * .dll). Εάν υπόκεινται σε αλλαγή, απαιτείται τότε ο κωδικός του περιτυλίγματος ή της αλλαγμένης βιβλιοθήκης. Ο κωδικός πρέπει να μετακινηθεί στο πακέτο βάση του FreeCAD [22].

Οι χρησιμοποιημένες βιβλιοθήκες είναι:

- Python [22]
- OCC (Open CasCade) [22]
- QT (2.x +) [22]

10.11 Εφαρμογή Κονσόλας

Αυτό είναι ένα εκτελέσιμο που ενσωματώνει δύο σημαντικά πακέτα [22]:

- FreeCAD Βάση [22]
- FreeCAD Εφαρμογή [22]

Η εφαρμογή κονσόλας προορίζεται κυρίως για αυτοματοποιημένο σκοπό δοκιμών, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για υπηρεσίες διακομιστή. Τα πακέτα που χρησιμοποιούνται σε αυτή την εφαρμογή είναι εντελώς ανεξάρτητα από το GUI (Graphical User Interface). Το εκτελέσιμο, εκτελείται χωρίς X-Server και μπορεί να φορτώσει επιπλέον λειτουργία και πρόσθετους τύπους δεδομένων [22].

10.12 Διαδραστική εφαρμογή

Γραφικό περιβάλλον χρήστη του FreeCad: Αυτό το πακέτο φέρνει, τις προβολές 3D και 2D, μια διαδραστική επιλογή, μια ιεραρχημένη προβολή του εγγράφου και του πλαισίου για φόρτωση

των πάγκων εργασίας. Η Διαδραστική εφαρμογή δεν περιλαμβάνει λειτουργία μοντελοποίησης, αλλά μόνο λειτουργία βοηθού και τις βασικές προβολές [22].

10.13 Προβολή παρόχου

Το View Provider είναι αρμόδιο για την οπτικοποίηση ενός (νέου) Χαρακτηριστικού. Διαχειρίζεται επίσης τη γραφική αλληλεπίδραση (επεξεργασία) για μια ειδική ομάδα χαρακτηριστικών [22].

11 Blender

Το Blender είναι ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα, που παρέχει ένα από τα πιο ολοκληρωμένα γραφικά τρισδιάστατων μοντέλων. Περιλαμβάνει εργαλεία για, μοντελοποίηση υφής, σκίαση, κινούμενη εικόνα, σύνθεση, απόδοση, επεξεργασία βίντεο και άλλα [23].

Το Blender είναι διαφορετικό σε σχέση με άλλα λογισμικά και για αυτό δεν είναι λίγα τα άτομα τα οποία διστάζουν να το χρησιμοποιήσουν. Δεν ακολουθεί πολλά ίδια πρότυπα με τα άλλα λογισμικά, χρησιμοποιεί διαφορετικό τρισδιάστατο λογισμικό και αυτό είναι αρκετά σημαντικό πρόβλημα για πολλούς χρήστες [23].

Το Blender, ένα υπέροχο προσβάσιμο πρόγραμμα, που σας επιτρέπει να σχεδιάσετε τα δικά σας μοντέλα 3D και να τα εξαγάγετε για εκτύπωση 3D. Το λογισμικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιονδήποτε αφού είναι ανοικτού κώδικα[24].

11.1 Διαμόρφωση

Είναι σημαντικό, να ρυθμίσετε το Blender με τις ρυθμίσεις που θα διευκολύνουν την εκτύπωση 3D του μοντέλου σας. Καθώς ανοίγετε το γραφικό περιβάλλον του λογισμικού Blender θα δείτε το «Αρχείο εκκίνησης», το οποίο περιλαμβάνει ένα κύβο, μια πηγή φωτός και μια κάμερα[24].

Το αντικείμενο φαίνεται μέσα από ένα παράθυρο που ονομάζεται Θύρα Προβολής τριών διαστάσεων. Τα μενού πάνω, δεξιά και κάτω ονομάζονται Συντάκτες. Η Θύρα Προβολής επεκτείνεται αριστερά μέσω ενός μενού[24].

Στη Θύρα Προβολής οι άξονες X,Y,Z φαίνονται μέσω από τις χρωματιστές γραμμές (πράσινες, κόκκινες, μπλε) στη γωνία κάτω αριστερά. Οι άξονες αυτοί βοηθούν στο προσανατολισμό στον τρισδιάστατο χώρο[24].

Στις «ιδιότητες» στη δεξιά πλευρά, βρίσκεται ο επεξεργαστής ο οποίος έχει επιλεγθεί από το λογισμικό. Πατώντας με το ποντίκι σας δεξί κλικ, μπορείτε να μεταφερθείτε στη σελίδα όπου υπάρχουν τα δεδομένα σκηνής. Εάν θέλετε να επεξεργαστείτε το μήκος και να το αλλάξετε σε

μεσαίο ή μετρικό, θα πρέπει να κάνετε κλικ στο αναπτυσσόμενο μενού. Επίσης εάν θέλετε μπορείτε να αλλάξετε τη μονάδα βάσης, επιλέγοντας προεπιλεγμένες μονάδες. Το μοντέλο που θα έχετε δημιουργήσει, κατά την εισαγωγή του στο slicing, θα έχει τις μονάδες μέτρησης που θα έχετε επιλέξει εσείς[24].

11.2 Κίνηση

Η κίνηση πραγματοποιείται συνδυάζοντας τα κουμπιά Ctrl,Alt και Shift μαζί με τα τρία κουμπιά του ποντικιού (αριστερό, μεσαίο, δεξί) [24].

Οι τρόποι κίνησης που διαθέτονται είναι τρεις: κίνηση τροχιάς, κίνηση σμίκρυνσης και μεγέθυνσης, κίνηση αλλαγής θέσης[24].

Μια άλλη μέθοδος πλοήγησης που είναι χρήσιμη, είναι η χρήση των Perfect Views. Με αυτό το τρόπο, μέσα από ξεχωριστές κατευθύνσεις μπορείτε να δείτε κατά μήκος των αξόνων τη σκηνή. Επίσης, τις προβολές αυτές, μπορείτε να τις βρείτε στο μενού Προβολής. Για πιο γρήγορη μετάβαση στις προβολές, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το Numpad σε συνδυασμό με το πλήκτρο Ctrl[24].

11.3 Επιλογή και διαγραφή αντικειμένων

Εάν θέλετε να επιλέξετε κάποιο αντικείμενο, μπορείτε να το επιλέξετε είτε κάνοντας κλικ πάνω του με αριστερό κλικ ποντικιού, είτε πηγαίνοντας στη γωνία πάνω δεξιά όπου βρίσκεται το αντικείμενο στον Outliner επεξεργαστή[24].

Υπάρχουν τρία μικρά εικονίδια, στη δεξιά πλευρά των ονομάτων των αντικειμένων:

- Μάτι: εναλλάσσει την ορατότητα του αντικειμένου στη θύρα προβολής [24].
- Δείκτης: εναλλάσσει την επιλογή αντικειμένων στη θύρα προβολής [24].
- Κάμερα: εναλλάσσει την απόδοση αντικειμένου [24].

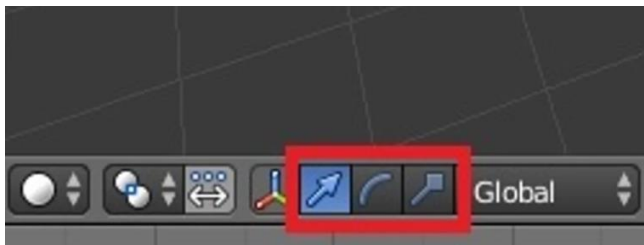


(Στιγμιότυπο οθόνης από Step 4 της σελίδας [24]).

Είναι καλό, σε περίπτωση όπου στη σκηνή υπάρχουν αντικείμενα, να ενεργοποιήσετε την επιλογή και την απόδοση τους, όταν προορίζονται μόνο για αναφορά. Επιλέγοντας το μάτι «εναλλαγή ορατότητας», σας δίνετε η δυνατότητα διαχείρισης ενός αντικειμένου ή σκηνής από πολλά διαφορετικά σημεία [24].

Πατώντας την επιλογή «διαγραφή» μπορείτε να διαγράψετε ένα αντικείμενο αφού πρώτα το επιλέξετε. Διαφορετικά, μπορείτε να πάτε στον επεξεργαστή Outliner και κάνοντας δεξί κλικ να επιλέξετε το αντικείμενο που θέλετε να διαγράψετε και έπειτα να πατήσετε διαγραφή «Delete»[24].

11.4 Μεταμόρφωση



(Στιγμιότυπο οθόνης από Step 5 της σελίδας [24]).

Τα εργαλεία μετασχηματισμού σας επιτρέπουν να διαχειριστείτε αντικείμενα με τους εξής τρόπους: στροβιλισμός, κίνηση, μεγέθυνση[24].

Τις τρεις αυτές επιλογές θα τις βρείτε, είτε στο μενού που βρίσκεται κάτω από τη θύρα Προβολής, είτε πατώντας το πλήκτρο space ,μαζί με το πλήκτρο Ctrl, κάνοντας ενεργό τον χειριστή γραφικών στοιχείων(Widget) [24].

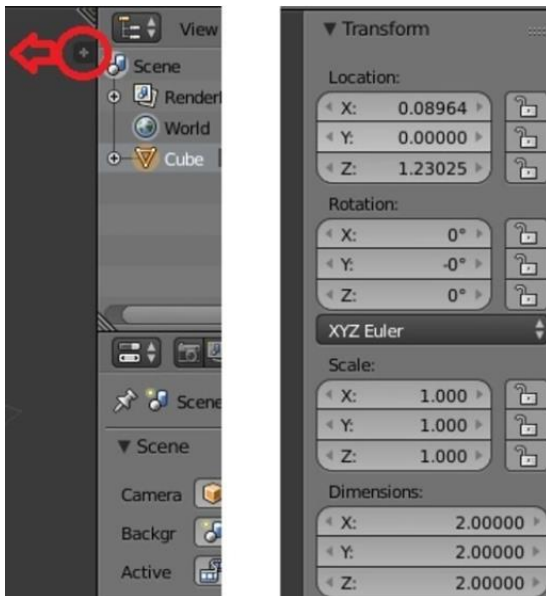
Τα τρία αυτά εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν με δύο τρόπους:[24].

Ο πρώτος τρόπος είναι να επιλέξετε ένα αντικείμενο από τη θύρα προβολής και στη συνέχεια να το διαχειριστείτε με χειροκίνητο τρόπο. Μπορείτε να περιορίσετε τη μετατροπή σε έναν από τους άξονες X,Y,Z, τοποθετώντας το ποντίκι σε ένα από τα βέλη τους και στη συνέχεια κάνοντας αριστερό κλικ και να το κρατήσετε πατημένο. Σε περίπτωση όπου το ποντίκι δεν βρίσκεται στη σωστή θέση, το αντικείμενο θα παραμορφωθεί αυθαίρετα παντού στο χώρο. Για να πραγματοποιήσετε τη σωστή ρύθμιση κάντε με το ποντίκι σας πάνω κάτω[24].

Ο εναλλακτικός τρόπος είναι μέσω ενός εργαλείου μετασχηματισμού να κάνετε κλικ σε ένα αντικείμενο. Στον αριστερό πίνακα θα εμφανισθούν οι ιδιότητες του. Για κάθε εργαλείο οι επιλογές που δίνονται είναι συγκεκριμένες, γεγονός που βοηθάει στην ακρίβεια των αριθμών που εισάγετε και κατ' επέκταση στην ακρίβεια της προσαρμογής που θέλετε [24].

11.4.1 Χωρίς εργαλεία

Η θύρα προβολής διαθέτει στη δεξιά πλευρά ένα πλαίσιο το οποίο αν το επεκτείνετε μπορείτε να μετατρέψετε ένα αντικείμενο χωρίς να χρησιμοποιήσετε εργαλεία μετασχηματισμού. Για να γίνει αυτό επιλέγετε (+) στη γωνία πάνω δεξιά της προβολής και το τραβάτε δεξιά. Με το τρόπο αυτό έχετε τη δυνατότητα, είτε να κάνετε κατευθείαν τη μετατροπή του αντικειμένου, είτε να κάνετε τις προσαρμογές που θέλετε σε αυτό, αφού μέσα από το πλαίσιο αυτό φαίνονται οι ιδιότητες του αντικειμένου [24].



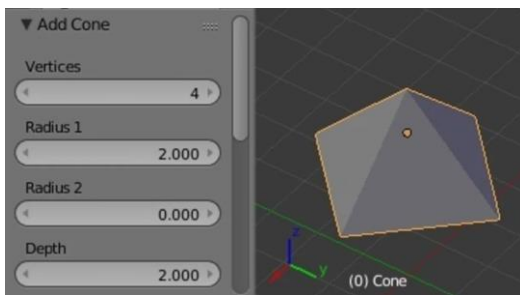
11.5 Δημιουργία αντικειμένων

Στο λογισμικό Blender, παρόλο που υπάρχουν ποικίλα αντικείμενα, αυτό που χρειάζεστε για να σχεδιάσετε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο και στη συνέχεια να το εκτυπώσετε είναι ένα Mesh. Για τη δημιουργία των αντικειμένων μπορείτε να πατήσετε την επιλογή Προσθήκη>Πλέγμα του μενού

πίνακα, στη κάτω γραμμή, είτε να επιλέξετε από τον αριστερό πίνακα μέσα από τη καρτέλα «Δημιουργία».

- Cubes [24].
- Cones [24].
- Cylinders [24].
- Planes [24].
- Spheres [24].
- Torus [24].

11.6 Προσαρμογή αντικειμένων

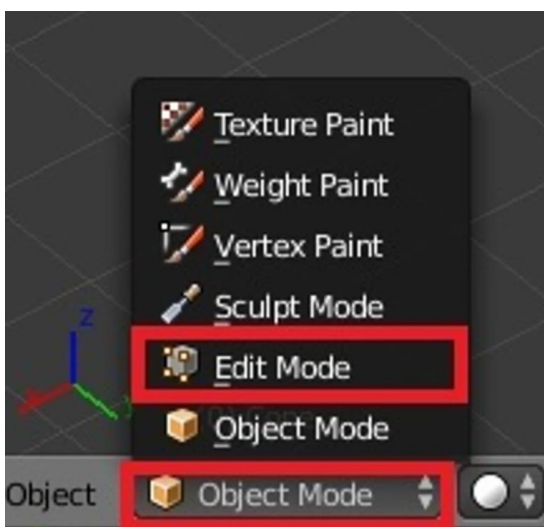


(Στιγμιότυπο οθόνης από Step 7 της σελίδας [24]).

Ο δρομέας θα καθορίσει που θα εμφανισθεί το αντικείμενο που θα δημιουργήσετε. Χρησιμοποιώντας το δεξί κουμπί στο ποντίκι σας, μπορείτε κάνοντας κλικ να εμφανίσετε τον δρομέα σε όποιο σημείο θέλετε στη προβολή.

[24].

11.7 Επεξεργασία πλέγματος



(Στιγμιότυπο οθόνης από Step 8 της σελίδας [24]).

Ένα πλέγμα αντικειμένων αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία: κορυφές, άκρα και όψεις. Αυτά είναι τα συστατικά από τα οποία αποτελείται η γεωμετρία πλέγματος[24].

Εάν θέλετε να χειριστείτε άμεσα αυτά τα στοιχεία θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τη Λειτουργία Αντικειμένου για λειτουργία επεξεργασίας: η μοντελοποίηση με αυτή τη λειτουργία επειδή συνήθως ξεκινά χρησιμοποιώντας έναν κύβο, λέγεται «μοντελοποίηση κουτιού» [24].

Μπορείτε να επιλέξετε μεταξύ των τριών στοιχείων πλέγματος χρησιμοποιώντας τα κουμπιά στην κάτω γραμμή μενού[24]:

- Τα μεμονωμένα σημεία που απαρτίζουν τη δομή του πλέγματος, ονομάζονται κορυφές [24].
- Οι γραμμές που μπορούν να σχηματισθούν ανάμεσα στις κορυφές, ονομάζονται άκρες [24].
- Οι όψεις είναι οι επιφάνειες που δημιουργούνται από τουλάχιστον τρεις γραμμές[24] .

Εάν θέλετε να πραγματοποιήσετε πολλές επιλογές καθώς επιλέγετε στοιχεία σε ένα αντικείμενο, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το δεξιό κουμπί του ποντικιού μαζί με το Shift ή το δεξιό κουμπί του ποντικιού με το Ctrl για πολλές επιλογές κατά μήκος μιας διαδρομής. Για να το βγάλετε από την επιλογή κάντε ξανά κλικ σε ένα επιλεγμένο αντικείμενο [24].

11.8 Αλλαγή προβολής

Στο Blender διατίθενται λίστα με στοιχεία ελέγχου για την πραγματοποίηση αλλαγών προβολής και με τα οποία θα εξοικειωθείτε λόγω συχνής χρήσης. Για να ξεκινήσετε θα πρέπει να δείτε ποια είναι αυτά που θα σας βοηθήσουν περισσότερο. Δοκιμάστε τον ακόλουθο χειρισμό [25]:

Ρολό MW (mouse Wheel): Τοποθετείστε το ποντίκι σας κάτω από την κύρια τρισδιάστατη προβολή και περιστρέψτε το MW πάνω-κάτω για να μεγεθύνετε και να σμικρύνετε την προβολή σας [25].

Shift + MW roll: Η περιστροφή του MW ενώ κρατάτε πατημένο το shift κάνει η περιοχή του παραθύρου να κυλά κάθετα [25].

Ctrl + MW roll: το Ctrl λειτουργεί όπως το πλήκτρο Shift αλλά για οριζόντια κύλιση [25].

Σύρτετε MMB (Middle Mouse Button): Τοποθετήστε το ποντίκι σας στο μέσο της οθόνης και κρατήστε πατημένο το MMB/MW, χωρίς να αφήσετε το MMB, μετακινήστε το ποντίκι σας. Έτσι, θα πρέπει να προσανατολίζετε το αντικείμενο στο χώρο και το στυλ [25].

Μεταφορά Shift+ MMB: Κρατήστε πατημένο το Shift και στη συνέχεια, εκτελέστε την ίδια μεταφορά MMB με πριν. Με πατημένο το Shift, θα μπορείτε να δείτε τη προβολή. Βεβαιωθείτε ότι έχετε πατήσει το πλήκτρο Shift πριν από το MMB και ότι το κρατάτε πατημένο κατά τη διάρκεια της κίνησης του ποντικιού [25].

Σύρτε Ctrl +MW: Κρατήστε πατημένο το πλήκτρο Ctrl και μετά MMB. Κρατώντας και τα δύο πατημένα, μετακινήστε το ποντίκι κάθετα. Αυτό εκτελεί ζουμ που είναι πιο ομαλό από το να κυλάει το MW από μόνο του [25].

11.9 Επίπεδα



(στιγμιότυπο Οθόνης από το βιβλίο σελ. 31 [25])

Τα γνωστά αριθμητικά πλήκτρα (επάνω μέρος του πληκτρολογίου) λειτουργούν ως συντομεύσεις σε επίπεδα. Πατώντας το 1 σας στέλνει στο επίπεδο 01, πιέζοντας το 2 σας στέλνει στο επίπεδο 02 και ούτε καθεξής. Πατώντας 0 σας στέλνει στο επίπεδο 10. Ενώ έχοντας πατημένο το πλήκτρο Alt και πιέζοντας τα επίπεδα υπάρχει προσβασιμότητα συντόμευσης για το επίπεδο 11 έως το επίπεδο 20 [25].

12 Onshape

Το Onshape, είναι ένα πρόγραμμα σχεδιασμού βασισμένο σε σκίτσο, που χρησιμοποιεί παραμετρική μοντελοποίηση. Βοηθά τους χρήστες 3D μοντέλων με υψηλό επίπεδο απόδοσης, που απορρέει από τις δυνατότητες ανάλυσης δεδομένων και τη διεπαφή χρήστη. Τα περισσότερα από 100 εργαλεία σχεδίασης και συναρμολόγησης της Onshape, διευκολύνουν ό, τι σχεδιάζετε [26].

Το Onshape χρησιμοποιεί το cloud για να αυξήσει την αποτελεσματικότητα στη διαδικασία σχεδιασμού για τους χρήστες, ενώ τα περισσότερα άλλα προγράμματα λογισμικού σχεδιασμού, εξακολουθούν να χρησιμοποιούν ένα θησαυροφυλάκιο αρχείων και δεν έχουν καθόλου συνεργασία. Επιπλέον, οι δημόσιες βιβλιοθήκες του Onshape προσφέρουν προ-σχεδιασμένα μέρη από τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν οι χρήστες [26].

Αν και το Onshape προσφέρει απόδοση και προσομοίωση υπάρχουν τρεις κύριες φάσεις στη διαδικασία σχεδίασης Onshape:

- Σκιαγράφηση (εργαλεία σε σκίτσο) [26].
- Δημιουργία (εργαλεία εκτός σχεδίου) [26].
- Συναρμολόγηση (εργαλεία συναρμολόγησης) [26].

Το Onshape, είναι ιδανικό για άτομα που σχεδιάζουν μηχανικά αντικείμενα, ειδικά για μηχανικούς. Η δημόσια βιβλιοθήκη ανταλλακτικών τους, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την εξοικονόμηση χρόνου κατά τη χρήση τυπικών ανταλλακτικών [26].

Τα εργαλεία αποθήκευσης και συνεργασίας αρχείων που βασίζονται στο cloud της Onshape επιτρέπουν επίσης, στους χρήστες να μοιράζονται έγγραφα με συναδέλφους και να δημιουργούν τις δικές τους εκδόσεις. Στη συνέχεια, είναι εύκολο να εργαστείτε σε έργα σε πραγματικό χρόνο [26].

12.1 Εργαλεία εντός σχεδίου

Τα εργαλεία μέσα σε σκίτσο, είναι αυτά που χρησιμοποιούνται όταν δημιουργείτε ένα σκίτσο. Χρησιμοποιούνται πριν από την εξώθηση, (Σε αυτό το πλαίσιο, το "extrude" σημαίνει να μετατρέψετε ένα σκίτσο σε αντικείμενο 3D). Τα εργαλεία σε σκίτσο βρίσκονται κατά μήκος της επάνω μπάρας όταν δημιουργείτε ή επεξεργάζεστε ένα σκίτσο [26]

Κάθε φορά που ξεκινάτε ένα έργο, είναι πολύ πιθανό ότι θα ξεκινήσετε με ένα σκίτσο και τα εργαλεία μέσα στο σκίτσο. Τα 2D μοντέλα που προκύπτουν, μπορούν στη συνέχεια να μετατραπούν σε τρισδιάστατα μοντέλα, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία «εκτός σχεδίου» [26].

Τα παρακάτω εργαλεία σκίτσων, καλύπτουν τις πιο απλές και βασικές μορφές σχεδίασης, όπως μια γραμμή, ορθογώνιο και κύκλο [26].

- **Δημιουργία σκίτσου:** Βρίσκεται στην άκρη δεξιά της επάνω μπάρας, αυτό το εργαλείο σας επιτρέπει να δημιουργήσετε ένα σκίτσο (σε 2D) σε επίπεδο [26].
- **Γραμμή:** Δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι μπορείτε να δημιουργήσετε γραμμές με αυτό το εργαλείο [26].
- **Ορθογώνιο:** Μπορείτε να επιλέξετε ανάμεσα σε μερικούς διαφορετικούς τύπους ορθογωνίων με αυτό το εργαλείο, συμπεριλαμβανομένου ενός ορθογωνίου κεντρικού σημείου (με κέντρο γύρω από ένα μόνο σημείο) ή ενός γωνιακού ορθογωνίου (που σχεδιάζεται από ένα γωνιακό σημείο) [26].
- **Πολύγωνο:** με αυτό το εργαλείο σας επιτρέπει να επιλέξετε πόσες πλευρές θέλετε να έχει το πολύγωνο. Υπάρχουν επίσης, δύο επιλογές για αυτό το εργαλείο: ένα πολύγραμμο πολύγωνο ή ένα εγγεγραμμένο πολύγωνο. Το πρώτο μπορεί να μετρηθεί από έναν εξωτερικό κύκλο, που αγγίζει όλα τα εξωτερικά σημεία, ενώ το δεύτερο μπορεί να μετρηθεί με έναν εσωτερικό κύκλο, που αγγίζει όλα τα εσωτερικά σημεία [26].
- **Κύκλος:** Το εργαλείο κύκλου σας επιτρέπει απλά να δημιουργήσετε έναν κύκλο στο σκίτσο σας γύρω από ένα κεντρικό σημείο [26].
- **Spline:** Το εργαλείο spline, σας δίνει ακανόνιστες καμπύλες γραμμές. Μπορείτε να αλλάξετε το spline, μετακινώντας τα σημεία γωνίας γύρω για να δημιουργήσετε το επιθυμητό σχήμα [26].
- **Διάσταση:** Αυτό το πολύ σημαντικό εργαλείο μετρά σκίτσα. Μπορείτε να διαστασιολογήσετε ένα σχήμα σκίτσου, για να βρείτε το μήκος ή τη γωνία μεταξύ δύο συνδεδεμένων γραμμών. Εναλλακτικά, μπορείτε να δείτε την απόσταση μεταξύ δύο φιγούρων, επιλέγοντας δύο σημεία [26].
- **In-sketch mirror:** Αντικατοπτρισμός σχημάτων σκίτσων σε μια γραμμή, είναι δυνατό με αυτό το εργαλείο. Λάβετε υπόψη σας ότι, όταν χρησιμοποιείτε αυτό το εργαλείο και μετά τον κατοπτρισμό ενός αντικειμένου, τυχόν αλλαγές που γίνονται από τη μία πλευρά θα συμβούν αυτόματα στην άλλη [26].

- **Μοτίβο σε-σκίτσο:** Το εργαλείο μοτίβου σε-σκίτσο είναι μια εξοικονόμηση χρόνου που σας επιτρέπει να δημιουργήσετε ένα μοτίβο σχημάτων [26].
- **Συμπτωματικό:** Ο περιορισμός σύμπτωσης μπορεί να ταιριάζει σημεία από διαφορετικές φιγούρες και να τα κάνει τα ίδια [26].
- **Παράλληλος:** Ο παράλληλος περιορισμός σκίτσων διασφαλίζει ότι δύο γραμμές σκίτσων παραμένουν παράλληλες [26].

12.2 Εργαλεία εκτός σχεδίου

Η δημιουργία αντικειμένων 3D είναι το επόμενο μέρος της διαδικασίας σχεδιασμού και όπου μπορείτε να δώσετε στο σχέδιό σας μια μορφή 3D κατάλληλη για εκτύπωση 3D. Τα εργαλεία εκτός σχεδίου, επίσης γνωστά ως εργαλεία "δημιουργία", βρίσκονται κατά μήκος της επάνω γραμμής όταν δεν βρίσκεστε σε λειτουργία σκίτσου [26].

Extrude: Αυτός είναι ο τρόπος που κάποιος μετατρέπει ένα 2D σκίτσο σε 3D μοντέλο. Μπορεί, να προσθέσει σε ένα αντικείμενο, να δημιουργήσει ένα νέο αντικείμενο, να κόψει και να αφαιρέσει κάτι από ένα αντικείμενο ή να τέμνει ένα αντικείμενο [26].

Revolve: Το περιστρεφόμενο εργαλείο, σας επιτρέπει να περιστρέφετε ένα σκίτσο γύρω από ένα σημείο, κάνοντας ένα μοντέλο 3D. Βασικά εξάγει ένα σκίτσο σε περιστρεφόμενο μοτίβο [26].

Sweep: Το εργαλείο σάρωσης χρησιμοποιείται για την εξώθηση ενός σχήματος σκίτσου κατά μήκος μιας διαδρομής, το οποίο είναι ιδανικό για προσαρμοσμένες και ακανόνιστες εξωθήσεις. Θα είστε σε θέση να επιλέξετε το σκίτσο που θα εξεταστεί και στη συνέχεια, επίσης τη διαδρομή κατά την οποία θα πρέπει να εξεταστεί [26].

Loft: Μπορείτε να συνδέσετε δύο κλειστά σχήματα σκίτσων που βρίσκονται σε διαφορετικά επίπεδα με αυτό το εργαλείο [26].

Κέλυφος: Το εργαλείο κελύφους προεξέχει ένα αντικείμενο και προσφέρει ρυθμιζόμενο πάχος των τοίχων και του πυθμένα [26].

Τρύπα: Αυτό το εργαλείο εξοικονόμησης χρόνου, σας επιτρέπει να παραλείψετε τη φάση του σκίτσου, για να κόψετε μια τρύπα μέσα από ένα αντικείμενο. Θα επιλέξετε το πρόσωπο που θέλετε να κόψει μια τρύπα και να αλλάξετε τις επιλογές μεγέθους και σχήματος, για να ταιριάζει στις ανάγκες σας [26].

Καθρέφτης: Αυτό το εργαλείο είναι παρόμοιο με το αντίστοιχό του στο σκίτσο, μόνο που λειτουργεί σε 3D. Το μόνο που κάνετε, είναι να επιλέξετε το αντικείμενο ή το χαρακτηριστικό και το επίπεδο καθρέφτη [26].

Πρότυπο: Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα μοτίβο αντικειμένων ή λειτουργιών με αυτό το εργαλείο και να επιλέξετε ανάμεσα σε ένα γραμμικό, κυκλικό ή καμπύλο μοτίβο [26].

Πρότυπο: Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα μοτίβο αντικειμένων ή λειτουργιών με αυτό το εργαλείο και να επιλέξετε ανάμεσα σε ένα γραμμικό, κυκλικό ή καμπύλο μοτίβο [26].

Plane: Το εργαλείο επιπέδου δημιουργεί ένα νέο επίπεδο. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι αεροπλάνων, συμπεριλαμβανομένων ακανόνιστων και μετατόπισης [26].

Διαχωρισμός: Εάν θέλετε να χωρίσετε ένα αντικείμενο χρησιμοποιώντας επίπεδα, θα επιλέξετε αυτό το εργαλείο, μετά το αντικείμενο και, στη συνέχεια, το επίπεδο. Αυτό το εργαλείο είναι ιδανικό για να χωρίσετε ένα μεγάλο αντικείμενο σε τρισδιάστατη εκτύπωση [26].

12.3 Εργαλεία συναρμολόγησης

Αυτά τα εργαλεία βρίσκονται στο τμήμα συναρμολόγησης ενός έργου, στην κάτω καρτέλα της οθόνης. Τα εργαλεία συναρμολόγησης βρίσκονται στην επάνω μπάρα των εργαλείων συναρμολόγησης [26].

Τα εργαλεία συναρμολόγησης, σε αντίθεση με τα εργαλεία σε σκίτσο, είναι μόνο σε 3D. Αυτά τα εργαλεία και οι δυνατότητες, σάς επιτρέπουν να συνδυάσετε και να χειριστείτε πολλά τρισδιάστατα μέρη για να σχηματίσετε έναν μηχανισμό ή ένα τελικό προϊόν. Αυτή η φάση της διαδικασίας σχεδιασμού, έρχεται μόνο όταν όλα τα τρισδιάστατα αντικείμενα σας έχουν σχεδιαστεί και είστε έτοιμοι να τα συναρμολογήσετε [26].

Εισαγωγή: Το εργαλείο συναρμολόγησης ένθετων, εισάγει διαφορετικά μέρη, είτε από τα στούντιο του έργου σας, είτε από τη δημόσια βιβλιοθήκη ανταλλακτικών που κατασκευάζονται από άλλους [26].

Fasten mate: Αυτό το χρήσιμο εργαλείο συναρμολόγησης συνδέει δύο αντικείμενα μεταξύ τους [26].

Revolute mate: Το revolute mate προσθέτει μια περιστρεφόμενη κίνηση σε ένα αντικείμενο [26].

Slider mate: Το εργαλείο slider mate δημιουργεί μια κάθετη κίνηση ολίσθησης, μεταξύ δύο τμημάτων [26].

Κυλινδρικό σύντροφο: Μπορείτε να δημιουργήσετε μια περιστρεφόμενη κίνηση πάνω από μια κάθετη ολισθαίνουσα κίνηση, με αυτό το εργαλείο. Αυτός ο τύπος κίνησης είναι η ίδια κίνηση με τη βίδα σε μια βίδα [26].

Ball mate: Το εργαλείο ball mate, σάς επιτρέπει να μοντελοποιήσετε μια κίνηση μπάλας και καπακιού. Αυτό το χαρακτηριστικό mate θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα, για να μοντελοποιήσει μια μπάλα σε μια ημι-σφαιρική δομή που επιτρέπει στην μπάλα να κινείται ελεύθερα και να την κρατά επίσης [26].

Σχέση μετάδοσης: Με αυτό το εργαλείο, αντί να επιλέξετε τις λειτουργίες mate, θα χρειαστεί να επιλέξετε τους περιστρεφόμενους «συντρόφους» των γραναζιών για να διαμορφώσετε μια σχέση γραναζιού. Μπορείτε επίσης, να κάνετε κλικ στο "Αναπαραγωγή" για να δείτε την κίνηση και να βεβαιωθείτε ότι οι κατευθύνσεις της κίνησης είναι ρεαλιστικές. [26]

Σχέση βίδας: Το χαρακτηριστικό συγκρότησης σχέσης βίδας είναι ιδανικό για μοντελοποίηση κίνησης βίδας. Αυτή η κίνηση, είναι βασικά μια κυλινδρική κίνηση, αλλά ταιριάζει με μια τρύπα με μεγαλύτερη ακρίβεια. Απλώς επιλέξτε ένα μοτέρ κίνησης για τη βίδα και την οπή για να ταιριάξετε. Στη συνέχεια, κάντε κλικ στο κουμπί αναπαραγωγής για να επιβεβαιώσετε ότι η κίνηση είναι σωστή [26].

12.4 Τα κύρια χαρακτηριστικά του Onshape

Το Onshape αδιαμφισβήτητα έχει πληθώρα δυνατοτήτων, όπως: ενσωματώσεις, διαχείριση δεδομένων, συνεργασία, ανταλλακτικά, ροή εργασίας, σχέδια, πίνακες υλικών, διαμόρφωση, συγκροτήματα, αναλυτικά στοιχεία, ενσωματώσεις, υποστήριξη και ασφάλεια. Είναι πολυλειτουργικό επιτρέποντας τη συνεργασία με άλλους χρήστες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ομάδες μπορούν να πειραματιστούν με εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού χωρίς να επηρεάσουν άλλους. Καθώς επίσης, σας επιτρέπει να βλέπετε τις αλλαγές άλλων χρηστών αμέσως γιατί η πλατφόρμα υποστηρίζει τη διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.ωσ. Σοβαρό πλεονέκτημα αποτελεί ότι δεν απαιτεί κάποια εργασία συντήρησης από τους χρήστες και οι ενημερώσεις προγραμμάτων κυκλοφορούν απευθείας στη διεπαφή ιστού [27].

Πρέπει να αναφερθεί ότι δεν επιτρέπει την αντιγραφή αρχείων, αλλά τα κοινοποιεί μέσω URL. Δηλαδή βασίζεται σε «σύννεφο», επιτρέποντας στους δημιουργούς να σχεδιάζουν από οποιαδήποτε συσκευή, είτε πρόκειται για υπολογιστή, tablet ή τηλέφωνο. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σχεδίων 2D και τρισδιάστατων μοντέλων. Για την εκμάθησή του, η εταιρεία παρέχει στους χρήστες οδηγούς και προδιαγραφές προγράμματος προκειμένου να κατανοήσουν τη βασική λειτουργία, ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν καλύτερα ολοκληρωμένα σχέδια, έτοιμα για εκτύπωση 3D. Τα αρχεία μπορούν να εξαχθούν, σε μορφές STL, DWG και DXT. Τέλος, υπάρχει διαθέσιμο σε αρκετές γλώσσες, όπως Αγγλικά, Γερμανικά, Κορεατικά και Κινέζικα, ώστε να μπορούμε να αλληλοεπιδρούμε παγκοσμίως με άλλες κοινότητες [27].

13 SelfCad

Με τη βοήθεια της τεχνολογίας, δηλαδή ενός υπολογιστή και του διαδικτύου, υπάρχει η δυνατότητα τρισδιάστατης σχεδίασης. Αυτό αντιπροσωπεύει και το SelfCAD. Κυκλοφόρησε το 2016. Το πρόγραμμα περιήγησής του είναι σε cloud και έχει ως βασίζεται σε πλέγμα πολυγώνου [28].

Ενώ το SelfCAD έχει σχεδιαστεί ειδικά για μαθητές. Ένα εκ των πολλών και μοναδικών χαρακτηριστικών του είναι η αυθεντικότητά του στον πραγματικό κόσμο. Με άλλα λόγια, η διαδικασία σε προγράμματα σχεδιασμού μηχανικού υψηλότερου επιπέδου, είναι ευκολότερη για όσους έχουν εμπειρία SelfCAD [28].

Είναι ένα ολοκληρωμένο λογισμικό που περιλαμβάνει όλα τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του λογισμικού 3D μοντελοποίησης [29]:

Τρισδιάστατη μοντελοποίηση, δημιουργία σχεδίων 3D, προετοιμασία εκτύπωσης, ύψος επιπέδου μοντελοποίησης, επεξεργασία πυκνότητας πλήρωσης, επεξεργασία ελέγχου ταχύτητας εκτύπωσης. Επιπλέον, το λογισμικό είναι εύκολο στη χρήση και μπορείτε να κατεβάσετε τον κώδικα g μόλις ολοκληρώσετε το σχέδιο. Επίσης, η λειτουργία δεν απαιτεί καμία εμπειρία και ακόμη και οι αρχάριοι μπορούν να αρχίσουν να χρησιμοποιούν το λογισμικό αμέσως. Ως αποτέλεσμα, το λογισμικό κάνει τους αρχάριους των 3D σχεδίων εκτύπωσης, σε ειδικούς σε πραγματικό χρόνο, σε χρόνο μηδέν [29].

Το SelfCAD οργανώνει την πλήρη ροή εργασίας εκτύπωσης, σε 3D εκτύπωση σε ένα τακτοποιημένο πακέτο. Στον πυρήνα του, το SelfCAD διαθέτει μια ισχυρή εφαρμογή μοντελοποίησης 3D, που επιτρέπει τον σχεδιασμό πολύπλοκων και τρισδιάστατων εκτυπώσιμων αντικειμένων [30].

Ένα έξυπνο περιβάλλον εργασίας χρήστη και ένα επίπεδο απλότητας Tinkercad σας επιτρέπει να χειρίζεστε σχέδια με τρόπο τόσο απλό, όπου σε όποιο επίπεδο και αν βρίσκεται κάποιος, να μπορεί να το χειριστεί. Επίσης, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε στις λειτουργίες σας ως πρότυπο, μια εικόνα δύο διαστάσεων την οποία θα φορτώσετε στο Tinkercad και έτσι πάντα θα υπάρχει μια αναφορά[30].

14 SolveSpace

Το SolveSpace είναι ένα δωρεάν εργαλείο μοντελοποίησης 3D ανοιχτού κώδικα με ενσωμάτωση CAM. Το SolveSpace, μπορεί να φαίνεται λίγο παλιό στην επιφάνεια, αλλά η διεπαφή χρήστη είναι πολύ εύκολη στην εκμάθηση και γρήγορη στην έναρξη και λειτουργία [31].

Το SolveSpace είναι εντελώς δωρεάν και διατίθεται σε διάφορες πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων των Windows, Mac και Linux [31].

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά, το SolveSpace είναι εξαιρετικά παρόμοιο με το Fusion 360 και στέκεται σχετικά καλά ως εναλλακτική λύση ανοιχτού κώδικα. Είναι ένα παραμετρικό πακέτο 3D μοντελοποίησης με περιορισμούς, 2D σκίτσο, λειτουργίες Boolean και επισκευή STL [31].

Το SOLVESPACE (GPLv3) είναι ένα παραμετρικό εργαλείο 3D CAD που διατίθεται και περιλαμβάνει [32]:

- **Μοντελοποίηση τρισδιάστατων τμημάτων:** σχεδίαση με εξώθηση, περιστροφές, έλικες και Boolean [32].
- **Μοντελοποίηση δισδιάστατων ανταλλακτικών:** αφού γίνει ο σχεδιασμός και εξαγάγετε DXF, PDF, SVG. χρησιμοποιήστε τρισδιάστατη συναρμολόγηση για να επιβεβαιώσετε την εφαρμογή [32].
- **Τρισδιάστατα τυπωμένα μέρη:** εξαγάγετε το STL ή άλλο τρίγωνο πλέγμα που αναμένεται από τους περισσότερους τρισδιάστατους εκτυπωτές [32].
- **Προετοιμασία δεδομένων CAM:** εξαγωγή 2d διανυσματικής τέχνης για μηχανή νερού ή μηχανή κοπής λείζερ. ή δημιουργήστε STEP ή STL, για εισαγωγή σε λογισμικό CAM τρίτων κατασκευαστών [32].

- **Σχεδιασμός μηχανισμού:** χρησιμοποιήστε το διαλυτικό περιορισμού για την προσομοίωση επίπεδων ή χωρικών συνδέσμων, με αρμούς ακίδων, σφαιρών ή ολίσθησης [32].
- **Επίπεδο και συμπαγής γεωμετρία:** αντικαταστήστε το τριγωνομετρία και τα υπολογιστικά φύλλα που επιλύονται με το χέρι με ένα ζωντανό σχέδιο διαστάσεων [32].

14.1 Περιβάλλον

Κατά την έναρξή του εμφανίζονται 2 παράθυρα: το κύριο παράθυρο σχεδίασης και ένα πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων. Στο παράθυρο σχεδίασης, υπάρχουν 3 επίπεδα αναφοράς συντεταγμένων, σχεδιασμένα με διακεκομμένες γραμμές τεταρτημόριων, με το επίπεδο XY να βλέπει στην οθόνη. Οι ενδείξεις αξόνων X, Y, Z είναι κάτω αριστερά, με κόκκινο, πράσινο και μπλε. Το πρώτο επίπεδο εργασίας χρήστη (που ονομάζεται "g002-sketch-in-plane"), στο οποίο θα είναι το πρώτο σας σχέδιο 2D, είναι συμπίεστο με το XY και επίσης εμφανίζεται. Θα πρέπει να αναφέρεται στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων [33].

Στη γραμμή εργαλείων υπάρχουν 4 ενότητες:

- 1ο: Εργαλεία σχεδίασης [33].
- 2ο: Περιορισμοί [33].
- 3ο: Εργαλεία ομάδας [33].
- 4ο: Προβολή στοιχείων ελέγχου [33].

Στο μενού είναι διαθέσιμες οι εντολές. Διατίθενται και με συντομεύσεις πληκτρολογίου. Είναι σε παρενθέσεις μετά τις εντολές τους σε αυτό το κείμενο [33].

14.2 Οπτική

Για να δείτε τα επίπεδα YZ και XZ, κάντε μεσαίο κλικ στο ποντίκι και σύρετε. Για μετακίνηση της προβολής, κάντε δεξί κλικ και σύρετε. Για μεγέθυνση, χρησιμοποιήστε το ποντίκι ή + και -. Για να επιστρέψετε σε μια κεντρική, κάθετη προβολή του ενεργού επιπέδου εργασίας (σε αυτό που εργάζεστε ή προεπιλεγμένο XY κατά την εκκίνηση), χρησιμοποιήστε την προβολή > Ευθυγράμμιση προβολής, στο επίπεδο εργασίας (W). Επιλέγοντας ένα σημείο και πατώντας F4, το κεντράρετε [33].

Ένα αντικείμενο επισημαίνεται με κίτρινο χρώμα (συμπεριλαμβανομένων των επιπέδων εργασίας) τοποθετώντας το ποντίκι πάνω του. Επιπλέον αν τοποθετήσετε το δείκτη του ποντικιού πάνω από τα εικονίδια της γραμμής εργαλείων, εμφανίζονται ετικέτες συμβουλών εργαλείων [33].

Επιλέγοντας ένα αντικείμενο (σημείο, γραμμή, πρόσωπο κ.λπ.) γίνεται κόκκινο. Κλικάροντας πολλά αντικείμενα επιλέγονται όλα. Επιλέξτε τα πάντα σε μια ορθογώνια περιοχή, κάνοντας αριστερό κλικ και σύροντας ένα πλαίσιο επιλογής. Κλικάροντας σε καινού ή χρησιμοποιώντας Esc (ή Επεξεργασία > Αποεπιλογή όλων) αποεπιλέγει όλα [33].

Το παράθυρο του προγράμματος περιήγησης ιδιοτήτων, εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με, σημεία, σχήματα και ενέργειες που έχουν ληφθεί, όπως οι συντεταγμένες ενός επιλεγμένου σημείου. Επίσης εκεί βρίσκονται οι ρυθμίσεις διαμόρφωσης. Ενεργοποιήστε το στο μενού Προβολή εάν δεν εμφανίζεται [33].

Η κορυφή του προγράμματος περιήγησης ιδιοτήτων έχει μια γραμμή εικονιδίων για εναλλαγή της ορατότητας των στοιχείων σχεδίασης, όπως αεροπλάνα εργασίας, κανονικά, σημεία, συμπαγή τμήματα μοντέλου, κρυφές γραμμές κ.λπ. [33].

Κάτω από τη γραμμή εικονιδίων στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων, στην αρχική οθόνη του (προσβάσιμο με τον αρχικό σύνδεσμο ή Escape) υπάρχει μια λίστα ομάδων. Όλο το σχέδιό σας θα υπάρχει σε τουλάχιστον 1 ομάδα. Περισσότερα για ομάδες αργότερα [33].

14.3 Έννοιες κατασκευής

Όλη η νοοτροπία είναι για απεικόνιση σε 3D. Υπάρχει όμως η δυνατότητα και για απεικόνιση σε 2D, αν είναι ενεργό ένα επίπεδο εργασίας ενώ τα σχεδιάζετε. Τι είναι επίπεδα εργασίας? Είναι απλά επίπεδα που χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση 2D αντικειμένων. Μπορείτε να έχετε όσα θέλετε [33].

Σχεδιάζονται ως σχήματα χρησιμοποιώντας αρχικά, τμήματα γραμμών και καμπύλες. Ενώ τα τρισδιάστατα αντικείμενα δημιουργούνται (πιο εύκολα), αφού πρώτα σχεδιάσετε αντικείμενα 2D, που λειτουργούν ως διατομές και εξωθώντας τα. Αλλά μπορείτε να σχεδιάσετε σε 3D, χωρίς το επίπεδο εργασίας [33].

Τα δισδιάστατα σχήματα 2D (δηλαδή τα περιγράμματα), μπορούν να κλείσουν (περικλείοντας ένα κενό διάστημα) ή να ανοίξουν (θα εμφανιστεί ένα μήνυμα "όχι κλειστό περίγραμμα"). Η πλειοψηφία αυτών των αντικειμένων δημιουργούνται με κλειστά περιγράμματα [33].

Με το ποντίκι - αριστερό κλικ και πατώντας μεταφορά , μπορείτε να σύρετε τα σημεία, τις γραμμές και τα περιγράμματα. Αυτό λειτουργεί ακόμη και σε περιγράμματα με περιορισμούς σε αυτά. Χωρίς, όμως, να παραβιαστούν οι περιορισμοί [33].

14.4 Σχέδιο

Ενεργοποιήστε το προεπιλεγμένο (g002) επίπεδο εργασίας εάν δεν είναι ήδη με το Σκίτσο> Στο Εργαλείο εργασίας (2), για 2D [33].

Επιλέγοντας Σκίτσο> Τμήμα γραμμής (S), αριστερό κλικ στο χώρο σχεδίασης, για να το ξεκινήσετε και δεξί κλικ για να το τερματίσετε, γίνεται ο σχεδιασμός γραμμής, για να σχεδιάσετε σχήματα πολλαπλών όψεων και γραμμές πολλαπλών τμημάτων [33]:

- 1 Μην τερματίσετε την πρώτη γραμμή, δημιουργήστε μια σειρά συνδεδεμένων γραμμών κάνοντας αριστερό κλικ σε κάθε κορυφή [33].

- 2 Η ολοκλήρωση γίνεται με έναν από τους 2 τρόπους [33]:
- Κλικάροντας με το αριστερό κουμπί στο σημείο εκκίνησης (τοποθετήστε το δείκτη μέχρι να επισημανθεί) για να κλείσετε το περίγραμμα [33].
 - Κλικάροντας με το δεξί κουμπί ή Escape στο τελευταίο σημείο για να αφήσετε το περίγραμμα ανοιχτό [33].

Για τη δημιουργία κύκλου, επιλέξτε το ανάλογο εργαλείο (C), και προσδιορίστε το κέντρο του, σύρετε την περιφέρεια και κάντε κλικ για να ολοκληρώσετε [33].

Κάνετε πρώτα ένα τόξο με το εργαλείο του (A), επιλέγοντας το σημείο που πρέπει να βρίσκεται το ένα άκρο, σύροντας προς το σημείο που πηγαίνει το άλλο άκρο και κλικάροντας. Ένα τόξο χρησιμοποιείται ως ημικύκλιο - αλλάζτε το μέγεθος / έκταση ή την ακτίνα του, μετακινώντας τα τελικά σημεία ή το κέντρο και σύρετέ το με τη γραμμή τόξου [33].

Τα σημεία δεδομένων (P) είναι παρόμοια με τα σημεία στο τέλος μιας γραμμής. Είναι χρήσιμα για την προσθήκη σε περιγράμματα για περιορισμούς [33].

Τα κανονικά πολύγωνα πρέπει να κατασκευάζονται με περιορισμούς. Και οι καμπύλες Bezier καλύπτονται αργότερα, στην ενότητα More Doing [33].

Υπάρχει πάντα η επιλογή να αλλάξετε όλα τα σχήματά σας, σύροντας τα σημεία και τις άκρες τους, με βασική προϋπόθεση να μην παραβιάζετε τους περιορισμούς. Γι αυτό περιορίστε ένα σημείο ή περίγραμμα, ή 2 τέτοια αντικείμενα που σχετίζονται, επιλέγοντας αυτό ή αυτά και επιλέγοντας τον περιορισμό που θα εφαρμοστεί [33].

14.5 Εξώθηση

Η εξώθηση δημιουργείται με τον εξής τρόπο: επιλέξτε «Νέα ομάδα εξώθησης» ενεργό σκίτσο (Shift-X). Η προεπιλογή είναι η εξώθηση από τη μία πλευρά του επιπέδου εργασίας του περιγράμματος. Δοκιμάστε το και περιστρέψτε την προβολή σας, για να δείτε το σχήμα της. Τα σημεία εξώθησης μπορείτε να τα σύρετε (και άκρα εκτός από κυλίνδρους), για να αλλαχθεί το μήκος εξώθησης. Δημιουργήθηκε μια νέα ομάδα για να περιέχει την εξώθηση και είναι ξεχωριστή από το περίγραμμα στο οποίο βασίζεται. Οι λεπτομέρειες εμφανίζονται στο πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων. (Και πάλι, πατήστε Esc ή τον αρχικό σύνδεσμο για να δείτε τη λίστα ομάδων.) Βρίσκεστε και σε λειτουργία 3D - επιλέξτε ένα επίπεδο εργασίας (π.χ. XY) και πατήστε 2 για 2D [33].

14.6 Ομάδες

Μπορείτε να οργανώσετε τα σχέδια σε ομάδες, τις οποίες δημιουργούνται με εντολές ή εργαλεία στο μενού Νέας ομάδας. Το Io ("g001- # αναφορές") περιέχει τα επίπεδα συντεταγμένων και την προέλευση και δεν αλλάζει. Οι επερχόμενες ομάδες, τακτοποιούν το ιστορικό των ενεργειών που

σχετίζονται με την ομάδα σας. Έτσι, θα σχεδιάσετε μια ομάδα, θα δημιουργήσετε μια νέα ομάδα, θα την σχεδιάσετε, θα δημιουργήσετε μια άλλη ομάδα κ.λπ. [33].

Χωρίς αμφιβολία οι ομάδες είναι χρήσιμες: αλλάζοντας ένα σχέδιο σε μια ομάδα, οι αλλαγές θα μεταδοθούν σε μεταγενέστερες ομάδες, σύμφωνα με τους περιορισμούς που δημιουργείτε και τυχόν εξαρτήσεις μεταξύ των ομάδων. Οι νεότερες ομάδες από την ενεργή δεν εμφανίζονται στο σχέδιο. Το ενεργό σχέδιο ομάδας είναι λευκό. Παλαιότερα εμφανίζονταν με καφέ χρώμα. Κλικάροντας στο όνομα μιας ομάδας στο πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων, εμφανίζονται οι ιδιότητές της και οι οντότητες που περιέχει. Μπορεί επίσης να μετονομαστεί ή να διαγραφεί [33].

14.7 Επίπεδα εργασίας

Τα επίπεδα εργασίας, ορίζονται από ένα σημείο προέλευσης και ένα κανονικό. Όταν είσατε σε δισδιάστατη σχεδίαση, το ενεργό περιβάλλον εργασίας, εμφανίζεται στο επάνω μέρος του προγράμματος περιήγησης ιδιοτήτων. Για να απενεργοποιήσετε ένα επίπεδο εργασίας, ενεργοποιήστε ένα διαφορετικό ή μεταβείτε σε 3D με το Σκίτσο> Οπουδήποτε σε 3D. Από για την άλλη πλευρά η ενεργοποίηση ενός επιπέδου εργασίας: επιλέξτε το στο παράθυρο σχεδίασης και χρησιμοποιήστε το Sketch> In Workplane ή κάντε την ομάδα που το περιέχει, ενεργή στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων και πατήστε W (ή 2) (δεν ισχύει για ομάδες εξώθησης) [33].

Τα επίπεδα εργασίας συνήθως, προκύπτουν δημιουργώντας νέες ομάδες, σε επίπεδα εργασίας, παράλληλα ή καθορισμένα από υπάρχουσες, ή καθορίζονται από υπάρχουσες τρισδιάστατες γραμμές [33].

Τα επίπεδα εργασίας δεν πρέπει να έχουν προέλευση, που να συμπίπτει με άλλες, ούτε να είναι συμπαγή, ούτε να είναι παράλληλα με τα επίπεδα συντεταγμένων [33].

14.8 Περιορισμοί

Ένας καλός τρόπος για να δημιουργήσετε σκίτσα και αντικείμενα, στο SolveSpace - παραμετρικές κατασκευές, είναι οι περιορισμοί. Τα σχέδια περιορίζονται, σε καθορισμένες και ακριβείς διαστάσεις, δηλαδή παραμέτρους, αντί για ανακριβείς, χειρόγραφα μεγέθη [33].

Αναμφίβολα είναι χαρακτηριστικά ενός μεμονωμένου στοιχείου, όπως: το μήκος μιας γραμμής ή σχέσεις μεταξύ σημείων, γραμμών, άκρων και σχημάτων που διέπουν τη συμπεριφορά τους. Εμφανίζονται με μοβ σύμβολα. Ο περιορισμός που δημιουργείται εξαρτάται από τον τύπο (εξ) των επιλεγμένων αντικειμένων για εντολές για πολλούς τύπους αντικειμένων (π.χ. γραμμή εναντίον κύκλου), [33].

Για τα περισσότερα από αυτά, επιλέγετε την οντότητα ή τις οντότητες που θα περιορίσετε και, στη συνέχεια, κάντε κλικ στην εντολή περιορισμού [33].

Περιορισμός απόστασης / διαμέτρου / μήκους (D): διορθώνει π.χ. το μήκος μιας γραμμής. Εμφανίζεται μια μοβ γραμμή διαστάσεων με αριθμητική τιμή. Κάντε διπλό κλικ στην τιμή για να την αλλάξετε [33].

Περιορισμός γωνίας (N): διορθώνει τη γωνία μεταξύ 2 διανυσμάτων (γραμμές / κανονικές). Ένα μοβ τόξο γωνίας με τιμή, δείχνει στη γωνία το τόξο, το οποίο μπορεί να μετακινηθεί. Κάντε διπλό κλικ για να αλλάξετε τη γωνία. Για να αλλάξετε τη ρύθμιση, σε συμπληρωματική γωνία, χρησιμοποιήστε Άλλη συμπληρωματική γωνία (U) [33].

Περιορισμός οριζοντίως (H) ή καθέτως(V): κάντε μια γραμμή ή 2 σημεία να παραμείνουν ευθυγραμμισμένα οριζόντια (ή κάθετα). Ένα μοβ H (ή V) θα εμφανιστεί δίπλα του. Επειδή αυτά είναι απλά για υπολογισμό, συνιστώνται αν είναι δυνατόν [33].

Περιορισμός παράλληλου / εφαπτόμενου (L): κάντε παράλληλη 2 γραμμές / κανονικά ή εφαπτόμενα 2 συνδεδεμένα τμήματα περιγράμματος. Τα μοβ ζεύγη γραμμών, θα εμφανίζονται γύρω από κάθε συμμετέχουσα γραμμή ή ένα μοβ T στη σύνδεση [33].

Περιορίστε κάθετα (I): κάντε 2 γραμμές κάθετα. Θα εμφανιστούν μοβ σύμβολα perp [33].

Σημείο περιορισμού στη γραμμή / καμπύλη / επίπεδο / σημείο (O): περιορισμός επιλεγμένου σημείου, στο δεύτερο επιλεγμένο αντικείμενο (άλλο σημείο, π.χ.). Μια μοβ κουκκίδα στα πράσινα σημεία, δείχνει το σημείο για μοβ κουτί γύρω από το σημείο για on-line / on-curve [33].

Περιορισμός συμμετρικά(Y): κεντράρει 2 σημεία ή τμήμα γραμμής σε μια γραμμή ή επίπεδο εργασίας, το οποίο συνάγεται εάν δεν επιλεγεί (βλ. Παρακάτω). Τα μοβ βέλη δείχνουν το ένα στο άλλο από κάθε σημείο [33].

Περιορισμός ίσου μήκους / γωνίας / ακτίνας (Q): Ο τύπος συνάγεται με βάση τους επιλεγμένους τύπους αντικειμένων - είναι δυνατοί πολλοί συνδυασμοί. Τα μοβ ομοιόμορφα σύμβολα εμφανίζονται πάνω τους [33].

Περιορισμός> Ίδιος προσανατολισμός (X): κάνει τους κανονικούς 2 αντικειμένων, να δείχνουν προς την ίδια κατεύθυνση (παράλληλος ή αντι-παράλληλος, όποιο είναι πιο κοντά). Επίσης, κλειδώνει την περιστροφή των αντικειμένων γύρω από τα φυσιολογικά τους. Οι 2 κανονικοί λαμβάνουν μοβ ετικέτες "X" [33].

Περιορισμός> Λόγος μήκους (Z): ορίζει την αναλογία του μήκους της 1ης επιλεγμένης γραμμής προς εκείνη της 2ης. Δείχνει μοβ ομοιόμορφα σημάδια συν την αναλογία [33].

Περιορισμός> Στο μεσαίο σημείο (M): διατηρεί το μεσαίο σημείο μιας γραμμής και ενός σημείου μαζί. Ένα μοβ "M" εμφανίζεται δίπλα στο σημείο [33].

14.9 Συμμετρία

Κατά την έναρξη δημιουργίας περιορισμών συμμετρίας, το SolveSpace θα επινοήσει έναν άξονα του επιπέδου εργασίας, ως τη γραμμή συμμετρίας εάν δεν έχει επιλεγεί. Για οποιονδήποτε

προσανατολισμό, τα σημεία ευθυγραμμίζονται περισσότερο (κάθετα / οριζόντια), ο επιλεγμένος άξονας θα είναι ο αντίθετος - π.χ. κάθετος άξονας για σημεία σχεδόν οριζόντια ευθυγραμμισμένα [33].

Κάποιες φορές, είναι σκόπιμο να δημιουργήσετε γραμμές, μόνο για κατασκευή για χρήση σε άξονες συμμετρίας. Δημιουργήστε μια γραμμή, επιλέξτε την και πατήστε G για να δημιουργήσετε μία [33].

14.10 Διαστάσεις

Λέγοντας διαστάσεις, εννοούμε: είτε περιορισμοί που καθορίζουν το μέγεθος των στοιχείων σκίτσων όπως σχεδιάζονται (π.χ. μήκος), είτε αναφορές που εμφανίζουν απλώς μεγέθη, καθώς αλλάζει το σχέδιο. Μην ξεχνάτε ότι στα περισσότερα μέρη, σταθερές διαστάσεις μπορούν να εισαχθούν ως αριθμητικές εκφράσεις [33].

14.11 SolveSpace (επιλυτής)

Χρησιμεύει στον έλεγχο των περιορισμών σε ένα σχέδιο. Αν είναι ασυνεπείς ή περιττοί ή δεν μπορούν όλοι να ικανοποιηθούν. Σε περίπτωση που το φόντο του παραθύρου σχεδίασης γίνει κόκκινο, αυτό σημαίνει, ότι ο περιορισμός σας δεν περνά το SolverSpace solver. Για αυτό είναι προτιμότερο να αναιρέσετε τον τελευταίο περιορισμό σας ή να δείτε το πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων, για μια λίστα περιορισμών που πρέπει να καταργήσετε για να προσπαθήσετε να επιλύσετε το πρόβλημα [33].

14.12 Εξώθηση

Πιο σωστή επιλογή είναι να δημιουργείτε συμμετρικές εξωθήσεις μεταξύ των επιπέδων, επειδή καθιστούν απλούστερα τα κατασκευαστικά μοντέλα και τους επόμενους περιορισμούς. Για την επίτευξη αυτού, θα ήταν συνετό να επιλέξετε μια ομάδα εξώθησης στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων και εν συνεχεία να επιλέξετε το σκίτσο εξώθησης επιπέδου: δύο όψεων. Σύροντας ένα σημείο ή μια άκρη (και έτσι το μέγεθος του σχήματος) στη μία πλευρά του επιπέδου συμμετρίας τότε θα μετακινηθεί το αντίστοιχο στην άλλη πλευρά [33].

Όταν κάνετε μια εξώθηση (για να κάνετε αντικείμενα πολλαπλών τμημάτων, π.χ.), μπορεί να συνδυαστεί με το υπόλοιπο μοντέλο είτε με μια ένωση boolean είτε με μια διαφορά. Αυτό είναι επιλέξιμο στο πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων, για την επιλεγμένη εξώθηση (στερεό μοντέλο ως: ένωση ή διαφορά) [33].

Όπως προαναφέρθηκε, οι λεπτομέρειες μιας ομάδας εξώθησης βρίσκονται στη σελίδα της στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων. Μπορείτε να μεταβάλλετε τα πράγματα σε αυτό το σημείο, όπως το χρώμα και τη αδιαφάνεια [33].

14.13 Τόρνοι

Η χρησιμότητά τους είναι σημαντική. Το συγκεκριμένο εργαλείο περιστρέφει τα σημεία σε περιγράμματα στην ενεργή ομάδα γύρω από έναν άξονα που επιλέγεται ρητά ή έμμεσα. Για τον άξονα, μπορείτε να επιλέξετε ένα τμήμα γραμμής ή ένα σημείο συν ένα κανονικό ή μια γραμμή παράλληλη προς τον επιθυμητό άξονα που περνά από αυτό το σημείο. Τα περιγράμματα που θα δημιουργούσαν μια επανάσταση που τέμνει τον εαυτό της θα αποτύχουν. Χρησιμοποιήστε το νέο ενεργό σκίτσο περιστρεφόμενης ομάδας (Shift-L) [33].

Όπως οι εξωθήσεις, ένας τόρνος παίρνει μια νέα ομάδα. Εμπεριέχονται λεπτομέρειες για το πρόγραμμα περιήγησης [33].

14.14 Εφαπτόμενα τόξα

Για να ακτινοβολήσετε μια γωνία όπου ενώνονται 2 γραμμές ή καμπύλες, επιλέξτε το γωνιακό σημείο και χρησιμοποιήστε Δημιουργία εφαπτομένου τόξου σε επιλεγμένο σημείο (Shift-A). Η γωνία κόβεται και διακόπτεται από ένα νέο τόξο που συνδέεται με τις γειτονικές γραμμές / καμπύλες. Σύρετε το κέντρο ή τα τελικά σημεία του για να αλλάξετε την ακτίνα. Μωβ παράσταση "T" στα τόξα. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καμπύλες Bezier [33].

Σε περίπτωση καθορισμού παραμέτρων εκ των προτέρων, χρησιμοποιήστε αυτήν την εντολή χωρίς επιλογή. Στη συνέχεια, μπορείτε να επιλέξετε (στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοκτησίας) για να ορίσετε μια ακτίνα αυτόματα ή σε μια σταθερή τιμή και αν θα διαγράψετε τις αρχικές γραμμές ή όχι, για όλα τα επόμενα εφαπτομενικά τόξα. Εάν δεν επιλέξετε να διαγράψετε πρωτότυπες οντότητες, θα αντικατασταθούν με γραμμές κατασκευής ή καμπύλες, στις οποίες θα μεταφερθούν οι περιορισμοί τους. Εάν επιλέξετε να διαγράψετε πρωτότυπα, οι περιορισμοί τους θα διαγραφούν επίσης [33].

Η παράλειψη του γωνιακού σημείου στο αρχικό σχήμα, η σχεδίαση ενός τόξου ξεχωριστά και ο περιορισμός του να βρίσκεται στα τελικά σημεία των παρακείμενων γραμμών θα δημιουργούσαν το ίδιο αποτέλεσμα. Αλλά ένα εφαπτόμενο τόξο είναι απλούστερο [33].

14.15 Διαχωρισμός καμπυλών

Ο συνδυασμός πολλαπλών 2D περιγραμμάτων δημιουργούν πολύπλοκα σχήματα. Επιλέγοντας 2 γραμμές, ή 2 καμπύλες, ή 1 κάθε μία, στα περιγράμματα που διασταυρώνονται μεταξύ τους και χρησιμοποιήστε διαχωρισμένες γραμμές / καμπύλες στη διασταύρωση (I). Τα αντικείμενα διέλευσης θα χωριστούν με ένα σημείο στη διασταύρωση. Σημειώστε ότι πρέπει να το κάνετε αυτό για κάθε crossover. Στη συνέχεια, μπορείτε να διαγράψετε τις νέες γραμμές εσωτερικού. Στην εικόνα εδώ, χρειάστηκαν 2 διαχωρισμοί [33].

Εάν επισημάνετε μια συμμετέχουσα γραμμή / καμπύλη, ως κατασκευή πριν από τη διάσπαση, τότε "αφήνεται πίσω" και με τυχόν περιορισμούς η διάσπαση, εφαρμόζεται σε ένα αντίγραφο αυτής, ως γεωμετρία μη κατασκευής [33].

14.16 Κείμενο

Έχετε τη δυνατότητα να προσθέσετε κείμενο στο σχέδιό σας (και περιορισμένο). Αυτή η δυνατότητα διατίθεται με 2 εντολές. [33]:

Ως πρώτη ορίζεται το εργαλείο σκιαγράφησης κειμένου TrueType (T). Με αυτό (μόνο σε 2D), επιλέξτε που πρέπει να πάει η επάνω και κάτω αριστερή γωνία του κειμένου. Καθώς μετακινείτε το δρομέα αφού κάνετε κλικ στο επάνω αριστερό σημείο, το SolveSpace θα σας δείξει τη γωνία και το μέγεθος του κειμένου. Όταν τοποθετηθεί, επιλέξτε το για να ορίσετε τη γραμματοσειρά και το κείμενο (εγκατεστημένο στο λειτουργικό σύστημα) στο Propertion Browser [33].

Ως δεύτερη ορίζεται ο περιορισμός σχολίων (;). Επιλέξτε το και κάντε κλικ στο σημείο όπου πρέπει να βρίσκεται το κέντρο του κειμένου. Θα κάνετε διπλό κλικ, για να πληκτρολογήσετε το κείμενο. Έχει το στυλ γραμμής ενός περιορισμού από προεπιλογή, το οποίο μπορείτε να αλλάξετε. Εάν δημιουργηθεί ενώ εργάζεστε σε 2D, προστίθεται στο ενεργό επίπεδο εργασίας. Εάν σε 3D, «επιπλέει», περιστρέφεται για να βλέπει την οθόνη όλη την ώρα [33].

14.17 Ανοχή χορδής

Στο SolveSpace υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργήσετε, καμπύλες, οντότητες ως ακολουθίες γραμμής ή τριγώνου. Σε περίπτωση που το πρόγραμμα επιβραδύνεται, δοκιμάστε να ορίσετε μια μεγαλύτερη ανοχή χορδών (στη διαμόρφωση στο πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων), το οποίο απέχει πολύ από την πραγματική καμπύλη είναι μια γραμμική προσέγγιση (σε%). Η ρύθμιση μέγιστων γραμμικών τμημάτων, περιορίζει πόσες γραμμές χρησιμοποιούνται για την προσέγγιση, αντιστρόφως ανάλογη με την απόδοση. Η αναφορά έχει περισσότερες λεπτομέρειες [33].

14.18 Καμπύλες Bezier

Για τη δημιουργία τους θα χρειαστείτε το εργαλείο (B) και επιλέγοντάς το με το ποντίκι, ξεκινάτε. Σε περίπτωση που θέλετε να προσθέσετε ενδιάμεσα σημεία καμπύλης (δημιουργία καμπύλης πολλαπλών τμημάτων), το επιτυγχάνετε με αριστερό κλικ. Και με κλικ για να το τερματίσετε. Αλλάζτε το σχήμα, με τα σημεία ελέγχου on-curve και off-curve. Η διαγραφή οποιουδήποτε σημείου στην καμπύλη διαγράφει ολόκληρη την καμπύλη [33].

Σε περίπτωση τερματισμού της καμπύλης, κάντε αριστερό κλικ στο σημείο εκκίνησης (αντί για δεξί κλικ), δημιουργείται μια περιοδική κλειστή καμπύλη. Λάβετε υπόψη ότι πρέπει να δημιουργήσετε 2 ενδιάμεσα σημεία καμπύλης (αριστερό κλικ) ,προτού το κάνετε. Μπορείτε να

περιορίσετε τα σημεία έναρξης και λήξης μιας ανοιχτής καμπύλης Bezier, ώστε να συμπίπτει μετά την ολοκλήρωση για να το κάνετε επίσης κλειστό περίγραμμα, αλλά δεν θα είναι περιοδικό [33].

14.19 Επιλογή & στυλ

Για να επιλέξετε όλα τα τμήματα περιγράμματος που είναι συνδεδεμένα, χρησιμοποιήστε το `Select> Edge Chain`, για σε μια σειρά, με το επιλεγμένο μέσω των τελικών σημείων. Αυτό είναι χρήσιμο για την εφαρμογή στυλ γραμμής [33].

Στυλ

Με στυλ γραμμής ορίζουμε τα χαρακτηριστικά των γραμμών που χρησιμοποιούνται για τη σχεδίαση οντοτήτων (συμπεριλαμβανομένου του κειμένου). Με δεξί κλικ> Εκχώρηση σε στυλ, σε μια επιλεγμένη γραμμή / καμπύλη για να εφαρμόσετε ένα προσαρμοσμένο στυλ σε αυτό (ή αφαιρέσετε ένα χωρίς στυλ). Έτσι ορίζεται ένα νέο στυλ στη διαδικασία. Στο πρόγραμμα περιήγησης φαίνονται οι λεπτομέρειες. Χρησιμοποιήστε επίσης, στυλ γραμμής εκεί για να δείτε, να αλλάξετε ή να δημιουργήσετε στυλ. Με αυτόν τον τρόπο μπορείτε να δημιουργήσετε, ακόμα να καταργήσετε, ένα προσαρμοσμένο στυλ σε πολλές οντότητες εισάγοντας τη σελίδα του στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων. Εν συνεχεία επιλέγοντας τις οντότητες και, σε επόμενο βήμα κλικάρτοντας στην επιλογή εκχώρηση σε στυλ. Τα προσαρμοσμένα στυλ αποθηκεύονται στο συγκεκριμένο αρχείο μοντέλου [33].

Η κατάληξη των αρχείων είναι `#def` στο όνομα. Οι αλλαγές που κάνετε σε αυτές αποθηκεύονται και χρησιμοποιούνται για όλα τα αρχεία σε αυτόν τον υπολογιστή [33].

Σε περίπτωση που το πλάτος της γραμμής έχει οριστεί σε pixel, το μέγεθός του σε σχέση με το μοντέλο αλλάζει κατά το ζουμ στο παράθυρο σχεδίασης (και για εξαγωγή). Αντιθέτως όταν ορίζεται σε χιλιοστά ή ίντσες, δεν είναι. Όλα τα προεπιλεγμένα στυλ καθορίζονται σε pixel [33].

14.20 Σχέδια & Μοντέλα - Εξαγωγή

Ένα σχέδιο μπορεί να αποθηκευτεί ως εικόνα, PDF ή αρχείο αντικειμένου. Υπάρχει μεγάλη γκάμα ρυθμίσεων ανοχής χορδών καθώς και μια ρύθμιση συντελεστή κλίμακας, για την εξαγωγή ματιών και περίπου 2D Προβολές και Ενότητες. Το έγγραφο αναφοράς έχει περισσότερες λεπτομέρειες [33].

Αρχείο> Εξαγωγή Bitmap αποθηκεύει ένα στιγμιότυπο οθόνης της τρέχουσας προβολής που βλέπετε(εκτός από τα εργαλεία) [33].

Αρχείο> Εξαγωγή 2D View δημιουργεί ένα PDF με ένα γραμμικό σχέδιο όσων βλέπετε, συμπεριλαμβανομένων των περιορισμών.

Εάν τα σχήματα στο PDF συμπληρώνονται σκοτεινά, απενεργοποιήστε την Εξαγωγή σκιασμένων 2D Τριγώνων στη διαμόρφωση εάν θέλετε μόνο τα περίγραμμά τους [33].

Για ελαχιστοποίηση των περιορισμών σε σχέση με τα σχήματα και τις γραμμές πιο λεπτές, στο PDF, πρέπει να γίνει μεγέθυνση στο σχέδιό σας πριν από την εξαγωγή [33].

Έτσι θα εξαχθούν τα στοιχεία που είναι ενεργοποιημένα με τη γραμμή εικονιδίων ορατότητας (στο Properties Browser) [33].

Αρχείο> Εξαγωγή 2D. Το τμήμα θα πρέπει να δημιουργήσει ένα PDF με ένα γραμμικό σχέδιο μιας ενότητας του μοντέλου στο επίπεδο εργασίας που επιλέγετε [33].

Αρχείο> Εξαγωγή Wireframe ή Triangle Mesh ή Surfaces θα εξάγει τρισδιάστατα μοντέλα είτε ως wireframe είτε στερεά με επιφάνειες. Το wireframe μπορεί να είναι STL ή DXF. Οι σταθερές επιλογές είναι STL, OBJ ή Three.js για πλέγματα ή NURBS STEP για επιφάνειες [33].

Εναλλακτικός τρόπος για λήψη διαστάσεων (επισημαίνεται στο 2D Sketching Tutorial απογείωσης σε μια 2D εξαγωγή ενός μοντέλου με περιορισμούς που δυσκολεύουν την προβολή είναι να προσθέσετε ένα επίπεδο για αυτά [33]:

- Δημιουργία αρχικά νέας ομάδας στο νέο επίπεδο εργασίας (Shift-W), παράλληλα με το επιθυμητό επίπεδο εργασίας [33].
- Ενεργοποίηση της μεταχείρισης όλων των διαστάσεων ως αναφοράς για τη νέα ομάδα [33].
- Δημιουργία περιορισμών απόστασης για τις απαιτούμενες γραμμές διαστάσεων στη νέα ομάδα [33].
- Απόκρυψη περιορισμών στις ομάδες σχεδίασης και εξαγωγή [33].

14.21 Γεωμετρία κατασκευής

Αυτός ο τύπος γεωμετρίας δεν εξάγεται στα δεδομένα CAM και βρίσκεται στο σχέδιο αλλά δεν προορίζεται να αποτελέσει μέρος του τελικού προϊόντος. Αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ως άξονες συμμετρίας ή άλλες λειτουργίες, ή οδηγοί για να σας βοηθήσουν να δημιουργήσετε πραγματικά μέρη σχεδίασης [33].

Για τη δημιουργία, αρχικά σχεδιάζετε ένα κανονικό περίγραμμα και χρησιμοποιήστε το Toggle Construction (G). Θα γίνει αλλαγή χρώματος σε πράσινο. Με συγκεκριμένες λειτουργίες μπορεί να επιτευχθεί και αυτόματα. Εάν σχεδιάζετε σε ένα επίπεδο εργασίας που δεν σχετίζεται με μια ομάδα, τα σχήματα θα είναι γεωμετρία κατασκευής από προεπιλογή [33].

14.22 Μετάφραση

Για να δημιουργήσετε αντίγραφα του σχεδίου στην ενεργή ομάδα τα οποία έχουν ομοιόμορφα διαστήματα, χρησιμοποιήστε τη Νέα ομάδα> Μετάφραση βημάτων (Shift-T). Αλλάξτε τον αριθμό

των παρουσιών (μεταφράστε το αρχικό σκίτσο: επανάληψη) στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοτήτων είτε το πρωτότυπο βρίσκεται στη μέση (2 όψεων) ή στο τέλος (1 όψη). Σε περίπτωση μιας όψης, έχετε την επιλογή με τι θα ξεκινήσετε: πρωτότυπο ή όχι [33].

Το 1ο αντίγραφο σε σχέση με το πρωτότυπο μπορείτε να το μετακινήσετε και τυχόν επιπλέον αντίγραφα θα μετακινηθούν. Επίσης, με την ίδια μετατόπιση μπορείτε να μεγεθύνεται αναλογικά με τον αριθμό αντιγράφων τους. Με αυτόν τον τρόπο το 2ο αντίγραφο θα μετακινηθεί δύο φορές όσο μετακινείτε το 1ο, το 3ο 3 φορές έως ότου κλπ. - δοκιμάστε να το δείτε. Μπορείτε να μετακινήσετε οποιοδήποτε αντίγραφο για να τα μετακινήσετε όλα. Και αν μετακινήσετε ή αλλάξετε το πρωτότυπο, τα αντίγραφα θα μετακινηθούν ή θα αλλάξουν μαζί του [33].

Εάν περιορίσατε το πρωτότυπο πριν το βήμα, οι περιορισμοί δεν θα αντιγραφούν απαραίτητα. Σε περίπτωση ενεργού προγράμματος, τα αντίγραφα θα περιοριστούν σε αυτό. Διαφορετικά θα είναι ελεύθεροι στο διάστημα (αλλά εξακολουθούν να βρίσκονται στη γραμμή αντιγράφων τους). Ακόμα κι αν σε 3D, ο προσανατολισμός τους παραμένει ο ίδιος με τον πρωτότυπο. Και, το πιο σημαντικό, δεν μπορείτε να εξωθήσετε αντίγραφα που έχουν αναβαθμιστεί σε 3D [33].

14.23 Περιστροφή

Αυτό καθιστά τα αντίγραφα της ενεργής ομάδας σε κυκλική απόσταση γύρω από έναν επιλεγμένο άξονα. Επιλέγοντας ένα σημείο από το οποίο θα περάσει και μια κατεύθυνση στην οποία θα είναι παράλληλη, όπως μια γραμμή ή μια κανονική, επιλέγεται και ο άξονας. Σε περίπτωση που το επίπεδο εργασίας είναι ενεργό, μπορείτε απλώς να επιλέξετε ένα σημείο και ο άξονας θα είναι μέσω αυτού, παράλληλα με το κανονικό του επιπέδου εργασίας [33].

Είναι η ίδια διαδικασία με τη μετάφραση. Η κίνηση των αντιγράφων δεν είναι γραμμική, αλλά ομοιόμορφα τοποθετημένη κατά μήκος ενός κύκλου, όπου βρίσκεται και το πρωτότυπο, με επίκεντρο τον επιλεγμένο άξονα περιστροφής [33].

Σημειώστε ότι, με τη μετάφραση και την περιστροφή, η απόσταση των αντιγράφων μπορεί να γίνει ακριβής με περιορισμό (απόσταση ή γωνία, αντίστοιχα) [33].

14.24 Περιοχή & Όγκος - Μέτρηση

Υπάρχουν εντολές για τη μέτρηση των περιοχών περιγράμματος και όγκων στερεών στο μενού Ανάλυση. Η λειτουργία είναι διαθέσιμη σε ολόκληρη την ενεργή ομάδα. Σε περίπτωση που το σχέδιο περιέχει καμπύλες, προσεγγίζονται με γραμμές ή τρίγωνα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η μέτρηση είναι κατά προσέγγιση. Μπορεί βέβαια να μειωθεί το σφάλμα με τον καθορισμό χαμηλότερης ανοχής χορδών για καμπύλες στη διαμόρφωση (στο Πρόγραμμα περιήγησης ιδιοκτησίας) [33].

15 DesignSpark mechanical

Το DesignSpark Mechanical, βασίζεται στο 3D CAD SpaceClaim και συντηρείται από την RS Components. Συχνά αναφέρεται ως "AutoCAD με προϋπολογισμό", καθώς μοιράζεται ορισμένες από τις βασικές δυνατότητες του AutoCAD [34].

Είναι δωρεάν λογισμικό, αν και απαιτούνται μερικά πρόσθετα επί πληρωμή για εργασία με μορφές αρχείων STEP και IGES, καθώς και για τη δημιουργία 2D κατασκευαστικών σχεδίων. Φαίνεται και αισθάνεται σαν ένα πραγματικό πρόγραμμα CAD. Μια διαισθητική διεπαφή χρήστη, η αυτόματη δημιουργία χρεώσεων υλικών και η πρόσβαση σε μια μεγάλη διαδικτυακή βιβλιοθήκη προκατασκευασμένων στοιχείων, καθιστούν το DesignSpark Mechanical ιδανικό για αρχάριους [34].

Χρησιμοποιεί επίσης, άμεση μοντελοποίηση αντί παραμετρικής, η οποία είναι ένα άλλο πλεονέκτημα για αρχάριους. Ένα μειονέκτημα είναι, ότι δεν υπάρχει ενοποίηση CAM ή CAE, αν και το DesignSpark εξάγει μοντέλα ως αρχεία STL. Η διαδικτυακή υποστήριξη είναι εκτεταμένη, με πολλούς οδηγούς και οδηγούς αντιμετώπισης προβλημάτων, εκτός από το φόρουμ χρηστών του DesignSpark [34].

15.1 DesignSpark Mechanical - Βασικά χαρακτηριστικά

Στις υπάρχουσες ροές εργασίας σχεδιασμού - Ομαλή ενσωμάτωση [35]:

Τα δωρεάν σχεδιαστικά εργαλεία και οι πόροι διατίθενται σε μία ευρεία γκάμα, με ως αποτέλεσμα μεταφέρει τις ιδέες σας μέχρι την τελική παραγωγή [35].

Είτε η αναζήτησή σας αρκείται σε ένα μόνο εργαλείο σχεδιασμού, μια σειρά τεχνικών πληροφοριών ή ένα ολοκληρωμένο σύστημα σχεδιασμού, το πλήρες πλαίσιο του λογισμικού, μπορεί να ενσωματωθεί απρόσκοπτα στην υπάρχουσα ροή εργασιών σχεδιασμού σας [35].

Αποκτήστε πρόσβαση στη βιβλιοθήκη τρισδιάστατων μοντέλων [35]:

Εισαγάγετε ή αποθηκεύστε τρισδιάστατα μοντέλα, από ποικιλία προμηθευτών σε μορφή RSDOC για χρήση στα υπάρχοντα σχεδιαστικά έργα DesignSpark Mechanical και επιταχύνετε τη διαδικασία σχεδιασμού σας [35].

Δημιουργήστε Bill-of-Materials και λάβετε άμεσα online προσφορές [35]:

Δημιουργήστε ένα BoM αμέσως με το πάτημα ενός κουμπιού και λάβετε προσφορές με ζωντανές πληροφορίες, σχετικά με τις τιμές και τα αποθέματα, μέσω των διαδικτυακών ιστό τόπων της RS ή της Allied Electronics [35].

Το έργο σας μπορεί να επιτευχθεί με μια ποικιλία τυποποιημένων μορφών αρχείων [35]:

Εύκολα γίνεται συνεργασία (3D PDF). Επίσης μπορείτε να ανταλλάξετε αρχεία με άλλο λογισμικό MCAD (συμπεριλαμβανομένων των STL, SKP, OBJ, AutoCAD DXF κ.λπ.) ή για εκτύπωση του έργου χρησιμοποιώντας έξοδο STL [35].

Έχετε τη δυνατότητα των δικών σας τεχνικών σχεδίων με πλήρη GD&T και υποστηρίζετε σχολιασμούς.

Οι μορφές αρχείων για την εργασία σας είναι STEP & IGES. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω των πρόσθετων λειτουργιών επί πληρωμή [35].

Ο κορυφαίος συνεργάτης φιλοξενίας στην αγορά [35]:

Αυτή η υπηρεσία παρέχεται σε συνεργασία με την TraceParts S.A. που είναι ο κορυφαίος προμηθευτής ψηφιακού περιεχομένου 3D για εφαρμογές εφαρμοσμένης μηχανικής [35].

Επιλογές προσαρμογής [35]:

Μπορείτε να κάνετε τροποποιήσεις για την βελτίωση της παραγωγικότητάς σας. Αυτές οι τροποποιήσεις περιλαμβάνουν τις συντομεύσεις, εντολών, τις προβολές σχεδίασης, την απόδοση, το συνδυασμός χρωμάτων εφαρμογών και τη διεπαφή, [35].

Εργαλεία μέτρησης και ποιότητας:

Έχουν δημιουργηθεί τόσα εργαλεία για την ανάλυση της γεωμετρίας, για το μέγεθος και το σχημάτων σωμάτων αλλά και την ποιότητα, που όλα επιτυγχάνονται γρήγορα και εύκολα. [35].

Εξελιγμένο σχέδιο:

Για τη δημιουργία περίπλοκων σχεδίων, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε: εξισώσεις, ειδική τρισδιάστατη λειτουργία σκίτσων και περιορισμούς [35].

Ρεαλιστική απεικόνιση [35]:

Επιτυγχάνεται αν χρησιμοποιήσετε γραφικά διαφορετικού στυλ, τα οποία είναι στη διάθεσή σας στο πεδίο Εμφάνιση.[35].

16 Rhino

Το Rhino είναι ένα εμπορικό λογισμικό μοντελοποίησης 3D βασισμένο στο NURBS που στοχεύει κυρίως στη βιομηχανική σχεδίαση και την αρχιτεκτονική, με κλάδους στην αυτοκινητοβιομηχανία και στη θαλάσσια σχεδίαση καθώς και στην αντίστροφη μηχανική. Η μοντελοποίηση που βασίζεται στο NURBS, επιτρέπει στο χρήστη να επιτύχει πολύ περισσότερα οργανικά σχήματα, καθώς κάθε επιφάνεια μπορεί να επεξεργαστεί μέσω σημείων ελέγχου (αλλά αυτό καθιστά δυσκολότερο από το SolidWorks να τροποποιήσει ξανά μόλις ολοκληρωθεί) [36].

Τα αρχεία ρινόκερου, χρησιμοποιούνται για την περιγραφή μοντέλων με βάση τη γεωμετρία NURBS. Το NURBS, ή μη ομοιόμορφη ορθολογική βάση spline, είναι μια μέθοδος

αναπαράστασης, καμπυλών, επιφανειών σε μοντέλα, η οποία το καθιστά ιδανικό για το σχεδιασμό και την τρισδιάστατη εκτύπωση πραγματικών αντικειμένων [37].

16.1 Πλαίσιο λογισμικού / αγωγών - Επισκόπηση:

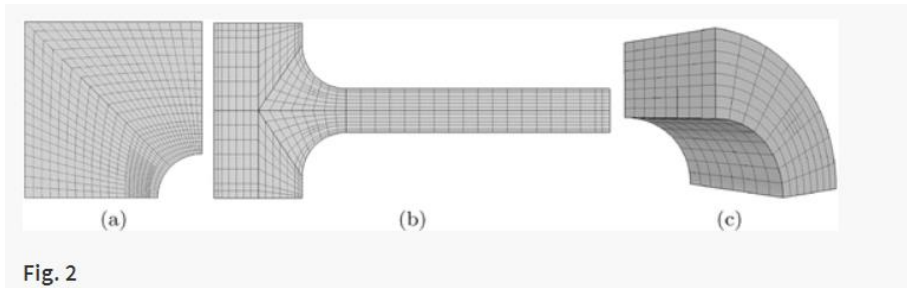
Για τη ενσωμάτωση Rhino - Abaqus, το πλαίσιο χρησιμοποιεί το Rhino με το T-spline plugin, για να δημιουργήσει και να χειριστεί τις γεωμετρίες T-spline και χρησιμοποιεί το Abaqus, για ανάλυση μέσω των υπορουτινών στοιχείων χρήστη (UEL / UELMAT). Το πλαίσιο ενσωματώνει δύο αυτο-ανεπτυγμένες προσθήκες, το Rhino plugin στα γκρι και μπλε μπλοκ και το Abaqus plugin στο κόκκινο μπλοκ. Απαιτείται το ακόλουθο λογισμικό [38]:

- Rhinoceros 3D, έκδοση 5 ή νεότερη [38].
- Autodesk T-splines Plugin for Rhino, έκδοση 3.4 ή νεότερη [38].
- SIMULIA Abaqus Unified FEA, έκδοση 6.0 ή νεότερη [38].
- Intel FORTRAN, έκδοση 11 ή νεότερη [38].

Με την προσθήκη Rhino, καθορίζεται το πρόβλημα BVP(Boundary value problem) και η γεωμετρία είναι προ επεξεργασμένη, καταλήγοντας σε αρχεία εισαγωγής Abaqus. Αναλόγως τη σχεδίαση (2D ή 3D), έχετε το δικαίωμα της επιλογής εάν θα κατασκευάσουν ογκομετρικά T-splines. Στην περίπτωση 2D, ένα αρχείο Rhino.iga μετατρέπεται απευθείας σε αρχείο Abaqus.inp και αρχείο.bezier. Στην περίπτωση 3D, τα αρχεία TSM αποθηκεύονται και μετατρέπονται στο αρχείο STSP για την ογκομετρική κατασκευή T-spline και στη συνέχεια δημιουργείται το αρχείο Abaqus.inp και το αρχείο.bezier για ανάλυση. Αφού το Abaqus plugin ολοκληρώσει την ανάλυση, μια συνάρτηση μετά την επεξεργασία καλείται στο Abaqus plugin για τη δημιουργία του αρχείου .odb για οπτικοποίηση. Βάσει αποτελεσμάτων, μπορείτε να βελτιώσετε ή να τροποποιήσετε τη γεωμετρία[38].

16.2 Προδιαγραφή BVP – Πώς παράγετε γεωμετρία

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα - λογισμικό, υποστηρίζει T-splines επιφανειακά, αλλά και ογκομετρικά. Επειδή η μοντελοποίηση γίνεται μόνο σε επιφάνειες, οι σπινθήρες είναι απαραίτητο να υποβληθούν σε διαδικασία μετατροπής, για να γίνουν ογκομετρικοί T-σπίνες. Για την ώρα, έχετε στην κατοχή σας μόνο δύο τύπους ογκομετρικών γεωμετριών T-spline. Πρώτον: μια τρισδιάστατη γεωμετρία που δημιουργήθηκε με σάρωση επιφανείας T-spline επιφανείας, Δεύτερον: η γεωμετρία με τοπολογία κύβου μηδενικού, που μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας τη μέθοδο παραμετρικής χαρτογράφησης. Παρακάτω στην εικόνα φαίνονται τρία μοντέλα επιφανείας T-spline σχεδιασμένα στο Rhino. (α) και (β) δείχνουν 2D ανοιχτές επιφάνειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση απευθείας ή να μετατραπούν σε ογκομετρική T-spline μέσω σάρωσης. (γ) δείχνει μια δομή με τοπολογία μηδενικού γένους και έξι επιθέματα, τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε ογκομετρική T-spline μέσω παραμετρικής χαρτογράφησης [38].



(στιγμιότυπο οθόνης από : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40827-9_21 [38]).

Η εφαρμογή των οριακών συνθηκών γίνεται μόνο σε σχετικά σημεία ελέγχου. Στο βήμα πριν από την επεξεργασία, το πρόσθετο Rhino εξάγει τις πληροφορίες αυτών των σημείων ελέγχου και γράφει στο αρχείο Abaqus.inp. Γίνεται χρήση συνόλων κόμβου επιλογής T-Spline, για να επιλέξουμε τα επιθυμητά σημεία ελέγχου. Η πλατφόρμα περιορίζεται προς το παρόν στον καθορισμό όρων Dirichlet, αλλά η επέκταση σε άλλες οριακές συνθήκες είναι απλή. Για τις ιδιότητες του υλικού, υποστηρίζονται απλές ιδιότητες ιστροπικού υλικού προς το παρόν. Οι χρήστες μπορούν να καθορίσουν το Young's Modulus E και το Poisson's Ratio ν [38].

16.3 Μορφή δεδομένων TSM

Το αρχείο .TSM προήλθε από τη δομή δεδομένων "half edge", που περιέχει παραμετρικές και φυσικές πληροφορίες ενός πλέγματος ελέγχου T-spline (T-mesh) [38].

Link {previous, next, opposite, vertex, face, edge, type}: Οι σύνδεσμοι συνδέουν την τοπολογία μιας επιφάνειας μαζί. Κάθε, άκρο, πρόσωπο ή κορυφή, αναφέρεται σε έναν σύνδεσμο για τον προσδιορισμό της θέσης του. Οι 3 πρώτες τιμές δείχνουν το αναγνωριστικό, των προηγούμενων, επόμενων και αντίθετων συνδέσμων [38].

Vertex {link, direction}: Η κορυφή είναι η προέλευση ενός συνδέσμου. Η κατεύθυνση που δείχνει ο σύνδεσμος μακριά από την κορυφή αποθηκεύεται ως μία από, τη Βόρεια (B), Νότια (N), Ανατολική (E) και Δυτική (Δ) [38].

Grip {x, y, z, weight}. Μια λαβή, ισοδύναμη με ένα σημείο ελέγχου, ορίζεται από τις συντεταγμένες x , y , z και το βάρος της. Μια λαβή μπορεί να είναι μητρική, μιας ή περισσότερων άλλων λαβών. Αυτό το είδος λαβών είναι επίσης γνωστό ως σύνθετες λαβές [38].

Face {start link, flag}: Μια πλευρά χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση ενός στοιχείου, στο πλέγμα T και ορίζεται από έναν σύνδεσμο έναρξης και μια σημαία. Η συνδεσιμότητα ενός προσώπου, δίνεται από τον αριστερόστροφο κύκλο συνδέσμων στα σύνορά του, ξεκινώντας από τον αρχικό σύνδεσμό του. Η σημαία μιας πλευράς, αποθηκεύει διάφορες ιδιότητες αυτού του προσώπου, όπως εάν το πρόσωπο είναι κρυμμένο ή όχι [38].

Άκρη {link, interval}. Ένα άκρο συνδέει κορυφές στο πλέγμα T. Ορίζεται από έναν σύνδεσμο και ένα διάστημα. Ο σύνδεσμός του, είναι ένας από τους δύο συνδέσμους που τρέχουν κατά μήκος του, ενώ το «διάστημα» είναι το παραμετρικό του μήκος [38].

16.4 Μορφή και μετατροπή δεδομένων STSP / VTSP

Η δομή δεδομένων .STSP / .VTSP είναι αποτελεσματική στην αποθήκευση επιφανειακών και ογκομετρικών πληροφοριών T-spline. Αυτή η δομή δεδομένων, έχει σχεδιαστεί ειδικά για την ευκολία της εξαγωγής διανυσμάτων κόμβων. Είναι συμπαγές, συνοπτικό και εύκολο στην ερμηνεία και ταιριάζει στο εμπορικό λογισμικό. Η μορφή δεδομένων μας περιέχει δύο τύπους δεδομένων, τα δεδομένα σημείου ελέγχου και τα δεδομένα στοιχείων. Το πρώτο περιέχει τις βασικές πληροφορίες των σημείων ελέγχου T-spline και το δεύτερο περιέχει συνδεσιμότητα, παραμετρικό μήκος, συνδέσεις T και διπλούς κόμβους στο στοιχείο[38].

- **Σημείο ελέγχου {x, y, z, weight, type}**. Ένα σημείο ελέγχου ορίζεται από τις συντεταγμένες, x, y, z, βάρος και τύπο. Για τον τύπο, χρησιμοποιούμε το 0 για την αναπαράσταση, του κανονικού κόμβου, 1 για τον διπλό κόμβο, 2 για τον κόμβο T-junction και 3 για τον εξαιρετικό κόμβο[38].
- **Στοιχείο {Corner ID1-4, Parametric Length1-2, T-junction ID1-4, Number of Duplicated Nodes, (Duplicated Node ID, Associated Corner, Relative Location) 1 – totalnumber}**. Οι πρώτες τέσσερις τιμές, είναι οι δείκτες των τεσσάρων γωνιών αυτού του στοιχείου. Οι επόμενες δύο τιμές, καθορίζουν το παραμετρικό μήκος των άκρων. Οι ακόλουθες τέσσερις τιμές, είναι οι δείκτες διασταύρωσης T για κάθε άκρο. Εάν υπάρχει διασταύρωση T στη μία άκρη, καταγράφουμε τον δείκτη του στην αντίστοιχη θέση, αλλιώς βάζουμε το "-1" εκεί. Μετά τις διασταυρώσεις T, η επόμενη τιμή δείχνει τον συνολικό αριθμό των διπλών κόμβων, που είναι 5 για ένα στοιχείο γωνίας και 2 για ένα στοιχείο ακμής. Οι υπόλοιπες τιμές, καθορίζουν τη σχετική θέση των διπλών κόμβων σε σχέση με τη σχετική γωνία αυτού του στοιχείου. Ένας διπλός κόμβος, έχει τρεις διαδοχικές τιμές, τον παγκόσμιο δείκτη, τη γωνία στο πλέγμα T στο οποίο ανήκει και τη σχετική θέση αυτού του κόμβου στη γωνία[38].

16.5 Ογκομετρική κατασκευή T-Spline

Μετά τη μετατροπή δομής δεδομένων, εκτελούμε ογκομετρική κατασκευή T-spline, χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο παραμετρικής χαρτογράφησης. Ο αλγόριθμος προσδιορίζει πρώτα τους οκτώ γωνιακούς κόμβους στην οριακή επιφάνεια και μετά χαρτογραφεί το επιφανειακό έμπλαστρο σε έναν κύβο μονάδας. Ο εσωτερικός τομέας υποδιαιρείται προσαρμοστικά, χρησιμοποιώντας την υποδιαίρεση οκτάρι έως ότου κάθε πλευρά ή άκρη να περιέχει το πολύ μία διασταύρωση T. Δύο οριακά στρώματα, εισάγονται μεταξύ των αποτελεσμάτων ορίου εισόδου και υποδιαίρεσης χρησιμοποιώντας την τεχνική μαξιλαριού για τη διατήρηση της αναπαράστασης ορίου εισόδου. Στη συνέχεια, τα πρότυπα εφαρμόζονται γύρω από εξαιρετικούς κόμβους για τη δημιουργία ενός έγκυρου πλέγματος T. Τέλος, τα διανύσματα κόμβων εξάγονται και κατασκευάζονται ογκομετρικοί T-spline[38].

16.6 Abaqus IGA (isogeometric analysis) και οπτικοποίηση

Με την επιφανειακή ή κατασκευασμένη ογκομετρική T-spline, η προσθήκη δημιουργεί ένα αρχείο Abaqus.inp και ένα αρχείο a.bezier. Το αρχείο Abaqus.inp, περιέχει συντεταγμένες σημείου ελέγχου T-spline, συνδεσιμότητα στοιχείων και πληροφορίες BVP. Το αρχείο.bezier, είναι η αυτοκαθορισμένη μορφή αρχείου που περιέχει πληροφορίες σχετικά με το βάρος του σημείου ελέγχου T-spline και τους χειριστές της Bézier. Και τα δύο αρχεία διαβάζονται στο UELMAT μέσω του User EXTERNAL DataBase (UEXTERNALDB) στο Abaqus. Το UELMAT που βασίζεται στο T-spline χρησιμοποιεί τον τελεστή Bézier για να υπολογίσει τις λειτουργίες βάσης T-spline, στη συνέχεια χτίζουμε τον πίνακα ακαμψίας και τον φορέα δύναμης για την ανάλυση[38].

17 Siemens NX

Το Siemens NX είναι ένας παραμετρικός συμπαγής μοντελοποιητής, που προσφέρει τόσο μοντελοποίηση βάσει λειτουργιών, όσο και άμεση μοντελοποίηση, καθώς και ικανότητες μοντελοποίησης επιφανειών ελεύθερης μορφής και αντίστροφης μηχανικής ανταλλακτικών, εφαρμόζοντας ένα σύστημα βασισμένο στη γνώση σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του σχεδιασμού προϊόντων [39].

Η NX παρέχει ένα ολοκληρωμένο σύνολο εργαλείων που στοχεύει στην παροχή ολοκληρωμένων λύσεων σε όλη τη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής [39].

Ικανότητα: Ψηφιακά μετατρέψτε την παραγωγή μέρους, μέσω της NX for Manufacturing, η οποία προσφέρει έλεγχο εργαλειομηχανών CNC, ρομποτικά κελιά, τρισδιάστατους εκτυπωτές και παρακολούθηση της ποιότητας των ανταλλακτικών. Η σχεδίαση εργαλείων και εξαρτημάτων είναι πλήρως αυτοματοποιημένη χρησιμοποιώντας εφαρμογές σχεδιασμού βασισμένες στη διαδικασία και άλλα χαρακτηριστικά βοηθούν ολόκληρο τον κύκλο ανάπτυξης προϊόντων, από την ανίχνευση σε αρχικές έννοιες (Catchbook) έως την επικύρωση σύνθετης συναρμολόγησης συναρμολόγησης (Syncrofit) [39].

Το πρόγραμμα αυτό διαθέτει εργαλεία μοντελοποίησης τελευταίας τεχνολογίας και μπορεί να ενσωματώσει και εργαλεία διαχείρισης κύκλου ζωής προϊόντων (PLM) της Siemens. Αυτό επιτρέπει τη συνεργασία μεταξύ παγκόσμιων μηχανικών ομάδων και διατηρεί πολύτιμα έγγραφα σχετικά με την ανάπτυξη έργων [40].

Από την πιο τεχνική πλευρά, το NX διαθέτει ολοκληρωμένες δυνατότητες για την ανάλυση της δομικής ακεραιότητας ενός μέρους για να εξακριβώσει τη λειτουργική ικανότητα ενός τελικού προϊόντος, για παράδειγμα, την ανθεκτικότητά του. Με τέτοιες δυνατότητες, οι εφαρμογές του NX υπερβαίνουν ό, τι μπορούν να προσφέρουν άλλα εργαλεία λογισμικού CAD, όπως η ανάπτυξη αποδεικτικών στοιχείων [40].

17.1 Δυνατότητες

Σχεδιασμός και Διαλειτουργικότητα

Με την εξέλιξη των προϊόντων, η εξάρτηση από τα ενσωματωμένα ηλεκτρονικά είναι μεγαλύτερη. Είναι κρίσιμη για την ομαλή συνεργασία η παροχή άμεσης σύνδεσης μεταξύ σχεδιαστών τόσο ηλεκτρικών όσο και μηχανικών συστημάτων. Βασικός κανόνας η ευθυγράμμιση μεταξύ κάθε δικτύου χρησιμοποιώντας τη σύγχρονη τεχνολογία του NX for Design. Μια πολύ καλή συνεργασία ανάμεσα ECAD-MCAD επιτρέπει τα μη δαπανηρά θέματα - ζητήματα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης νέων προϊόντων, με ως αποτέλεσμα μια ολιστική άποψη [41].

Σχεδίαση - Επικύρωση

Στο πρόγραμμα σχεδιασμού στο NX CAD έχουμε καλύτερα αποτελέσματα με τα εργαλεία επικύρωσης. Κάνοντας τη διαδικασία ανάλυση – επικύρωση 3D , έχετε τη δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης των προτύπων και των απαιτήσεων των έργων σας. Για να διασφαλίσετε την ποιότητα και μοναδικότητα του έργου σας, θα ήταν συνετό να κάνετε έλεγχο επικύρωσης. Έτσι θα έχετε λιγότερα σφάλματα και τα σχέδιά σας θα έχουν τη βέλτιστη απόδοση. [41].

Τεκμηρίωση - Σύνταξη

Το NX διαθέτει πολλά και εύκολης λειτουργίας εργαλεία προς βοήθειά σας για τη βελτιστοποίηση των 2D και υβριδικών ροών εργασίας 2D/3D. Οι προβολές σχεδίασης δημιουργούνται αυτόματα από μοντέλα τμημάτων και συνελεύσεων 3D και μπορείτε να ευθυγραμμίσετε και να κλιμακώσετε τις προβολές σχεδίασης και να τακτοποιήσετε τα φύλλα σχεδίασης. Διατίθενται επίσης εργαλεία σχολιασμού που τεκμηριώνουν τα σχέδιά σας με τις απαιτήσεις κατασκευής [41].

Στυλ & Βιομηχανικός Σχεδιασμός

Για να δώσετε στην εταιρεία σας ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα βασική προϋπόθεση είναι να επιτύχετε τον καλύτερο στην κατηγορία του βιομηχανικού σχεδιασμού με τη βοήθεια υπολογιστή. Ο σχεδιασμός είναι αυτός κάνει τη διαφορά στις μέρες μας στις βιομηχανίες. Βέβαια η ελκυστικότητα μόνο δεν είναι αρκετή, θα πρέπει να είναι προσιτός για την κατασκευή, υποστήριξη και συντήρηση. Η NX παρέχει ευέλικτο, ισχυρό βιομηχανικό σχεδιασμό και λογισμικό styling που επιταχύνει τη μηχανική των προϊόντων σας [41].

Επαναχρησιμοποίηση γνώσης

Με το NX μπορείτε εύκολα να επιταχύνετε τη δημιουργική διαδικασία. Είναι ειδικά σχεδιασμένο να διαχειρίζεται, να εντοπίζει, να καταγράφει και να επαναχρησιμοποιεί πληροφορίες σχεδίασης. Αξιοποιώντας τις στρατηγικές σχεδιασμού σας, ξανά και ξανά, το NX σας επιτρέπει να συντομεύετε τους κύκλους σχεδιασμού. Αναμφίβολα με αυτή τη διαδικασία μειώνεται αισθητά το κόστος ανάπτυξης. Είστε πάντα εμπρόθεσμοι από στην αγορά χρησιμοποιώντας την πλήρως ενσωματωμένη μηχανή αναζήτησης σχήματος Geolus της NX, η οποία βρίσκει γρήγορα μέρη παρόμοια με ένα συγκεκριμένο παράδειγμα με βάση τη γεωμετρία της [41].

Σχεδιασμός Ιδέας Μηχατρονικής

Τα εμπόδια είναι για να τα υπερβαίνουμε στο σχεδιασμό. Με την επίτευξη ολοκληρωμένης πρόσβασης σε κλάδους ηλεκτρικής, μηχανικής και αυτοματισμού, η συνεργασία γίνεται αβίαστα και επιτρέπει την καλύτερη λήψη αποφάσεων μέσω της έννοιας στην αξιολόγηση των προϊόντων [41].

Μοντέλο - Ορισμός

Εξοικονομείτε χρόνο στο σχεδιασμό 2D CAD, αξιοποιώντας δεδομένα παλαιού τύπου με τον Ορισμό βάσει μοντέλου. Με αυτή την εργασία το NX μειώνει το χρόνο που δαπανάται στην τεκμηρίωση μηχανικής, οδηγεί εργαλεία για επικύρωση και κατασκευή και μειώνει τις καθυστερημένες αλλαγές και τα απορρίμματα. Κάνοντας το έργο σας μοναδική πηγή αλήθειας, οι ομάδες προϊόντων μπορούν να εξοικονομήσουν πολύτιμο χρόνο ενσωματώνοντας πληροφορίες προϊόντων και διαδικασιών και διασφαλίζοντας ότι η πρόθεση συλλαμβάνεται πλήρως και συνδέεται με το μοντέλο [41].

P&id - Σχεδιασμός

Η λειτουργικότητα του NX είναι διαπιστευμένη και από μηχανικούς καθώς τους επιτρέπει να τοποθετούν διαγράμματα σωληνώσεων και οργάνων (P&ID) σε δύο διαστάσεις, διατηρώντας παράλληλα το σχέδιο συνδεδεμένο με το τρισδιάστατο διαστημικό μοντέλο. Η διαδικασία σε P&ID γίνεται ταχύτερα, με κοινές βιβλιοθήκες μεταξύ διαγραμμάτων και 3D, επικύρωση συνδεσιμότητας, διαγράμμιση σε 3D και διαχείριση δεδομένων σε επίπεδο εξοπλισμού [41].

17.2 Σχήμα σχεδίασης NX

Το NX Draw Shape είναι μια νέα πρόσθετη μονάδα, που επιτρέπει την ελεύθερη σχεδίαση σχημάτων πλαισίων σύρματος στα σώματα. Οι σχεδιαστές, μπορούν να σχεδιάσουν, την επίπεδη και τη γεωμετρία ελεύθερης μορφής. Αυτή η δυνατότητα, επιτρέπει στους χρήστες, οπτικά να μεταφέρουν βασικές πτυχές των σχεδίων, πριν από τη μετάβαση σε 3D και ενίσχυση του NX, για υποστήριξη σε εργασίες, που συνήθως εκτελούνται σε εξειδικευμένο λογισμικό [42].

17.3 Σχεδιασμός συναρμολόγησης

Ο σχεδιασμός συναρμολόγησης NX, έχει βελτιώσει πολλές κοινές λειτουργίες, για βελτίωση αποτελεσματικότητας χρήστη και γενικά για απλοποίηση δημιουργίας συναρμολόγησης. Οι νέες δυνατότητες επιλογής και ικανότητας χειρισμού, περιλαμβάνουν μια ενημέρωση για το συγκρότημα, διάλογος προτιμήσεων. Ο προσανατολισμός «εύρεση πλησιέστερου» απλοποιεί τη δημιουργία ευθυγράμμισης αφής [42].

17.4 Σχεδιαστής δομών NX

Το NX Structure Designer είναι ολοκαίνουργιο εργαλείο. Περιλαμβάνει δυνατότητες σχεδιασμού δομικού πλαισίου, που συμβάλλετε στην επιτάχυνση της διαδικασίας σχεδιασμού και μείωση του χρόνου στην αγορά, συμπεριλαμβανομένων, των πλούσιων βιβλιοθηκών βιομηχανικών προτύπων και επαναχρησιμοποιούμενα πλαίσια. Ο σχεδιαστής δομών NX περιλαμβάνει [42]:

- Εύκολη στη χρήση μοντελοποίηση δομικού πλαισίου ικανότητα [42].
- Βοηθός ταχείας σχεδίασης πλαισίων, που δημιουργεί 2D σκελετούς με ελάχιστο κλικ [42].
- Αυτόματα προσανατολισμένα 3D μέλη. Τοποθετημένα με βάση κανόνες χρήστη [42].
- Με βάση τους κανόνες προστίθεται αυτόματα γωνιακές θεραπείες [42].
- Εξειδικευμένα χαρακτηριστικά όπως, δομικά γωνιακά ενισχυτικά, τελικά καλύμματα και συναρμολόγηση ποδιών, για δημιουργία ακριβείας στα σχέδια [42].

17.5 Κατασκευή προσθέτων NX

Η κατασκευή προσθέτων NX προσφέρει συνολικές δυνατότητες, από το σχεδιασμό έως την εκτύπωση, σε ένα μόνο ολοκληρωμένο σύστημα [42].

Αντιγραφή και επικόλληση εξαρτημάτων και υποστηριγμάτων. Η αντιγραφή και επικόλληση εξαρτημάτων και υποστηριγμάτων, επιτρέπει γρήγορη τοποθέτηση πολλαπλών μερών, με τις δομές στήριξης τους σε δίσκο κατασκευής [42].

Συγκέντρωση πρόσθετων πολλαπλών κομματιών. Η δημιουργία πρόσθετων πολλαπλών κομματιών είναι μια νέα λειτουργία, που κάνει σωτά το πρόγραμμα συναρμολόγησης τμημάτων πολλαπλών αξόνων με σχεδόν σταθερό πάχος τοιχώματος. Χρησιμοποιώντας μια σταθερά, αριθμός πρόσθετων χαντρών, εξασφαλίζει την ικανότητα να υπάρχει σταθερό πάχος και ύψος [42].

Εφαρμογή Κανόνων

Η συνάρτηση Apply Rules, επιτρέπει την εισαγωγή καθορισμένων συμβάντων σε έναν άξονα πολλαπλών αξόνων, με λειτουργία πρόσθετων, με βάση το χρόνο ή τη διάσταση. Αυτή η ικανότητα επιτρέπει διαφορετικές τεχνολογίες πρόσθετων πολλαπλών αξόνων, εισάγοντας κανόνες ή εντολές που αφορούν συγκεκριμένα τις μοναδικές απαιτήσεις τους [42].

Άξονας εργαλείου κλίσης σε περάσματα φινιρίσματος.

Ο άξονας εργαλείου κλίσης σε περάσματα φινιρίσματος, επιτρέπει αποδεδειγμένη λειτουργικότητα πολλαπλών αξόνων NX. Ελέγξτε τις διαδρομές κίνησης 5 αξόνων, εντός των λειτουργιών. Αυτό επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο σύγκρουσης, καθώς και την ομαλή έξοδο πολλαπλών αξόνων, επιτρέποντας ένα υψηλότερη ποιότητα παραγωγής στη μηχανή [42].

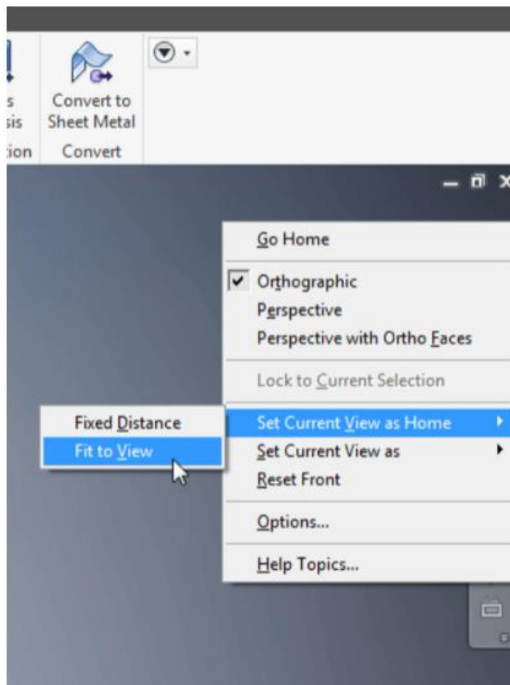
18 Inventor

Η Autodesk έχει δημιουργήσει πολλά προγράμματα. Ένα από αυτά είναι και το Inventor. Η μοντελοποίηση γίνεται με διαφορετικά εργαλεία (παραμετρική, άμεση και ελεύθερη μορφή), καθώς επίσης σε ένα πακέτο all-in-one γίνεται η τεκμηρίωση και οι δυνατότητες προσομοίωσης [43].

Είναι αρκετά προσβάσιμο και εύκολο για το χρήστη, αλλά και από ανταγωνιστές του. Συνεπώς, χρησιμοποιείται, συνήθως, από σχεδιαστές που δεν έχουν μηχανικό υπόβαθρο. Είναι κυρίως για επαγγελματικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της αρχιτεκτονικής και του σχεδιασμού προϊόντων [43].

Η εστίασή του είναι περιορισμένη: Ψηφιακό πρωτότυπο και προσομοίωση. Έχει σαν βασική του αρχή την κατασκευή. Δηλαδή οι χρήστες αποκτούν πιο άμεσα εμπειρία στον πραγματικό κόσμο [43].

18.1 Βασική επεξήγηση του χώρου εργασίας



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Autodesk Inventor Tutorial: Basic Explanation of the Workspace» [44].

Αν θέλετε να δημιουργήσετε ένα νέο μέρος, κάντε κλικ στην επιλογή μέρος του παραθύρου «Νέο» όπου και θα εμφανίσει αριστερά στην οθόνη το παράθυρο «Μοντέλο».[44].

Εάν θέλετε να μεγαλώσετε το φάκελο Origin, θα πρέπει με το ποντίκι σας να κάνετε κλικ στο βελάκι που βρίσκεται δίπλα στο φάκελο. Προκειμένου να εμφανίσετε τα επίπεδα, θα πρέπει διαλέγοντας την επιλογή Ορατότητα, να κάνετε κλικ με το ποντίκι σας στα επίπεδα, XZ,XY,YZ. Για να δημιουργήσετε το αρχικό τρισδιάστατο σας, ως βοήθημα θα βρείτε μια εργαλειοθήκη με ποικίλες δυνατότητες, στο πάνω μέρος[44].

Το λογισμικό Inventor διαθέτει ένα παράθυρο προσανατολισμού, το οποίο περιλαμβάνει έναν κύβο και ένα σύστημα συντεταγμένων. Ο κύβος βρίσκεται στη δεξιά γωνία, ενώ το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων βρίσκεται στην αριστερή γωνία του παραθύρου σχεδίαση «Drawspace». Προκειμένου να έχετε την προβολή που θέλετε, μπορείτε με το ποντίκι να κάνετε κλικ στα διάφορα σημεία του κύβου. Σε περίπτωση που τοποθετήσετε το δείκτη του ποντικιού πάνω στο κύβο, θα εμφανισθεί ένα επικεντρωμένο σπιτάκι σε ισομετρική προβολή, στο οποίο θα μπορείτε να καθορίσετε εσείς οι ίδιοι πως θέλετε να εμφανίζεται αρχικά. Για να προσαρμόσετε την αλλαγή θα πρέπει να κάνετε στο αρχικό σύμβολο δεξί κλικ [44].

18.2 Κίνηση

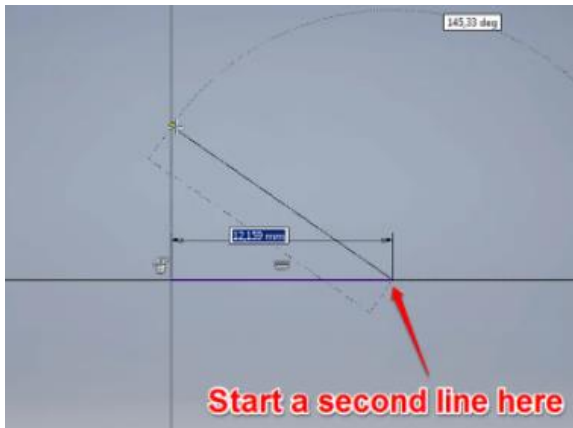
Μπορείτε χρησιμοποιώντας το μεσαίο κουμπί κύλισης του ποντικιού, όντας πατημένο, είτε να αλλάξετε θέση σε κάποιο επίπεδο, είτε να κάνετε σμίκρυνση ή μεγέθυνση στη θέση όπου θα έχετε τοποθετήσει τον κέρσορα. Για να πραγματοποιήσετε στριφογύρισμα, πατήστε και κρατήστε πιεσμένο μέσα το πλήκτρο shift. Σε περίπτωση όπου δεν χρησιμοποιείτε σταθερό υπολογιστή και δεν έχετε ποντίκι, έχετε τη δυνατότητα να κάνετε ενεργό τον Πλήρες τροχό πλοήγησης στη γραμμή πλοήγησης. Μπορείτε επίσης, να αποκτήσετε πρόσβαση σε όλα τα εργαλεία κίνησης μέσω της γραμμής πλοήγησης [44].

18.3 Βασικές συμβάσεις σκίτσων

Εάν θέλετε κάποια από τα αντικείμενα να τα βγάλετε από την επιλογή, μπορείτε να το κάνετε κάνοντας κλικ πάνω τους και στη συνέχεια κρατώντας πατημένο το Shift και ξαναπατώντας πάνω τους με το ποντίκι, βγαίνουν από την επιλογή. Εάν θέλετε τη διαδικασία αυτή να την πραγματοποιήσετε σε περισσότερα αντικείμενα ταυτόχρονα, μπορείτε, είτε σηματοδεύοντάς τα με ένα ορθογώνιο σημάδι, είτε με τη βοήθεια του πλήκτρου Ctrl να πατήσετε πάνω σε αυτά. Με τα πλήκτρα Ctrl + Z μπορείτε να επαναφέρετε τη κίνησή σας μία εντολή πριν [44].

18.4 Γραμμή Εντολών

Για να πραγματοποιήσετε αλλαγή προβολής στη κάτοψη, Εναλλαγή ορατότητας ,σε ενεργή στο X, Y, Z καθώς και για να έχετε πρόσβαση σε όλες τις εντολές μέσω της αλλαγής της εργαλειοθήκης σε «Σκίτσο», μπορείτε να κάνετε κλικ στην επιλογή «Εναρξη σκίτσου δύο διαστάσεων», επιλέγοντας το επίπεδο XY. Στο τέλος πατάτε είτε στην εντολή γραμμής είτε το πλήκτρο «L» [44].

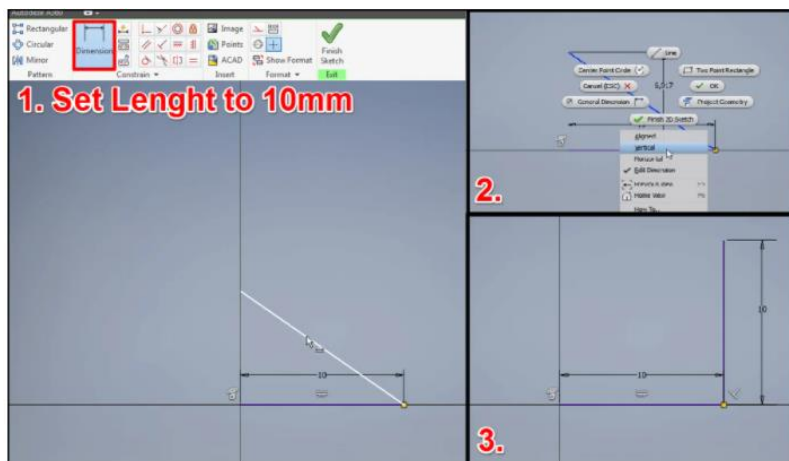


(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Autodesk Inventor Tutorial: Basic Sketch Conventions» [44].

Εάν θέλετε να κάνετε ένα σημείο να «σπάσει», μπορείτε να πατήσετε με το ποντίκι σας πάνω στο κεντρικό σημείο, όταν αυτό γίνει πράσινο. Σε περίπτωση που θέλετε να δημιουργήσετε μία γραμμή, θα πρέπει να ορίσετε ένα αρχικό σημείο. Μόλις το αρχικό σημείο ορισθεί, προκειμένου να ορισθεί το δεύτερο οι συντεταγμένες θα γίνουν πολικές. Στη παραπάνω φωτογραφία θα παρατηρήσετε ότι η γραμμή έχει οριοθετηθεί μεταξύ του άξονα X μήκους 10mm και αυτό γιατί έχει γίνει χρήση του τύπου X-Axis. Σχεδιάστε τη δεύτερη γραμμή, σε γωνία περίπου 145° και ελαφρώς στον άξονα Y. εάν θέλετε να εξέλθετε από την εντολή γραμμής πρέπει να πατήσετε esc και να κάνετε κλικ με το ποντίκι[44].

18.5 Περιορίστε το σκίτσο σας

Από τη στιγμή που η γραμμή δεν είναι περιορισμένη, πατώντας πάνω στο τελικό σημείο της γραμμής να του αλλάξετε θέση χωρίς περιορισμό. Εάν θέλετε να αλλάξετε προσανατολισμό διάστασης και να οριοθετήσετε το σκίτσο σας, μπορείτε να τα επιτύχετε, κάνοντας δεξί κλικ και αλλάζοντας το προσανατολισμό σε κατακόρυφο μήκους 10 και για την οριοθέτηση να κάνετε κλικ στην επιλογή «Διάσταση» και στη συνέχεια να καθορίσετε το μήκος της γραμμής. Στη φωτογραφία της ενότητας 18.4, θα παρατηρήσετε ότι η γραμμή δεν είναι πλήρως οριοθετημένη και για να επιτευχθεί η οριοθέτηση θα πρέπει να κάνετε κλικ στην επιλογή «Perpendicular Constrain» και έπειτα να επιλεγούν οι δύο γραμμές. Η γραμμή που είναι πλέον πλήρως οριοθετημένη θα γίνει μπλε σκούρο χρώμα και δεν μπορεί να αλλάξει θέση ή να συρθεί. Μπορείτε να τοποθετήσετε τις Διαστάσεις σύροντάς τις [44].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα « Autodesk Inventor Tutorial: Constrain your Sketch » [44].

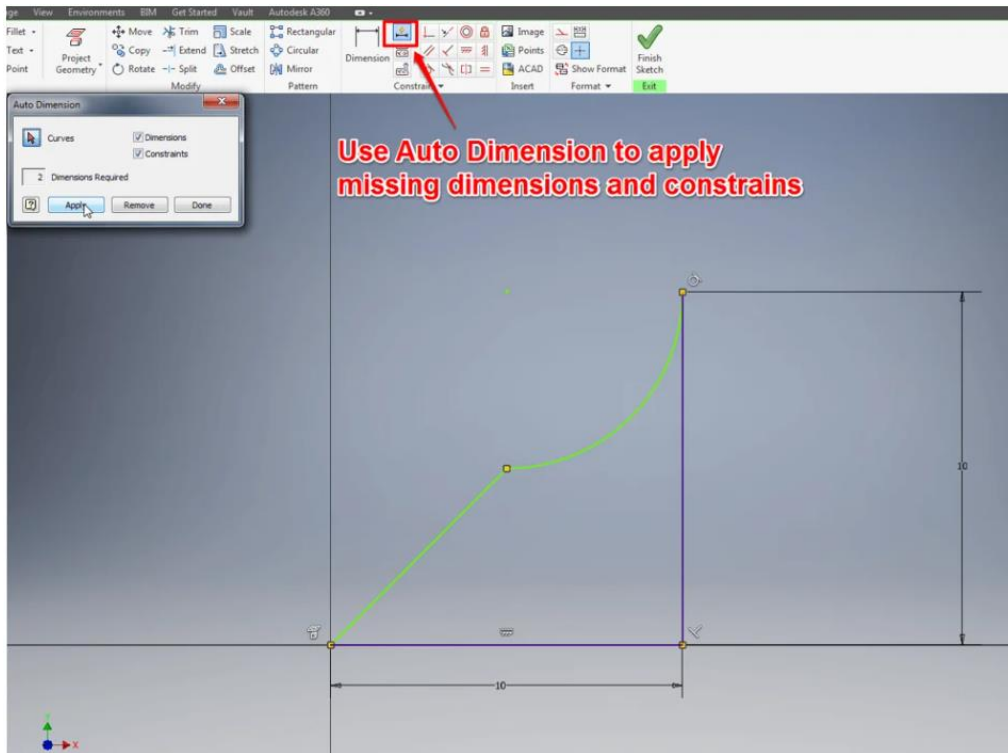
18.6 Εντολή κύκλου

Για την επιλογή κύκλου, θα πρέπει πρώτα να καθορίσετε τη θέση του αρχικού σημείου και την ακτίνα του κύκλου, επιλέγοντας την εντολή «κύκλος» [44].

Για να δείτε την εφαπτομένη κύκλου καθώς και την έλλειψη κύκλου, μπορείτε να κάνετε δεξί κλικ στο βελάκι που βρίσκεται κάτω από την εντολή κύκλου. Στη συνέχεια με γωνία 45°, δημιουργήστε μια γραμμή από το κεντρικό σημείο προς το εξωτερικό του κύκλου μέχρι να σταθεροποιηθεί [44].

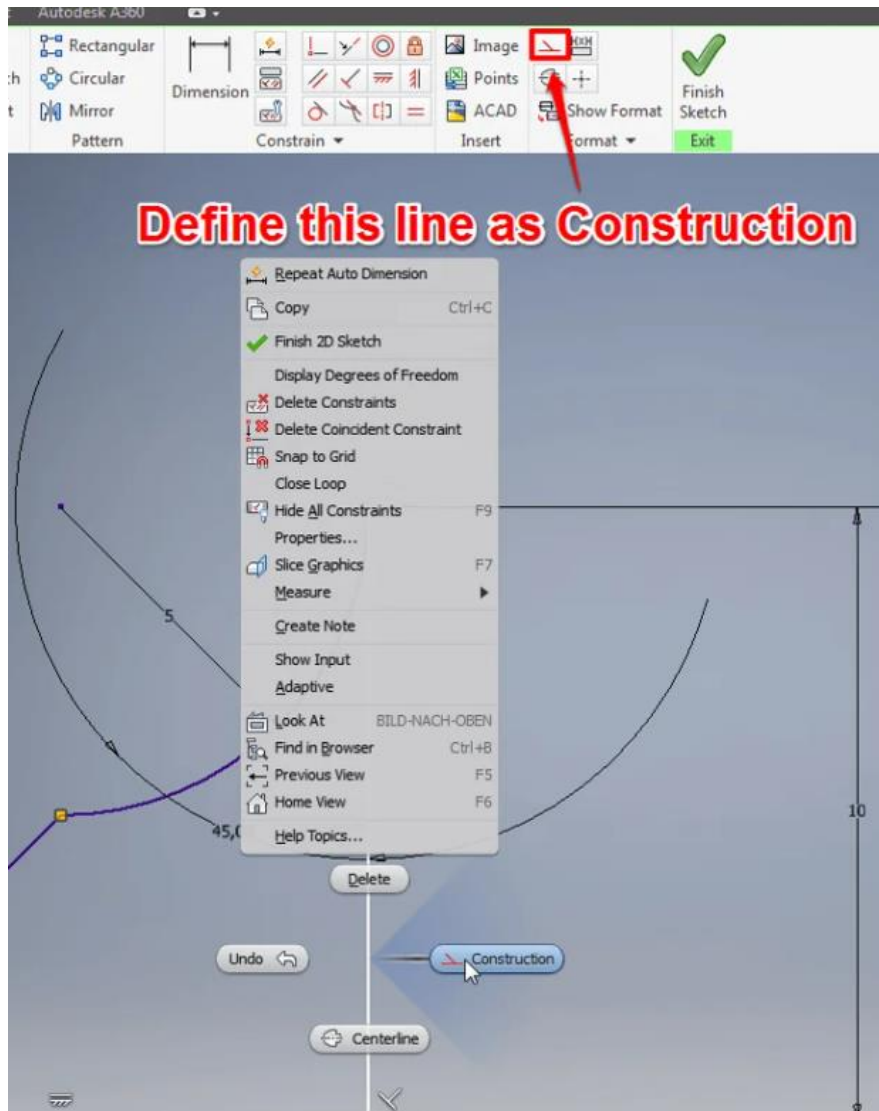
18.7 Περικοπή εντολής

Κάντε κλικ στην εντολή "Περικοπή" και στη συνέχεια στην κυκλική γραμμή που βλέπει προς τα έξω ολόκληρου του σκίτσου. Επιπλέον, εάν θέλετε να βγάλετε από το ημικόκλιο τη γραμμή που υπάρχει, μπορείτε να το πετύχετε κάνοντας κλικ με το ποντίκι πάνω της. Για να εμφανίζετε το παράθυρο με τους περιορισμούς και τις διαστάσεις που λείπουν από το σκίτσο, προκειμένου να γίνει πλήρως οριοθετημένο, θα πρέπει να επιλέξετε κάνοντας κλικ στην επιλογή «Αυτόματες διαστάσεις και περιορισμοί». Ελέγξτε διαστάσεις και περιορισμούς, πατήστε "Εφαρμογή" και στη συνέχεια "Τέλος" [44].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα « Trim Command» [44].

18.8 Εντολή καθρέφτη



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Mirror Command» [44].

Αρχικά, θα πρέπει να ορίσετε τη σωστή κάθετη γραμμή για την κατασκευή. Κάντε κλικ σε αυτό και στη συνέχεια κάντε δεξί κλικ. Στη συνέχεια, επιλέξτε "Κατασκευή". Αυτό θα κάνει τη γραμμή να σας βοηθήσει με τη ρύθμιση περιορισμών για περαιτέρω σχέδια, ενώ δεν επηρεάζει τις δυνατότητες [44].

18.9 Καθρέφτης Σκίτσου

Η επιλογή καθρέφτη σκίτσου, θα σας βοηθήσει να δημιουργήσετε συμμετρικά σκίτσα χωρίς πολλές επαναλήψεις. Για τη δημιουργία συμμετρικού σκίτσου θα χρειαστεί να επιλέξετε την εντολή «καθρέφτη», με την οποία θα επιλέξετε το σκίτσο που θέλετε να καθρεφτίσετε χωρίς τη

γραμμή κατασκευής που θέσατε. Για την επιλογή της γραμμής κατασκευής, θα χρησιμοποιήσετε την εντολή «Γραμμή καθρέφτη», η οποία βρίσκεται στο παράθυρο εντολών. Εάν θέλετε να εξέλθετε από το σκίτσο πατήστε «Τέλος σκίτσου». [44].

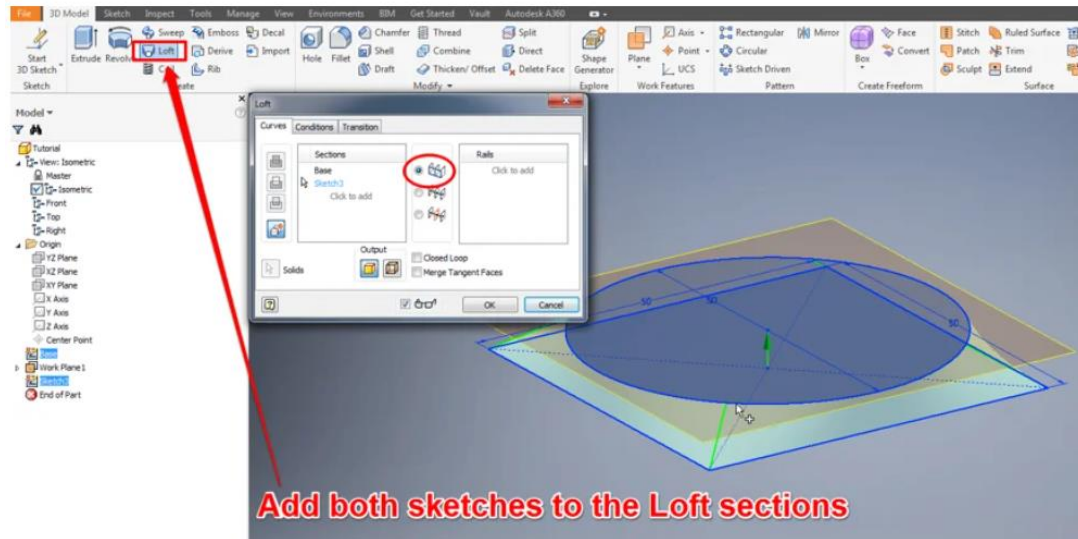
18.10 Επίπεδα αντιστάθμισης

Εάν θέλετε να σχεδιάσετε ένα κεντρικό ορθογώνιο, θα πρέπει αρχικά στο επίπεδο XY να ξεκινήσετε ένα καινούργιο σκίτσο. Το ορθογώνιο αυτό για να πάρει την ονομασία «βάση», θα πρέπει να γίνει με τη βοήθεια , είτε του κουμπιού F2, είτε κάνοντας διπλό κλικ στο παράθυρο Μοντέλο. Στη συνέχεια μπορείτε να πραγματοποιήσετε αντιστάθμιση, επιλέγοντας την «Αντιστάθμιση από το επίπεδο», όπου η εντολή αυτή βρίσκεται ανάμεσα στις ποικίλες επιλογές που εμφανίζονται κάτω από το επίπεδο, καθώς κάνετε κλικ στο βελάκι. Εάν θέλετε να δημιουργήσετε έναν κύκλο από το κεντρικό σημείο, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το καινούργιο επίπεδο εργασίας, το οποίο έχει αποθηκευτεί ως «εργαλείο εργασίας» στο πλαίσιο Μοντέλο. Με τη διαδικασία αυτή έχετε τη δυνατότητα κατά την τρισδιάστατη σχεδίαση να σχεδιάσετε με διαφορετικές θέσεις και γωνίες καινούργια επίπεδα εργασίας. [44].

18.11 Loft Feature

Εάν θέλετε τα σχήματα που ενδεχομένως δημιουργήσατε προηγουμένως να τα τοποθετήσετε το ένα πάνω στο άλλο, μπορείτε επιλέγοντάς τα και τα δύο μαζί και στη συνέχεια πατώντας το «Loft» και διαλέγοντας μετά την επιλογή «Rails», να το πραγματοποιήσετε. Εάν θέλετε η διαδικασία αυτή να πραγματοποιηθεί μέσω μιας συγκεκριμένης διαδρομής , θα σας βοηθήσει η κεντρική γραμμή (centerline). Στη συνέχεια εάν θελήσετε, μπορείτε να δημιουργήσετε στο επίπεδο XZ μια γραμμή η οποία θα ξεκινά στο ύψος του κύκλου και από τη μέση και θα τελειώνει όταν φτάσει στην ακτίνα του [44].

Στο τέλος κάνετε Έξοδο από το Σκίτσο [44].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Autodesk Inventor Tutorial: Loft Feature» [44]).

18.12 Δυνατότητα Περιστροφής

Κάντε κλικ στο "Revolve" και πιθανότατα θα επισημάνει την περιοχή που περιβάλλεται από το πρόσφατο σκίτσο. Σε περίπτωση που με την εντολή «Revolve» δεν επισημαίνεται η περιοχή, μπορείτε να επιλέξετε μια γραμμή για περιστροφή, μέσα από μια περιοχή που περιβάλλεται από το σκίτσο, κάνοντας κλικ στη περιοχή. Μπορείτε να επιλέξετε τον άξονα Z ως άξονα εριστροφής [44].

18.13 Χαρακτηριστικό κελύφους

Για να μετατρέψετε ένα αντικείμενο από κανονικό σε κοίλο, θα σας βοηθήσει το χαρακτηριστικό κελύφους. Η δυνατότητα μετατροπής ενός τρισδιάστατου αντικειμένου σε κοίλο, παρέχεται από την επιλογή «Shell», όπου επιλέγοντάς την και κάνοντας κλικ στο αντικείμενο, πραγματοποιείτε η μετατροπή. Στη συνέχεια, μπορείτε να δημιουργήσετε ένα άνοιγμα στην επάνω όψη του αντικειμένου, κάνοντας κλικ σε αυτήν την όψη και να ρυθμίσετε το πάχος[44].

18.14 Βιβλιοθήκες βάσης

Μπορείτε να αποφύγετε διπλή εργασία επαναχρησιμοποιώντας τις τυπικές βάσεις. Διαθέτει μια μοναδική βάση δεδομένων, που αποθηκεύει και παρέχει εύκολη πρόσβαση σε ένα ευρύ φάσμα καταλόγων βάσεων καλουπιών, συμπεριλαμβανομένων DME, Futaba, HASCO, LKM, Pedrotti, Polimold, Rabourdin και Strack. Έχετε τη δυνατότητα να τις αναπροσαρμόσετε σύμφωνα με τις δικές σας ανάγκες [45].

18.15 Τυπικά μέρη βάσης καλουπιού

Βοηθήστε στη βελτίωση της παραγωγικότητας και αποφύγετε σφάλματα χρησιμοποιώντας ξανά υπάρχουσα γνώση σχεδιασμού καλουπιού, καθώς δημιουργείτε με λεπτομερή σχεδίαση καλουπιού σε 3D. Ξεκινήστε επιλέγοντας καλούπι με βασικά στοιχεία από τυπικούς καταλόγους, συμπεριλαμβανομένων DME, HASCO, LKM, Meusburger, Misumi, National, Progressive, Punch και Sideco. Σχεδιάστε ή τροποποιήστε τυποποιημένα εξαρτήματα όπως, ρυθμιστικά, ανυψωτικά, εκτοξευτήρες, δακτύλιος και δακτύλιοι εντοπισμού. Όταν έχετε τυποποιημένα εξαρτήματα βάσης καλουπιού, που ικανοποιούν τις ανάγκες σας, μπορείτε να τα εξαγάγετε ως πρότυπα για μελλοντική χρήση [45].

18.16 Σκίτσα & Διάταξή τους

Χρησιμοποιώντας γεωμετρία 2D είναι εύκολο να δημιουργήσετε μια διάταξη. Σκοπός αυτού είναι να αντιπροσωπεύσετε τα σχεδιαστικά στοιχεία και τις διαμορφώσεις σας. Χρησιμοποιήστε τη διάταξη, για να τοποθετήσετε τα στοιχεία σας και να αξιολογήσετε σκοπιμότητα σχεδιασμού. Οι παραστάσεις στοιχείων σε μια διάταξη προέρχονται από μοντέλα εξαρτημάτων και συναρμολόγησης. Η συνάφεια διατηρείται μεταξύ της διάταξης και των στοιχείων. Επομένως, όταν γίνονται αλλαγές στο διάταξη ή αναπαραστάσεις στοιχείων, τα τρισδιάστατα μοντέλα ενημερώνονται [45].

19 Creo

Το Creo είναι η λύση 3D CAD που θα σας βοηθήσει να επιταχύνετε την καινοτομία προϊόντων, ώστε να μπορείτε να δημιουργείτε καλύτερα προϊόντα πιο γρήγορα. Το εύχρηστο Creo, σας μεταφέρει απρόσκοπτα από τις πρώτες φάσεις του σχεδιασμού του προϊόντος έως την κατασκευή και όχι μόνο [46].

Μπορείτε να συνδυάσετε ισχυρή αποδεδειγμένη λειτουργικότητα με νέες τεχνολογίες όπως, γενετικό σχεδιασμό, επαυξημένη πραγματικότητα, προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο, κατασκευή πρόσθετων και το IoT, για να επαναλαμβάνεται πιο γρήγορα, να μειώνει το κόστος και να βελτιώνει την ποιότητα του προϊόντος. Ο κόσμος της ανάπτυξης προϊόντων κινείται γρήγορα και μόνο το Creo προσφέρει τα μετασχηματιστικά εργαλεία που χρειάζεστε, για να δημιουργήσετε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα [46].

19.1 Ευχρηστία και παραγωγικότητα

Οι ροές εργασίας είναι απλουστευμένες με βελτιωμένους πίνακες εργαλείων και διεπαφές δέντρων μοντέλων και το Snapshot όπου διευκολύνει τον έλεγχο των προσωρινών σχεδίων. Οι βελτιώσεις

στις δυνατότητες των οπών, τα συστήματα δρομολόγησης και το Render Studio, θα σας βοηθήσουν να ολοκληρώσετε την εργασία σας σε χρόνο ρεκόρ [46].

19.2 Ορισμός μοντέλου (MBD) και λεπτομερείς βελτιώσεις

Το πλούσιο MBD και το εργαλείο λεπτομερειών, σας βοηθούν να δημιουργήσετε μοντέλα CAD που θα γίνουν οι αρμόδιες αρχές για την κατασκευή, τον έλεγχο και την αλυσίδα εφοδιασμού σας. Το Creo βελτιστοποιεί τη ροή εργασίας σε μείωση χρόνου, σφάλματα και κόστος, ενώ βελτιώνετε την ποιότητα σε ολόκληρη την επιχείρηση. Μπορείτε να εφαρμόσετε γεωμετρικές διαστάσεις και ανοχή για συγκροτήματα με την ενημερωμένη επέκταση GD&T Advisor Plus. Οι δυνατότητες λεπτομέρειας έχουν επίσης βελτιωθεί με νέα εργαλεία σχεδίασης, για εύκολη μεταφορά της πρόθεσης σχεδιασμού [46].

19.3 Βελτιώσεις στην προσομοίωση και τον δημιουργικό σχεδιασμό

Το Creo σας βοηθά να αξιοποιήσετε τις τελευταίες τεχνολογίες CAD για υψηλής ποιότητας καινοτόμα σχέδια. Τα πρωτοποριακά εργαλεία σχεδιασμού αιχμής του Creo, γίνονται ακόμη καλύτερα με, αυτόματο φάκελο, χειρισμό βυθίσματος και περιορισμούς ακτίνας. Οι βελτιώσεις στο Creo Simulation Live, παρέχουν ανάλυση ροής σε σταθερή κατάσταση για προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Τα νέα εργαλεία προσομοίωσης Creo Ansys, επιτρέπουν βελτιωμένο έλεγχο πλέγματος και απόκλισης για επικύρωση σχεδιασμού υψηλής πιστότητας [46].

19.4 Βελτίωση στην κατασκευή πρόσθετων και αφαιρετικών

Το Creo σας βοηθά να βελτιστοποιήσετε εύκολα τα σχέδιά σας για πρόσθετα και παραδοσιακά προϊόντα. Με τις νέες δυνατότητες πρόσθετων, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε προηγμένες δομές πλέγματος για να ελαχιστοποιήσετε το βάρος. Μπορείτε να εφαρμόσετε μεταβλητές δομές πλέγματος, με βάση τα αποτελέσματα προσομοίωσης. Οι βελτιώσεις στην κατεύθυνση κατασκευής και στη ρύθμιση δίσκου, μπορούν να αυξήσουν την ταχύτητα παραγωγής και την ποιότητα κατασκευής. Για την αφαιρετική κατασκευή, το Creo απλοποιεί τον προγραμματισμό πέντε αξόνων, υψηλής ταχύτητας άλεσης εργαλείων, με αποτέλεσμα μειωμένο χρόνο εγκατάστασης και μηχανικής επεξεργασίας [46].

20 Solid Edge

Το Solid Edge είναι ένα επαγγελματικό πρόγραμμα CAD, που αναπτύχθηκε από τη Siemens. Το λογισμικό επικεντρώνεται στη μηχανική και ηλεκτρονική σχεδίαση με χαρακτηριστικά συγκρίσιμα με το Fusion 360 [47].

Προορίζεται για κατασκευαστές και λάτρεις του CAD. Τα μέρη που έχουν σχεδιαστεί στο Solid Edge μπορούν να εκτυπωθούν 3D, αν και τα σχέδια 2D θα έχουν υδατογράφημα. Υπάρχει επίσης, ένα ευρύ φάσμα πρόσθετων, αν και ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά όπως επισκευή STL και εργαλεία σχεδίασης στιλ λαμαρίνας που συνοδεύονται από το βασικό λογισμικό [47].

Το Solid Edge είναι πιο γνωστό με τη σύγχρονη τεχνολογία του, μια τεχνική μοντελοποίησης που συνδυάζει, τόσο παραμετρική όσο και άμεση μοντελοποίηση, αξιοποιώντας την απλότητα του τελευταίου, με τον έλεγχο υψηλού επιπέδου που προσφέρει η μοντελοποίηση βάσει ιστορίας. Ωστόσο, επιτρέπει την τακτική παραμετρική και άμεση μοντελοποίηση [48].

20.1 Δυνατότητες

- Εισαγωγή και επαναχρησιμοποίηση δεδομένων [49].
- Προηγμένο τρισδιάστατο σχέδιο μερών [49].
- Προηγμένο τρισδιάστατο σχέδιο συνελεύσεων [49].
- Σύγχρονη τεχνολογία [49].
- Προετοιμασία ορισμού βάσει μοντέλου (MBD) [49].
- AR και εξαγωγή σε τρίτους AR/VR/MR [49].
- Σχεδιασμός λαμαρίνας [49].
- Σχεδιασμός κόστους [49].
- Σχεδιασμός πλαισίου και συγκόλλησης [49].
- Μοντελοποίηση επιφανειών [49].
- Πλαστικό σχέδιο μερών [49].
- Πλάνος & σχεδιασμός φωτιστικών [49].
- Εννοιολογική διάταξη συγκρότησης [49].
- Σχεδιασμός κάμερας [49].
- Σχεδιασμός εργαλείων [49].
- Τροχαλία & σχεδιασμός άξονα [49].
- Σχεδιασμός άνοιξη [49].
- Σχεδιασμός δέσμης στηλών [49].
- Ηλεκτρική δρομολόγηση [49].
- Συνεργασία PCB [49].
- Δρομολόγηση σωλήνων και σωλήνων [49].
- Αυτοματοποιημένα σχέδια 2D [49].
- Τυποποιημένη βιβλιοθήκη εξαρτημάτων (περιλαμβάνει περιεχόμενο μηχανημάτων) [49].
- Προηγμένη φωτορεαλιστική απόδοση [49].
- Εισαγωγή ifc & εξαγωγή για τη μοντελοποίηση πληροφοριών οικοδόμησης (BIM) [49].
- Επαναχρησιμοποίηση δεδομένων πλέγματος (συγκλίνουσα μοντελοποίηση) [49].

- Αντίστροφη μηχανική (3D σάρωση) [49].
- Τρισδιάστατη προετοιμασία και υπηρεσία εκτύπωσης [49].
- Σχεδιασμός παραγωγής [49].
- Μετεγκατάσταση δεδομένων SolidWorks [49].
- Μετεγκατάσταση δεδομένων εφευρέτη [49].
- Pro / Μηχανικός / Creo μετανάστευση δεδομένων [49].
- Προηγμένη προσομοίωση κίνησης [49].
- Προηγμένη προσομοίωση πίεσης [49].
- Προσομοίωση κραδασμών [49].
- Βελτιστοποίηση προσομοίωσης [49].
- Διαχείριση δεδομένων [49].
- Παραγωγικότητα έτοιμη για cloud (άδεια σύνδεσης, συνεργασία που βασίζεται στο cloud, δωρεάν εργαλεία προβολής) [49].

21 NanoCAD

Το NanoCAD είναι ένα λογισμικό σύνταξης πολλαπλών χρήσεων, που αναπτύχθηκε από τη Nanosoft. Σύμφωνα με τον CTO της εταιρείας, Dmitry Popov, είναι το πρώτο πρόγραμμα CAD πλήρους κλίμακας, που διατίθεται εντελώς δωρεάν. Υποστηρίζει εγγενή αρχεία DWG και προσφέρει μια οικεία διάταξη και ένα σύνολο εργαλείων για χρήστες του AutoCAD [50].

Προσφέρει εργαλεία επεξεργασίας πίνακα τύπου Excel, επιταχύνοντας την επίπονη εργασία τεκμηρίωσης, επιτρέποντας την ενσωμάτωση μακροεντολών και τύπων σε κάθε κελί. Το NanoCAD διαθέτει επίσης, ανοιχτά σύνολα API για την κατασκευή εφαρμογών για αυτοματοποίηση εργασιών, τα οποία μπορούν να εξοικονομήσουν πολύ χρόνο [50].

Τόσο η δωρεάν όσο και η έκδοση Plus είναι αποκλειστικά για διαμόρφωση 2D, ενώ οι εκδόσεις Pro και Mechanica περιλαμβάνουν παραμετρικά εργαλεία μοντελοποίησης 3D και μια μεγάλη βιβλιοθήκη τυπικών ανταλλακτικών για την τελευταία [50].

Στο λογισμικό αυτό οι χρήστες, έχουν μια ευρεία γκάμα χαρακτηριστικών, πράγμα που καθιστά το πρόγραμμα κατάλληλο όχι μόνο για έμπειρους αλλά και για ανθρώπους που ξεκινούν τώρα να το χρησιμοποιούν ή δεν το χρησιμοποιούν για επαγγελματικούς σκοπούς. Το NanoCad, είναι ένα λογισμικό το οποίο μπορεί κάποιος να το αποκτήσει χωρίς να πληρώσει και μπορεί κάποιος να μοιράζετε τα αρχεία με τους άλλους. [51].

21.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

- Το NanoCAD είναι εύκολα προσβάσιμο. Οι μη τεχνικοί χρήστες, μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για να δημιουργήσουν απλά σχέδια χωρίς σημαντική εκπαίδευση [52].
- Το NanoCAD υποστηρίζει δυνατότητες αυτοματισμού, ώστε τα σχέδια και η τεκμηρίωση να μπορούν εύκολα να μεταφερθούν, από την εφαρμογή σε μια βάση δεδομένων. Αυτό

βελτιστοποιεί τη διαδικασία εξαγωγής και σας βοηθά να αποκτήσετε σχέδια στα χέρια των προγραμματιστών προϊόντων [52].

Μειονεκτήματα

- Η απόδοση προχείρων με το NanoCAD είναι εντάσεως πόρων και ενδέχεται να απαιτεί ένα ισχυρό μηχάνημα [52].
- Στην δωρεάν έκδοση του NanoCAD λείπουν λειτουργίες οργάνωσης αρχείων, που προσφέρονται από την premium έκδοση και γραμμές εργαλείων που προσφέρονται από άλλο λογισμικό CAD υψηλής ποιότητας [52].

22 3D slash

Το 3D Slash επαινείται ως το ευκολότερο εργαλείο μοντελοποίησης 3D στην αγορά. Πολύ διαφορετικό από τα συνηθισμένα λογισμικά CAD. Το 3D Slash γίνεται αποτελεσματικό και διασκεδαστικό ακόμα και με παιδιά, είτε δημιουργείτε από το δικό σας, είτε τροποποιείτε οποιοδήποτε 3D αντικείμενο που έχετε βρει στο Διαδίκτυο. Το DNA του προέρχεται από παιχνίδια κατασκευής (όπως το Minecraft) και τη χειρωνακτική εργασία (όπως λιθοβολείς). Επομένως, άτομα από οποιαδήποτε ηλικία εισάγονται σε τρισδιάστατη δημιουργία μέσα σε 5 λεπτά χωρίς εμπόδιο [53].

Ο κύριος στόχος για την ανάπτυξη του 3D Slash ήταν: να γίνει η τρισδιάστατη μοντελοποίηση "ένα κομμάτι κέικ", να γίνει η τρισδιάστατη μοντελοποίηση παιδικό παιχνίδι. Οι νέες και βελτιωμένες δυνατότητες κάνουν το 3D Slash ακόμα πιο εύκολο στη χρήση, διευκολύνει τον χειρισμό τρισδιάστατων αντικειμένων και σας επιτρέπει να κάνετε πράγματα που δεν θα μπορούσατε να κάνετε στο παρελθόν [54].

- **Λειτουργία λογότυπου:** Μπορείτε να δημιουργήσετε ένα τρισδιάστατο λογότυπο χρησιμοποιώντας ένα δυσδιάστατο που βρίσκεται σε μια εικόνα. Στη λειτουργία κειμένου, πληκτρολογείτε και μορφοποιείτε κείμενο και το εξωθείτε, δηλαδή μετατρέπεται σε τρισδιάστατο κείμενο. Πλέον στους υπολογιστές μπορούμε να βρούμε τη λειτουργία αυτή στις εφαρμογές[54].
- Η επιλογή και η αντιγραφή και επικόλληση είναι ευκολότερη [54].
- Η επιλογή ανά χρώμα έχει εισαχθεί [54].
- Μπορείτε κάνοντας κλικ, να αντιστρέψετε, να αλλάξετε θέση ή μέγεθος σε κάτι[54].
- Μπορείτε στο μοντέλο σας να κάνετε προσθήκη σχημάτων σε μορφή κύκλου ή αρχεία σε μορφή OBJ/STL[54].
- Στην εργαλειοθήκη υπάρχουν είδη οι λειτουργίες Expert, οπότε δεν είναι αναγκαίο να εναλλάσσετε τις διαδικασίες Basic και Expert. Αυτό σημαίνει επίσης ότι η επιφάνεια εργασίας και η εφαρμογή ιστού, έχουν ένα πανομοιότυπο σύνολο χαρακτηριστικών (σε 3D Slash 1.x η εφαρμογή ιστού δεν είχε τις δυνατότητες των ειδικών) - μια εξαίρεση: Η λειτουργία κειμένου είναι διαθέσιμη μόνο στην εφαρμογή ιστού προς το παρόν [54].
- **Νέα λειτουργία υψηλής ευκρίνειας:** Στη διαδικασία αυτή γίνεται επιλογή μεγεθών κύβου μέσα σε ένα συγκεκριμένο εύρος 1/2 έως 32mm. Εάν όμως θέλετε να έχετε υψηλή ακρίβεια, αυτό που πρέπει να κάνετε είναι να πάτε από την τυπική στην υψηλή ευκρίνεια μέσω του κλικ στο συν, που βρίσκεται στη γωνία πάνω δεξιά[54].



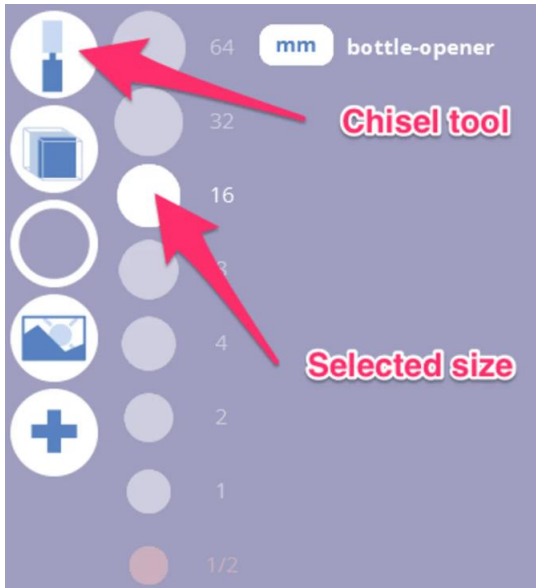
(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα « 3D Slash Review: What is new version 2.0» [54]).

- **Νέο εργαλείο σύριγγας.** Με το εργαλείο αυτό, κάνοντας κλικ σε κάποια περιοχή βάζει χρώμα στο μπλοκ [54].
- Η λειτουργία VR, σας επιτρέπει να βλέπετε το μοντέλο 3D σε εικονική πραγματικότητα στο smartphone σας, χρησιμοποιώντας το Google Cardboard ή άλλες διαθέσιμες συσκευές [54].

22.1 Πως δουλεύει;

Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιεί ένα σύστημα όπου το μπλοκ χωρίζεται σε ίδιου μεγέθους μικρότερα κομμάτια. Το αρχικό μπλοκ είναι σε μορφή συμπαγούς και μορφής κύβου. Ο αριθμός των μικρότερων κομματιών κατά τη διαδικασία της διάσπασης είναι οκτώ και καθώς η διάσπαση επαναλαμβάνεται, κάθε φορά η διάσπαση του μπλοκ είναι σε οκτώ επιπλέον κομμάτια[54].

Στο 3D Slash για να ξεκινήσετε τη διαδικασία της δημιουργίας, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο Hammer, προκειμένου να αφαιρέσετε το πλέγμα κύβων, ενώ μπορείτε με το εργαλείο Trowel να πολλαπλασιάσετε τους κύβους στο πλέγμα. Δίπλα από το Trowel μπορείτε να καθορίσετε τις διαστάσεις των κύβων [54].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «3D Slash Review: How it works » [54]).

Χρησιμοποιήστε το ποντίκι για περιστροφή ή μετακίνηση του μοντέλου και χρησιμοποιήστε τον τροχό του ποντικιού ή το ρυθμιστικό ζουμ για μεγέθυνση ή σμίκρυνση [54].

Υπάρχουν περισσότερα εργαλεία [54]:

- * Το εργαλείο Cisor αφαιρεί μια σειρά κύβων [54].
- * Το εργαλείο Pulrwood προσθέτει μια σειρά από κύβους [54].
- * Το τρυπάνι αφαιρεί τα πάντα σε μια επιλεγμένη περιοχή [54].
- * Αναίρεση και Επανάληψη (μόνο ως κουμπιά στην αριστερή πλευρά, χωρίς συντομεύσεις πληκτρολογίου) [54].

22.2 Χρώματα

Η διαδικασία των χρωμάτων λειτουργεί, είτε χρησιμοποιώντας το εικονίδιο κάδου, όπου κάνοντας κλικ σε μια περιοχή κύβων εφαρμόζει το χρώμα που έχετε διαλέξει, είτε με το εικονίδιο σταγονόμετρου, στο οποίο διαλέγετε το χρώμα και στη συνέχεια το εφαρμόζει στο μοντέλο σας, είτε με το εικονίδιο συν(+), το οποίο σας παρέχει τη δυνατότητα τροποποίησης χρώματος όπου το χρώμα αντικαθιστάτε με νέο, είτε με το εικονίδιο πινέλου, όπου εφαρμόζεται το χρώμα που διαλέξατε στους κύβους που έχετε επιλέξει κάνοντας κλικ.[54].

22.3 Επιλογή περιοχών

Μπορείτε να αντιγράψετε, να σπρώξετε ή να τραβήξετε μια περιοχή [54].

Η επιλογή είναι διαφορετική. Χρησιμοποιούνται χάρακες ο καθένας από τους οποίους ανάλογα με το χρώμα καθορίζει κάτι διαφορετικό. Τα χρώματα που έχουν οι τρεις χάρακες που χρησιμοποιούνται είναι: το πράσινο για τη ρύθμιση του ύψους, το κόκκινο για τη ρύθμιση του πλάτους και το μπλε για τη ρύθμιση του βάθους. Επίσης, για να μπορείτε να ξέρετε το κέντρο καθώς και τις συντεταγμένες των οριοθετημένων γραμμών, υπάρχουν ρυθμιστικά. Τα όρια της κάθε περιοχής προσαρμόζονται από τους δύο δρομείς που διαθέτουν οι χάρακες [54].

23 Wings 3D

Η κύρια δύναμη του Wings 3D έγκειται στην προηγμένη υποδιαίρεσή του. Τα μενού δεξιού κλικ, που εμφανίζεται στη διεπαφή, είναι ευαίσθητο στο περιβάλλον, προσφέροντας εύκολη πρόσβαση σε κοινές παραλλαγές εντολών, καθώς και περιγραφές κάθε επιλογής μενού που τοποθετείτε πάνω από το ποντίκι [55].

Το λογισμικό Wings 3D διαθέτει εξελιγμένα εργαλεία όπως είναι η κάμψη, σάρωση, διάτμηση, κοπή επιπέδου, εύθετο καθώς επίσης διαθέτει και ένα πρόγραμμα με το οποίο μπορείτε να εξάγετε ως εικόνα την επιφάνεια του μοντέλου σας προκειμένου να την επεξεργαστείτε ως προς την υφή που θα έχει, παραδείγματος χάρι λεία, τραχιά και άλλα πολλά [55].

Η γκάμα των δυνατοτήτων του Wings 3D είναι απόλυτα κατάλληλη για αρχάριους που δεν θέλουν να δυσκολευτούν, αλλά θέλουν ακόμη μια ολοκληρωμένη βάση στη μοντελοποίηση 3D. [55].

23.1 Διασύνδεση

Η διεπαφή του Wings είναι απλή. Επιλέγοντας με δεξί κλικ στο μενού, οι κοινές εντολές είναι πιο προσβάσιμες. Αυτά τα μενού είναι ευαίσθητα στο περιβάλλον, οπότε ανάλογα με την επιλογή σας, εμφανίζεται ένα διαφορετικό μενού [56].

Αν μαρκάρετε με το ποντίκι οποιοδήποτε στοιχείο μενού θα εμφανιστεί μια σύντομη περιγραφή της εντολής στη γραμμή πληροφοριών στο κάτω μέρος του κυρίως παραθύρου [56].

Παρατίθενται στη γραμμή πληροφοριών. Πολλές εντολές, σάς επιτρέπουν να επιλέξετε ένα επιπλέον διάνυσμα ή σημείο στο οποίο πρέπει να λειτουργεί η εντολή. Οι παραλλαγές εντολών ξεκινούν επιλέγοντας την εντολή, χρησιμοποιώντας τα διαφορετικά κουμπιά του ποντικιού. Στη γραμμή πληροφοριών τα κουμπιά του ποντικιού συντομογραφούνται σε L, M και R [56].

23.2 Εργαλεία

Το Wings 3D αποτελείται από πληθώρα εργαλείων μοντελοποίησης και επιλογής πλέγματος [56].

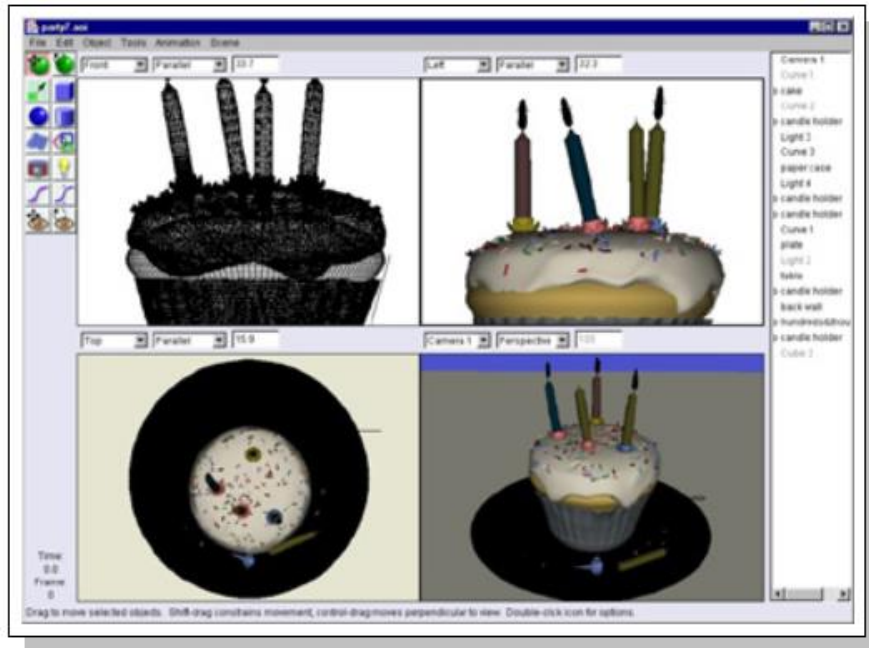
- Κοινά και απλά είναι: Move, Scale, Rotate, Extrude, Bevel, Bridge, Cut και Weld [56].
- Εξελιγμένα: Sweep, Plane Cut, Circularise, Intersect, Bend, Shear και Inse [56] t.
- Μαγνήτες [56].
- Για συμμετρική μοντελοποίηση: Tweak και Sculpt [56].
- Επιλογής και πλοήγησης: Edge Loop και Edge Ring [56].
- Ομαλή προεπισκόπηση [56].

24 Art of Illusion

Το Art of Illusion είναι ένα εργαλείο τρισδιάστατης μοντελοποίησης και απόδοσης ανοιχτού κώδικα, που είναι σχετικά εύκολο στη χρήση ενώ εξακολουθεί να συσκευάζει μια βιομηχανική γροθιά, όσον αφορά τα χαρακτηριστικά. Το λογισμικό περιλαμβάνει, εργαλεία υποδιαίρεσης βασισμένα στην επιφάνεια, κινούμενα σχέδια με βάση το σκελετό, καθώς και μια γραφική γλώσσα που επιτρέπει τη δημιουργία διαδικαστικών υφών και υλικών. Όλα αυτά το καθιστούν κατάλληλο για χρήστες που το χρησιμοποιούν για επαγγελματικούς σκοπούς [57].

24.1 Βασικό Παράθυρο

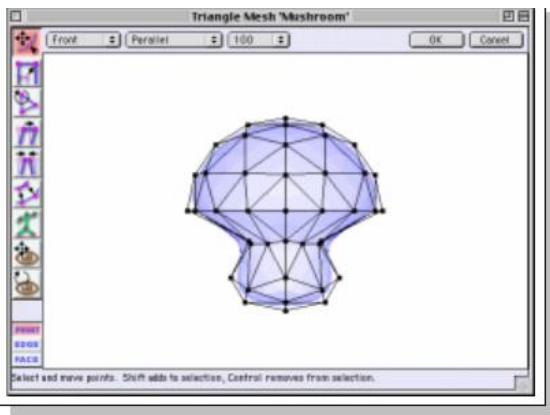
Παρακάτω στην εικόνα φαίνεται το βασικό παράθυρο για την επεξεργασία σκηνών. Η διεπαφή είναι ειδικά σχεδιασμένη να είναι διαυγής και εύχρηστη. [58].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Screenshots» [58]).

24.2 Πρόγραμμα επεξεργασίας αντικειμένων

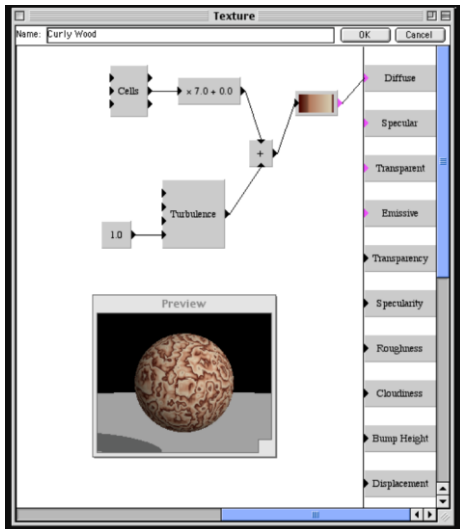
Το Art of Illusion αναμφίβολα παρέχει εργαλεία μοντελοποίησης βάσει την υποδιαίρεση για τη δημιουργία λείων επιφανειών, από πλέγματα ελέγχου αυθαίρετου σχήματος και δομής. Που σάς επιτρέπουν να "ενώσετε" αντικείμενα με φυσικό, διαισθητικό τρόπο [58].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Screenshots» [58]).

24.3 Διαδικαστικός επεξεργαστής υφής

Ο διαδικαστικός επεξεργαστής υφής είναι ένα από τα πιο εξαιρετικά χαρακτηριστικά του Art of Illusion. Σε ελάχιστο χρόνο μπορείτε να δημιουργήσετε πολύπλοκες διαδικασίες με τη βοήθεια των "μπλοκ καλωδίωσης" που αντιπροσωπεύουν διαφορετικά μοτίβα ή μαθηματικές συναρτήσεις. Μια προεπισκόπηση της προκύπτουσας υφής, είναι πάντα ορατή και ενημερώνεται συνεχώς καθώς εργάζεστε [58].



(Στιγμιότυπο οθόνης από την ενότητα «Screenshots» [58]).

25 eMachineshop

Το λογισμικό αυτό είναι κατάλληλο για χρήστες με εμπειρία αλλά και χωρίς εμπειρία. Είναι διαθέσιμο χωρίς κάποιο χρηματικό αντίτιμο και χρησιμοποιείτε για σχεδίαση δύο και τριών διαστάσεων, διαθέτοντας όλες τις τυπικές δυνατότητες[55].

Ωστόσο, σε περίπτωση που δεν έχετε προηγούμενη εμπειρία, χρησιμοποιήστε έναν από τους εύχρηστους οδηγούς σχεδίασης για να δημιουργήσετε, σπόνδυλους, ψήκτρες, εξάγωνα παξιμάδια, μπροστινά πάνελ και περισσότερα προ-σχεδιασμένα εξαρτήματα. Επίσης, το λογισμικό αυτό διαθέτει τη δυνατότητα ανάλυσης των κινήσεών σας κατά τη διάρκεια της σχεδίασής σας και σας ενημερώνει σχετικά με το αν πραγματοποιούνται ή όχι οι κινήσεις σας [55].

26 SolidWorks vs Creo

Ενώ και τα δύο, εμπίπτουν στην κατηγορία του λογισμικού CAD, το SolidWorks και το Creo έχουν πολλές σημαντικές διακρίσεις. Το μεγαλύτερο είναι, ότι το Creo εστιάζει περισσότερο στην

καθαρή μοντελοποίηση 3D, ενώ η προσέγγιση μοντελοποίησης του SolidWorks είναι πιο παραμετρική [59].

Μια άλλη αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ των προγραμμάτων είναι η ευχρηστία τους. Το SolidWorks φημίζεται για τους αρχάριους, λόγω της εύχρηστης διεπαφής και της ευρείας αναγνώρισης του κλάδου. Το Creo στοχεύει στον χειρισμό σύνθετων αναγκών CAD, προσφέροντας λεπτομερείς προσομοιώσεις υψηλότερου επιπέδου, μεταφράζοντας σε μια πιο περίπλοκη εμπειρία χρήστη [59].

Η δομή του λογισμικού τους είναι επίσης διαφορετική. Το SolidWorks είναι ένα ενιαίο πρόγραμμα σχεδιασμού, που περιλαμβάνει όλα τα γενικά εργαλεία σχεδίασης, ενώ το Creo είναι στην πραγματικότητα μια σειρά από ενότητες που οι χρήστες συνδυάζουν και ταιριάζουν ανάλογα με τις ανάγκες τους στο CAD [59].

Το SolidWorks προσφέρει τέσσερις τύπους αδειών ανάλογα με το ποιο είστε και πώς σκοπεύετε να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό. Όλα διαθέτουν εξειδικευμένα δικαιώματα και εργαλεία [59].

Το Creo διατίθεται με δύο τύπους αδειών βάσει του αριθμού των συσκευών που πρέπει να χρησιμοποιούν το πρόγραμμα [59].

27 SolidWorks vs AutoCAD

Τόσο το SolidWorks όσο και το AutoCAD σας δίνουν τη δυνατότητα να σχεδιάσετε τις τελευταίες δυνατότητες της μηχανικής στον υπολογιστή σας, ένα τεράστιο βήμα από τους κανόνες διαφανειών και τις χειροκίνητες μετρήσεις της πρώτης εποχής σύνταξης. Και οι δύο έχουν καθιερώσει πρότυπα στον τομέα, μέσα από δεκαετίες σταθερής ανάπτυξης, προσαρμοσμένα στις ανάγκες των χρηστών τους. Και τα δύο είναι συμβατά με σχεδόν οποιαδήποτε βιομηχανική μηχανή και διαδικασία που απαιτείται για την κατασκευή του τελικού προϊόντος σας [60].

Ωστόσο, το SolidWorks επικεντρώνεται στην «ανάπτυξη» των τρισδιάστατων μοντέλων σας, ενώ το AutoCAD είναι το πρότυπο για τη σχεδίαση 2D. Ο καθένας μπορεί να κάνει και τα δύο, αλλά υπάρχουν αποχρώσεις στις παραστάσεις τους, που δείχνουν ξεκάθαρα τα δυνατά τους σημεία [60].

Το SolidWorks είναι γνωστότερο για τρισδιάστατη μοντελοποίηση, αλλά χρησιμοποιεί ένα 2D σύστημα σχεδίασης για να ξεκινήσει σε κάθε σχέδιο, οπότε αυτές οι λειτουργίες είναι επίσης διαθέσιμες. Απλώς δεν είναι τόσο πλήρως συνειδητοποιημένοι όσο είναι στο AutoCAD, το οποίο χρησιμοποιεί το βασικό επίκεντρο της 2D σύνταξης [60].

Το SolidWorks έχει αναπτύξει μια μεγάλη ποικιλία χρήσιμων λειτουργιών, για να παραμείνει αγαπημένο των χρηστών. Πιο συγκεκριμένα, οι χρήστες βασίστηκαν σε συνεχείς αναβαθμίσεις των τρόπων προσομοίωσης, για να καταστήσουν τα σχέδιά τους όσο το δυνατόν πιο κοντά στον πραγματικό κόσμο [60].

Παρόλο που αποτελεί βασικό παράγοντα της βιομηχανίας, το SolidWorks δεν αντικαθιστά όλο το λογισμικό CAD [60].

Αν και διαθέτει τρισδιάστατα χαρακτηριστικά σχεδίασης, το μεγαλύτερο μέρος του κοινού της AutoCAD το χρησιμοποιεί για σχέδια 2D, όπου βρίσκονται τα πλεονεκτήματά του [60].

Ως το πρώτο ευρέως διαδεδομένο πρόγραμμα CAD, το AutoCAD καθόρισε πολλά από τα πρότυπα του κλάδου. Η κυριαρχία του κερδίζεται καλά με χαρακτηριστικά όπως τα εξής [60]:

Ευκαμψία, Ποικιλία, Σχολιασμός σχεδίων, Δωρεάν εκπαιδευτική άδεια, αποθήκευση στο Cloud [60].

28 SolidWorks vs Solid Edge

Τα προγράμματα CAD λειτουργούν συχνά με ίδιο τρόπο. Και τα δύο προγράμματα είναι κατάλληλα για δύσκολες μοντελοποιήσεις και σχεδιάσεις, πράγμα που τα καθιστά κατάλληλα για επαγγελματική χρήση [61].

Αυτά είναι εργαλεία για λειτουργίες μοντελοποίησης, πράγμα που σημαίνει ότι είναι σε θέση να κατασκευάσουν μοντέλα 3D καθώς και σχέδια 2D. [61].

Η διαφορά τους είναι αρχικά ότι το Solid Edge δίνει έμφαση στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση προσεγγίζοντας τη σχεδίαση από διαφορετική πλευρά [61].

Επίσης, το Solid Edge δεν είναι κατάλληλο λογισμικό για χρήστες χωρίς εμπειρία [61].

Το SolidWorks είναι φιλικό προς το χρήστη, διαθέτει ολοκληρωμένες ενσωματώσεις, ανάλυση κίνησης, σύνθετη επιφάνεια [61].

Από την άλλη μεριά το λογισμικό Solidworks, διαθέτει κάποιες αδυναμίες σε ορισμένες περιπτώσεις κατά τη σχεδίαση, πράγμα που δυσκολεύει κάποιον ο οποίος θέλει να σχεδιάσει κάτι συγκεκριμένο[61].

29 SolidWorks vs Fusion360

Αν και τα δύο προγράμματα έχουν κοινό θέμα για το οποίο χρησιμοποιούνται, διαθέτουν κάποιες διαφορές [62].

Το SolidWorks είναι ένα λογισμικό που βασίζεται σε συναρμολόγηση. Αυτό σημαίνει, ότι δημιουργεί τμήματα ξεχωριστά πριν τα συγκεντρώσει σε ξεχωριστό αρχείο. Ενώ το Solidworks παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας άφθονων ομάδων από τμήματα, αυτό το καθιστά ευέλικτο σε αντίθεση αν πάει κάποιος να το προγραμματίσει με το Fusion360 [62].

Άλλη μια διαφορά είναι ως προς τη συναρμολόγηση των τμημάτων. Όταν ο χρήστης πραγματοποιεί μια τέτοια διαδικασία στο Fusion360 σε αντίθεση με το Solidworks, δε χρειάζονται να γίνονται πολλές αναφορές σε αρχεία[62].

Μια ακόμη διαφορά είναι ότι επειδή το Fusion360 διαθέτει πληροφορίες για τη χρήση, την ανταπόκριση και τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάποιο μοντέλο(κομμάτι), το καθιστά για σχεδιαστές που δεν είναι τεχνικοί. Έτσι, το Fusion 360 είναι ιδανικό για βασικές και εύχρηστες προσομοιώσεις, αλλά δεν διαθέτει μερικές από τις πιο προηγμένες δυνατότητες [62].

Από την άλλη μεριά το Solidworks θεωρείται κατάλληλο για πιο εξελιγμένες αναλύσεις και προσομοιώσεις αφού διαθέτει πακέτα προσομοίωσης, τα οποία περιλαμβάνουν αναλύσεις ως προς τις δυναμικές (γραμμικές ή μη), ως προς τις αποκρίσεις(γραμμικές ή μη), ως προς τα σύνθετα υλικά και άλλα. [62].

Ένα άλλο χαρακτηριστικό που είναι σημαντικό για τους σχεδιαστές είναι η μοντελοποίηση πλέγματος. Το Fusion 360 πλεονεκτεί σε σχέση με το Solidworks σε αυτό το κομμάτι γιατί στο Fusion 360 προκειμένου να δημιουργηθεί μια επιφάνεια ή γεωμετρία, τα σημεία μπορούν να «τραβηχτούν» ή να «ωθούνται» [62].

Στο Solidworks για να εισαχθεί ένα έργο σε λειτουργία «Sculpt» χρησιμοποιεί τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας, πράγμα δύσκολο για το χρήστη, ενώ το Fusion 360 χρησιμοποιεί μια φιλική διεπαφή χρήστη [62].

30 Fusion 360 vs Sketchup

Το Fusion 360 είναι ένα εργαλείο CAD που βασίζεται σε σύννεφο, που συνδυάζει παραμετρικά, άμεσα και επιφανειακά εργαλεία μοντελοποίησης, σε ένα πρόγραμμα. Ωστόσο, φέρνει λειτουργίες εκτός από τον σχεδιασμό 3D, ως βασικά χαρακτηριστικά όπως, κατασκευή (CAM), απόδοση, προσομοίωση, σχεδίαση 2D και ακόμη και λογισμικό εκτύπωσης 3D. Αυτή η ευελιξία έχει κάνει το Fusion πολύ δημοφιλές, τόσο για αρχάριους όσο και για επαγγελματίες [63].

Το SketchUp, σε αντίθεση, επικεντρώνεται στην απλοποίηση της μοντελοποίησης 3D. Η καθαρή διεπαφή χρήστη και το διαισθητικό σύνολο εργαλείων παρέχουν ένα γρήγορο περιβάλλον μάθησης για χρήστες εκτός CAD. Η ευκολία χρήσης του ωστόσο, δεν είναι εις βάρος της λειτουργικότητας. Το SketchUp είναι ένα πολύ ικανό εργαλείο και οι προσθήκες και οι επεκτάσεις τρίτων παρέχουν επιπλέον εργαλεία για πιο περίπλοκη μοντελοποίηση ή βελτιωμένη χρηστικότητα. Το πρόγραμμα είναι μια δημοφιλής επιλογή μεταξύ αρχιτεκτόνων και εσωτερικών σχεδιαστών [63].

Fusion 360

- Προσωπική άδεια: Δωρεάν για προσωπικές και μη εμπορικές χρήσεις, αλλά με περιορισμένη λειτουργικότητα. Σύμφωνα με τις πρόσφατες αλλαγές, οι χρήστες περιορίζονται σε 10 ενεργά έγγραφα και η πρόσβαση στον χώρο εργασίας προσομοίωσης έχει περιοριστεί [63].
- Εκπαιδευτική άδεια: Δωρεάν για μαθητές και εκπαιδευτικούς για έως και τρία χρόνια. Είναι μια πλήρης έκδοση με όλους τους χώρους εργασίας και τις λειτουργίες διαθέσιμες [63].
- Άδεια εκκίνησης: Δωρεάν για εταιρείες εκκίνησης κάτω των τριών ετών με 10 ή λιγότερους υπαλλήλους Επιπλέον, η εταιρεία πρέπει να κερδίζει λιγότερο από 100.000 \$

σε ετήσια έσοδα και να είναι πρόθυμη να μοιραστεί ιστορίες επιτυχίας σχετικά με τη χρήση του Fusion 360 με το Autodesk [63].

- Πλήρης άδεια: Έως ~ \$ 60 / μήνα ή ~ \$ 500 / έτος. Αυτή η άδεια παρέχει πρόσβαση σε όλους τους χώρους εργασίας, αν και οι πιστώσεις cloud πρέπει να αγοραστούν για υπηρεσίες cloud-computing, εάν χρειάζεται [63].

Το περιβάλλον εργασίας χρήστη του Fusion 360, μοιάζει με τις παραδοσιακές διατάξεις 3D CAD: ένα σύστημα πλέγματος, διαφορετικές λειτουργίες προβολής, λίστες μερών, ιστορικό σχεδίασης και μια κλασική γραμμή εργαλείων σε στυλ κορδέλα [63].

Τα σχεδιαστικά εργαλεία του χώρου εργασίας είναι οργανωμένα σε διαφορετικές καρτέλες, δηλαδή «Στερεά», «Επιφάνεια», «Φύλλο μετάλλου» και «Εργαλεία». Κάθε καρτέλα διαθέτει τη δική της γραμμή εργαλείων με συγκεκριμένες δυνατότητες, επιτρέποντας τη χρήση μεγάλων εικονιδίων χωρίς να διακυβεύεται ο χώρος της οθόνης [63].

Τέλος, κάνοντας δεξί κλικ στο φόντο της σχεδίασης εμφανίζεται ένα αιωρούμενο μενού, που εμφανίζει μερικά βασικά εργαλεία, λειτουργίες που χρησιμοποιήθηκαν πρόσφατα και αγαπημένα εργαλεία [63].

Το Fusion 360 είναι ένα πλήρες λογισμικό CAD με λειτουργίες που υπερβαίνουν την τρισδιάστατη μοντελοποίηση. Φέρνει τα εργαλεία που απαιτούνται για ακριβή σχεδίαση 3D και όλη την τεχνική τεκμηρίωση που ακολουθεί. Η συνεργατική λειτουργικότητα του προγράμματος, προωθεί φιλόδοξα έργα, με το Autodesk να παρέχει το μεγαλύτερο μέρος της υποστήριξης που μπορεί να απαιτείται [63].

SketchUp

- Δωρεάν SketchUp: Δωρεάν για μη εμπορικές χρήσεις με 10 GB αποθήκευσης cloud και περιορισμένη πρόσβαση σε εργαλεία. Οι χρήστες σε αυτό το πρόγραμμα έχουν πρόσβαση μόνο στην έκδοση μέσω διαδικτύου [63].
- SketchUp Shop: ~ 120 \$ / έτος για μια διαδικτυακή έκδοση, με απεριόριστο χώρο αποθήκευσης στο cloud και περισσότερα εργαλεία, σε σύγκριση με τη δωρεάν έκδοση. Επιπλέον, δεν υπάρχει υδατογράφημα στα εξαγόμενα σχέδια [63].
- SketchUp Pro: ~ \$ 300 / έτος για επιτραπέζιες και διαδικτυακές εκδόσεις. Αυτό το σχέδιο συνοδεύεται από μια εφαρμογή 2D τεκμηρίωσης (LayOut), κινούμενα σχέδια και προηγμένες δυνατότητες. Διατίθενται επίσης προσθήκες και επεκτάσεις [63].
- SketchUp Studio: ~ 1.200 \$ / έτος (~ 55 \$ / έτος για μαθητές και εκπαιδευτικούς) για επιτραπέζιους υπολογιστές και διαδικτυακές εκδόσεις. Όλες οι δυνατότητες είναι διαθέσιμες, συμπεριλαμβανομένων προηγμένων εργαλείων σχεδιασμού κτιρίων και εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας [63].

Συγκριτικά, η διάταξη του SketchUp είναι πολύ πιο απλή. Όλα τα κουμπιά περιέχονται στην επάνω γραμμή εργαλείων, με τα πιο δημοφιλή εργαλεία να εμφανίζονται σε μεγαλύτερα εικονίδια. Ορισμένα εργαλεία, κατά την επιλογή, ξεκινούν αναδυόμενα επιπλέοντα παράθυρα με πρόσθετες ρυθμίσεις και επιλογές [63].

Μπορείτε να έχετε πρόσβαση, σε όλα τα εργαλεία, τα παράθυρα και τις λειτουργίες προβολής μέσω του αναπτυσσόμενου μενού στην κορυφή. Εκτός από τις προσαρμογές της γραμμής

εργαλείων, δεν υπάρχει τίποτα περισσότερο που μπορεί να κάνει ο χρήστης, σε σχέση με τη διεπαφή χρήστη και τη διάταξη. Αυτή η απλότητα και απλότητα κάνει το SketchUp πολύ φιλικό προς το χρήστη [63].

Το SketchUp, είναι προσανατολισμένο προς τον χρήστη εκτός CAD, προσφέροντας διαισθητικά εργαλεία σχεδίασης και ελκυστικές διεπαφές για αρχάριους 3D μοντελοποίησης. Η καμπύλη μάθησης είναι ρηχή, αλλά στιβαρά χαρακτηριστικά υποστηρίζουν μεγάλα έργα στην αρχιτεκτονική και την εσωτερική διακόσμηση. Η ενεργή κοινότητα χρηστών και ο εντυπωσιακός αριθμός προσθηκών και επεκτάσεων διαδραματίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στο SketchUp [63].

31 Fusion 360 vs Onshape

Τα Fusion 360 και Onshape έχουν αποκτήσει μεγάλη δημοτικότητα για το ευρύ φάσμα εργαλείων τους, για τρισδιάστατη μοντελοποίηση, συγκροτήματα, απόδοση, κινούμενα σχέδια και πολλά άλλα. Και τα δύο προγράμματα χρησιμοποιούν παραμετρική μοντελοποίηση, οπότε όταν αλλάζετε μια τιμή ή μια μεταβλητή σε ένα σχέδιο, ενεργοποιεί αλλαγές σε άλλα μέρη του μοντέλου [64].

Και τα δύο προγράμματα προσφέρουν επίσης σχεδιασμένους χώρους εργασίας για διαφορετικά μέρη και συναρμολόγηση. Μόλις συναρμολογηθεί, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε εργαλεία κίνησης, για να δημιουργήσετε μια ψηφιακή κινούμενη εικόνα, για το πώς θέλετε να λειτουργεί μια συναρμολόγηση. Στη συνέχεια, μπορείτε να εκχωρήσετε διαφορετικά υλικά σε μέρη, ένα ευρύ φάσμα των οποίων είναι διαθέσιμο και στα δύο προγράμματα [64].

Αυτό που είναι ωραίο για το Fusion 360 και το Onshape είναι, ότι πολλά από τα εργαλεία τους πληρούν τα πρότυπα των επαγγελματιών του σχεδιασμού, ενώ εξακολουθούν να είναι προσβάσιμα για τους χομπίστες και άλλους λάτρεις του σχεδιασμού. Έχουν επίσης, δυνατότητες διαχείρισης δεδομένων και ελέγχου, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας διαφορετικών εκδόσεων, της ανάθεσης ευθυνών και άλλων [64].

Το Fusion 360 διαθέτει εργαλεία που δεν διαθέτει το Onshape, δηλαδή κατασκευή με υπολογιστή (CAM), προσομοιώσεις και σχεδιασμό ηλεκτρονικών. Αυτές οι δυνατότητες περιλαμβάνουν ένα slicer καθώς και ένα πρόγραμμα CNC, και τα δύο είναι εγγενή (ενσωματωμένα) στο Fusion. Το Onshape δεν διαθέτει σημαντικά εργαλεία σχεδιασμού ηλεκτρονικών, κυκλωμάτων ή καλωδίων, αλλά διαθέτει ορισμένα εργαλεία προσομοίωσης, που μπορούν να προστεθούν μέσω του App Store της Onshape [64].

Το Onshape διαθέτει ένα φιλικό περιβάλλον εργασίας χρήστη, πολλές περιγραφές εργαλείων και επίσημη υποστήριξη, η οποία βοηθά στην εκμάθηση του προγράμματος. Το Fusion 360 έχει επίσης εξαιρετική υποστήριξη από την εταιρεία και την κοινότητα με τη μορφή οδηγών, εκπαιδευτικών προγραμμάτων και σεμιναρίων [64].

Το Fusion 360 έχει μερικά διαφορετικά σχέδια, τρία από τα οποία είναι δωρεάν:

- Δωρεάν προσωπικό σχέδιο [64].
- Δωρεάν εκπαιδευτικό πρόγραμμα [64].

- Δωρεάν πρόγραμμα εκκίνησης [64].
- Συνδρομή πλήρους πρόσβασης [64].

Το Onshape προσφέρει μερικά ξεχωριστά σχέδια, συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων Standard, Professional και Free. Έχουν επίσης, ένα προσαρμόσιμο επιχειρηματικό σχέδιο για μεγαλύτερες επιχειρήσεις που χρειάζονται μια ειδική ρύθμιση [64].

- Δωρεάν πακέτο [64].
- Εκπαιδευτικό σχέδιο [64].
- Πρότυπο σχέδιο [64].
- Επαγγελματικό σχέδιο [64].
- Επιχειρηματικό σχέδιο [64].

Fusion 360

- **Λειτουργικό σύστημα:** Windows 8.1, Windows 10, MacOS (Big Sur 11.0, Catalina 10.15, Mojave 10.14, High Sierra 10.13) [64].
- **CPU:** x86-based 64-bit processor (ARM-based processors are only partially supported by Rosetta 2) [64].
- **Μνήμη:** 4 GB RAM (ελάχιστο) [64].
- **Κάρτα γραφικών:** DirectX 11 ή νεότερη έκδοση, αποκλειστική GPU με ελάχιστη μνήμη RAM βίντεο 1 GB (VRAM) ή ενσωματωμένη κάρτα γραφικών με μνήμη RAM 6 GB (ελάχιστη) (όχι συγκεκριμένη GPU) [64].
- Χώρος δίσκου: 3 GB [64].

Το περιβάλλον εργασίας χρήστη του Fusion 360 φαίνεται λίγο παλιό, αλλά τα χαρακτηριστικά του είναι πολύ μακριά από αυτό. Όταν ανοίγετε το Fusion, ο προεπιλεγμένος χώρος εργασίας είναι για το σχεδιασμό, επομένως τα εργαλεία μοντελοποίησης βρίσκονται σε ενότητες στην επάνω γραμμή εργαλείων [64].

Οι ενότητες περιλαμβάνουν, Solid, Surface, Sheet Metal, και σε αυτές τις κατηγορίες υπάρχουν υπο-ενότητες με ομάδες εργαλείων όπως το Assemble, Construct, Inspect (μέτρηση και ανάλυση) και Εισαγωγή. Στη συνέχεια, μέσα σε αυτές τις ομάδες, υπάρχουν μεμονωμένα εργαλεία επεξεργασίας όπως το Fillet ή το Shell [64].

Onshape

- **Λειτουργικό σύστημα:** Οποιοδήποτε (βασισμένο σε πρόγραμμα περιήγησης) [64].
- **Υποστηριζόμενα προγράμματα περιήγησης:** Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, Opera; δεν υποστηρίζεται σε Internet Explorer, Microsoft Edge, προγράμματα περιήγησης για κινητά [64].
- **CPU:** Οποιοδήποτε [64].
- **Μνήμη:** 8 GB RAM (περιγράφεται ως ασφαλής) και 1 GB (ελάχιστο) VRAM [64].
- **Κάρτα γραφικών:** Οποιαδήποτε [64].
- **Χώρος δίσκου:** Κανένας (εάν έχετε ήδη πρόγραμμα περιήγησης στο Διαδίκτυο) [64].

Η διεπαφή χρήστη του Onshape είναι αρκετά φιλική, αν και μπορεί να φαίνεται λίγο συντριπτική αν δεν έχετε δουλέψει ποτέ με το CAD. Όταν συνδέεστε, μπορείτε να επιλέξετε ένα έργο για να

ανοίξετε ή να οργανώσετε τα διάφορα έργα σας σε φακέλους. Μόλις ανοίξετε ένα έργο, υπάρχουν πραγματικά μόνο δύο κύρια μέρη για να εργαστείτε κατά τη μοντελοποίηση: το Part Studio και το Assembly [64].

Όταν ανοίγετε ένα έργο, θα τοποθετηθείτε στο Part Studio με τη γραμμή εργαλείων σχεδίασης στην κορυφή. Στην κορυφή της γραμμής βρίσκονται τα διαθέσιμα και εφαρμόσιμα εργαλεία σε οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας σχεδιασμού που βρίσκεστε. Όταν δεν σχεδιάζετε ή χρησιμοποιείτε άλλο εργαλείο μοντελοποίησης 3D, θα δείτε τα γενικά εργαλεία μοντελοποίησης 3D στην κορυφή, συμπεριλαμβανομένων των Chamfer, Shell, Loft, Extrude και άλλων [64].

32 Fusion 360 vs AutoCAD

Το Fusion 360 είναι ένα αρκετά νέο λογισμικό σε σύγκριση με το AutoCAD. Δημιουργήθηκε το 2013, αν και γρήγορα έγινε δημοφιλής για την υψηλή προσβασιμότητα και τη χαμηλή τιμή, προσφέροντας ακόμη και μια δωρεάν έκδοση. Το Fusion 360 προορίζεται για μοντελοποίηση ανταλλακτικών και συναρμολογήσεων ενός μηχανήματος, καθώς βασίζεται σε αρχές μοντελοποίησης 3D, καθιστώντας μεγάλα έργα. Με άλλα λόγια, το Fusion 360 προορίζεται για μηχανική μοντελοποίηση και διαθέτει εργαλεία για μοντελοποίηση ελεύθερης μορφής και σταθερή [65].

Εκτός από τη διαδικασία CAD, το Fusion 360 διαθέτει εργαλεία για CAM, προσομοίωση, κινούμενη εικόνα (για έλεγχο της σωστής κίνησης στο μηχανήμα που δημιουργήθηκε) και λειτουργία blueprint. Είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο, ειδικά από χομπίστες και επαγγελματίες στον τομέα της μηχανικής, της CNC, της 3D εκτύπωσης και του βιομηχανικού σχεδιασμού [65].

Σε αντίθεση με το Fusion 360, το μοντέλο εργασίας του AutoCAD είναι ελαφρώς διαφορετικό. Το AutoCAD έχει επιλογές για μοντελοποίηση 2D και 3D, αν και το 3D χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για σκοπούς οπτικοποίησης και όλη η μοντελοποίηση και διαστασιολόγηση γίνεται στο περιβάλλον 2D. Μπορείτε εύκολα να μεταβείτε, από το ένα στο άλλο για να προσθέσετε μετρήσεις και να ελέγξετε τις διατάξεις [65].

Το AutoCAD χρησιμοποιείται για πολύ περισσότερο από το μηχανικό σχεδιασμό, παρόλο που αυτός ήταν ο αρχικός του σκοπός. Διαθέτει ειδικά εργαλεία για, αρχιτεκτονική, εσωτερική διακόσμηση, μηχανολογικό, πολιτικό και ηλεκτρολογικό μηχανικό, καθώς και κατασκευή. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους σχέδια κατασκευής καθώς και ρεαλιστικά σχέδια, που επιτυγχάνονται προσθέτοντας χρώματα και υφές [65].

Το AutoCAD είναι λίγο πιο ακριβό από το Fusion 360, καθώς χρησιμοποιείται βιομηχανικά και διαθέτει ένα ευρύτερο σύνολο εργαλείων και δυνατοτήτων εμπορικού προσανατολισμού. Το 2019, προστέθηκαν σύνολα εργαλείων AutoCAD, αυξάνοντας ακόμη περισσότερο τις εφαρμογές του AutoCAD [65].

Το Fusion 360 κοστίζει περίπου 500 \$ ετησίως, για επαγγελματίες και εμπορική χρήση. Προσφέρει επίσης, πλήρη άδεια για εκπαιδευτικούς σκοπούς και δωρεάν δοκιμαστική περίοδο 30 ημερών. Το Fusion 360 έχει επιπλέον μια δωρεάν, περιορισμένη έκδοση για προσωπική χρήση, που προορίζεται για χομπίστες [65].

Η πρόσβαση στην πλήρη έκδοση του AutoCAD γίνεται με συνδρομή που κοστίζει περίπου 1.700 \$ ετησίως και προορίζεται για επαγγελματίες και εμπορική χρήση. Μπορείτε επίσης, να αποκτήσετε την πλήρη έκδοση με φοιτητική άδεια, εάν το εκπαιδευτικό σας ίδρυμα έχει αγοράσει μία και υπάρχει μια δωρεάν δοκιμαστική περίοδο 30 ημερών [65].

Η μεγάλη διαφορά είναι στον τρόπο εμφάνισης των έργων: Το Fusion 360 οργανώνεται σε ξεχωριστά πλαίσια, ενώ το AutoCAD είναι τοποθετημένο με τρόπο που μοιάζει περισσότερο με το στυλ του MS Word, με όλα τα μενού στο πάνω μέρος της οθόνης, να εμφανίζονται σε καρτέλες [65].

33 Fusion 360 vs Inventor

Το Autodesk Inventor κυκλοφορεί στην αγορά για σχεδόν 20 χρόνια από τότε που κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1999. Ανταγωνιστής στο δημοφιλέ SolidWorks, το Inventor όπου διαθέτει ισχυρά εργαλεία παραμετροποίησης, ελεύθερης μορφής και άμεσης μοντελοποίησης. Από το πρώτο προσχέδιο έως τις προσομοιώσεις και τις δοκιμασίες άγχους, σας καλύπτει. Αξιόπιστο και συνεπές, χρησιμοποιείται από επαγγελματικές εταιρείες παγκοσμίως για μηχανικούς και μηχανολογικούς σκοπούς [66].

Ως προς τη καμπύλη μάθησης το Fusion 360 είναι πιο εύκολο σε σχέση με το Inventor γιατί καλύπτει μεγαλύτερη γκάμα λειτουργιών καθώς και άμεση μοντελοποίηση[66].

Ως προς το λειτουργικό σύστημα η διαφορά μεταξύ των δύο προγραμμάτων είναι ότι το Fusion 360 εκτελείται και σε Windows και σε Mac OS, όπου και η διαδικασία της αλλαγής συστήματος είναι εύκολη, καθώς ο χρήστης συνδέεται με το λογαριασμό του, ενώ το Inventor τρέχει μόνο σε Windows [66].

Από τη μνήμη, ο Inventor απορροφά περισσότερη μνήμη RAM, συνιστώντας 20 GB και απαιτεί τουλάχιστον 8 GB. Ενώ το Fusion 360 απαιτεί 4GB και αυτό γιατί μέσω αυτού του λογισμικού έχουν δημιουργηθεί πολλά ανταλλακτικά σε πολλά έργα[66].

Μια ακόμα διαφορά είναι ότι το Fusion 360 είναι Cloud δηλαδή τα αρχεία αποθηκεύονται διαδικτυακά πράγμα γεγονός που κάνει εύκολη τη κοινοποίησή τους σε άλλους χρήστες. από την άλλη μεριά όμως, το λογισμικό Inventor αποθηκεύει τα αρχεία στο σκληρό δίσκο και δεν χρειάζεται διαδικτυακή σύνδεση [66].

Με τον Inventor, υπάρχουν σίγουρα ορισμένες επιλογές για την εξαγωγή έργων, αλλά με λιγότερο αυτόματο τρόπο. [66].

34 Sketchup vs Rhino

Το περιβάλλον εργασίας τους φαίνεται εξίσου φιλικό προς το χρήστη, και οι δύο ξεχωρίζουν για πολλά εξαιρετικά εργαλεία. Η απόφαση για το ποιο πρόγραμμα 3D είναι καλύτερο για εσάς εξαρτάται από τη φύση του έργου σας [67].

Το Rhino διαθέτει μια εκπληκτική ποικιλία προσθηκών, που σας επιτρέπουν να έχετε την απόλυτη ελευθερία σχεδιασμού. Χάρη στο σύστημα σχεδιασμού του, επιτρέπει επίσης πολύ ομαλές καμπύλες και τη δημιουργία πολύ ακριβών τρισδιάστατων μοντέλων [67].

Το Sketchup σας επιτρέπει τη δυνατότητα πολλών τρισδιάστατων μοντέλων, κάτι το οποίο είναι σημαντικό σε ό, τι αφορά τον σχεδιασμό αρχιτεκτονικής. Είναι σπουδαίο και χωρίς αμφιβολία μπορεί να χειριστεί μεγάλα αρχιτεκτονικά έργα, όπως σχέδια τοπίου. Εν ολίγοις, το Sketchup είναι ένα εξαιρετικό λογισμικό αρχιτεκτονικής απόδοσης [67].

35 SelfCAD vs TinkerCAD

Το TinkerCAD είναι δωρεάν και βασίζεται σε απλή μοντελοποίηση. Μπορείτε να επεξεργαστείτε διαφορετικά σχήματα στο χώρο εργασίας, χρησιμοποιώντας διαφορετικές γεννήτριες. Το TinkerCad προσφέρει πολλές γεννήτριες. Μπορείτε να καθορίσετε, εάν το σχήμα θα εξαχθεί ή θα ενωθεί, στη συνέχεια επιλέξτε όλα τα μοντέλα και πατήστε "ομάδα". Ουσιαστικά, λαμβάνετε το επιθυμητό αποτέλεσμα εκτελώντας λειτουργίες Boolean [68].

Το TinkerCAD είναι πολύ ευέλικτο, να σας επιτρέπει να λυγίζετε, να στρίβετε ή να τραβάτε επιφάνειες, για να σχηματίσετε μοναδικά σχήματα. Εάν θέλετε να διαμορφώσετε μια περίπλοκη δομή ή ένα σχήμα με πολύπλοκη γεωμετρία, το TinkerCad δεν θα σας διευκολύνει [68].

Μόλις είστε έτοιμοι να εκτυπώσετε, θα πρέπει να έχετε πρόσβαση σε ένα επιπλέον πρόγραμμα Slicing για να μπορείτε να εκτυπώσετε το σχέδιό σας [68].

Το SelfCad από την άλλη πλευρά σας δίνει περισσότερο έλεγχο. Προσφέρει μια πιο παραδοσιακή μοντελοποίηση και σας δίνει την σχεδόν απεριόριστη δυνατότητα αλλαγής επιφανειών. Χρησιμοποιώντας το εργαλείο γλυπτικής, παρόμοιο με το Zbrush, μπορείτε, να στρίψετε, να λυγίσετε και να τραβήξετε όπως επιθυμεί η καρδιά σας ή όπως απαιτεί το σχέδιό σας. Μπορείτε ακόμη και να το κάνετε σε τμήματα επιφανειών [68].

Αυτό καθιστά την εργασία με πολύπλοκες δομές και λεπτομέρειες, πολύ πιο εύκολη. Επίσης, όπως σε όλα τα παραδοσιακά προγράμματα μοντελοποίησης, μπορείτε να εισαγάγετε μοντέλα σε μορφή .stl και .obj και να τα τροποποιήσετε τοπικά, κάτι που δεν είναι τόσο εύκολο στο TinkerCad [68].

Επιπλέον, το SelfCAD διαθέτει ενσωματωμένο slicer, οπότε μπορείτε να προετοιμάσετε το μοντέλο σας για τρισδιάστατη εκτύπωση, χωρίς να χρειάζεστε πρόσθετο λογισμικό, που μπορεί να είναι δύσκολο να χειριστεί εάν βρίσκεστε σε τάξη ή εργαστήριο. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα μοντελοποίησης χαμηλού πολυμερισμού στο SelfCad [68].

Τόσο το TinkerCad όσο και το SelfCad είναι εξαιρετικές επιλογές για να αρχίσετε να μαθαίνετε περισσότερα για την Τρισδιάστατη εκτύπωση [68].

Το TinkerCad είναι δωρεάν και περιλαμβάνει μια τεράστια ποσότητα γεννητριών που το καθιστά ιδανικό για τη δημιουργία απλών μοντέλων. Αλλά το TinkerCad δεν διαθέτει ένα εργαλείο γλυπτικής και αυτό περιορίζει το δημιουργικό εύρος του σχεδιασμού. Επιπλέον, η έλλειψη ενσωματωμένου Slicer μπορεί να δημιουργήσει επιπλέον πόρους και σπατάλη χρόνου στο εργαστήριό σας [68].

36 Γενικός πίνακα αποτελεσμάτων

Πρόγραμμα	Επίπεδο	Λογισμικό	Κόστος
Creo	Επαγγελματικό	Windows	2.390 \$ / έτος για το βασικό πακέτο, 15.000 \$ για Premium
Fusion360	Βιομηχανικό	Windows, Mac	\$60 / μήνα
Sketchup	Αρχάριο	Windows, Mac	Ελεύθερο
Rhino	Επαγγελματικό	Windows, Mac	\$995
Onshape	Επαγγελματικό	Windows, Mac, Linux, Android, iOS	\$1,500 / χρόνο
AutoCAD	Βιομηχανικό	Windows, Mac	\$210 / μήνα
Inventor	Βιομηχανικό	Windows, Mac	\$340 / μήνα
Solid Edge	Επαγγελματικό	Windows	Ελεύθερο
SelfCAD	Αρχάριο	Πρόγραμμα περιήγησης	Δωρεάν δοκιμή 10 ημερών, 14,99 \$ / μήνα
TinkerCAD	Αρχάριο	Πρόγραμμα περιήγησης	Ελεύθερο
SolidWorks	Βιομηχανικό	Windows	\$1,295 / χρόνο
Blender	Ενδιάμεσο(όχι αρχάριος και όχι προχωρημένος)	Windows, Mac, Linux	Ελεύθερο
3D Slash	Αρχάριο	Windows, Mac, Linux, Browser, Raspberry Pi.	Δωρεάν, Premium από 2-20 \$ / μήνα
DesignSpark Mechanical	Ενδιάμεσο(όχι αρχάριος και όχι προχωρημένος)	Windows	Δωρεάν, 835 \$ (με όλα τα πρόσθετα)
FreeCad	Ενδιάμεσο(όχι αρχάριος και όχι προχωρημένος)	Windows, Mac, Linux	Ελεύθερο

Meshmixer	Ενδιάμεσο(όχι αρχάριος και όχι προχωρημένος)	Windows, Mac	Ελεύθερο
nanoCAD	Ενδιάμεσο(όχι αρχάριος και όχι προχωρημένος)	Windows	Ελεύθερο
Siemens NX	Βιομηχανικό	Windows	Από 7.500 \$
Art of Illusion	Βιομηχανικό	Windows, macOS και Linux	Ελεύθερο
Wings 3D	Αρχάριο	Windows, macOS, Linux	Ελεύθερο
eMachineShop	Ενδιάμεσο(όχι αρχάριος και όχι προχωρημένος)	Windows	Ελεύθερο

[69], [70], [71], [72].

37 Συμπεράσματα

Με βάση τον πίνακα αποτελεσμάτων, που αφορά τη σύγκριση των προγραμμάτων με βάση τα κριτήρια, του επιπέδου δυσκολίας, του κόστους απόκτησης αυτών και των λογισμικών που μπορούν να τρέξουν καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

Ως προς το επίπεδο Αρχάριο:

- Μεταξύ των, Sketchup, SelfCAD, TinkerCAD, 3D Slash, Wings 3D: το πρόγραμμα που κατά την άποψή μου είναι πιο καλό για χρήση στην κατηγορία όπου το επίπεδο δυσκολίας είναι αρχάριο, είναι το TinkerCAD, διότι το βασικό χαρακτηριστικό του είναι, η ελευθερία χρήσης του χωρίς κόστος, καθώς και ότι δε χρειάζεται να το κατεβάσεις στον υπολογιστή σου, αλλά μπορείς να το χρησιμοποιήσεις μπαίνοντας απλά σε ένα πρόγραμμα περιήγησης.

Ως προς το επίπεδο Ενδιάμεσο(όχι αρχάριος και όχι προχωρημένος):

Μεταξύ των, Blender, DesignSpark Mechanical, FreeCad, Meshmixer, nanoCAD, eMachineShop: το πρόγραμμα που κατά την γνώμη μου είναι το πιο κατάλληλο για χρήση για αυτή τη κατηγορία είναι, το Blender και το FreeCad. Το Blender όμως, δεν ακολουθεί πολλά ίδια πρότυπα με άλλα λογισμικά, χρησιμοποιεί διαφορετικό τρισδιάστατο λογισμικό και αυτό είναι αρκετά σημαντικό πρόβλημα για πολλούς χρήστες [23]. Επομένως, αν έπρεπε να επιλέξω ένα από τα δύο θα επέλεγα το FreeCAD.

Ως προς Επαγγελματικό επίπεδο:

- Μεταξύ των, Creo, Rhino, Onshape, Solid Edge: το πρόγραμμα που κατά την γνώμη μου στη κατηγορία αυτή είναι καλύτερο σε σχέση με τα υπόλοιπα είναι το OnShape, διότι είναι ένα πρόγραμμα το οποίο τρέχει σε, windows, Mac, Android, ios και πληρώνεις μόνος

1500\$ το χρόνο. Σε περίπτωση όμως που σας ενδιαφέρει να τρέχει το πρόγραμμα μόνο σε Windows και να πληρώνετε το λιγότερο ποσό που μπορείτε είναι το Solid Edge το οποίο είναι δωρεάν.

Ως προς Βιομηχανικό επίπεδο:

- Μεταξύ των, Fusion360, AutoCAD, Inventor, SolidWorks, Siemens NX, Art of Illusion: το πρόγραμμα που κατά την άποψη μου είναι πιο καλό για χρήση, είναι σίγουρα το Art of Illusion μιας και είναι ένα πρόγραμμα το οποίο διατίθεται δωρεάν και μπορεί να τρέξει σε λογισμικά Windows, macOS και Linux και Mac. Παρόλα αυτά όμως και το Fusion360 είναι ένα πολύ δυνατό πρόγραμμα που παρέχει πολλές δυνατότητες.

Βιβλιογραφία

- [1] G. Verma, Autodesk Fusion 360 Black Book, INDIA: BPB PUBLICATIONS, 2018.
- [2] N. Mobsby, «ALL3DP,» 6 October 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-alternatives/>. [Πρόσβαση April 2021].
- [3] L. S. Cline, Make:FUSION 360 for MAKERS, Canada: Maker Media, May 2018.
- [4] M. v. Übel, «All3DP,» All3DP, 18 October 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/solidworks-2018-faster-workflows-vr-integration-collaborative-features/>. [Πρόσβαση 12 Mays 2021].
- [5] Z. Rosamond, «All3DP,» December 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/what-is-solidworks-simply-explained/>. [Πρόσβαση 12 Mays 2021].
- [6] M. Lombard, SolidWorks 2013 BIBLE, Idianapolis,India: Bible, 2013.
- [7] N. Le, Product Design with Cloud Based and Desktop CAD Software, Arcada: Degree Thesis, 2018.
- [8] V. Anusci, «All3DP,» 16 March 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/123d-design-review/>. [Πρόσβαση 26 May 2021].
- [9] J. Micallef, Beginning Design for 3D Printing, 1 επιμ., New York: Apress,Berkeley, CA, 2015.
- [10] Bitfab, *Bitfab*, Madrid: Bitfab, 2021.
- [11] y. D. B. Rosener, *3D Modeling Programs: Comparison*, Northeastern State University: Rosener, y Dr. Bill, 2014.
- [12] Knowledge, «Sketchup,» 22 Jun 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://support.sketchup.com/s/article/What-is-SketchUp-Free>. [Πρόσβαση 27 May 2021].
- [13] A. Chopra, SketchUp 2.14 for Dummies, IBM Limited Edition επιμ., A Wiley Brand, 2014.
- [14] A. Chopra, SketchUp 2014 for Dummies, IBM Limited Edition επιμ., A Wiley Brand, 2014.
- [15] L. Carolo, «All3DP,» September 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-cad-software/>. [Πρόσβαση 29 May 2021].

- [16] Γ. Σ. Μουρούτσος, ΤΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ Μηχανολογικό, Ηλεκτρολογικό, Σχέδιο βιομηχανικών αυτοματισμών, 3 επιμ., ΑΘΗΝΑ: ΤΣΟΤΡΑΣ, 2016.
- [17] L. Carolo, «All3DP,» September 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/meshmixer-tutorial-easy-steps-beginners/>. [Πρόσβαση 2 June 2021].
- [18] C. F. a. M. Z. Enrique Canessa, Low-cost 3D Printing for Science, Education & Sustainable Development, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics: ICTP Science Dissemination Unit, May, 2013.
- [19] J. WEB, «Tinkercad,» Autodesk, 18 May 2011. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tinkercad>. [Πρόσβαση 2 June 2021].
- [20] J. F. Kelly, 3D Modeling and Printing with Tinkercad: Create and Print Your Own 3D Models, United States of America: Que, June, 2014.
- [21] M. v. Übel, «All3DP,» March 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/autocad-free-download/>. [Πρόσβαση 3 June 2021].
- [22] J. Riegel, *FreeCAD a free extensible CAx system*, Jürgen Riegel, 2002.
- [23] O. Villar, Learning Blender A Hands-On Guide to Creating 3D Animated Characters, Pearson Educational, Inc: Addison-Wesley , 2015 .
- [24] T. Hartmann, «All3DP,» 3 February 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/blender-3d-printing-tutorial-16-easy-steps-for-beginners/>. [Πρόσβαση 7 June 2021].
- [25] L. Flavell, Beginning Blender: Open Source 3D Modeling, Animation, and Game Design, United States Of America 987654321: Apress, 2010.
- [26] J. O'Connell, «ALL3DP,» September 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/onshape-cad-get-started/>. [Πρόσβαση 8 June 2021].
- [27] C. V., «3Dnatives your source for 3D printing,» 28 May 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.3dnatives.com/en/onshape-cad-software-280520204/#!>. [Πρόσβαση 8 June 2021].
- [28] A. Breuer, «Wikiwand,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.wikiwand.com/en/SelfCAD>. [Πρόσβαση 8 June 2021].
- [29] j. Rele, «SelfCAD 3D Design Software – A Quick Comprehensive Review,» Designer News Ltd, 2020.

- [30] All3DP, « All3DP,» March 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software/>. [Πρόσβαση 8 June 2021].
- [31] N. Mobsby, «ALL3DP,» 6 October 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-alternatives/>. [Πρόσβαση 8 June 2021].
- [32] S. contributors, *SOLVESPACE -- parametric 2d/3d CAD*, SolveSpace contributors, Apr 18 2021.
- [33] T. K. (421), «A SolveSpace Learning Guide,» 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.farwire.net/SolveSpace-LearningGuide.htm>. [Πρόσβαση 8 June 2021].
- [34] L. Carolo, «ALL3DP,» 9 Jun 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-alternatives/>. [Πρόσβαση 10 June 2021].
- [35] D. Logo, «Key features of DesignSpark Mechanical,» RS A.
- [36] A. Haysler, «ALL3DP,» 18 September 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/best-solidworks-alternatives/>. [Πρόσβαση 10 June 2021].
- [37] B. Goldschmidt, «ALL3DP,» 12 September 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/sketchup-to-rhino-how-to-import-skp-files-in-rhino-software/>. [Πρόσβαση 10 June 2021].
- [38] L. L. Y. J. Z. J. C. E. F. J. L. Yicong Lai, *Advances in Computational Fluid-Structure Interaction and Flow Simulation*, Birkhäuser, Cham: Switzerland 2016, 2016.
- [39] A. Haysler, «ALL3DP,» 18 September 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/best-solidworks-alternatives/>. [Πρόσβαση 10 June 2021].
- [40] L. Carolo, «ALL3DP,» October 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-cad-software/>. [Πρόσβαση 10 June 2021].
- [41] *NX for Design Removes Barriers to Innovation*, Saratech, 2021.
- [42] Siemens, *Achieve cutting-edge innovation with*, Siemens, 2020.
- [43] L. Carolo, «ALL3DP,» October 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-cad-software/>. [Πρόσβαση 11 June 2021].
- [44] F. Bedrich, «ALL3DP,» 6 April 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/autodesk-inventor-tutorial-beginners/>. [Πρόσβαση 11 June 2021].
- [45] T. I. Team, *Technical What's New*, Autodesk Inventor, 2010.

- [46] PTC, *Creo: Design. The way it should be.*, PTC, 2021.
- [47] L. Carolo, «ALL3DP,» 9 Jun 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-alternatives/>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [48] L. Carolo, «ALL3DP pro,» October 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-cad-software/>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [49] S. I. S. Inc., «Siemens Ingenuity for life,» 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.plm.automation.siemens.com/store/en-us/trial/solid-edge.html?stc=usdf201336>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [50] L. Carolo, «ALL3DP,» 16 September 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/best-autocad-alternatives/>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [51] A. Gurdita, «ALL3DP,» 15 January 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/autodesk-inventor-free-download-full-version/>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [52] TrustRadius, «Top 5 Free CAD Software in 2021,» 7 May 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.trustradius.com/buyer-blog/top-5-free-cad-software>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [53] 19 Οκτώμβριος 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://chrome.google.com/webstore/detail/3d-slash/ddcbhhcnmilgmojpkjnpkibadapcc>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [54] «ALL3DP,» 2 February 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/3d-slash-review/>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [55] M. v. Übel, «ALL3DP,» 7 January 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-free-cad-software-2d-3d-cad-programs-design/>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [56] W. 3D, «Wings 3D A Polygon Modeler,» Wings 3D, 2021.
- [57] M. v. Übel, «ALL3DP,» 7 January 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-free-cad-software-2d-3d-cad-programs-design/>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [58] P. Eastman, «Art of Illusion,» 1999-2015 . [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.artofillusion.org/screenshots>. [Πρόσβαση 12 June 2021].
- [59] M. Griffin, «ALL3DP,» 31 May 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/solidworks-vs-creo-cad-software-compared/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].

- [60] M. Griffin, «ALL3DP,» 21 February 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/solidworks-vs-autocad/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [61] M. Griffin, «ALL3DP,» 26 September 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/solidworks-vs-solid-edge-cad-software-compared/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [62] K. Ostrem, «ALL3DP,» 16 July 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-vs-solidworks-cad-software-compared-side-by-side/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [63] L. Carolo, «ALL3DP,» 7 March 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-vs-sketchup-differences/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [64] J. O'Connell, «ALL3DP,» 28 March 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-vs-onshape-differences/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [65] L. Fuentes, «ALL3DP,» 30 March 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-vs-autocad-differences/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [66] T. Ooi, «ALL3DP,» 13 June 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-vs-inventor-cad-software-compared-side-by-side/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [67] K. Plewa, «Sculpteo,» July 10 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.sculpteo.com/blog/2019/07/10/battle-of-software-rhino-vs-sketchup/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [68] SelfCAD, «3printr.com,» 17 August 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.3printr.com/tinkercad-vs-selfcad-two-great-3d-softwares-5346915/>. [Πρόσβαση 15 June 2021].
- [69] All3DP, «All3DP,» 7 January 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software/>.
- [70] L. Carolo, «All3DP,» 9 June 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/2/fusion-360-alternatives/#solid-edge-community-edition>.
- [71] L. Carolo, «All3DP,» 8 September 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-cad-software/#before-table>.
- [72] M. v. Übel, «All3DP,» 7 January 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://all3dp.com/1/best-free-cad-software-2d-3d-cad-programs-design/#before-table>.

