



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ 3D PDF ΕΓΓΡΑΦΟΥ ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ CAD**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της φοιτήτριας Συρανίδα Μαρίας,

ΑΜ 2008010068

Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλαος Μπιλάλης

Χανιά, 2016

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	1
<u>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</u>	2
<u>1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	4
<u>1.1 Συστήματα CAD/CAM</u>	4
<u>1.2 Η εταιρία Adobe Systems</u>	4
<u>1.3 PDF</u>	5
<u>1.4 Adobe 3D</u>	5
<u>1.5 Tech soft 3D</u>	6
<u>1.6 Tetra 4D</u>	8
<u>1.7 Εφαρμογές 3D PDF</u>	8
<u>2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΓΥΑΛΙΝΗ ΗΛΕΚΤΟΚΙΝΗΤΗ ΟΡΟΦΗ</u>	10
<u>2.1 Γενική περιγραφή</u>	10
<u>2.2 Κατασκευαστικές ιδιότητες</u>	12
<u>2.3 Περιγραφή της λειτουργίας</u>	14
<u>3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ 3D PDF</u>	17
<u>3.1 Περιγραφή της διαδικασίας</u>	17
<u>3.2 Μετατροπή αρχείων CAD σε 3D PDF</u>	19
<u>3.3 Αλληλεπιδρώντας με το 3D μοντέλο</u>	24
<u>3.4 Μορφές U3D και PRC</u>	35
<u>3.5 PMI</u>	36
<u>3.6 Tetra 4D Enrich</u>	39
<u>3.7 Εισαγωγή 3D Animation στο PDF</u>	40
<u>3.8 Ενσωμάτωση κώδικα JavaScript</u>	43
<u>3.9 Δημιουργία κουμπιών (Buttons)</u>	47
<u>3.10 Εισαγωγή γνωρισμάτων XML</u>	51
<u>3.11 Εισαγωγή πίνακα γνωρισμάτων (Table)</u>	54
<u>3.12 Εισαγωγή πίνακα προβολών (Carousel)</u>	59
<u>ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΕΚΜΑΘΗΣΗ</u>	62
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	64
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 - ΚΩΔΙΚΑΣ XML</u>	66
<u>3D PDF - ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ MOTEP</u>	80
<u>3D PDF - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΕΚΜΑΘΗΣΗ</u>	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Οι εταιρίες που συμμετέχουν στην 3D PDF Κοινοπραξία	7
Εικόνα 1.2: Οι μορφές αρχείων που μπορεί να εξάγει το Tetra 4D Converter	8
Εικόνα 2.1: Γυάλινη ανοιγόμενη οροφή	10
Εικόνα 2.2: Γυάλινη ανοιγόμενη οροφή σε σκαρίφημα	11
Εικόνα 2.3: Μεταλλική δοκός	11
Εικόνα 2.4: Προφίλ αλουμινίου συραμμένο με λωρίδες πολυαμιδίου	13
Εικόνα 2.5: Κατασκευή υαλοπίνακα με τη μέθοδο της δομικής επικόλλησης	14
Εικόνα 2.6: Structural υαλοπίνακας σε πλαίσιο αλουμινίου	14
Εικόνα 2.7: Φωτογραφία του συναρμολογημένου μοτέρ	15
Εικόνα 2.8: Στοιχεία της κατασκευής	15
Εικόνα 3.1: Η πρώτη σελίδα του 3D PDF	18
Εικόνα 3.2: Η δεύτερη σελίδα του 3D PDF	18
Εικόνα 3.3: Αποδεκτές μορφές αρχείων για εισαγωγή στο PDF με το Tetra 4D	20
Εικόνα 3.4: Παράθυρο μετατροπής	20
Εικόνα 3.5: Καρτέλα γενικά - General tab	21
Εικόνα 3.6: Καρτέλα εγγράφου - Document tab	22
Εικόνα 3.7: Καρτέλα εισαγωγής - Import tab	23
Εικόνα 3.8: Καρτέλα βελτιστοποίησης - Optimize tab	24
Εικόνα 3.9: Παράθυρο ρύθμισης της κάμερας	26
Εικόνα 3.10: Παράδειγμα αποθηκευμένης προβολής	27
Εικόνα 3.11: Παράδειγμα αποθηκευμένης προβολής με διάσταση	28
Εικόνα 3.12: Παράδειγμα αποθηκευμένης προβολής με 3D σχόλιο	28
Εικόνα 3.13: Παράθυρο ρύθμισης των αποθηκευμένων προβολών	29
Εικόνα 3.14: Δέντρο του μοντέλου	30
Εικόνα 3.15: Επιλογές προβολής: α. ισομετρική, β. προοπτική	30
Εικόνα 3.16: Επιλογές οπτικής αναπαράστασης - Model Rendering Modes	32
Εικόνα 3.17: Επιλογές φωτισμού - Lighting options	33
Εικόνα 3.18: α. Εγκάρσια τομή (x), b. Εγκάρσια τομή (y), c. Εγκάρσια τομή (z)	34
Εικόνα 3.19: Επιλογές αντικειμένου - Part options	35
Εικόνα 3.20: Αντικείμενο με 3D PMI	37
Εικόνα 3.21: Παράθυρο εισαγωγής 3D αντικειμένου με ενσωμάτωση PMI	38
Εικόνα 3.22: Πρόσθετο Tetra 4D στο Acrobat XI Pro	39
Εικόνα 3.23: Το μενού εργαλείων του Tetra 4D Enrich	40
Εικόνα 3.24: Προσδιορισμός περιοχής για την εισαγωγή του κινούμενου σχεδίου	40
Εικόνα 3.25: Επιλογή του κατάλληλου φορμά για εισαγωγή κινούμενου σχεδίου	41
Εικόνα 3.26: Ενεργοποίηση εισαγωγής κινούμενου σχεδίου	42
Εικόνα 3.27: Ενεργοποίηση εργαλείων JavaScript	43
Εικόνα 3.28: Εργαλεία JavaScript	44
Εικόνα 3.29: Εισαγωγή κουμπιού (button)	48
Εικόνα 3.30: Ιδιότητες κουμπιών - καρτέλα γενικά (General tab)	48
Εικόνα 3.31: Ιδιότητες κουμπιών - καρτέλα επιλογές (Options tab)	49
Εικόνα 3.32: Ιδιότητες κουμπιών - καρτέλα ενέργειες (Actions tab)	50
Εικόνα 3.33: Παράθυρο επεξεργασίας κουμπιών	51
Εικόνα 3.34: Προσδιορισμός περιοχής για την εισαγωγή του μοντέλου	52
Εικόνα 3.35: Παράθυρο με τα αποτελέσματα της αντιστοίχησης με τον XML κώδικα	53
Εικόνα 3.36: Επιλογές εισαγωγής πίνακα	54

Εικόνα 3.37: Προσδιορισμός περιοχής για την εισαγωγή του πίνακα (Table)	55
Εικόνα 3.38: Εισαγωγή Πίνακα	56
Εικόνα 3.39: Επιλογές εισαγωγής πίνακα (Table)	57
Εικόνα 3.40: Επεξεργασία πίνακα	58
Εικόνα 3.41: Επιλογή αντικειμένου από πίνακα	59
Εικόνα 3.42: Προσδιορισμός της περιοχής για την εισαγωγή πίνακα όψεων (Carousel)	60
Εικόνα 3.43: Παράθυρο επεξεργασίας πίνακα όψεων (Carousel)	61
Εικόνα α: Μεταλλική υποστήριξη με έδρανα κύλισης	62

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τη δημιουργία 3D PDF εγγράφου από δεδομένα συστήματος CAD. Η δημιουργία του 3D PDF πραγματοποιήθηκε το πρόγραμμα Acrobat της εταιρίας Adobe Systems. Κύριος στόχος της εργασίας είναι η παρουσίαση των δυνατοτήτων που προσφέρει ένα τέτοιο έγγραφο. Στο πρώτο μέρος της εργασίας, γίνεται αναφορά στις μέχρι τώρα δυνατότητες που προσφέρει η Adobe αλλά και άλλες εταιρίες σχετικά με τη μεταφορά και επεξεργασία 3D δεδομένων σε PDF. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας δημιουργήθηκε ένα 3D PDF μέσω του οποίου παρουσιάζονται αναλυτικά τα εργαλεία του προγράμματος. Το αντικείμενο που επιλέχθηκε ως τρισδιάστατο μοντέλο, αποτελεί τμήμα μίας γυάλινης κινητής οροφής και συγκεκριμένα πρόκειται για το κουτί αλουμινίου το οποίο περιέχει το μοτέρ και τα υπόλοιπα απαραίτητα εξαρτήματα. Στην πρώτη σελίδα του PDF, εισάγεται το μοντέλο σε μορφή η οποία εμπεριέχει κινούμενο σχέδιο. Το κινούμενο σχέδιο αναπαριστά τον τρόπο συναρμολόγησης του κουτιού με το μοτέρ και τα εξαρτήματα. Για τον έλεγχο του κινουμένου σχεδίου χρησιμοποιούνται κουμπιά τα οποία εμπεριέχονται στη σελίδα. Όσον αφορά τη δεύτερη σελίδα του 3D PDF, αυτή εμπεριέχει το ίδιο αντικείμενο, αλλά ενσωματωμένο με διαφορετική μορφή. Η μορφή με την οποία είναι ενσωματωμένο, επιτρέπει την εισαγωγή των πληροφοριών κατασκευής του μοντέλου, όπως αυτές εξάγονται από το λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης στο οποίο έχει δημιουργηθεί. Ταυτόχρονα, στη δεύτερη σελίδα έχει εισαχθεί ένας πίνακας με επιπλέον πληροφορίες που αφορούν τα επιμέρους εξαρτήματα του αντικειμένου και ένας ακόμη πίνακας που εμπεριέχει αποθηκευμένες προβολές του.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κατά τη δημιουργία και ανάπτυξη ενός προϊόντος συντίθενται διαφόρων ειδών πληροφορίες οι οποίες ως σύνολο αποτελούν την τεκμηρίωση του προϊόντος. Σε πολλές περιπτώσεις, τα σχέδια, η τεχνική τεκμηρίωση, η οπτική αναπαράσταση, η προσομοίωση της λειτουργίας αποτελούν σημαντικό μέρος του προϊόντος καθώς ορίζουν τις αξιώσεις του και προσδίδουν την ταυτότητά του.

Η τεκμηρίωση που συνοδεύει ένα προϊόν συναποτελεί μέσο επικοινωνίας εντός των διαφορετικών τμημάτων για πολλές εταιρίες. Από τα τμήματα σχεδιασμού και ανάπτυξης μέχρι τα τελικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, ο διάυλος επικοινωνίας αναπαρίσταται ως τεχνικά έγγραφα που εσωκλείουν όλη την πληροφορία και προσδίδουν τις κατευθυντήριες γραμμές των διαδικασιών παραγωγής.

Ταυτόχρονα, η ολοκληρωμένη παρουσίαση ενός προϊόντος μέσω του υλικού που το συνοδεύει αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία του μάρκετινγκ για τις επιχειρήσεις. Συχνά, οι καταναλωτές έρχονται σε επαφή πρώτα με το συνοδευτικό υλικό του προϊόντος, όπως αυτό προβάλλεται μέσα από ηλεκτρονικά καταστήματα, κοινωνικά δίκτυα, τεχνικούς καταλόγους και προσπέκτους, και έπειτα με το προϊόν αυτό καθαυτό. Συνεπώς, μπορεί να συνθέσει τα θεμέλια της γνωριμίας και της αλληλεπίδρασης μεταξύ του προϊόντος και του καταναλωτή. Συγχρόνως, προσδιορίζει την εικόνα της επιχείρησης παρέχοντας ένα μέτρο της σοβαρότητας και της αξιοπιστίας της και αποδεικνύει κατά πόσο η εταιρία κατανοεί τις ανάγκες της αγοράς στην οποία στοχεύει.

Η ανάγκη για εμπλουτισμένη τεκμηρίωση οδηγεί στη χρησιμοποίηση ποικίλων τύπων στοιχείων λογισμικού. Για παράδειγμα, μία έκθεση Μάρκετινγκ μπορεί να περιέχει αρχεία εικόνας, έγγραφα του Microsoft Word και πίνακες του Excell, ενώ η τεχνική τεκμηρίωση ενός προϊόντος μπορεί να συνοδεύεται από αρχεία βίντεο και μηχανολογικά σχέδια. Καθώς οι επιχειρήσεις στοχεύουν στη μεγιστοποίηση του κέρδους και της παραγωγικότητας, αναζητούν έξυπνα και λειτουργικά εργαλεία και η τεχνολογία τούς τα παρέχει.

Καθώς μέσω του διαδικτύου έχουν καταργηθεί τα χωροχρονικά σύνορα για τις επιχειρηματικές συνεργασίες, η ανάγκη για άμεση και στοχευμένη επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων ολοένα και αυξάνεται. Συχνά, εργαζόμενοι που απασχολούνται από την ίδια εταιρία μπορεί να βρίσκονται σε διαφορετικά μέρη του πλανήτη. Καθώς λοιπόν οι συνεργασίες μεταξύ των μελών μιας ομάδας εξελίσσονται ταυτόχρονα σε παγκόσμιο επίπεδο,

η επικοινωνία μεταξύ αυτών αποτελεί σημαντική πρόκληση. Το σύγχρονο μάρκετινγκ προστάζει τη μέγιστη πληροφόρηση με ταχύτητα και απλότητα.

1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Συστήματα CAD/CAM

Πολύ σημαντικό ρόλο στον τομέα παροχής υπηρεσιών λογισμικού για τη δημιουργία και ανάπτυξη ενός προϊόντος, κατέχουν τα συστήματα δισδιάστατης και τρισδιάστατης σχεδίασης με χρήση υπολογιστή (Computer Aid Design Products, CAD). Το CAD άρχισε να αναπτύσσεται από τη δεκαετία του '60 και σήμερα χρησιμοποιείται στη βιομηχανία από διάφορες εταιρείες συμπεριλαμβανομένων των αεροδιαστημικών, της βαριάς βιομηχανίας, της αυτοκινητοβιομηχανίας, της γεωργίας, αλλά και στην αρχιτεκτονική, στην ιατρική και στη βιομηχανία παιχνιδιών.

Συγχρόνως, εξελίσσονται ραγδαία νέες τεχνολογίες στον τομέα της παραγωγής με τη χρήση υπολογιστή (Computer Aid Manufacturing, CAM). Μία από τις τεχνολογίες αυτές είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing). Πρόκειται για μια μέθοδο παραγωγής προϊόντων που, λαμβάνοντας δεδομένα από συστήματα CAD, κατασκευάζει αντικείμενα μέσω διαδοχικών επιστρώσεων υλικού. Σήμερα το 3D printing χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών και μη εφαρμογών και φαίνεται ότι στο μέλλον πρόκειται να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται και παράγονται πολλά προϊόντα.

Τέλος, στις διαδικασίες παραγωγής και ιδιαίτερα στον τομέα της μηχανολογίας, χρησιμοποιούνται ευρέως οι μηχανές ψηφιακού ελέγχου (Computer Numerical Control, CNC). Οι CNC έχουν αντικαταστήσει σε πολλές περιπτώσεις τις μέχρι πρότινος μεθόδους παραγωγής, καθώς μπορούν να επιτύχουν μεγάλη ακρίβεια και επαναληψιμότητα στην κατασκευή προϊόντων, αφού λειτουργούν αυτόματα λαμβάνοντας ψηφιακά δεδομένα.

1.2 Η εταιρία Adobe Systems

Η Adobe είναι μία αμερικάνικη πολυεθνική εταιρία που δραστηριοποιείται στο χώρο των υπηρεσιών παροχής λογισμικού. Είναι κυρίως γνωστή για το Photoshop (πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας), το Adobe Reader και το φορμά φορητού εγγράφου (Portable Document Format, PDF). Οι υπηρεσίες που παρέχει καλύπτουν μέρος των απαιτήσεων και αξιώσεων ενός προϊόντος και κατ'επέκταση, των αναγκών λογισμικού ενός σταθμού εργασίας.

1.3 PDF

Όταν η Adobe παρουσίασε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 για πρώτη φορά το PDF, άλλαξε τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν οι οργανισμοί μεταξύ τους. Το PDF περιέχει την πλήρη περιγραφή ενός εγγράφου, συμπεριλαμβανομένων γραφικών στοιχείων, κειμένων και άλλων απαραίτητων πληροφοριών. Δίνει τη δυνατότητα να μοιράζεται αναλλοίωτο οπτικό υλικό ανάμεσα σε διαφορετικές εφαρμογές και συστήματα. Μεταξύ των προνομίων αυτού του μορφά είναι η σταθερότητα την οποία παρέχει, καθώς δεν επιτρέπει στον αναγνώστη του να αλλάξει τη διαμόρφωσή του, ενώ ταυτόχρονα παρέχει και επιπλέον προστασία, δίνοντας τη δυνατότητα κλειδώματος του εγγράφου με κωδικό. Το μορφά είναι τυποποιημένο από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης με βάση το πρότυπο ISO 32000-1:2008. Η Adobe από την έκδοση του Adobe Acrobat 2 και έπειτα διένειμε το δικό της λογισμικό για την ανάγνωση των PDF, το Acrobat Reader το οποίο διατίθεται δωρεάν. Σήμερα το PDF θεωρείται παγκόσμιο πρότυπο για την αξιόπιστη διανομή, ανταλλαγή και αρχειοθέτηση ηλεκτρονικών εγγράφων.

1.4 Adobe 3D

Περίπου δέκα χρόνια πριν, η Adobe αποφάσισε να εισέλθει στην αγορά του 3D CAD, εμπλουτίζοντας το PDF μορφά με 3D δυνατότητες. Οι στόχοι της εταιρίας ήταν πολλαπλοί:

- Αρχικά, θα αποκτούσε τεχνολογία σχετική με 3D εφαρμογές και συγκεκριμένα με μεταφραστές αρχείων CAD, την οποία μέχρι πρότινος δεν κατείχε.
- Έπειτα, θα παρουσίαζε μία νέα έκδοση του PDF μορφά, το PDF/E-2 το οποίο ενσωματώνει 3D δομές δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των PRC και U3D μορφά. Το PRC είναι μια ακριβής αναπαράσταση 3D αντικειμένων, κατάλληλη για μεταφορά πληροφοριών. Το U3D είναι κατάλληλο για οπτική αναπαράσταση των τρισδιάστατων αντικειμένων, καθώς ενσωματώνει ελαφρύτερο όγκο πληροφοριών του μοντέλου σε σχέση με το PRC.
- Επιπλέον, θα ενσωμάτωνε τις νέες δυνατότητες στο δωρεάν Acrobat Reader.
- Στη συνέχεια, θα εισήγαγε στην αγορά προηγμένες εκδόσεις του Acrobat Pro με υποστήριξη 3D, με τις οποίες οι χρήστες θα μπορούσαν να δημιουργήσουν τα δικά τους 3D PDF.
- Και τέλος, θα έδινε την άδεια στις εταιρίες παροχής συστημάτων CAD να εισάγουν ένα κιτ ανάπτυξης λογισμικού PDF (software development kit, SDK)

στις εφαρμογές τους, ώστε να μπορεί να γίνει απ' ευθείας εξαγωγή στη μορφή 3D PDF από τις εφαρμογές CAD.

Αν και το σχέδιο φαινόταν πολλά υποσχόμενο, δε συνάντησε την ανάλογη αποδοχή από τις εταιρίες συστημάτων CAD, αφού εκείνες έδειξαν την προτίμησή τους σε δικά τους ανοιχτά 3D φορμά, όπως το JT της Siemens PLM και το της 3DXML της Dassault Systemes. Συνεπώς, στα τέλη του 2009, η Adobe αποφάσισε ότι η μετάβαση στην αγορά του 3D δεν ήταν μια επιλογή στην οποία θα μπορούσε να ανταπεξέλθει όπως θα επιθυμούσε και έτσι διέκοψε τις όποιες κινήσεις ανάπτυξης τεχνολογιών 3D.

Στο μεταξύ αυτό το χρονικό διάστημα των τεσσάρων χρόνων προχώρησε στην υλοποίηση των ακόλουθων προγραμμάτων τα οποία περιλαμβάνουν 3D δυνατότητες:

- Acrobat 3D (Ιανουάριος 2005): Είχε τη δυνατότητα ενσωμάτωσης 3D γραφικών, εργαλεία για τη σύλληψη 3D περιεχομένου απ' ευθείας από συστήματα CAD και ένα επιπλέον πρόγραμμα, το Adobe Acrobat 3D Toolkit για μετατροπή αρχείων σε 3D PDF (σε περίπτωση που αυτά δε μπορούσαν να μετατραπούν απευθείας μέσω του Acrobat), αλλά και για τη δημιουργία κινούμενων τρισδιάστατων σχεδίων (3D animation). Με το Acrobat 3D ήταν εφικτή η ενσωμάτωση των πληροφοριών κατασκευής του προϊόντος (Product Manufacturing Information, PMI) απευθείας πάνω στο μοντέλο.
- Acrobat 9 Pro Extended (Ιούνιος 2008): Οι δυνατότητες που αφορούν το 3D είναι ίδιες με εκείνες του Acrobat 3D, με τη διαφορά ότι έλειπε το 3D Toolkit.

Τότε όμως, για το καλό της τεχνολογίας, η Adobe ξεκίνησε μία νέα συνεργασία με την εταιρία Tech Soft 3D.

1.5 Tech soft 3D

Η Tech Soft 3D εξειδικεύεται στην παροχή λογισμικού σχετικά με τη οπτική αναπαράσταση, την έκδοση και την μεταφορά 3D PDF αρχείων σε Android και IOS (λειτουργικά συστήματα για κινητές συσκευές). Είναι μία εταιρία που στοχεύει να προωθήσει τις υπηρεσίες της σε άλλες εταιρίες παροχής τεχνολογιών 3D και όχι απ' ευθείας στον τελικό χρήστη. Και, ενώ πολλές εταιρίες συστημάτων CAD δεν έδειχναν ενδιαφέρον για τις υπηρεσίες που προσέφερε, το 2010 συμφώνησε με την Adobe να συνεχίσει την ανάπτυξη και την συντήρηση όλων αυτών των τεχνολογιών, ενώ η Adobe διατήρησε τα δικαιώματα ώστε να μπορεί να προβάλλει 3D αρχεία στο Acrobat.

Ωστόσο, καθώς η Tech Soft 3D δεν διέθετε εμπειρία σχετικά με την παροχή υπηρεσιών απ' ευθείας στον τελικό χρήστη και καθώς δεν ήθελε να στραφεί ως ανταγωνίστρια εταιρία στους εν δυνάμει πελάτες της (τις εταιρίες συστημάτων CAD), ίδρυσε μία νέα εταιρία, την Tetra 4D, και διέθεσε τις υπηρεσίες της ως ένα πρόσθετο, το Tetra 4D Converter, που δουλεύει εντός του Acrobat.

Το 2011 η Tech Soft 3D δημιούργησε μία ομάδα εργασίας με σκοπό να εισάγει την τυποποίηση ISO στη χρησιμοποίηση του PRC φορμά στα 3D PDF. Η AIIM, μία ομάδα που συνεργάζεται στενά με το ISO, ανέλαβε αυτό το έργο. Διαμορφώθηκε τότε μία 3D PDF Κοινοπραξία μεταξύ εταιριών, προγραμματιστών και χρηστών, με σκοπό να προωθήσουν το 3D PDF και να παρέχουν δεδομένα στην AIIM με στόχο να καθορίσει τις απαιτήσεις για τη δημιουργία των προτύπων του PRC και PDF/E-2. Το PRC υπόκειται στο πρότυπο ISO 14739-1:2014 και το ISO 24517 (PDF/E) προδιαγράφει τον τρόπο με τον οποίο το PDF μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εγγράφων στη γραμμή παραγωγής των μηχανικών.

Έτσι, η Adobe δεσμεύθηκε να παρέχει μακροχρόνια τη δυνατότητα ανάγνωσης 3D αρχείων από το Acrobat (μέσω των



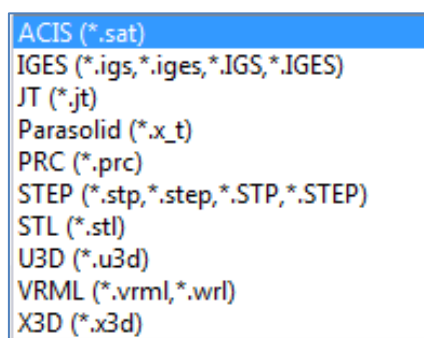
Εικόνα 1.1: Οι εταιρίες που συμμετέχουν στην 3D PDF Κοινοπραξία

PRC και U3D φορμά στο Acrobat Reader), η Tech Soft 3D δεσμεύθηκε να συνεχίσει να παρέχει τεχνογνωσία και να εξελίσσει τις δυνατότητες για τη δημιουργία 3D PDF, η AIIM δεσμεύθηκε να στηρίζει το PRC και το PDF/E-2 ως πρότυπα του ISO και η 3D PDF Κοινοπραξία δεσμεύθηκε να προωθεί τη χρήση του 3D PDF. Και ενώ πολλές εταιρίες εδώ και χρόνια γνωρίζουν και αξιοποιούν τις τεχνολογίες σχετικά με το 3D PDF, δεν είναι λίγες εκείνες που αγνοούν παντελώς την ύπαρξή του. Είναι όμως ένα αξιόλογο εργαλείο και, βασισμένο σε ένα νόμιμο πρότυπο, μία ασφαλής επιλογή για τους χρήστες.

1.6 Tetra 4D

Η Tetra 4D είναι η εταιρία που ιδρύθηκε με σκοπό να προωθήσει στην αγορά τις τεχνολογίες της Tech Soft 3D που αφορούν 3D δυνατότητες στο Acrobat. Το εγχείρημα αυτό πραγματοποιείται μέσω δύο πρόσθετων (plug-in) τα οποία λειτουργούν εντός του Acrobat, το Tetra 4D Converter και το Tetra 4D Enrich. Το Tetra 4D Converter χρησιμεύει για να μετατρέπει τα αρχεία CAD στις 3D μορφές που το Acrobat μπορεί να αναγνωρίσει, δηλαδή στις PRC και U3D. Το Tetra 4D Enrich είναι ένα εμπλουτισμένο εργαλείο, ιδανικό για την κατασκευή τεχνικών εγγράφων που βασίζονται σε τρισδιάστατα μοντέλα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το Tetra 4D Converter μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μετατροπέας 3D αρχείων και αντίστροφα. Δηλαδή μπορεί να εξάγει 3D αρχεία σε ουδέτερα 3D φορμά εφόσον αυτά έχουν εισαχθεί με τις ρυθμίσεις PRC. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να μεταφέρουμε δεδομένα από το PDF σε 3D εκτυπωτές, μιάς και μπορούμε να τα εξάγουμε σε μορφές STL και VRML, που είναι δύο από τις πιο συνηθισμένες μορφές εισαγωγής δεδομένων σε 3D εκτυπωτές. Τέλος, τα φορμά IGES, STEP και STL έχουν τη δυνατότητα να εισαχθούν σε λογισμικά CAM με σκοπό να μεταφραστούν σε G-Code, δηλαδή τη γλώσσα προγραμματισμού που διαβάζουν οι μηχανές CNC.



Εικόνα 1.2: Οι μορφές αρχείων που μπορεί να εξάγει το Tetra 4D Converter

1.7 Εφαρμογές 3D PDF

Το 3D PDF και οι δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον τόσο σε εμπορικές εταιρίες, όσο και σε δημόσιες υπηρεσίες. Το υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ μέσω του Εργαστηρίου Ερευνών του Στρατού εργάζεται σε μία πρωτοβουλία που ονομάζεται Επιχείρηση Βασισμένη στο Μοντέλο (Model Based Enterprise, MBE) την οποία οι ίδιοι προσδιορίζουν ως εξής: «Ένα πλήρως ολοκληρωμένο και συνεργατικό περιβάλλον που βασίζεται στον ορισμό 3D προϊόντων με λεπτομερή περιγραφή τα οποία μοιράζονται σε ολόκληρη την επιχείρηση με στόχο την ταχεία, απρόσκοπτη και

οικονομικά προσιτή ανάπτυξη των προϊόντων από τα αρχικά στάδια της ιδέας μέχρι τα τελικά στάδια της παραγωγής».

Ουσιαστικά, πρόκειται για τη δυνατότητα χρησιμοποίησης πακέτων τεχνικών δεδομένων που περιέχουν τρισδιάστατα μοντέλα ως την πλήρη και μοναδική πηγή αναφοράς καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος. Το 3D μοντέλο περιέχει όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται για τον ορισμό ενός προϊόντος με οργανωμένο τρόπο, ώστε να μπορεί οποιοσδήποτε να έχει εύκολη πρόσβαση. Στο παρελθόν η μεταφορά πληροφοριών του προϊόντος απαιτούσε την ανταλλαγή 3D αρχείων, μηχανολογικών σχεδίων και επιπρόσθετων πληροφοριών - σημειώσεων. Με το MBE οι πληροφορίες εμπεριέχονται σε ένα πακέτο τεχνικών χαρακτηριστικών (Technical Data Package, TDP) που ορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο MIL-STD-31000 του ASME Y14.41. Η ιδανική μορφή για τη δημιουργία τέτοιων πακέτων είναι το 3D PDF. Στο μέλλον, κάθε εταιρία που συμμετέχει την αλυσίδα ανεφοδιασμού του υπουργείου Άμυνας θα υποχρεούται να παραδίδει τα δεδομένα των προϊόντων σύμφωνα με αυτό το πρότυπο. Φυσικά το πρότυπο είναι εξίσου κατάλληλο και για τις εμπορικές εφαρμογές.

Πολλές εφαρμογές συστημάτων CAD διαθέτουν τη δυνατότητα ανάγνωσης και επεξεργασίας 3D PDF. Ο τρόπος που είναι χτισμένο ένα 3D PDF εξαρτάται από την εφαρμογή που θα χρησιμοποιήσουμε. Για παράδειγμα, το Space Claim (πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης) μπορεί να δημιουργήσει 3D PDF με PRC και U3D αρχεία. Ενώ, με το Anark Core (λογισμικό 3D MBE), μπορούν να δημιουργηθούν TDPs προσαρμοσμένα για τις ανάγκες μας, αυτόνομα πακέτα για αιτήματα προσφοράς (Request For Quote, RFQ), ψηφιακές οδηγίες εργασίας και πολλά ακόμα. Επιπλέον, η εταιρία C Tech που παρέχει λογισμικά που εστιάζουν στη γεωεπιστήμη, διαθέτει 3D PDF μετατροπέα. Επιπρόσθετα, αξίζει να σημειωθεί πως η εταιρία Prostep, σε συνεργασία με την Adobe και την Tech Soft 3D, έχει δημιουργήσει επιπλέον εργαλεία για την κατασκευή 3D PDF με πληθώρα δυνατοτήτων, παρόμοια με αυτά του Tetra 4D - συμπεριλαμβανομένου λογισμικού για τη δημιουργία animation - τα οποία λειτουργούν εντός του Acrobat. Ακόμη, πλούσια γκάμα εργαλείων για τη δημιουργία 3D PDF παρέχει η εταιρία Right Hemisphere, με το πρόγραμμα Deep Exploration. Μάλιστα, το Deep Exploration παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας κινουμένων σχεδίων (animations) και τη δυνατότητα διαίρεσης των animations σε βήματα, με εύχρηστο περιβάλλον διεπαφής, σε αντίθεση με το Acrobat, που παρέχει αυτή τη λειτουργία μόνο για πιο προχωρημένους χρήστες (σε επίπεδο προγραμματισμού με JavaScript). Ενώ, περιορισμένες δυνατότητες για τη δημιουργία 3D PDF παρέχει το λογισμικό Bluebeam (της Nemetscek), καθώς δεν υποστηρίζει PRC αρχεία, αλλά μόνο U3D. Και τέλος, η Dassault Systemes έχει δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο εργαλείο για τον προσδιορισμό και την επεξεργασία 3D PMI και την εξαγωγή 3D PDF, το Solidworks MBD module.

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΓΥΑΛΙΝΗ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗ ΟΡΟΦΗ

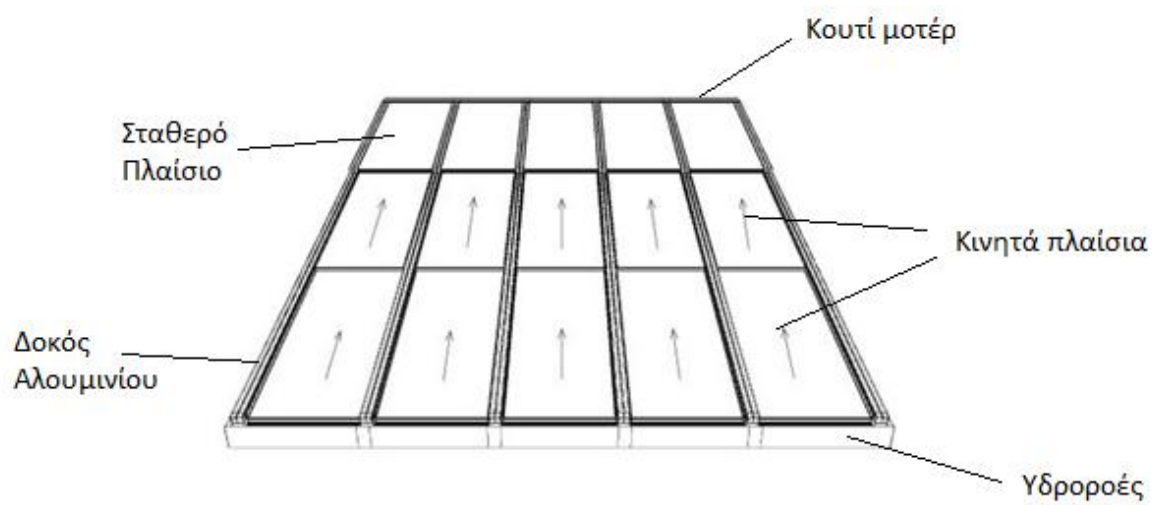
2.1 Γενική περιγραφή

Το μοντέλο που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε για τη δημιουργία του 3D PDF αποτελεί τμήμα μίας γυάλινης ηλεκτροκίνητης οροφής με σκελετό αλουμινίου και συγκεκριμένα πρόκειται για το κουτί που περιέχει το μοτέρ. Οι γυάλινες συρόμενες οροφές χρησιμοποιούνται σε κτίρια με σκοπό να προσφέρουν φυσικό φωτισμό και τη δυνατότητα διείσδυσης του εξωτερικού αέρα εντός του κτιρίου. Το σύστημα γυάλινης ηλεκτροκίνητης οροφής υπάγεται στον τομέα της μηχανικής και συγκεκριμένα στον τομέα των αρχιτεκτονικών κατασκευών.

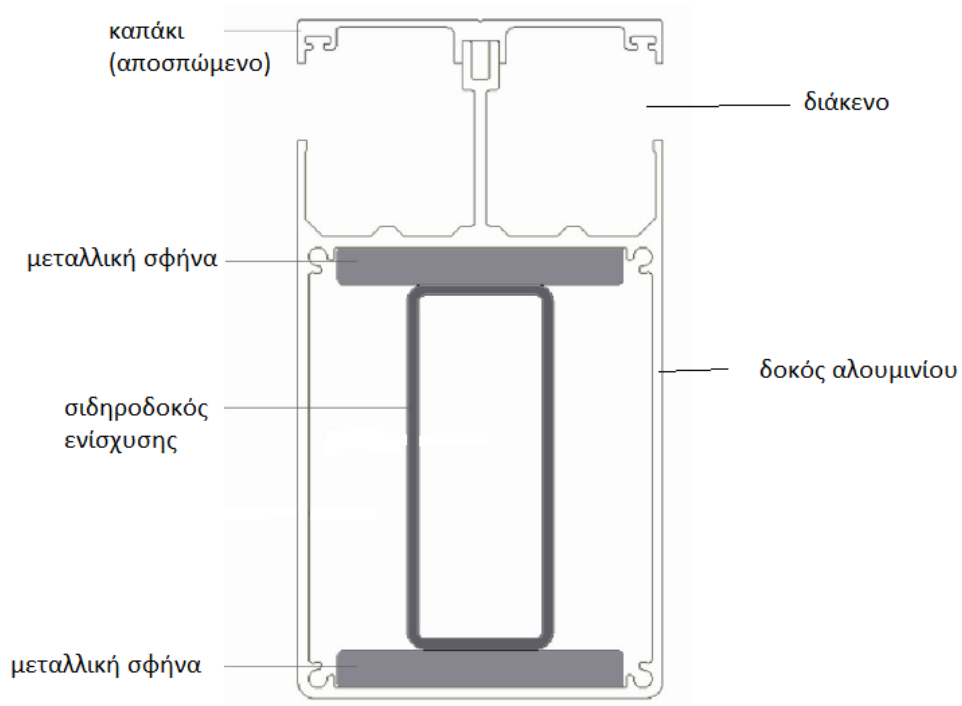


Εικόνα 2.1: Γυάλινη ανοιγόμενη οροφή

Το παρόν σύστημα αποτελείται από δοκούς αλουμινίου ορθογωνικής διατομής, οι οποίες δύναται να ενισχυθούν εσωτερικά με σιδηροδοκούς, ικανές να αντέξουν τα φορτία που δέχεται μία τέτοια κατασκευή. Στις δοκούς αυτές στηρίζονται τα πλαίσια που απαρτίζουν το σύστημα. Κάθε δοκός διαθέτει ένα διάκενο από κάθε πλευρά, στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει διπλός διάδρομος εντός του οποίου κινούνται τα ράουλα που σύρουν τα κινητά πλαίσια. Επιπλέον η δοκός είναι έτσι διαμορφωμένη ώστε να λειτουργεί και σαν υδατοσταλάκτης, ώστε τα νερά που πιθανώς να εισέλθουν εντός αυτής (μέσω του διακένου), παραμένουν εντός της περιοχής της δοκού και οδηγούνται (λόγω της κλίσης της οροφής) στην υδροροή. Το σύστημα αποτελείται από τρία πλαίσια αλουμινίου σε κάθε άνοιγμα, τα δύο εκ των οποίων είναι κινητά και, όταν η οροφή ανοίγει, αυτά παρκάρουν κάτω από το σταθερό πλαίσιο, αφήνοντας ακάλυπτα τα δύο τρίτα της συνολικής επιφάνειας.



Εικόνα 2.2: Γυάλινη ανοιγόμενη οροφή σε σκαρίφημα



Εικόνα 2.3: Μεταλλική δοκός

2.2 Κατασκευαστικές ιδιότητες

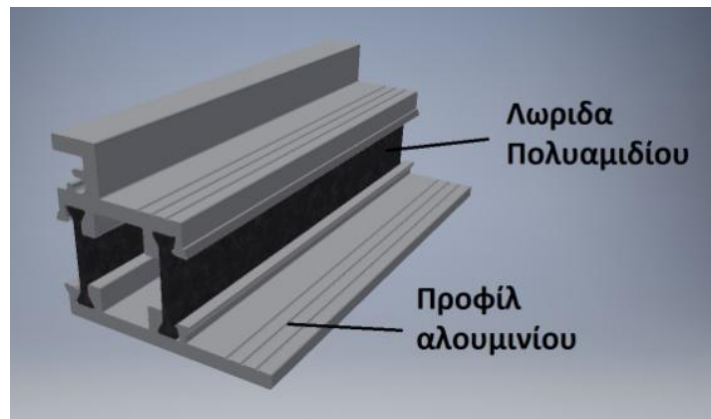
- **Υλικό αλουμίνιο**

Το αλουμίνιο είναι το υλικό που χρησιμοποιείται κατ' εξοχήν στη χώρα μας και σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια για την κατασκευή κουφωμάτων διότι είναι συμπαγές υλικό με πληθώρα πλεονεκτημάτων όπως η αντοχή στις θερμοκρασιακές μεταβολές και το γεγονός ότι δεν απαιτεί συντήρηση. Επίσης, μέσω διαφόρων τεχνικών, όπως η ανοδίωση και η ηλεκτροστατική βαφή, μπορεί να βαφτεί σε οποιοδήποτε επιθυμητό χρώμα (όπως απομίμηση ξύλου ή απομίμηση ανοξείδωτου χάλυβα, γνωστό ως inox). Συγχρόνως, το αλουμίνιο έχει το πλεονέκτημα της δυνατότητας διέλασής του. Μέσω της διέλασης μπορούν να κατασκευαστούν διατομές οποιουδήποτε σχήματος, ενώ ανάλογα με την πρέσα διέλασης θα έχουν μέγιστες και ελάχιστες διαστάσεις.

Ωστόσο, καθώς πρόκειται για ένα αγωγίμο υλικό παρουσιάζει το μειονέκτημα της μεταφοράς της θερμότητας από τον εσωτερικό προς τον εξωτερικό χώρο ή το αντίστροφο. Συνεπώς, τη χειμερινή περίοδο εμφανίζονται μεγάλες θερμικές απώλειες ενώ αντιστρόφως, τη θερινή περίοδο μεταφέρονται οι θερμές μάζες από τον εξωτερικό χώρο στον εσωτερικό, με δυσάρεστες συνέπειες.

- **Μόνωση - Θερμοδιακοπή**

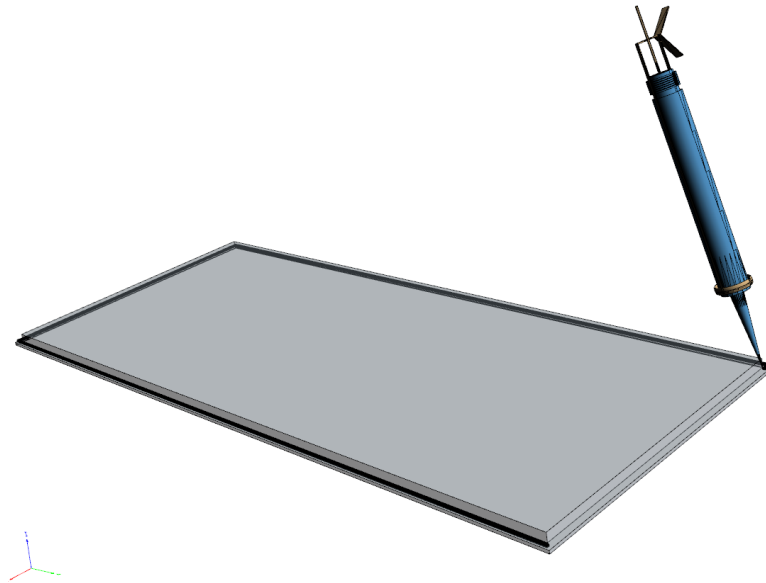
Προκειμένου να μειωθούν οι θερμικές απώλειες του κτιρίου χρησιμοποιούνται προφίλ αλουμινίου με θερμοδιακοπή. Κάθε προφίλ με θερμοδιακοπή παρεμβάλλει μεταξύ της μίας πλευράς του, που είναι σε επαφή με το εξωτερικό του κτιρίου, και της άλλης πλευράς του, που είναι σε επαφή με το εσωτερικό του κτιρίου, πολυαμίδια, δηλαδή λωρίδες από ένα υλικό με χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας προκειμένου να εμποδίσουν την μεταφορά της θερμότητας λόγω αγωγής.



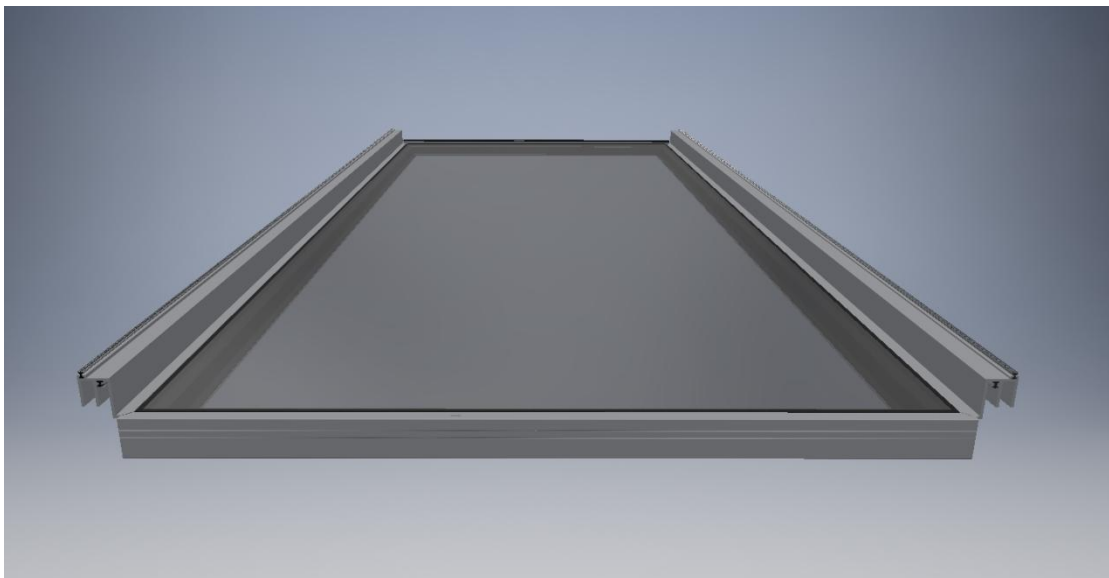
Εικόνα 2.4: Προφίλ αλουμινίου συραμμένο με λωρίδες πολυαμιδίου

- **Υλικό γυαλί**

Το γυαλί είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται κατά κόρον στις αρχιτεκτονικές κατασκευές λόγω της διαφάνειάς του και της ανθεκτικότητάς του στη διάβρωση. Στην παρούσα κατασκευή, τα πλαίσια αλουμινίου έχουν τη δυνατότητα να δεχθούν διπλούς υαλοπίνακες, εκ των οποίων ο κάτω υαλοπίνακας είναι πολυστρωματικός με εσωτερική μεμβράνη (triplex). Μεταξύ των δύο υαλοπινάκων υπάρχει διάκενο στο οποίο εμπεριέχεται αέριο (συνήθως αργό) ή αέρας. Οι υαλοπίνακες δεν συγκρατούνται με σύσφιξη, όπως στις περισσότερες περιπτώσεις κατασκευής κουφωμάτων αλλά με κόλληση. Επιπλέον, ο άνω υαλοπίνακας είναι περιμετρικά μεγαλύτερος από τον κάτω ώστε να βρίσκεται στην ίδια στάθμη με το προφίλ αλουμινίου, αποφεύγοντας έτσι τη δημιουργία φράγματος και επιτυγχάνοντας την ομαλή απορροή των ομβρίων. Η τεχνική αυτή με την οποία τοποθετούνται οι υαλοπίνακες ονομάζεται δομική επικόλληση (structural).



Εικόνα 2.5: Κατασκευή ναλοπίνακα με τη μέθοδο της δομικής επικόλλησης



Εικόνα 2.6: Structural ναλοπίνακας σε πλαίσιο αλουμινίου

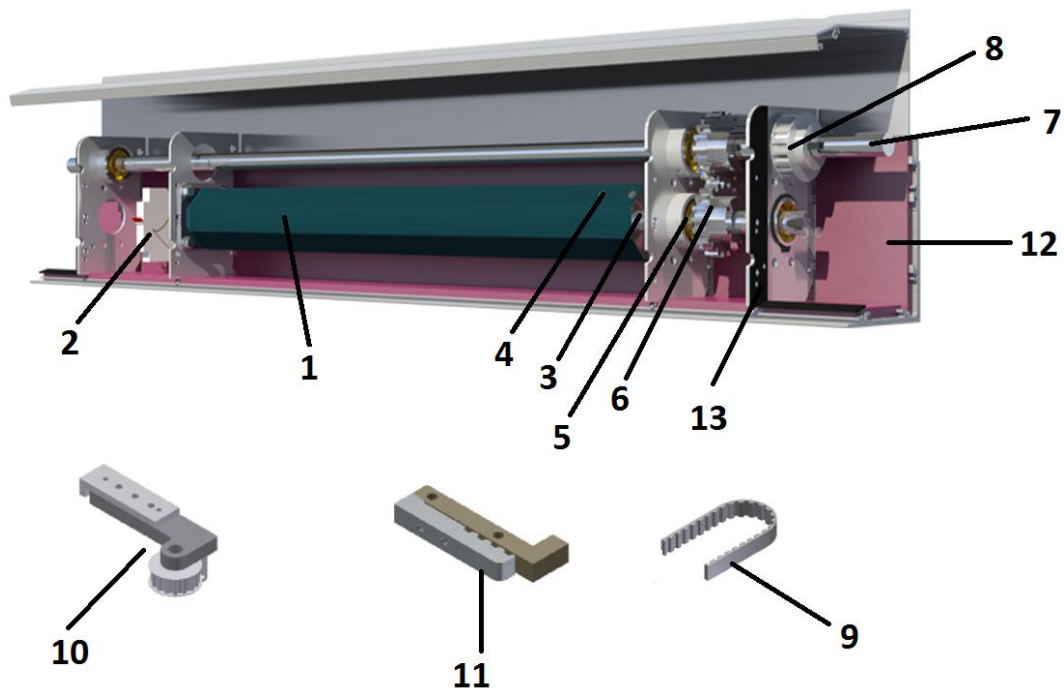
2.3 Περιγραφή της λειτουργίας

Το σύστημα γυάλινης κινητής οροφής διαθέτει ηλεκτρικά μοτέρ τα οποία χρησιμοποιούνται για να κινήσουν τις τροχαλίες, οι οποίες μέσω του οδοντωτού μίαντα

μεταφέρουν την κίνηση στα πλαίσια. Τα μοτέρ είναι τοποθετημένα σε ένα κουτί αλουμινίου και βρίσκεται στο επάνω μέρος της κατασκευής. Κάθε ένα από τα ανοίγματα διαθέτει το δικό του μοτέρ, δηλαδή κάθε μοτέρ κινεί δύο φύλλα. Ο τρόπος που είναι συναρμολογημένο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.7: Φωτογραφία του συναρμολογημένου μοτέρ



Εικόνα 2.8: Στοιχεία της κατασκευής

Σύμφωνα με την αρίθμηση των εξαρτημάτων που φαίνεται στην παραπάνω εικόνα έχουμε τα εξής: Κατά το άνοιγμα της οροφής, ενεργοποιείται το κυλινδρικό μοτέρ (1) το οποίο τροφοδοτείται μέσω της ασφάλειας (2) και περιστρέφεται. Καθώς περιστρέφεται, μαζί του περιστρέφεται και ο άξονας (3) που είναι ενωμένος με τους κοχλίες (4). Ο άξονας περνά μέσα από τη μεταλλική υποδοχή που βρίσκεται το έδρανο κύλισης (5), μεταφέρει την κίνηση στα γρανάζια (6), ώστε μέσω του άξονα (7) να μεταφερθεί στον γρανάζι χρονισμού (8). Πάνω στο γρανάζι χρονισμού βρίσκεται ο ιμάντας χρονισμού (9) ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το κάτω κινητό φύλλο, μέσω του εξαρτήματος (10) που βρίσκεται στην κάτω πλευρά του φύλλου και του εξαρτήματος (11) που βρίσκεται στην πάνω πλευρά του. Όταν το κάτω φύλλο φτάσει στο ίδιο επίπεδο με το μεσαίο φύλλο - δηλαδή όταν έχει ανοίξει το ένα τρίτο της οροφής - το κάτω φύλλο παρασύρει το μεσαίο μέσω του οριζόντιου αλουμινένιου προφίλ, το οποίο λειτουργεί σαν γάντζος. Στη συνέχεια και τα δύο κινητά φύλλα παρκάρουν κάτω από το σταθερό φύλλο. Τέλος, πάνω στο προφίλ αλουμινίου είναι εγκατεστημένες ηχομονωτικές μεμβράνες (12) προκειμένου να περιορίσουν την ένταση του ήχου που προκαλείται κατά τη λειτουργία του μοτέρ, όπως επίσης είναι εγκατεστημένα για τον ίδιο λόγο κάποια ελαστικά παρεμβύσματα (13), στα σημεία που ακουμπούν μεταξύ τους μεταλλικά στοιχεία.

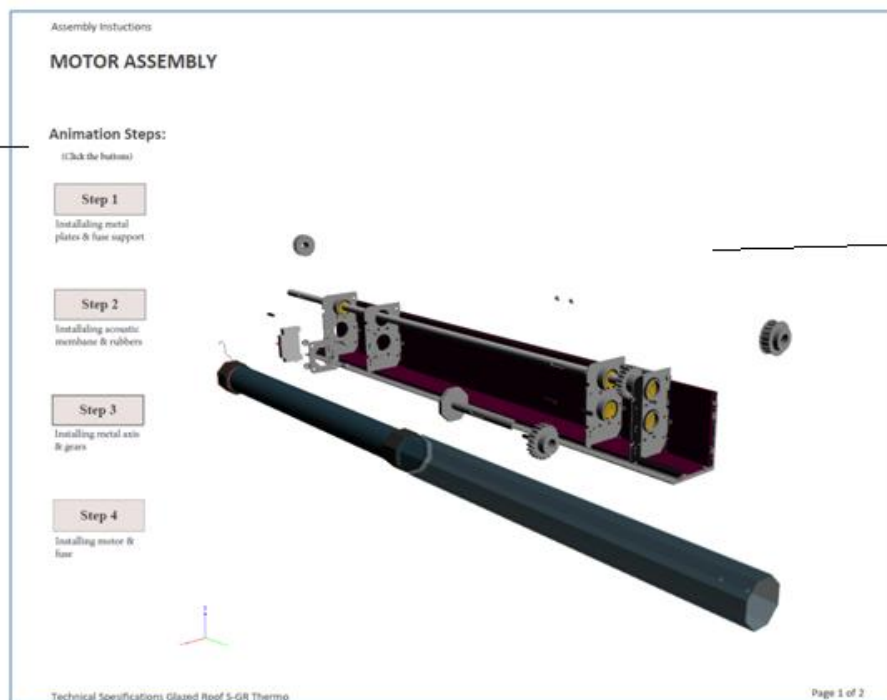
3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ 3D PDF

3.1 Περιγραφή της διαδικασίας

Για τους σκοπούς της εργασίας θα δημιουργήσουμε ένα 3D PDF, μέσω του οποίου θα γνωρίσουμε τις δυνατότητες που παρέχει το Acrobat σε συνδυασμό με το πρόσθετο Tetra 4D. Στην πρώτη σελίδα του εγγράφου θα εισάγουμε ένα 3D μοντέλο σε μορφή U3D το οποίο θα περιέχει animation. Παράλληλα, θα ενσωματώσουμε κώδικα JavaScript και θα δημιουργήσουμε κουμπιά με τα οποία ο χρήστης θα μπορεί να ελέγχει το animation. Στην επόμενη σελίδα θα εισάγουμε το ίδιο 3D μοντέλο χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά τις ρυθμίσεις PRC. Επιπλέον, θα εισάγουμε ένα πίνακα με πληροφορίες που αφορούν τα επιμέρους στοιχεία του 3D μοντέλου (χρησιμοποιώντας κώδικα XML), ένα δεύτερο πίνακα με αποθηκευμένες προβολές του μοντέλου και, τέλος, θα εισάγουμε ένα από αντικείμενα του 3D μοντέλου το οποίο θα περιέχει PMI.

Το 3D μοντέλο που επιλέξαμε να εισάγουμε είναι το κουτί του μοτέρ μιας γυάλινης ηλεκτροκίνητης οροφής. Το 3D PDF θα κατασκευαστεί έτσι ώστε να λειτουργεί με ποικίλους τρόπους. Αρχικά, η πρώτη σελίδα θα λειτουργεί ως οδηγός εργασίας, δηλαδή θα εξηγεί τον τρόπο με τον οποίο συναρμολογείται το μοντέλο μας. Μέσω των κουμπιών ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει ποιο τμήμα της συναρμολόγησης θέλει να δει. Παράλληλα στην επόμενη σελίδα, όπου το μοντέλο θα έχει εισαχθεί με τις ρυθμίσεις PRC, ο χρήστης θα μπορεί να έχει άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες που αφορούν τα επιμέρους τμήματα της συνολικής συναρμολόγησης. Έτσι, επιλέγοντας μέσα από το παράθυρο που βρίσκεται το 3D μοντέλο, ένα από τα επιμέρους αντικείμενα, αυτό θα εμφανίζεται στο διπλανό πίνακα, παρέχοντας πρόσβαση σε πληροφορίες όπως το όνομά του, τον προμηθευτή, την τιμή ή οτιδήποτε άλλο επιθυμούμε να εισάγουμε. Στη συνέχεια, θα εισαχθεί ένας δεύτερος πίνακας στον οποίο θα περιέχονται οι προβολές του μοντέλου που έχουμε αποθηκεύσει. Για παράδειγμα, μπορεί να έχουμε αποθηκεύσει μία προβολή του αντικειμένου η οποία δείχνει μία διάσταση που μας ενδιαφέρει. Και τέλος, θα εισάγουμε ένα από τα αντικείμενα του μοντέλου με τις ρυθμίσεις PRC ενσωματώνοντας τις PMI.

Κουμπιά
ελέγχου
του animation

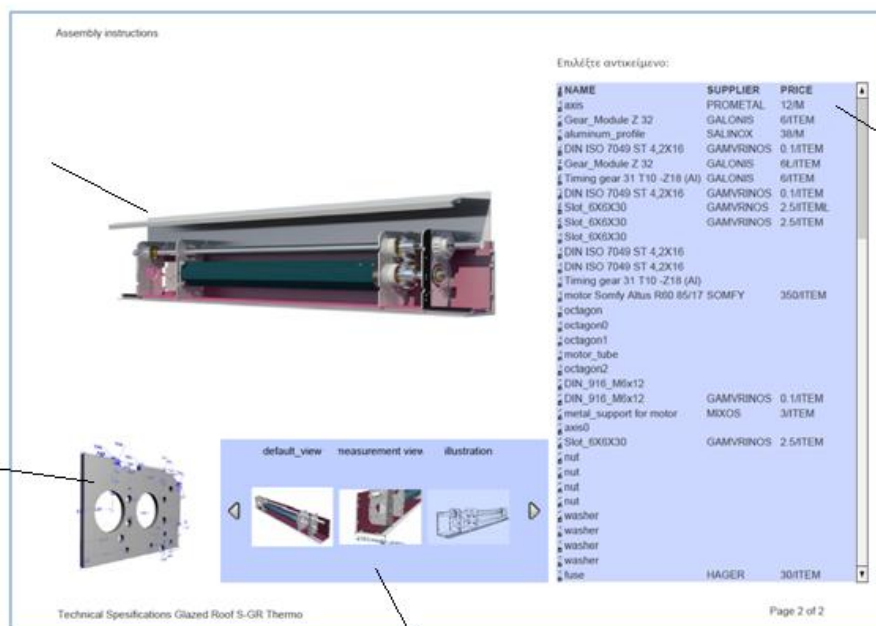


Περιοχή του
3D μοντέλου

Εικόνα 3.1: Η πρώτη σελίδα του 3D PDF

Περιοχή 3D
μοντέλου

Περιοχή 3D
μοντέλου
με PMI



Πίνακας με
δεδομένα σε
μορφή
XML

Πίνακας αποθηκευμένων προβολών

Εικόνα 3.2: Η δεύτερη σελίδα του 3D PDF

Οι παραπάνω λειτουργίες χρησιμεύουν για τη διευκόλυνση των διαδικασιών παραγωγής του προϊόντος, την άμεση επικοινωνία και εμπλουτισμένη πληροφόρηση εντός των τμημάτων μίας εταιρίας. Μέσα σε μόνο δύο σελίδες μπορεί οποιοσδήποτε να κατανοήσει τον τρόπο που κατασκευάζεται το μοντέλο μας, να το μετρήσει, να δει πόσο κοστίζει καθένα από το στοιχεία που το απαρτίζουν και να αξιοποιήσει πολλές ακόμη δυνατότητες.

3.2 Μετατροπή αρχείων CAD σε 3D PDF

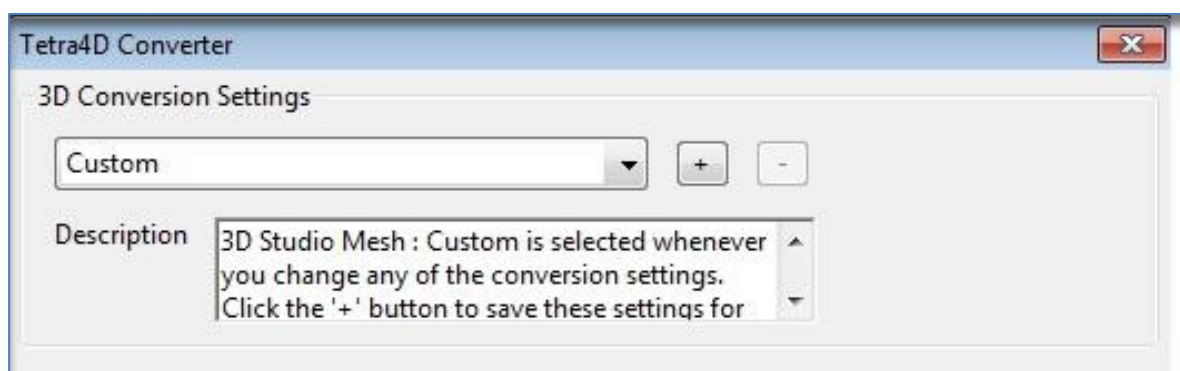
Στη συνέχεια θα προχωρήσουμε στη δημιουργία 3D PDF ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Ανοίγουμε το Adobe Acrobat XI Pro.
2. Επιλέγουμε Create PDF from File.
3. Στο Adobe Acrobat Pro ή Acrobat Pro DC έχουμε τη δυνατότητα να εισάγουμε δύο φορμά 3D αρχείων, τα U3D και PRC. Εφόσον εγκαταστήσουμε το πρόσθετο Tetra 4D Enrich, μπορούμε να εισάγουμε πολλά επιπλέον 3D φορμά. Μπορούμε να εισάγουμε απευθείας το μοντέλο που επιθυμούμε εάν αυτό έχει σχεδιαστεί στο Solidworks, Catia V5, Creo, 3DS Max και άλλα. Πρωτού επιλέξουμε το αρχείο, παρατηρούμε τις διαθέσιμες μορφές που μπορούν να εισαχθούν στο PDF.

Lattice XVL (*.xv3,*.xv0)	3D Files (*.u3d,*.prc)
Microsoft Office Excel (*.xls,*.xlsx,*.xlsm,	3D Studio Mesh (*.3ds)
Microsoft Office Powerpoint (*.ppt,*.pptx)	3DXML (*.3dxml)
Microsoft Office Word (*.doc,*.rtf,*.docx)	ACIS (*.sat,*.sab)
Multimedia (*.flv,*.f4v,*.mov,*.m4v,*.3g)	Autodesk AutoCAD (*.dwg,*.dwt,*.dxf,*.dgn)
NX (Unigraphics) (*.prt)	Autodesk Inventor (*.ipt,*.iam)
OneSpace Designer (*.pkg,*.sdp,*.sdpc,*.sdpd)	BMP (*.bmp,*.rle,*.dib)
Parasolid (*.x_t,*.x_b,*.xmt)	CADDs (*.cadds,*.pd,*.pd)
PCX (*.pcx)	CATIA V4 (*.model,*.dlv,*.exp,*.session)
PNG (*.png)	CATIA V5 (*.catproduct,*.catpart,*.catsh)
PostScript/EPS (*.ps,*.prn,*.eps)	CATIA V5 Drawing (*.catdrawing)
PRC (*.prc,*.prd)	CGR (*.cgr)
Rhino (*.3dm)	Collada (*.dae)
Solid Edge (*.par,*.pwd,*.psm,*.asm)	Compuserve GIF (*.gif)
SolidWorks (*.sldasm,*.sldprt,*.sldlfp)	Creo (Pro/ENGINEER) (*.prt,*.prt*,*.xpr,*.xprt)
STEP (*.step,*.stp,*.stpz,*.stp.z)	EMF (*.emf)
STL (*.stl)	HTML (*.html,*.htm,*.shtml)
Text (*.txt,*.text)	I-DEAS (*.mf1,*.arc,*.unv,*.pkg)
TIFF (*.tiff,*.tif)	IFC (*.ifc,*.ifczip)
Universal 3D (*.u3d)	IGES (*.iges,*.igs)
VDA (*.vda)	JPEG (*.jpg,*.jpeg,*.jpe,*.JPEG)
VRML (*.vrm,*.wrl)	JPEG2000 (*.jpf,*.jpx,*.jp2,*.j2k,*.j2c,*.jpc)
Wavefront Object (*.obj)	JT (*.jt)
XPS (*.xps)	KMZ (*.kmz)

Εικόνα 3.3: Αποδεκτές μορφές αρχείων για εισαγωγή στο PDF με το Tetra 4D

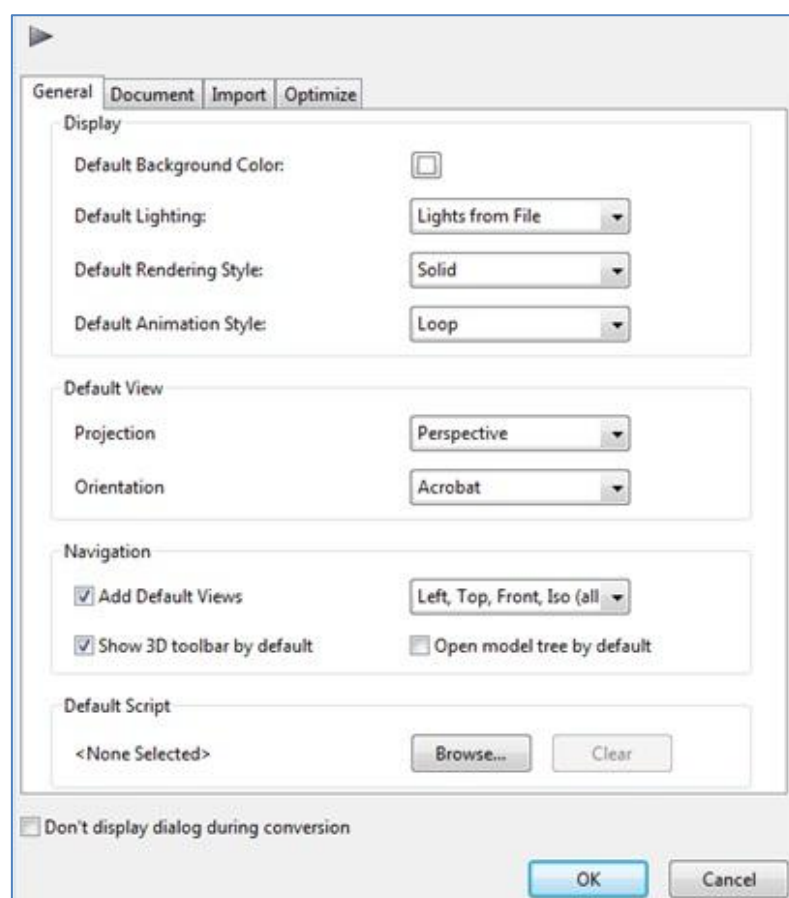
4. Εναλλακτικά, επιλέγουμε το 3D αρχείο και το σέρνουμε στο Acrobat με τη λειτουργία drag&drop.
5. Στο επάνω μέρος του παραθύρου που εμφανίζεται, μπορούμε να επιλέξουμε τη μορφή μετατροπής.



Εικόνα 3.4: Παράθυρο μετατροπής

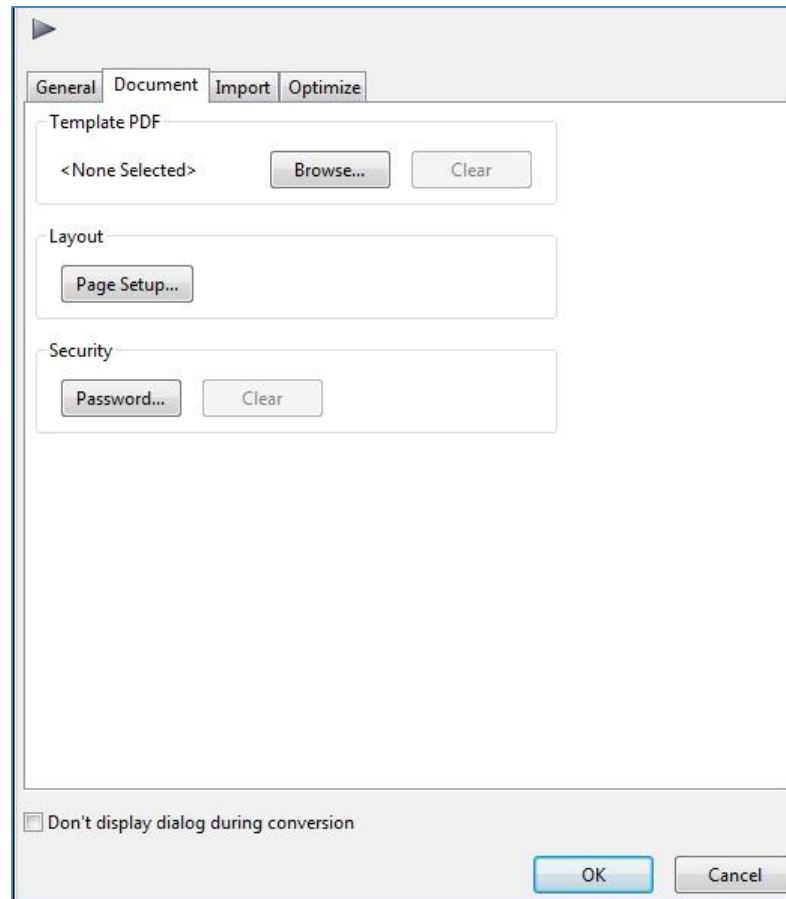
Καθεμιά από τις διαθέσιμες μορφές έχει τις δικές της προεπιλεγμένες τιμές. Εφόσον αλλάξουμε οποιαδήποτε από τις τιμές στις καρτέλες General, Document, Import ή Optimize το όνομα αλλάζει αυτόματα σε Custom. Αν θέλουμε μπορούμε να αποθηκεύσουμε τις ρυθμίσεις που δημιουργήσαμε ως μια νέα μορφή. Οι καρτέλες στις οποίες είναι χωρισμένο το παράθυρο μετατροπής περιγράφονται ως εξής:

- ❖ General - Γενικά: Στην πρώτη καρτέλα γίνονται οι ρυθμίσεις που αφορούν την εμφάνιση του αντικειμένου. Αν θέλουμε μπορούμε να επιστρέψουμε σε αυτό αργότερα και να αλλάξουμε τις ρυθμίσεις.



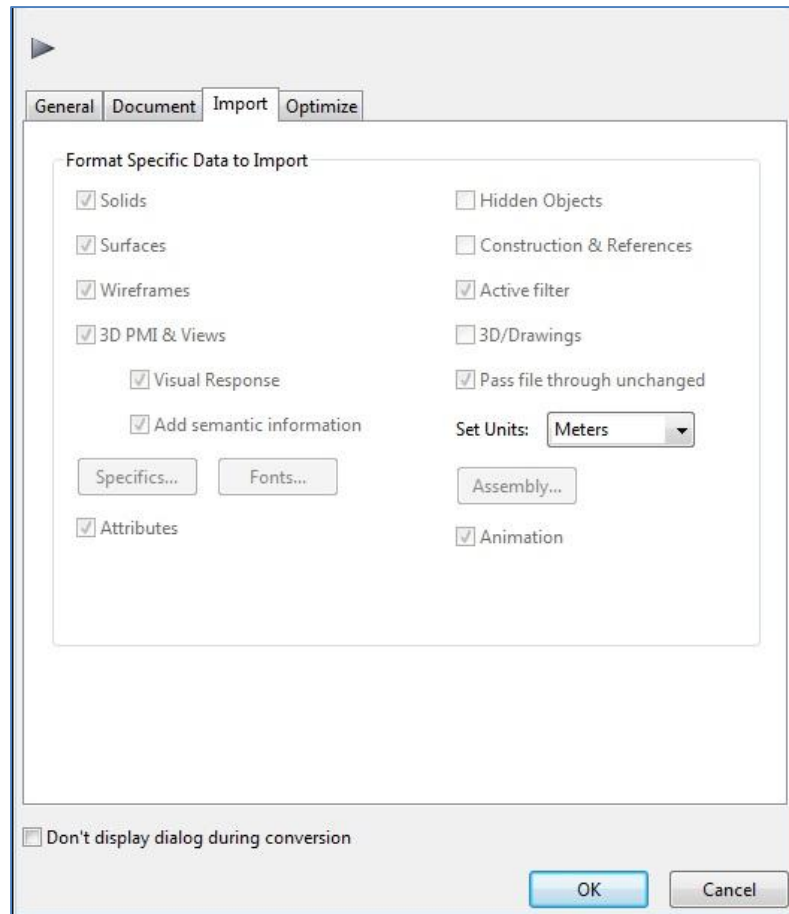
Εικόνα 3.5: Καρτέλα γενικά - General tab

- ❖ Document - Έγγραφο: Στην καρτέλα document μπορούμε να εισάγουμε ένα πρότυπο PDF, να ρυθμίσουμε τη διαμόρφωση της σελίδας και να εισάγουμε κωδικό προστασίας του εγγράφου.



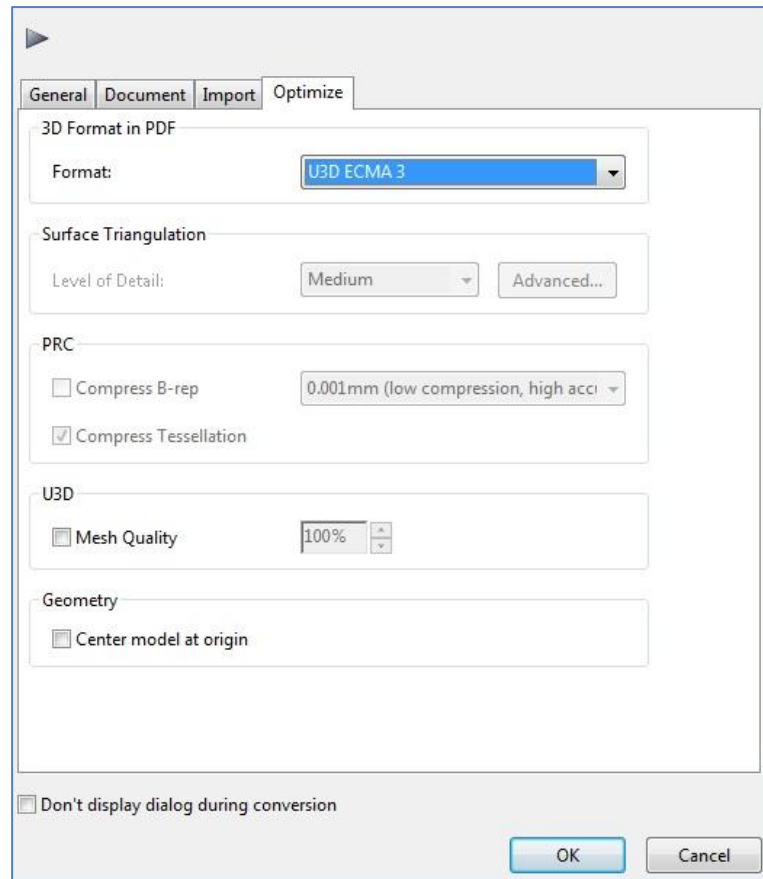
Εικόνα 3.6: Καρτέλα εγγράφου - Document tab

- ❖ **Import - Εισαγωγή:** Στην τρίτη καρτέλα γίνονται οι ρυθμίσεις εισαγωγής. Ανάλογα με τη μορφή που θα επιλέξουμε στο επάνω μέρος του παραθύρου (3D conversion settings), οι ρυθμίσεις που δεν είναι πλέον διαθέσιμες γίνονται γκριζες.



Εικόνα 3.7: Καρτέλα εισαγωγής - Import tab

- ❖ **Optimize - Βελτιστοποίηση:** Σε αυτή την καρτέλα επιλέγουμε τα δεδομένα που θα εισάγουμε στο μοντέλο μας. Τα διαθέσιμα πεδία ενεργοποιούνται απενεργοποιούνται ανάλογα με τη μορφή που έχουμε επιλέξει.




Εικόνα 3.8: Καρτέλα βελτιστοποίησης - Optimize tab







6. Πατάμε OK για να κλείσουμε το παράθυρο.

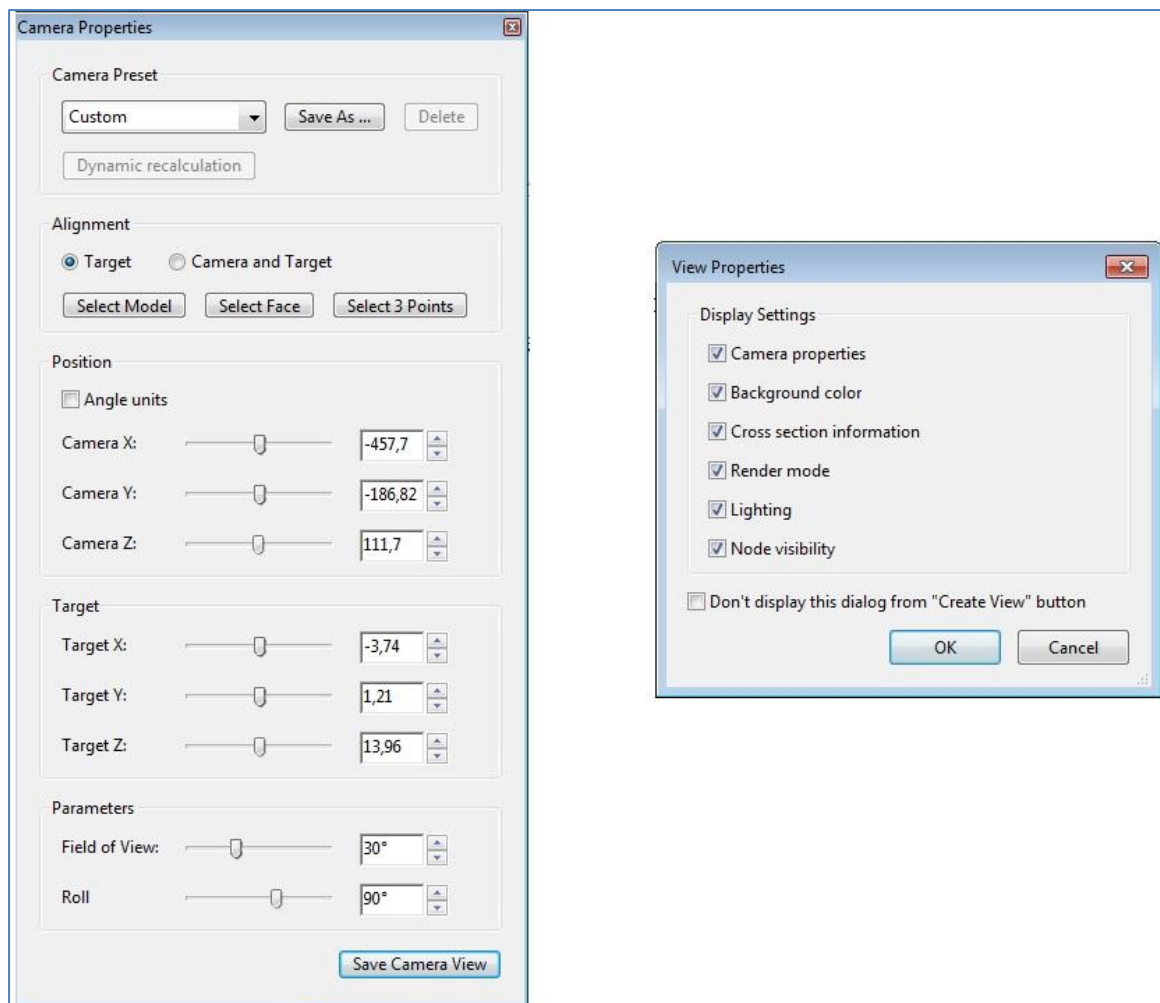
3.3 Αλληλεπιδρώντας με το 3D μοντέλο

Καθώς ανοίγουμε ένα 3D PDF πρέπει αρχικά να πατήσουμε πάνω στο χώρο που βρίσκεται το μοντέλο, ώστε να ενεργοποιηθεί η 3D λειτουργία. Μπορούμε να αλλάξουμε τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις, ώστε το 3D περιεχόμενο να ενεργοποιείται αυτόματα όταν ανοίγει η σελίδα (Edit 3D - Launch Settings - Activation Settings). Στη συνέχεια εμφανίζεται μία μπάρα διεπαφής η οποία παρέχει λειτουργίες διαφόρων τύπων. Στο αριστερό τμήμα της μπάρας βρίσκονται τα εργαλεία που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του χρήστη με το 3D αντικείμενο:

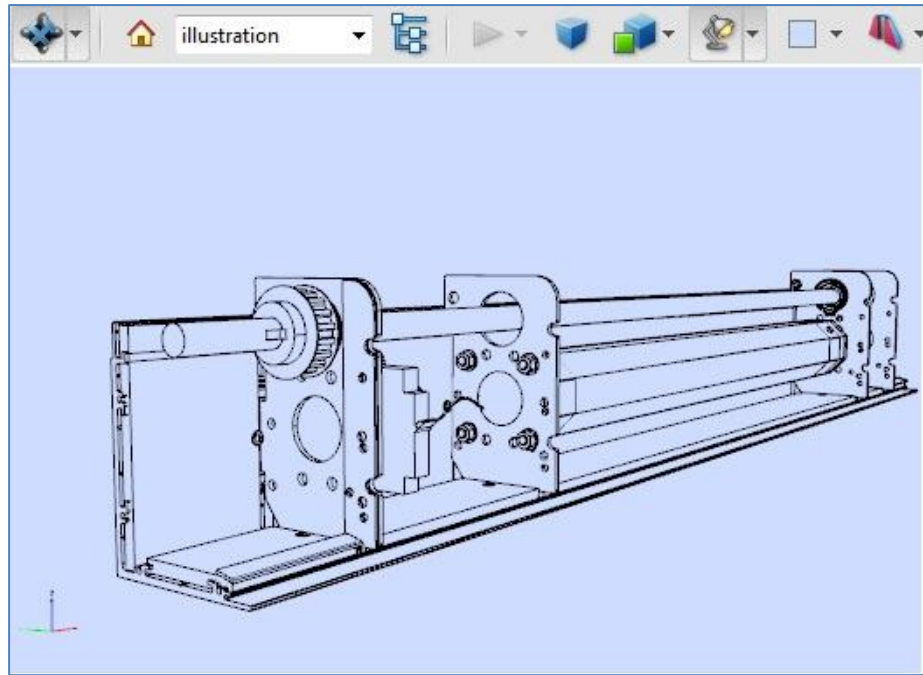
- Εργαλεία Πλοήγησης
 - a. Περιστροφή (Rotate tool) : Σέρνουμε οριζόντια πάνω ή κάτω για να περιστρέψουμε το μοντέλο γύρω από τον κάθετο άξονα. Σέρνουμε κάθετα

πάνω ή κάτω για να περιστρέψουμε το μοντέλο γύρω από τον οριζόντιο άξονα.


- b. Ιδιοπεριστροφή (Spin tool)  : Σέρνουμε πάνω και κάτω και από τη μία άκρη στην άλλη. Παρατηρούμε ότι η κίνηση που γίνεται κάθετα δεν συνεχίζεται απεριόριστα.
- c. Μετακίνηση (Pan tool)  : Σέρνουμε προς οποιαδήποτε κατεύθυνση για να μετακινήσουμε το μοντέλο εντός του παραθύρου. Επίσης, μπορούμε να μετακινήσουμε το αντικείμενο με το εργαλείο Hand κρατώντας πατημένο το Ctrl.
- d. Μεγέθυνση (Zoom tool)  : Σέρνοντας προς τα επάνω, το αντικείμενο έρχεται κοντά μας. Σέρνοντας προς τα κάτω, το αντικείμενο απομακρύνεται. Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο Hand κρατώντας πατημένο το Shift.
- e. Περπάτημα (Walk tool)  : Καθώς σέρνουμε, περιστρέφεται οριζόντια γύρω από το παράθυρο.
- f. Πτήση (Fly)  : Κρατώντας πατημένο το αριστερό κλικ του ποντικιού, το αντικείμενο έρχεται προς το μέρος μας.
- g. Ιδιότητες κάμερας (Camera properties)  : Με αυτό το εργαλείο ο χρήστης μπορεί να ρυθμίσει και να αποθηκεύσει νέες προβολές του αντικειμένου. Στις προβολές αυτές μπορεί να συμπεριλάβει τις ρυθμίσεις για όλα τα επιμέρους στοιχεία που βρίσκονται στη μπάρα.

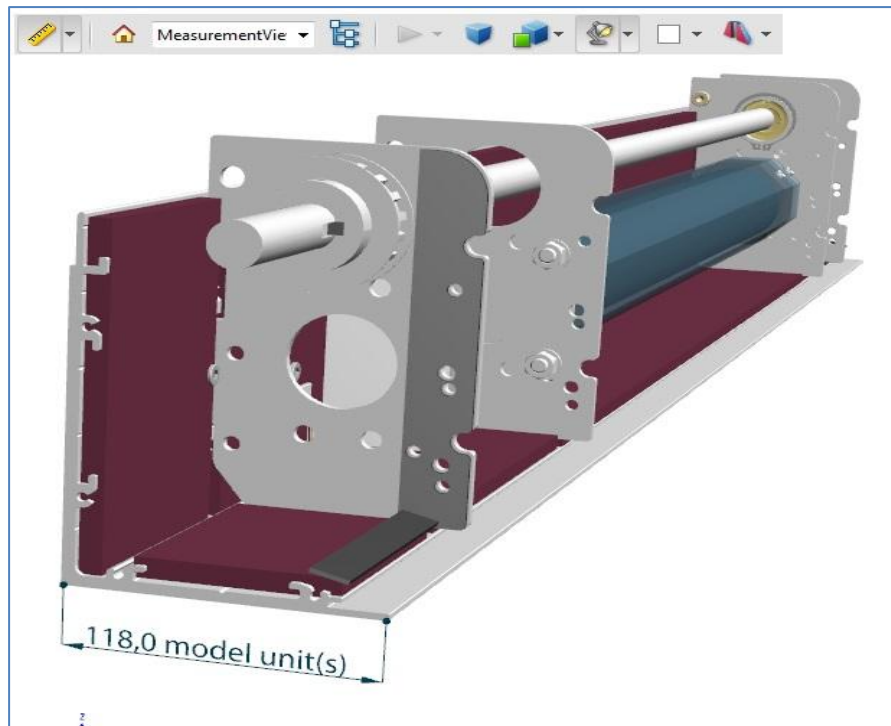


Εικόνα 3.9: Παράθυρο ρύθμισης της κάμερας




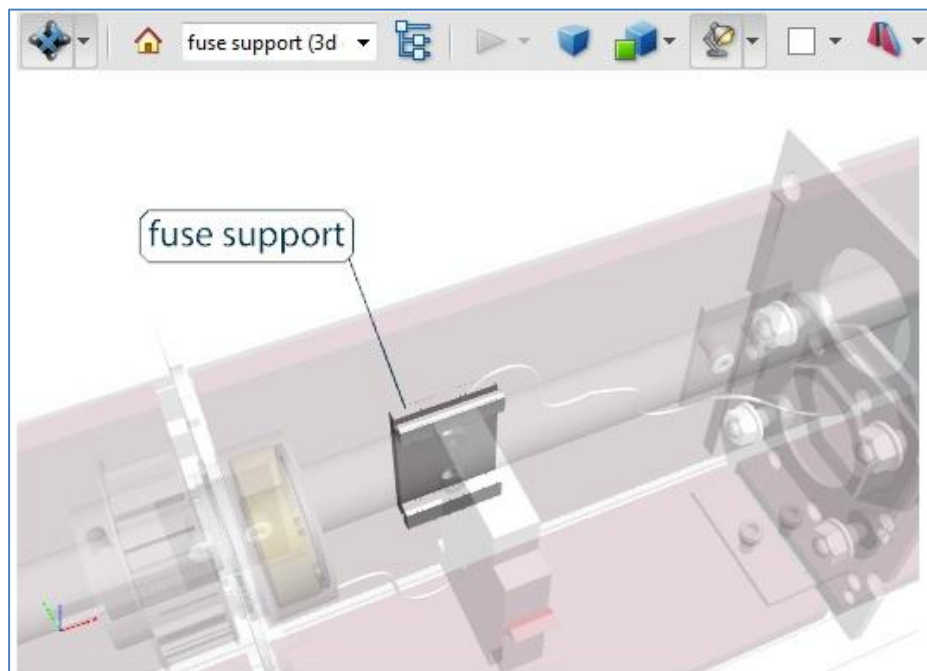
Εικόνα 3.10: Παράδειγμα αποθηκευμένης προβολής

- h.** 3D Μέτρηση (3D measurement tool)  : Αυτό το εργαλείο μάς επιτρέπει να προσδιορίσουμε τις διαστάσεις του 3D αντικειμένου. Μπορούμε να μετρήσουμε την κάθετη απόσταση μεταξύ δύο ευθειών, την απόσταση μεταξύ δύο σημείων, την ακτίνα ενός κύκλου ή τη γωνία μεταξύ δύο πλευρών. Επίσης, έχουμε τη δυνατότητα να αποθηκεύσουμε τις διαστάσεις ως μία νέα προβολή, χρησιμοποιώντας το εργαλείο *Camera properties*.



Εικόνα 3.11: Παράδειγμα αποθηκευμένης προβολής με διάσταση


- i. Σημειώσεις (Add 3D content):  Επιτρέπει τη δημιουργία σημειώσεων πάνω στο αντικείμενο, οι οποίες αποθηκεύονται στη συγκεκριμένη προβολή (view).

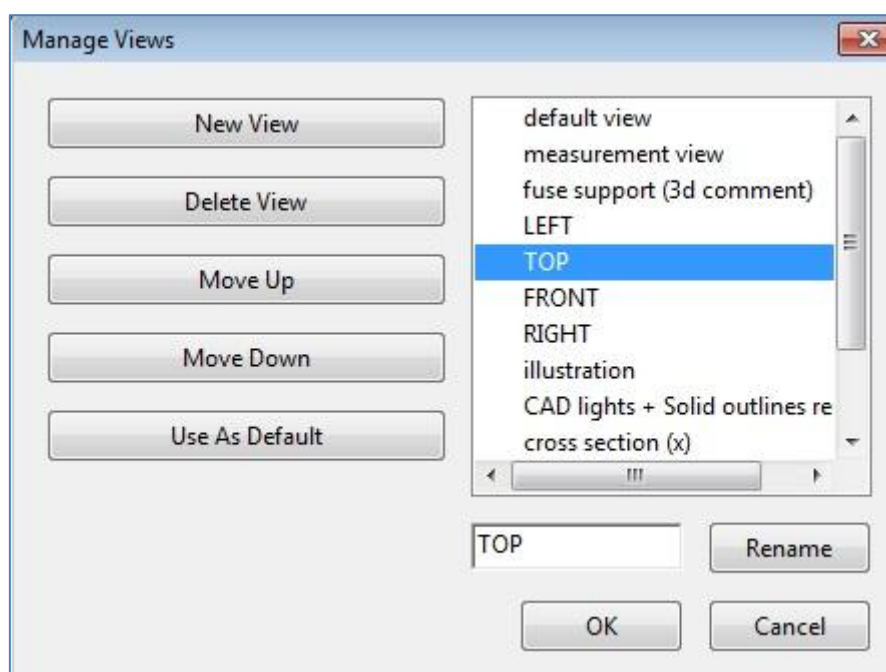


Εικόνα 3.12: Παράδειγμα αποθηκευμένης προβολής με 3D σχόλιο


Για να ελέγξουμε την προβολή του μοντέλου χρησιμοποιούμε τα τρία επόμενα εργαλεία:

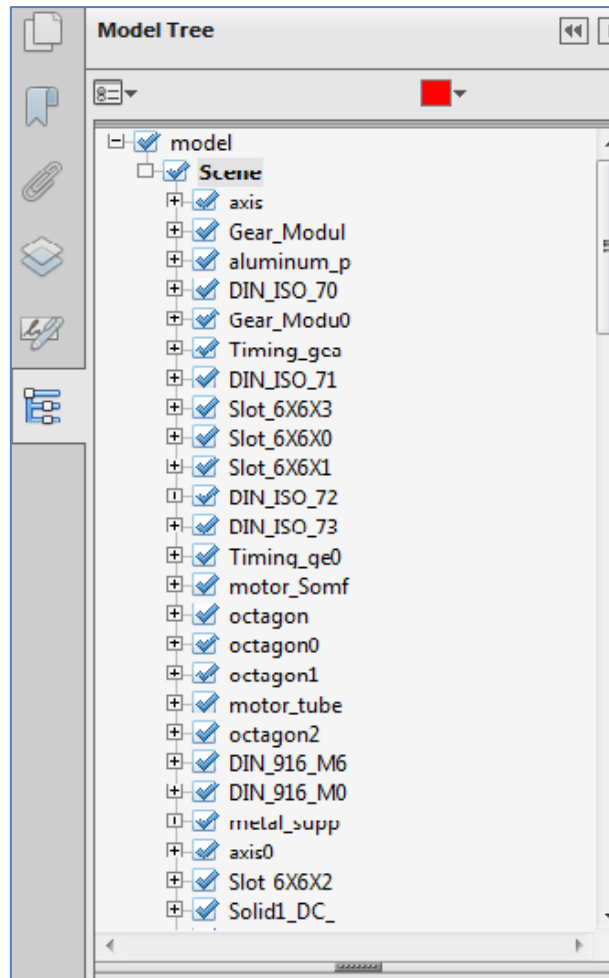
- **Εργαλεία Προβολής**

- j. Προεπιλεγμένη προβολή (default view) : Επαναφέρει το αντικείμενο στην αρχική προβολή.
- k. Μενού όψεων (Views menu): Για να κάνουμε εναλλαγές μεταξύ των διαθέσιμων προβολών, πατάμε το βέλος και επιλέγουμε την προβολή που επιθυμούμε. Μπορούμε να επιλέξουμε τη σειρά με την οποία εμφανίζονται οι προβολές, να δημιουργήσουμε νέες και να επιλέξουμε την προεπιλογή.




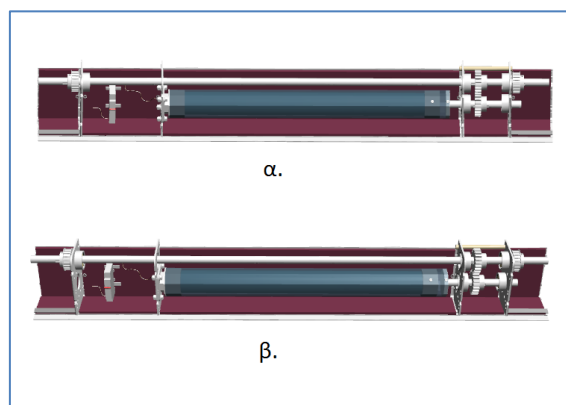
Εικόνα 3.13: Παράθυρο ρύθμισης των αποθηκευμένων προβολών

- l. Δέντρο του μοντέλου (model tree) : Εμφανίζει τα επιμέρους αντικείμενα από τα οποία αποτελείται το μοντέλο, σύμφωνα με την ιεραρχία τους. Δίνει τη δυνατότητα να κρύψουμε ή να απομονώσουμε αντικείμενα και να αποθηκεύσουμε νέες όψεις. Τέλος, μας παρέχει πρόσβαση σε επιπλέον πληροφορίες που μπορεί να συνοδεύουν το μοντέλο, όπως PMI, ή άλλες ιδιότητες, όπως μάζα ή υλικό.




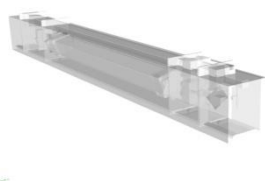
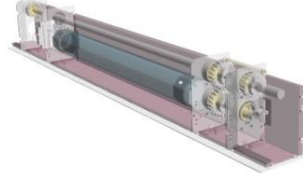

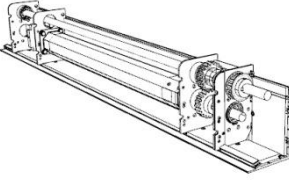
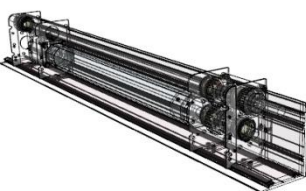
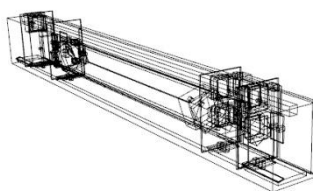
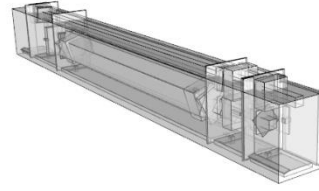
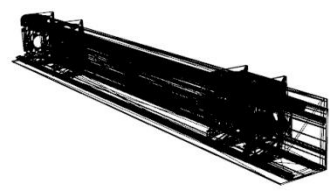
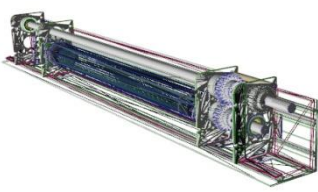
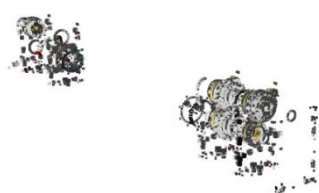
Εικόνα 3.14: Δέντρο του μοντέλου

- m.** Λειτουργία προβολής (Projection mode)  : Μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε ανάμεσα σε ισομετρική και προοπτική προβολή.





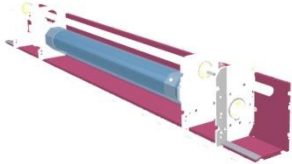

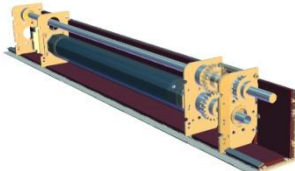
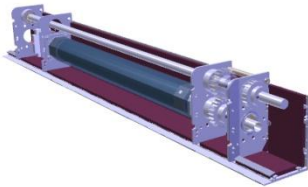
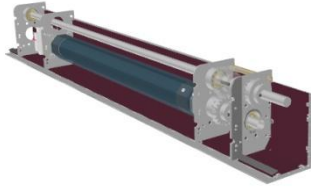
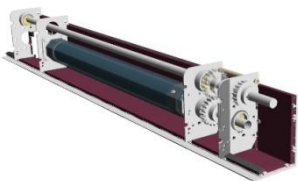
Εικόνα 3.15: Επιλογές προβολής: α. ισομετρική, β. προοπτική

- n.** Επιλογή της απόδοσης του μοντέλου (Model render mode)  :
Χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε την οπτική αναπαράσταση του μοντέλου.



		
Solid	Transparent Boundary Box	Transparent
		
Solid Wireframe	Illustration	Solid Outline
		
Shaded Illustration	Boundary Box	Transparent Boundary Box
		
Wireframe	Shaded Wireframe	Transparent Wireframe
		
Hidden Wireframe	Vertices	Shaded Vertices

Εικόνα 3.16: Επιλογές οπτικής αναπαράστασης - Model Rendering Modes

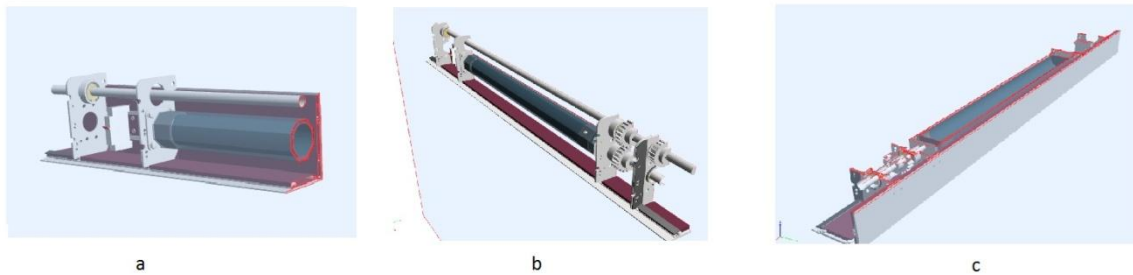
- ο. Ενεργοποίηση επιπλέον φωτισμού (Enable extra lighting)  : Μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε μεταξύ διαφόρων οπτικών εφέ φωτισμού.

		
No lights	White lights	Day lights
		
Bright lights	Primary color lights	Night lights
		
Blue lights	Red lights	Cube lights
		
Cad optimized lights	Headlamp	

Εικόνα 3.17: Επιλογές φωτισμού - Lighting options

- p.** Χρώμα φόντου (Background color) : Πατώντας πάνω στο βέλος εμφανίζεται η χρωματική παλέτα από την οποία επιλέγουμε το χρώμα του παραθύρου που περιβάλλει το αντικείμενο.
- q.** Εγκάρσια τομή (cross section) : Επιτρέπει την εμφάνιση και την απόκρυψη της διατομής του αντικειμένου καθώς και την δημιουργία τομών από το χρήστη. Κάνουμε κλικ στο βέλος και επιλέγουμε Show Cross Section ώστε να δημιουργηθεί αυτόματα μία οριζόντια τομή.

Πειραματιζόμαστε με αυτή τη λειτουργία επιλέγοντας Cross section properties. Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε Enable cross section και διαλέγουμε άξονα και χρώμα. Αν θέλουμε αποθηκεύουμε την τομή που δημιουργήσαμε κάνοντας κλικ στην επιλογή Save section view. Στη συνέχεια μπορούμε να βρούμε την τομή που αποθηκεύσαμε στο μενού των όψεων (views menu).



Εικόνα 3.18: α. Εγκάρσια τομή (x), b. Εγκάρσια τομή (y), c. Εγκάρσια τομή (z)

Επιλογές Αντικειμένου (Part Options)

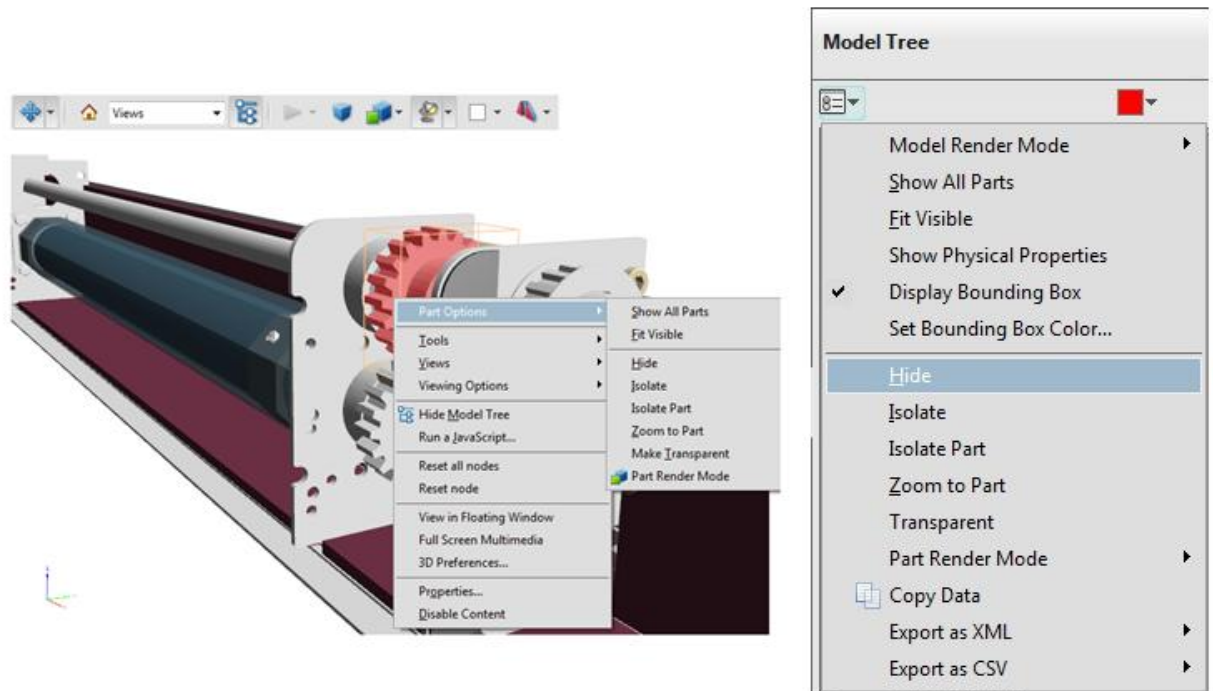
Ανάλογα με τη ροή της εργασίας μας, μπορούμε να χρησιμοποιούμε τις δυνατότητες που μας παρέχει το πρόγραμμα ώστε να χειριζόμαστε τα μοντέλα μας ευκολότερα. Είτε κάνοντας δεξί κλικ στο παράθυρο εργασίας, είτε πατώντας το κουμπί Options στο model tree, εμφανίζεται η επιλογή Part Options. Οι επιλογές που μας δίνει είναι οι ακόλουθες:

- Εμφάνιση όλων των αντικειμένων (Show all parts): Κάνει ορατά όλα τα επιμέρους αντικείμενα του 3D μοντέλου.
- Ορατή τοποθέτηση (Fit visible): Τοποθετεί το μοντέλο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να είναι ολόκληρο ορατό.

Αφού επιλέξουμε ένα επιμέρους αντικείμενο (είτε από το παράθυρο του 3D μοντέλου, είτε από το model tree), ενεργοποιούνται επιπλέον επιλογές, που αφορούν το επιμέρους αντικείμενο που έχουμε επιλέξει. Αυτές είναι οι εξής:

- Εμφάνιση/ Απόκρυψη (Show/Hide): Εμφανίζει ή κρύβει το αντικείμενο που έχουμε επιλέξει.
- Απομόνωση (Isolate): Απομονώνει το αντικείμενο που έχουμε επιλέξει ώστε να το επεξεργαστούμε χωρίς να βλέπουμε οτιδήποτε άλλο πέρα από αυτό.

- Μεγέθυνση στο αντικείμενο (Zoom to part): Αυτή η επιλογή εστιάζει στο αντικείμενο που έχουμε επιλέξει.
- Ενεργοποίηση διαφάνειας (Make transparent): Μετατρέπει το αντικείμενο που έχουμε επιλέξει σε ημιδιάφανο, ώστε να μπορούμε να παρατηρήσουμε ευκολότερα τα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά του.



Εικόνα 3.19: Επιλογές αντικειμένου - Part options

3.4 Μορφές U3D και PRC

Όταν δημιουργούμε ένα 3D PDF, το 3D αρχείο αποθηκεύεται πάντοτε σε μία εκ των δύο μορφών: U3D και PRC. Κάθε μία εξ αυτών έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και η επιλογή μας γίνεται σύμφωνα με τις ανάγκες που απαιτεί η εργασία μας. Πιο αναλυτικά, οι δυνατότητες που μας δίνει καθεμιά από τις μορφές αυτές συνοψίζονται ως εξής:

U3D:

- Υποστηρίζει δεδομένα για την αναπαράσταση των υλικών (textures) καθώς και των φωτών του 3D αρχείου.
- Υποστηρίζει τα κινούμενα τρισδιάστατα σχέδια (3D animation).

PRC:

- Μετατρέπει μεγάλα αρχεία CAD σε PDF, του οποίου το τελικό μέγεθος είναι μικρότερο του αρχικού μεγέθους του αρχείου CAD.
- Περιλαμβάνει τις πληροφορίες Γεωμετρικής Διαστασιολόγησης και Υπολογισμού Ανοχών (PMI) ή λειτουργικών Ανοχών και Σχολιασμού (Functional Tolerancing and Annotation, FT&A).
- Παρέχει ακριβείς πληροφορίες της γεωμετρίας του 3D μοντέλου, ώστε αυτό να μπορεί να εισαχθεί απ' ευθείας σε εφαρμογές CAM και CAE.

Η PRC επιτρέπει την αποθήκευση διαφορετικών αναπαραστάσεων του 3D μοντέλου:

- Ως οπτική αναπαράσταση που αποτελείται από πολύγωνα (ψηφιδωτό).
- Ως μία συλλογή συνδεδεμένων επιφανειών, βασισμένη στην τοπολογία και τη γεωμετρία του μοντέλου (Boundary representation, B-rep).

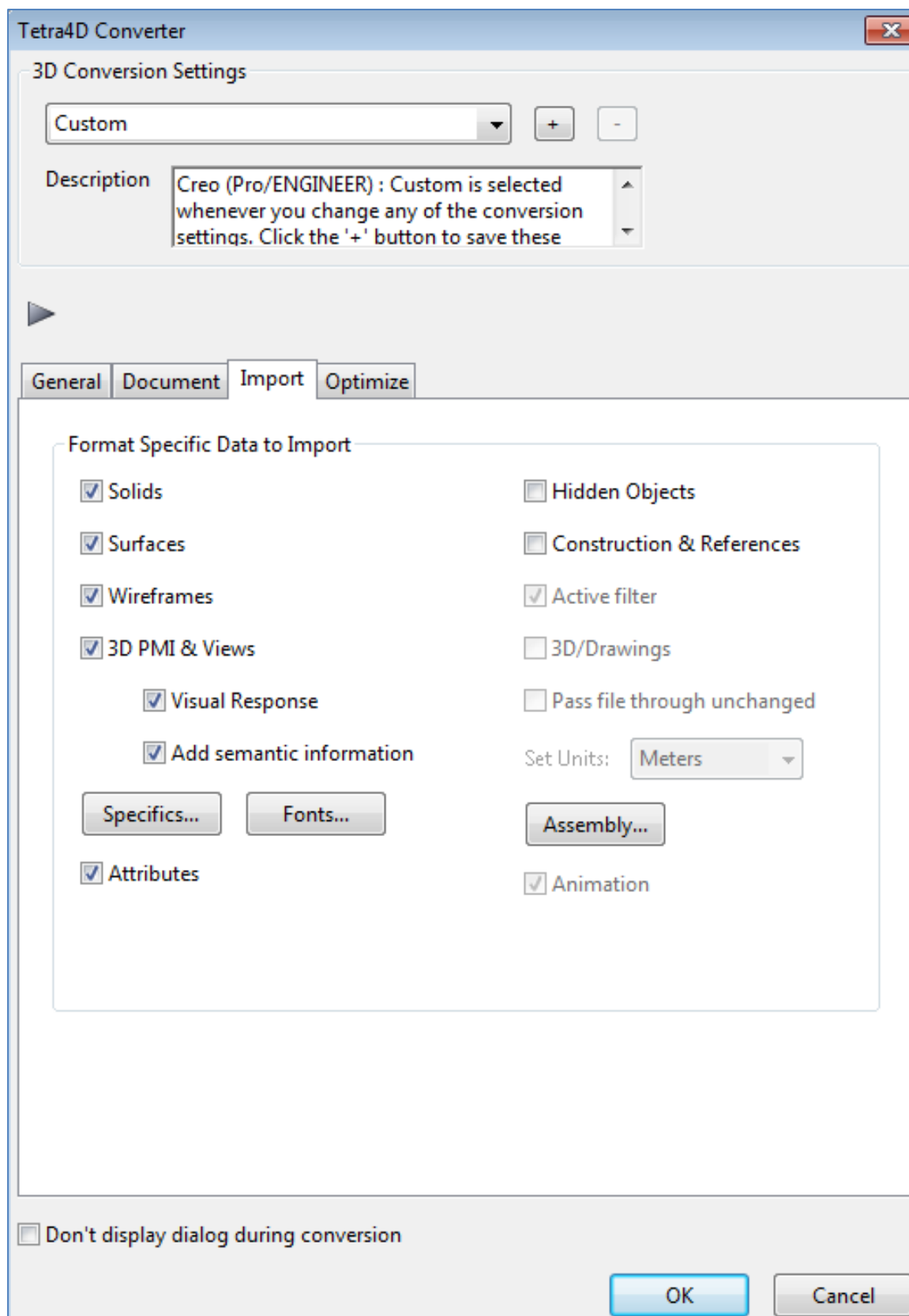
PRC B-rep : επιστρέφει πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία του μοντέλου. Αυτή η επιλογή δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας του μικρότερου δυνατού μεγέθους αρχείου, όμως οι ρυθμίσεις των πολυγώνων πρέπει να δημιουργούνται εκ νέου κάθε φορά που ανοίγει το PDF.

PRC B-rep + tessellation: επιστρέφει πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία του μοντέλου ενώ ταυτόχρονα αποθηκεύει τις ρυθμίσεις των πολυγώνων. Εάν το μοντέλο δεν περιέχει τέτοιες ρυθμίσεις, αυτές δημιουργούνται μέσω της γεωμετρίας του κατά τη διάρκεια της μετατροπής.

PRC tessellation: επιστρέφει τις ρυθμίσεις των πολυγώνων του μοντέλου ή βασιζόμενο στη γεωμετρία του μοντέλου, υπολογίζει τα νέα πολύγωνα.

3.5 PMI

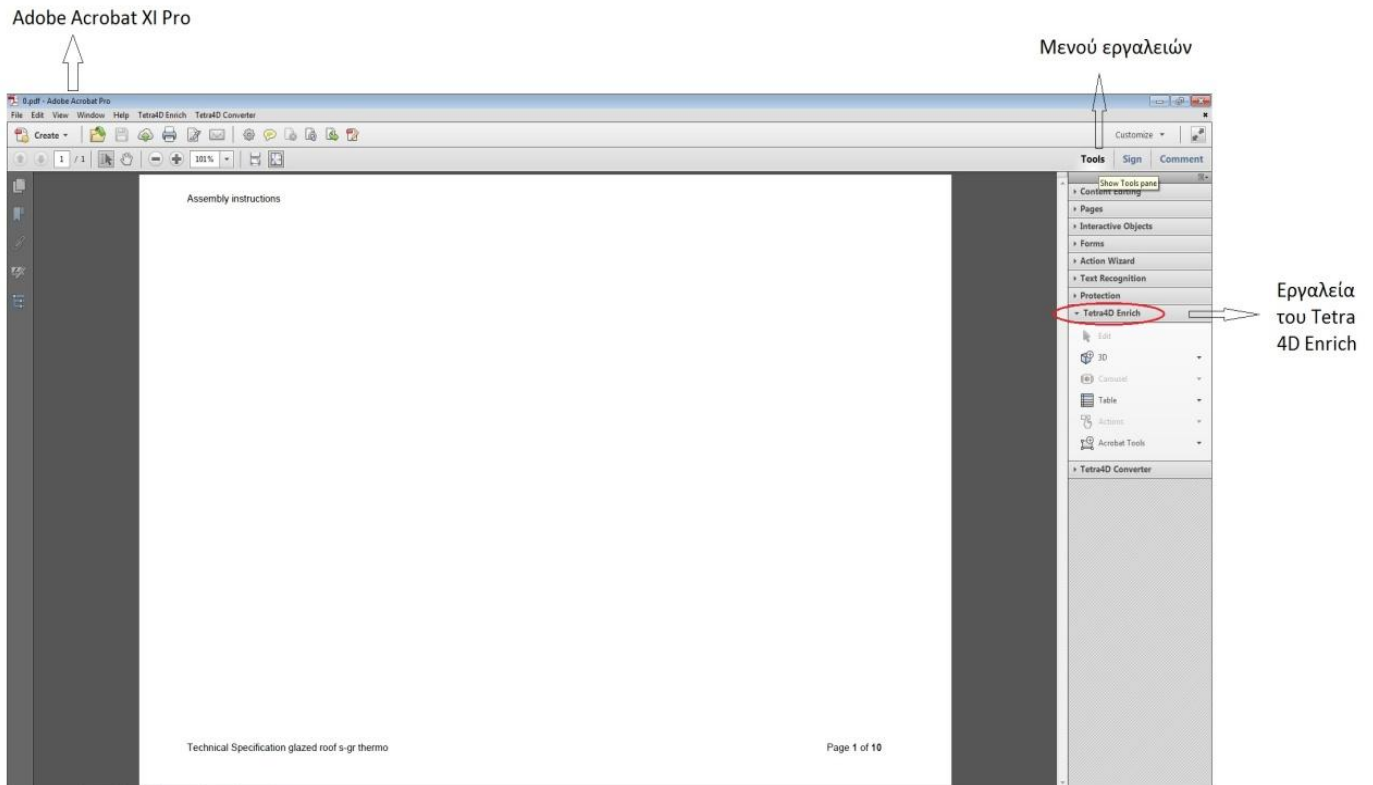
Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να αναπτύσσεται μία νέα μέθοδος αναπαράστασης των κατασκευαστικών πληροφοριών ενός προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα, καθιερωμένες μέθοδοι τεκμηρίωσης του προϊόντος, όπως οι διαστάσεις, οι ανοχές, οι πληροφορίες συναρμολόγησης αποδίδονται απ' ευθείας στο τρισδιάστατο μοντέλο. Παράλληλα, εμπεριέχει πληροφορίες όπως το φινίρισμα επιφανειών και οι προδιαγραφές υλικών. Ο τρόπος με τον οποίο αποδίδονται οι PMI γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο όπως θα γινόταν και σε ένα δισδιάστατο σχέδιο και είναι καθορισμένος σύμφωνα με το πρότυπο ASME Y14.41-2003.



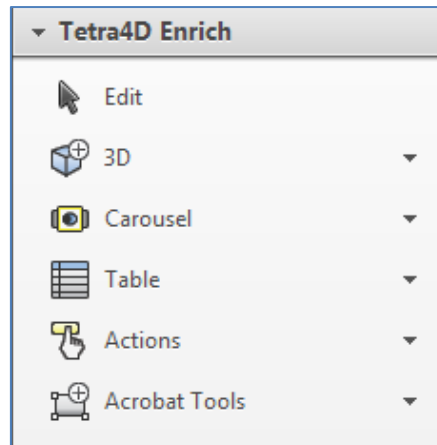
Εικόνα 3.21: Παράθυρο εισαγωγής 3D αντικειμένου με ενσωμάτωση PMI

3.6 Tetra 4D Enrich

Εφόσον έχουμε εγκαταστήσει το πρόσθετο Tetra 4D Enrich, αυτό έχει προστεθεί στα εργαλεία (Tools) του Acrobat XI Pro ή Acrobat Pro DC . Ταυτόχρονα με το Tetra 4D Enrich εγκαθίσταται αυτόματα και ο μετατροπέας Tetra 4D Converter.



Εικόνα 3.22: Πρόσθετο Tetra 4D στο Acrobat XI Pro

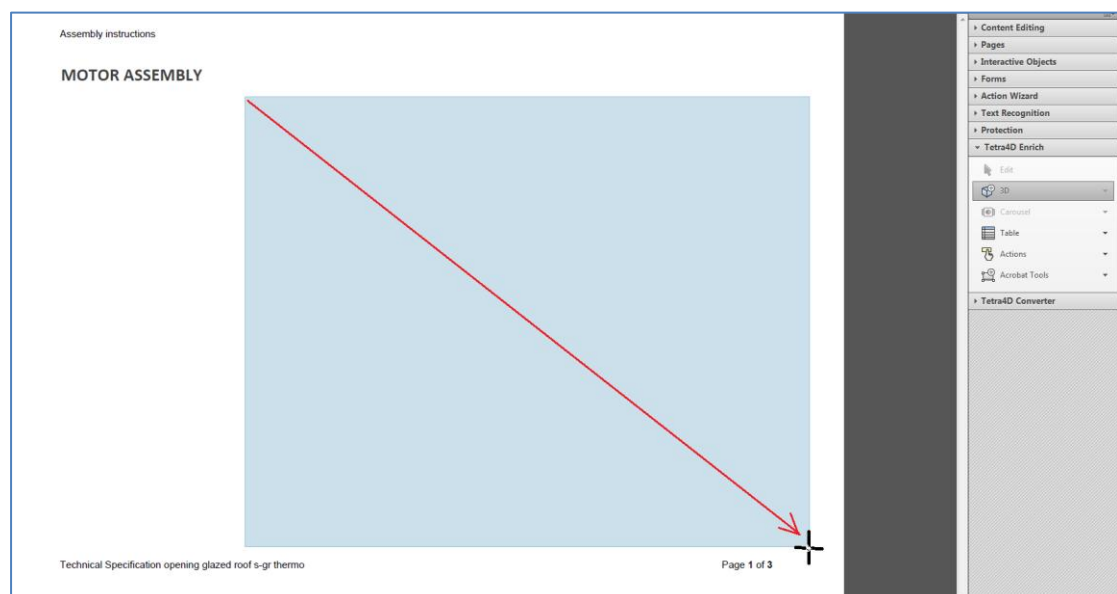


Εικόνα 3.23: Το μενού εργαλείων του Tetra 4D Enrich

3.7 Εισαγωγή 3D Animation στο PDF

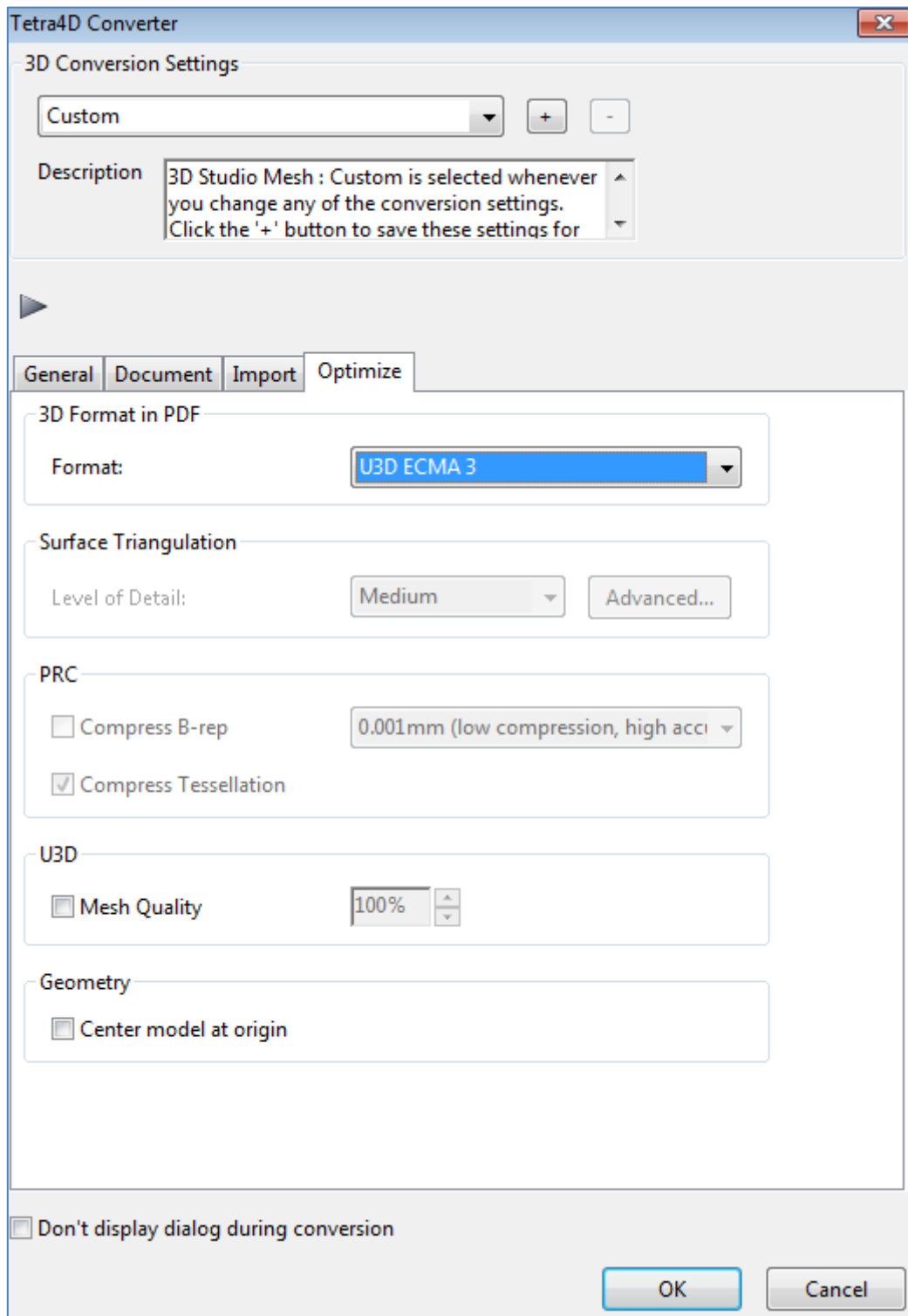
Αρχικά θα εισάγουμε το 3D αντικείμενο σε μορφή που εμπεριέχει animation. Το animation που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία φτιάχτηκε με το 3D Studio Max της Autodesk. Το φορμά αρχείου που θα χρησιμοποιήσουμε για την εισαγωγή του μοντέλου είναι το 3DS.

- ❖ Από το μενού εργαλείων του Tetra 4D Enrich πατάμε 3D - Add 3D και επιλέγουμε το αρχείο.
- ❖ Σέρνοντας με το ποντίκι επιλέγουμε την περιοχή που θα εισαχθεί το animation.

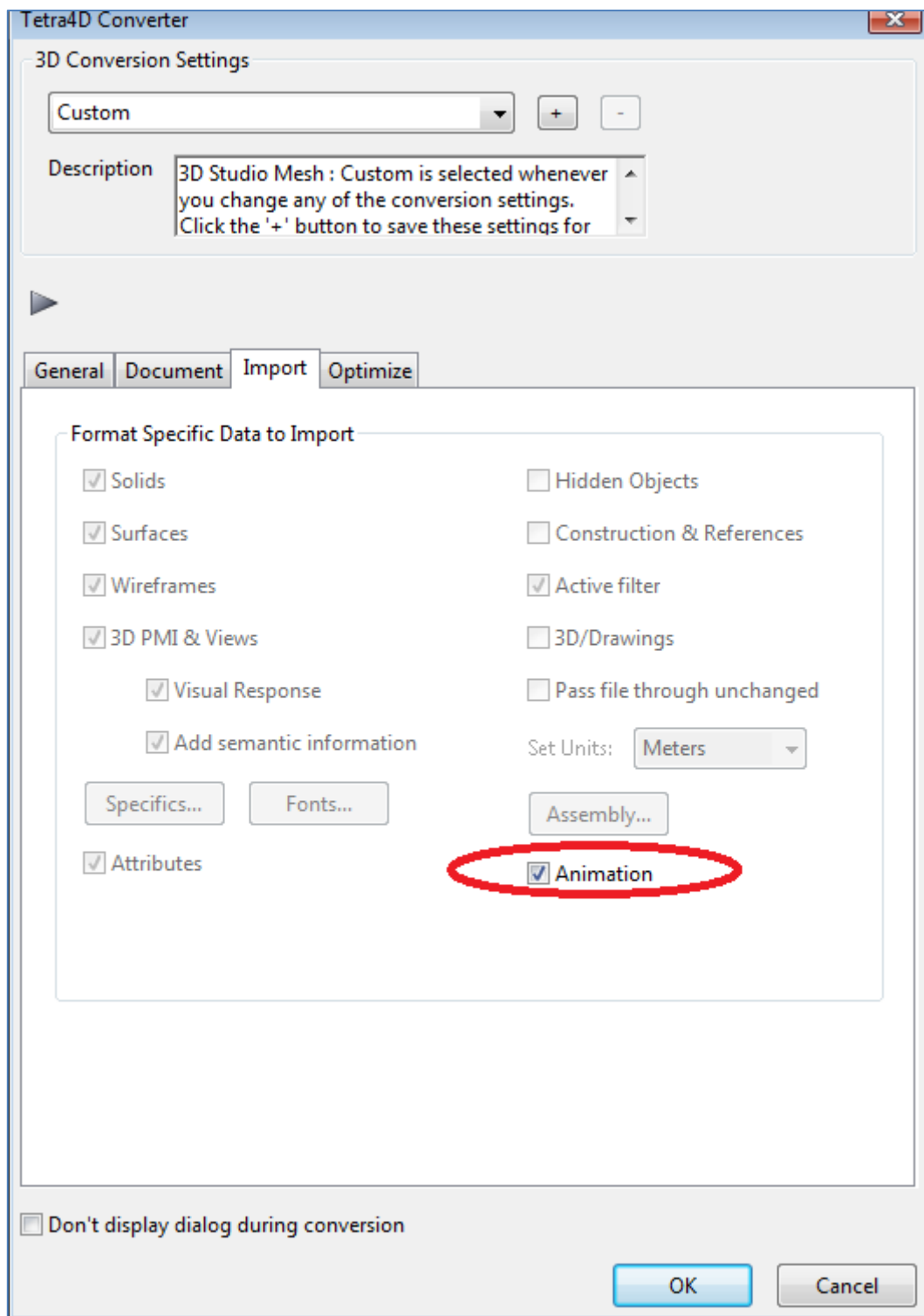


Εικόνα 3.24: Προσδιορισμός περιοχής για την εισαγωγή του κινούμενου σχεδίου

- ❖ Στο παράθυρο εισαγωγής, στην καρτέλα optimize, επιλέγουμε τις ρυθμίσεις U3D, ώστε να εισάγουμε το animation.



Εικόνα 3.25: Επιλογή του κατάλληλου μορμά για εισαγωγή κινούμενου σχεδίου



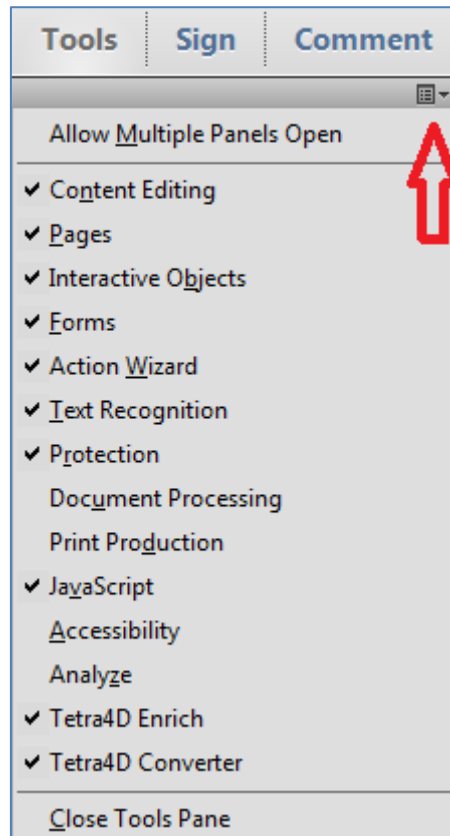
Εικόνα 3.26: Ενεργοποίηση εισαγωγής κινούμενου σχεδίου

- ❖ Εφόσον έχουμε επιλέξει τις ρυθμίσεις U3D για την εισαγωγή του μοντέλου, στην καρτέλα εισαγωγής (import tab) υπάρχει διαθέσιμη μόνο η επιλογή για εισαγωγή του

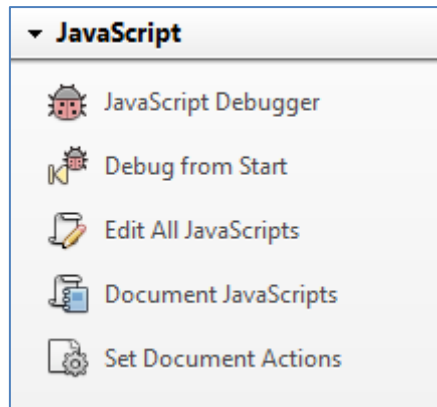
animation. Οι υπόλοιπες επιλογές είναι απενεργοποιημένες γιατί αφορούν τις ρυθμίσεις PRC.

3.8 Ενσωμάτωση κώδικα JavaScript

Αρχικά πρέπει να ενεργοποιήσουμε το μενού εργαλείων του JavaScript:



Εικόνα 3.27: Ενεργοποίηση εργαλείων JavaScript



Εικόνα 3.28: Εργαλεία JavaScript

❖ Κώδικας JavaScript

Στην πρώτη σελίδα του εγγράφου εισήγαμε ένα animation συνολικής διάρκειας 50 sec. Ταυτόχρονα εισήγαμε ένα αρχείο JavaScript. Ένα αρχείο JavaScript μπορεί να φτιαχτεί με το Σημειωματάριο των Windows, αν αλλάξουμε την κατάληξη του αρχείου σε .js.

Ο προεπιλεγμένος κώδικας που χρησιμοποιήθηκε είναι ο εξής:

```

    return getAnnots3D(0)[0].context3D;
}
var AnimationSections = [[0,13],[13,26],[26,33],[33,50]];

var SectionCount = AnimationSections.length;

function Context()
{

function GetSelectedSectionIndex()
{
    return getField("AnimationSections").currentValueIndices;
}

function SetSelectedSectionIndex(value)
{
    value = Math.min(SectionCount-1, value);

```



```

    getField("AnimationSections").currentValueIndices = value;
}

```

```

function PlayAnimation(start, end)
{
//   PlayPageAnimation(0, start, end);
   PlayPageAnimation(0, start, end);
}

```

```

function PlayPageAnimation(page, start, end)
{
    var anim = getAnnots3D(page)[0].context3D.MyAnimation;
    anim.setPlayRange(start, end);
    anim.reset();
    anim.play();
}

```

❖ Προσαρμογή του κώδικα JavaScript

- Πηγαίνουμε στη σειρά: **var AnimationSections = [[0,13],[13,26],[26,33],[33,50]];**

Χωρίζουμε το animation σε βήματα κατά αυτόν τον τρόπο. Ο χρόνος υπολογίζεται σε δευτερόλεπτα. Το παρόν animation έχει χωριστεί σε τέσσερα βήματα:

1. Installing metal plates & fuse support: **[0, 13] sec**
2. Installing acoustic membrane & rubberst: **[13, 26] sec**
3. Installing metal axis & gears: **[26, 33] sec**
4. Installing metal motor & fuse: **[33, 50] sec**

- Πηγαίνουμε στη σειρά:
function Context()

```
{
    return getAnnots3D(0)[0].context3D;
}
```

Αυτή είναι η συνάρτηση που χρησιμοποιείται για να αναγνωρίσει το 3D αντικείμενο. Στην παρένθεση εισάγουμε τον αριθμό της σελίδας που βρίσκεται το animation, ξεκινώντας το μέτρημα από το μηδέν. Για παράδειγμα, αν το animation βρίσκεται στην τρίτη σελίδα, βάζουμε τον αριθμό 2 στην παρένθεση.

- Πηγαίνουμε στη σειρά:

```
function PlayAnimation(start, end)
{
    // PlayPageAnimation(0, start, end);
    PlayPageAnimation(0, start, end);
}
```

Εδώ πρέπει και πάλι να εισάγουμε το νούμερο της σελίδας που βρίσκεται το animation (στην περίπτωση μας είναι το μηδέν - επειδή βρίσκεται στη σελίδα 1).

- Από το μενού Tools του Acrobat επιλέγουμε JavaScript - Documents JavaScripts.
- Δίνουμε ένα όνομα στο κελί Script Name και πατάμε Add. Κάνουμε επικόλληση τον κώδικα:

```
var AnimationSections = [[0,13],[13,26],[26,33],[33,50]];
```

```
var SectionCount = AnimationSections.length;
```

```
function Context()
{
    return getAnnots3D(0)[0].context3D;
}
```

```
function GetSelectedSectionIndex()
{
    return getField("AnimationSections").currentValueIndices;
}
```

```
function SetSelectedSectionIndex(value)
{
    value = Math.min(SectionCount-1, value);
    getField("AnimationSections").currentValueIndices = value;
}
```

- Στη συνέχεια θα προσθέσουμε τις συναρτήσεις. Με τον ίδιο τρόπο δίνουμε ένα όνομα στο κελί Script Name και πατάμε Add. Κάνουμε επικόλληση τον κώδικα:

```
function PlayAnimation(start, end)
{
    // PlayPageAnimation(0, start, end);
    PlayPageAnimation(0, start, end);
}
```

```
function PlayPageAnimation(page, start, end)
{
    var anim = getAnnots3D(page)[0].context3D.MyAnimation;
    anim.setPlayRange(start, end);
    anim.reset();
    anim.play();
}
```

3.9 Δημιουργία κουμπιών (Buttons)

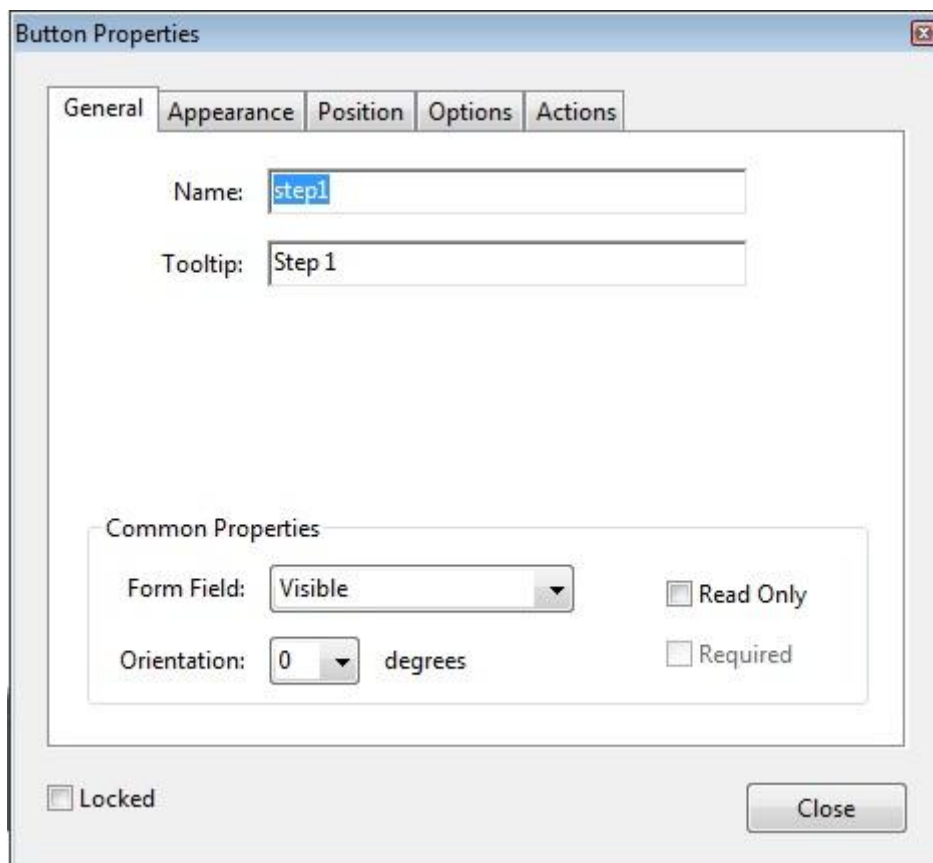
Τώρα θα δημιουργήσουμε κουμπιά τα οποία θα ελέγχουν το animation, καλώντας τις συναρτήσεις που έχουμε προσθέσει.

- Από το μενού του Acrobat επιλέγουμε Forms - > Add Button.



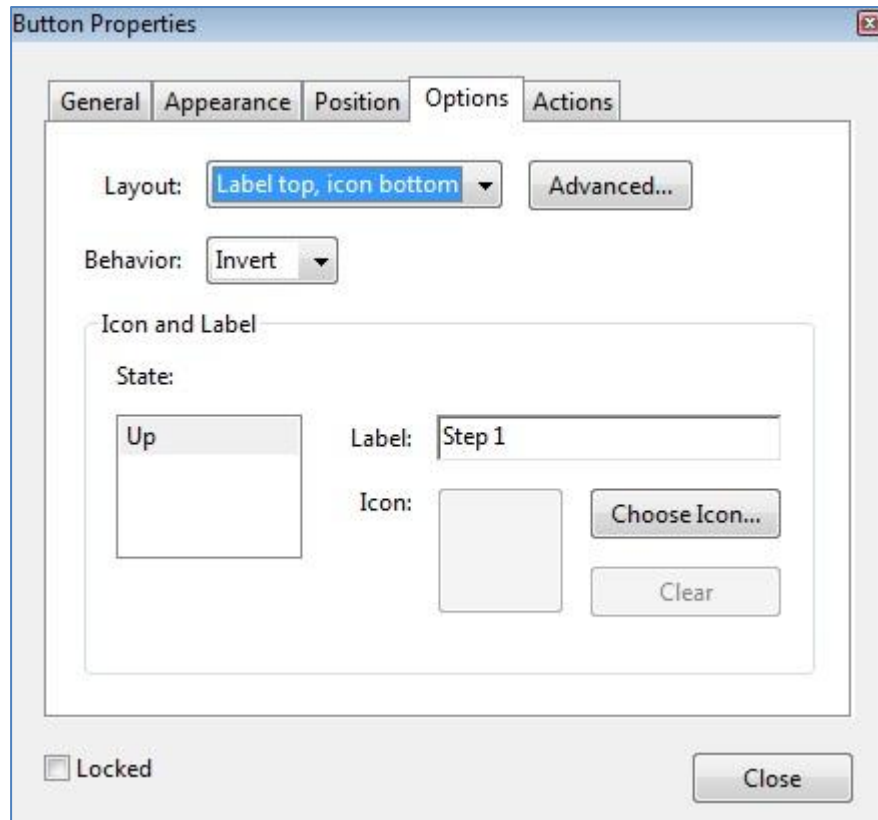
Εικόνα 3.29: Εισαγωγή κουμπιού (button)

➤ Στην καρτέλα Γενικά (General tab) δίνουμε το όνομα του κουμπιού (αυτό που θα βλέπουμε όταν το επεξεργαζόμαστε) και την υπόδειξη (Tooltip) που θα φαίνεται όταν πηγαίνουμε με το ποντίκι πάνω στο κουμπί.



Εικόνα 3.30: Ιδιότητες κουμπιών - καρτέλα γενικά (General tab)

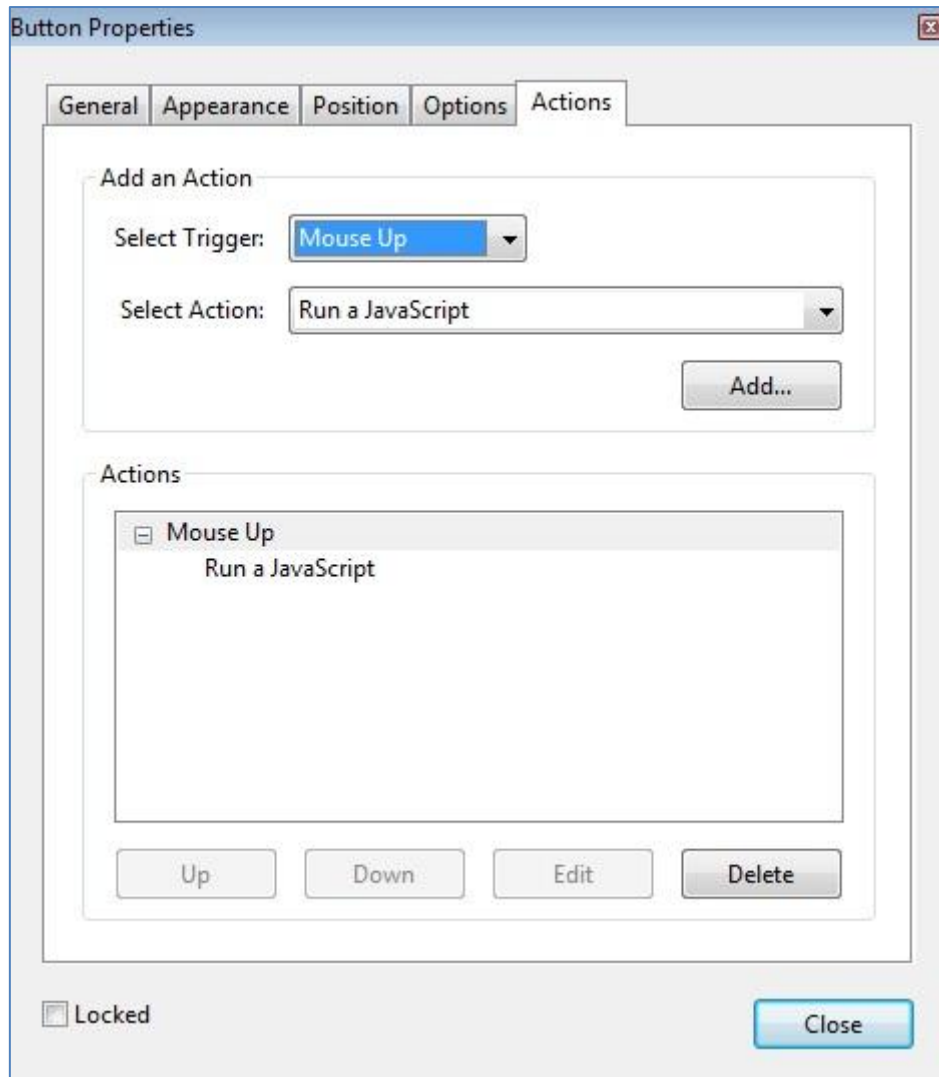
➤ Στην καρτέλα Επιλογές (Option tab) δίνουμε το όνομα του κουμπιού (αυτό που θα γράφει πάνω στο κουμπί) στο κελί Label.



Εικόνα 3.31: Ιδιότητες κουμπιών - καρτέλα επιλογές (Options tab)

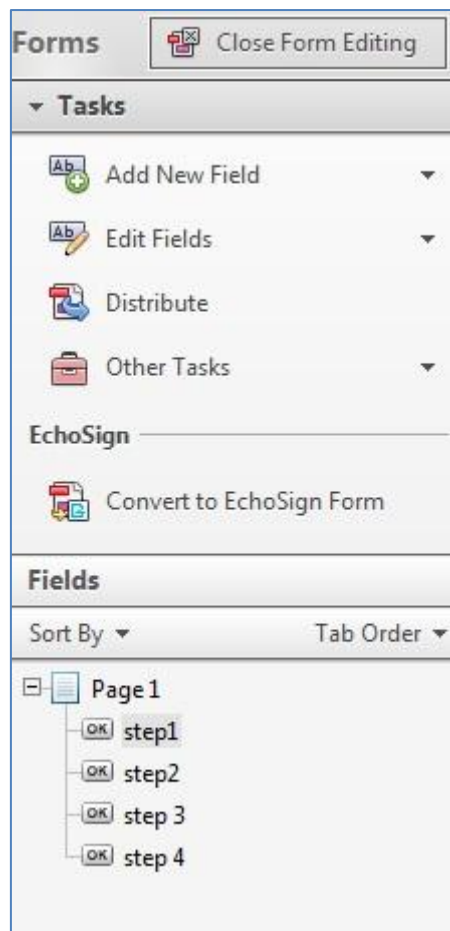
➤ Στην καρτέλα Ενέργειες (Actions tab) επιλέγουμε από το μενού να τρέξει κώδικα JavaScript (Run a JavaScript), πατάμε Add και στην κονσόλα που εμφανίζεται πληκτρολογούμε το κάλεσμα της συνάρτησης. Για παράδειγμα, για το πρώτο βήμα (Step 1) του animation χρησιμοποιούμε την εντολή:

PlayAnimation (1, 13);



Εικόνα 3.32: Ιδιότητες κουμπιών - καρτέλα ενέργειες (Actions tab)

➤ Συμπληρώνουμε τα υπόλοιπα κουμπιά με αντίστοιχο τρόπο. Αν θέλουμε στη συνέχεια να επεξεργαστούμε τα κουμπιά που έχουμε φτιάξει πηγαίνουμε στην κατηγορία Forms - > Edit. Επιλέγουμε το κουμπί, κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε Ιδιότητες (Properties).

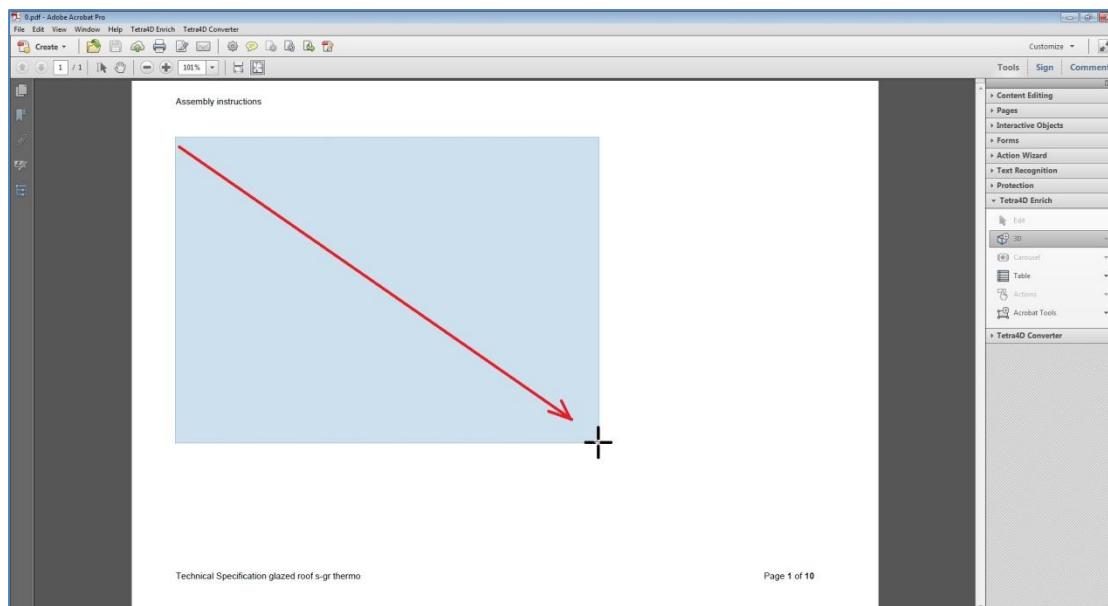


Εικόνα 3.33: Παράθυρο επεξεργασίας κουμπιών

3.10 Εισαγωγή γνωρισμάτων XML

Το Tetra 4D Enrich μας δίνει τη δυνατότητα να εισάγουμε χαρακτηριστικά γνωρίσματα για κάθε ένα από τα αντικείμενα που απαρτίζουν το μοντέλο μας, χρησιμοποιώντας κώδικα XML. Η XML είναι μία γλώσσα σήμανσης για την ηλεκτρονική κωδικοποίηση κειμένων. Για να κατασκευάσουμε τη δεύτερη σελίδα, θα εισάγουμε εκ νέου το 3D αντικείμενο, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία του Tetra 4D Enrich:

1. Επιλέγουμε 3D - Add 3D.
2. Προσδιορίζουμε την περιοχή στην οποία θέλουμε να εισαχθεί το αντικείμενο.



Εικόνα 3.34: Προσδιορισμός περιοχής για την εισαγωγή του μοντέλου

3. Επιλέγουμε το αντικείμενο που θέλουμε να εισάγουμε. Έπειτα, αν θέλουμε να εισάγουμε διαφορετικό αντικείμενο, επιλέγουμε Replace 3D. Αν θελήσουμε αργότερα να αλλάξουμε το μέγεθος ή τη θέση του παραθύρου που εμπεριέχει το 3D αντικείμενο, επιλέγουμε Interactive Objects - > Add 3D.
4. Τώρα θα εισάγουμε επιπλέον γνωρίσματα με τη μορφή XML. Αυτά τα γνωρίσματα μπορούμε να τα εξάγουμε από εξωτερικές πηγές όπως συστήματα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού (ERP). Για το παράδειγμα της εργασίας κατασκευάστηκε ένα XML αρχείο με το Σημειωματάριο των Windows. Οι πληροφορίες που μας παρέχουν αφορούν τα επιμέρους στοιχεία του μοντέλου που έχουμε εισάγει στο PDF, όπως για παράδειγμα τιμές, όνομα κατασκευαστή, βάρος και άλλα. Προκειμένου να γίνει με επιτυχία η αντιστοίχιση μεταξύ των αντικειμένων της 3D συναρμολόγησης και των στοιχείων του XML κώδικα, πρέπει τα ονόματα των αντικειμένων εντός της σχεδιαστικής εφαρμογής (πχ. Creo, Inventor) να έχουν το ίδιο όνομα με αυτό που έχουν στον κώδικα XML. Τα ονόματα μπορούμε να τα δούμε εύκολα από το δέντρο του μοντέλου.

➤ Ο κώδικας XML είναι αυτής της μορφής:

```
<attributes>
```

```
<NAME key="ONOMA_1">
```

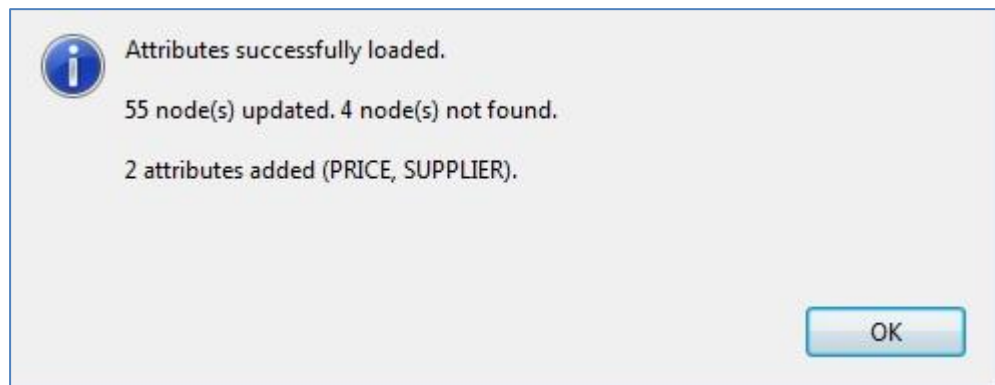
```
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ_1"/>
```



```
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="TIMH_1"/>
</NAME>
<NAME key=" ONOMA_2">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value=" ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ_2"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value=" TIMH_2"/>
</NAME>
</attributes>
```

Σε αυτό το παράδειγμα γίνεται εισαγωγή δεδομένων για 2 αντικείμενα (ONOMA_1) και (ONOMA_2). Στο παράδειγμα της εργασίας, το μοτέρ, εισάγαμε δεδομένα για 59 από τα αντικείμενα που βρίσκονται στο μοντέλο. Για το κάθε ένα εισάγαμε από 2 χαρακτηριστικά (supplier και price) με τις τιμές τους. Ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε βρίσκεται στο Παράρτημα 1.

- Επιλέγουμε 3D - Add 3D Attributes.
- Επιλέγουμε το αρχείο, προσέχοντας να έχει κατάληξη .xml. Εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο:



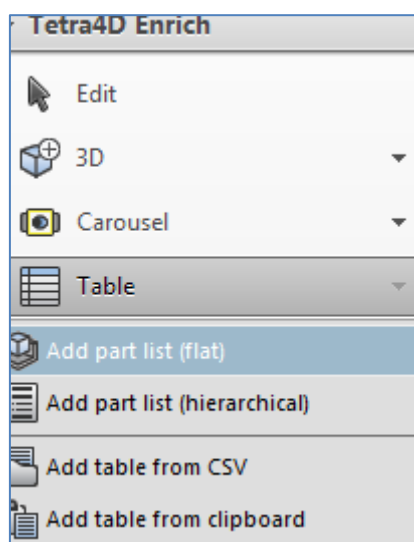
Εικόνα 3.35: Παράθυρο που δείχνει τα αποτελέσματα της αντιστοίχισης με τον XML κώδικα

- Βλέπουμε ότι η αντιστοίχια δεν έχει γίνει απόλυτα σωστά, αφού ενημερώθηκαν 55 από τις 59 μεταβλητές. Αυτό σημαίνει ότι πιθανότατα έγιναν κάποια τυπογραφικά λάθη κατά την ονομασία των αρχείων (δηλαδή τα αντικείμενα δεν είχαν το ίδιο όνομα). Για να το διορθώσουμε μπορούμε απλά να συμπληρώσουμε τα στοιχεία που δεν εισήλθαν εντός του Acrobat. Θα δούμε πώς γίνεται αυτό στη συνέχεια του κεφαλαίου.

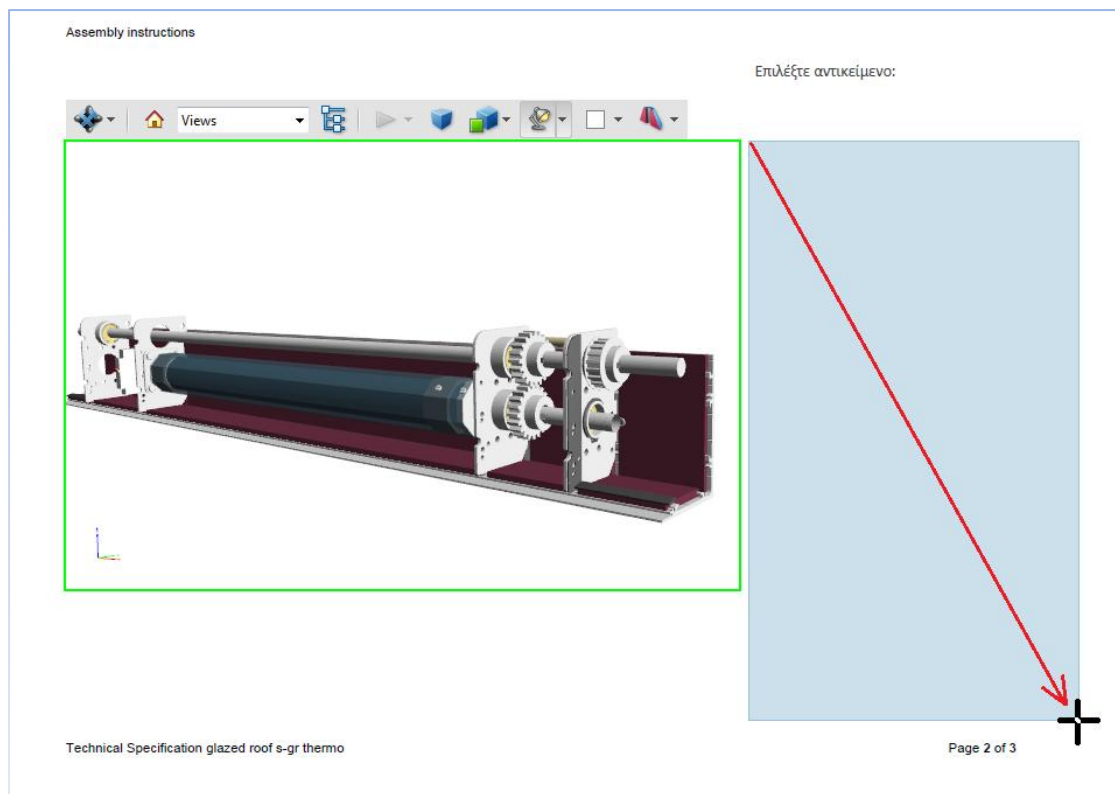
3.11 Εισαγωγή πίνακα γνωρισμάτων (Table)

Στη συνέχεια, θα εισάγουμε τις πληροφορίες που περιείχε το αρχείο XML σε ένα πίνακα.

- Αρχικά, επιλέγουμε το μενού εργαλείων του Tetra 4D Enrich. Στη συνέχεια επιλέγουμε Add part list (flat) και σέρνουμε με το ποντίκι ώστε να προσδιορίσουμε την περιοχή για την εισαγωγή του πίνακα.

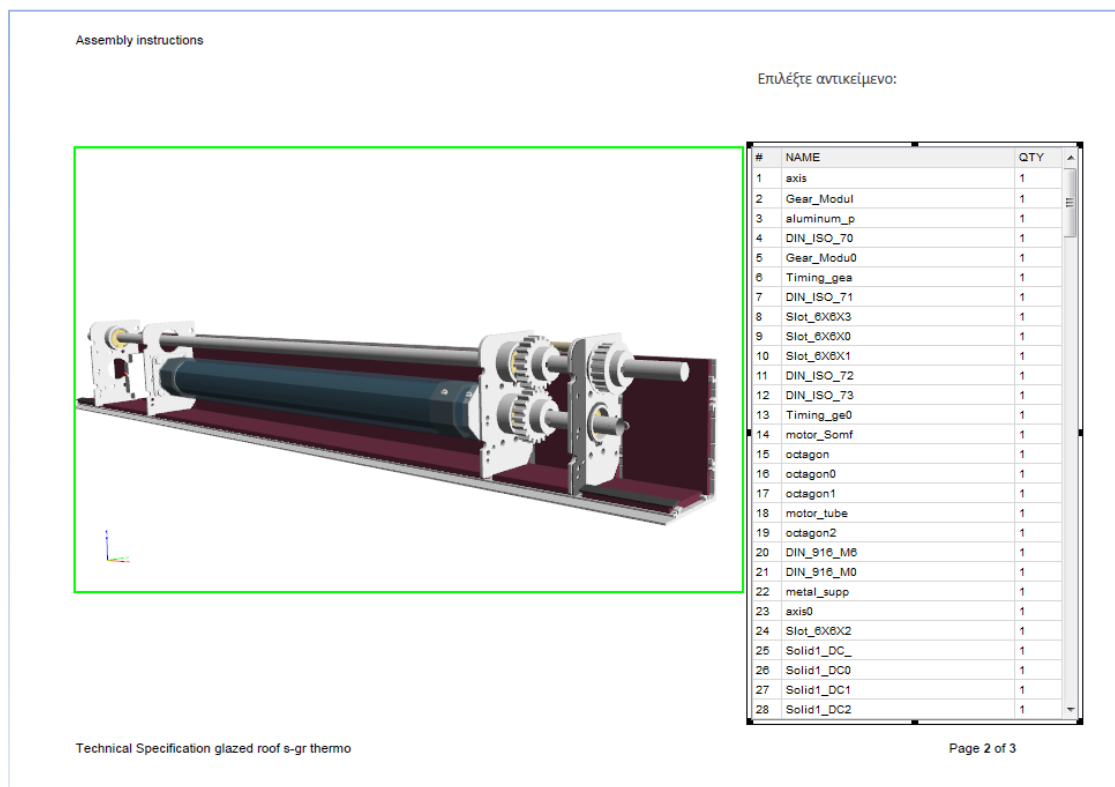


Εικόνα 3.36: Επιλογές εισαγωγής πίνακα




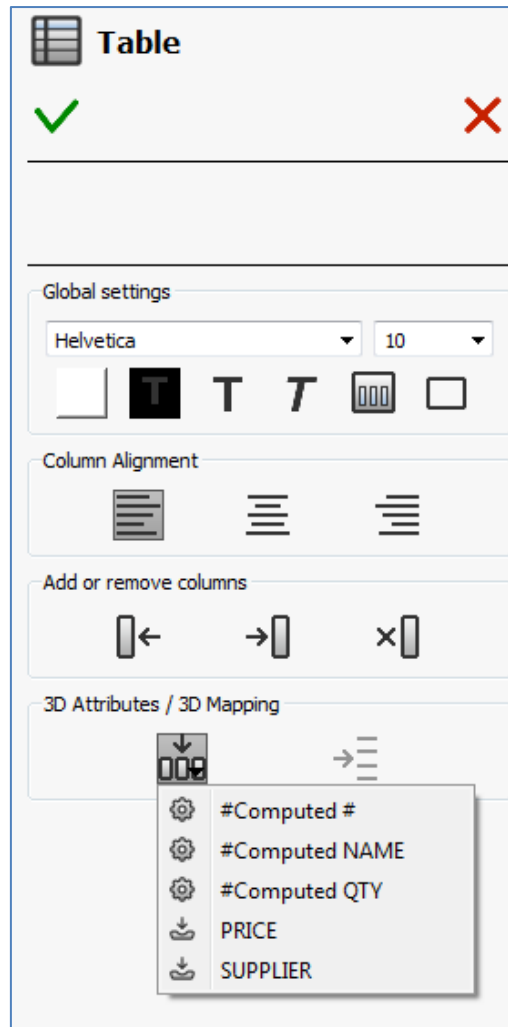
Εικόνα 3.37: Προσδιορισμός περιοχής για την εισαγωγή του πίνακα (Table)

- Από προεπιλογή εισάγονται δύο στήλες, τα ονόματα με τις αντίστοιχες ποσότητες.

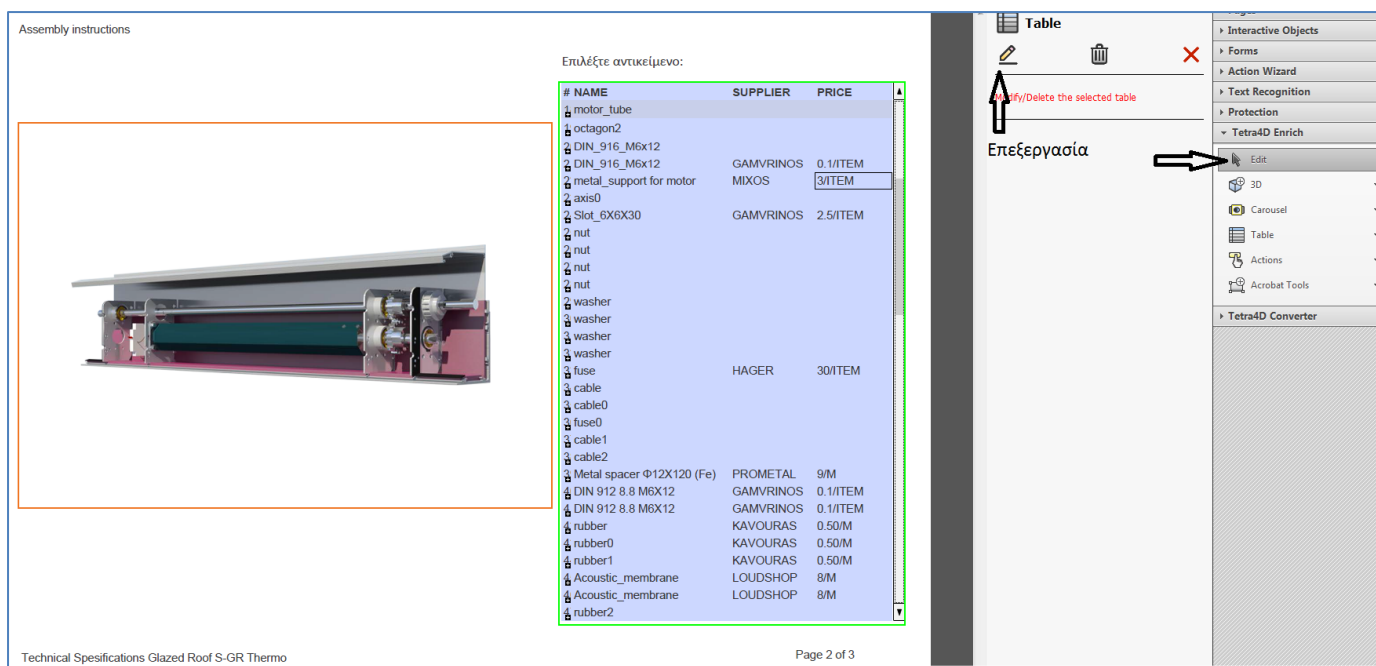


Εικόνα 3.38: Εισαγωγή Πίνακα

- Θα αλλάξουμε τις ρυθμίσεις, ώστε να εμφανίζονται οι στήλες με τις ιδιότητες που εισήγαμε με τον κώδικα XML. Αυτό γίνεται πατώντας Add 3D Attributes/ 3D Mapping. Χρησιμοποιούμε επίσης το Add or remove columns για να ελέγχουμε τη διαμόρφωση του πίνακα. Αποθηκεύουμε τις ρυθμίσεις με το πράσινο εικονίδιο. Αν θελήσουμε αργότερα να επεξεργαστούμε τον πίνακα, επιλέγουμε Edit από τα εργαλεία του Tetra 4D Enrich, επιλέγουμε το στοιχείο που θέλουμε (πχ τον πίνακα) και έπειτα πατάμε το εικονίδιο της επεξεργασίας. 

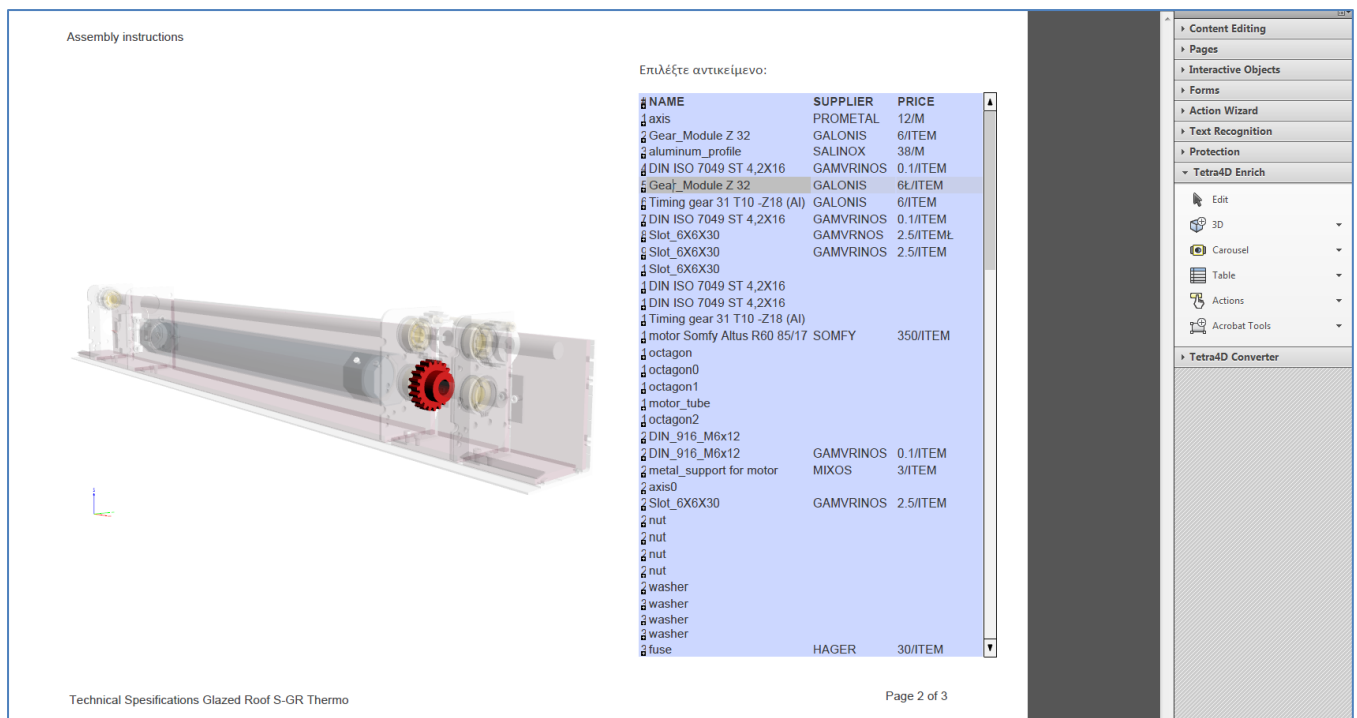


Εικόνα 3.39: Επιλογές εισαγωγής πίνακα (Table)



Εικόνα 3.40: Επεξεργασία πίνακα

- Στο σημείο αυτό μπορούμε να συμπληρώσουμε στον πίνακα τις τέσσερις τιμές των ιδιοτήτων που απέτυχαν να εισαχθούν με τον κώδικα XML.
- Αφού ολοκληρώσουμε τη δημιουργία του πίνακα, βλέπουμε πώς λειτουργεί. Επιλέγοντας οποιοδήποτε από τα αντικείμενα της συναρμολόγησης, αυτό εμφανίζεται με κόκκινο χρώμα, ενώ το υπόλοιπο μοντέλο γίνεται ημιδιάφανο.

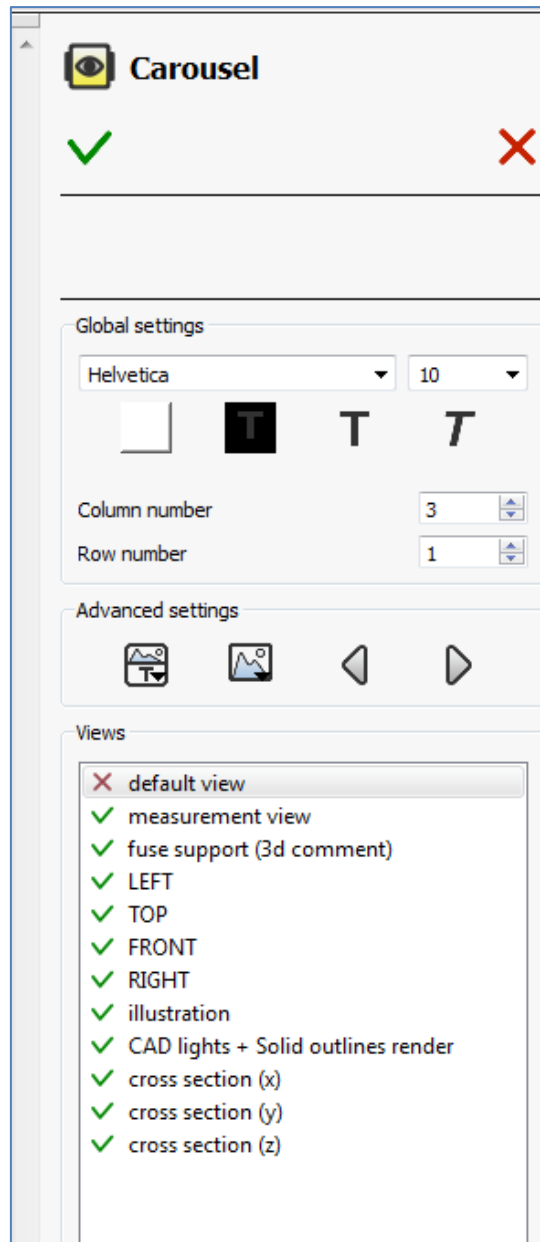


Εικόνα 3.41: Επιλογή αντικειμένου από πίνακα

3.12 Εισαγωγή πίνακα προβολών (Carousel)

Στη συνέχεια θα δημιουργήσουμε ένα πίνακα με τις αποθηκευμένες προβολές.

- Επιλέγουμε από τα εργαλεία του Tetra 4D Enrich το Carousel.
- Σέρνουμε με το ποντίκι για να προσδιορίσουμε τη θέση στη οποία θα εισαχθεί.



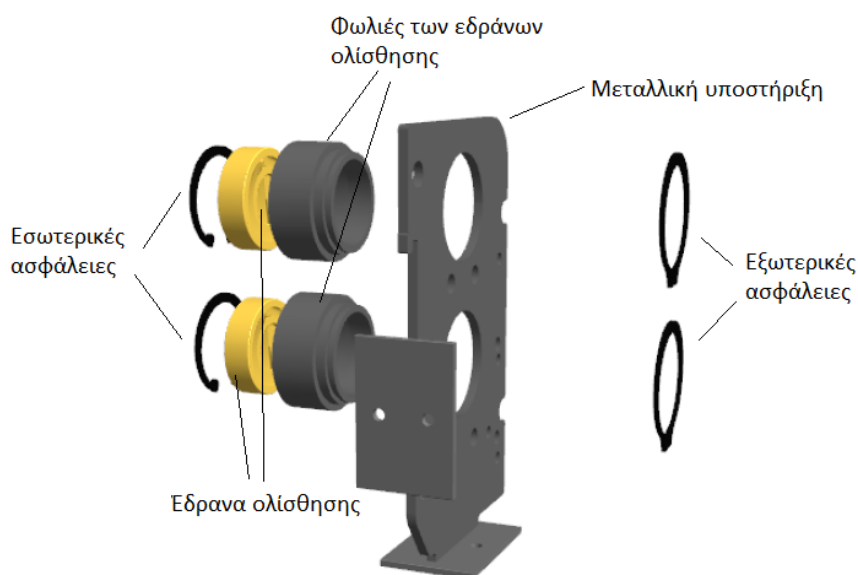
Εικόνα 3.43: Παράθυρο επεξεργασίας πίνακα όψεων (Carousel)

- Με τις ρυθμίσεις για προχωρημένους (Advanced setting) διαμορφώνουμε το Carousel. Μπορούμε να επιλέξουμε τη σειρά με την οποία θα εμφανίζονται οι αποθηκευμένες προβολές, την εικόνα τους (poster) και την περιγραφή τους.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΓΙΑ ΕΚΜΑΘΗΣΗ

Παρακάτω θα προχωρήσουμε στην εκτέλεση μίας σύντομης εφαρμογής, ώστε ο χρήστης να αποκτήσει εξοικείωση με το περιβάλλον και τις δυνατότητες του προγράμματος. Θα δημιουργήσουμε ένα 3D PDF στο οποίο θα εισάγουμε ένα αντικείμενο με δύο τρόπους: με τις ρυθμίσεις PRC και τις ρυθμίσεις U3D.

Το 3D PDF θα λειτουργεί ως οδηγός συναρμολόγησης για μία μεταλλική υποστήριξη με δύο έδρανα κύλισης και τις ασφάλειες (εξωτερικές και εσωτερικές). Η μεταλλική στήριξη με τα έδρανα κύλισης χρησιμεύουν στη συναρμολόγηση του μοτέρ της γυάλινης οροφής που περιγράψαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο.



Εικόνα α: Μεταλλική υποστήριξη με έδρανα κύλισης

Αρχικά θα εισάγουμε το αντικείμενο σε μορφή U3D, ώστε να εμπεριέχει το animation.

Εγκαθιστούμε το Adobe Acrobat XI Pro (ή το Adobe Acrobat Pro DC) καθώς και το πρόσθετο Tetra 4d Enrich. Προχωράμε ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Ανοίγουμε το Acrobat.
2. Από το μενού εργαλείων του Tetra 4D Enrich πατάμε 3D - Add 3D και επιλέγουμε το αρχείο. Σέρνοντας με το ποντίκι επιλέγουμε την περιοχή που θα εισαχθεί το animation.

3. Θα φτιάξουμε ένα κουμπί που θα αλλάζει την απόδοση του μοντέλου σε illustration. Ανοίγουμε το Σημειωματάριο των Windows και κάνουμε επικόλληση τον κάτωθι κώδικα JavaScript:

```
function setRenderMode( renderModeName ) {  
    for (var i=0; i < scene.meshes.count; i++) {  
        scene.meshes.getByIndex(i).renderMode = renderModeName;  
    }  
}
```

Το αποθηκεύουμε ως script.js και το κλείνουμε. Επιστρέφουμε στο Acrobat. Επιλέγουμε Interactive objects - Add 3D, πηγαίνουμε στο παράθυρο του μοντέλου, κάνουμε δεξί κλικ και στην καρτέλα 3D, πατάμε Browse, επιλέγουμε το αρχείο script.js και το ενσωματώνουμε. Πατάμε OK. Στη συνέχεια, επιλέγουμε Interactive objects - Add Button και πατάμε All Properties. Στην καρτέλα Actions, επιλέγουμε Select Action, επιλέγουμε Run a JavaScript και πατάμε Add. Στην κονσόλα που εμφανίζεται κάνουμε επικόλληση τον κώδικα:

```
var c3D = getAnnots3D(0)[0].context3D;  
c3D.setRenderMode("illustration");
```

Στην καρτέλα Επιλογές (Option tab) δίνουμε το όνομα του κουμπιού (illustration) στο κελί Label.

Στη συνέχεια θα εισάγουμε εκ νέου το μοντέλο σε μορφή PRC:

1. Στο μενού εργαλείων του Tetra 4D Enrich πατάμε 3D - Add 3D και επιλέγουμε το αρχείο. Στην καρτέλα optimize του παραθύρου εισαγωγής επιλέγουμε τις ρυθμίσεις PRC.
2. Τώρα θα εισάγουμε πίνακα γνωρισμάτων. Στο μενού εργαλείων του Tetra 4D Enrich επιλέγουμε Table - Add Part list (flat) και επιλέγουμε το μοντέλο με τις ρυθμίσεις PRC. Σέρνουμε με το ποντίκι για να προσδιορίσουμε την περιοχή που θα εισαχθεί ο πίνακας.
3. Πειραματιζόμαστε με τα υπόλοιπα εργαλεία του προγράμματος και δημιουργούμε το έγγραφο που επιθυμούμε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Acrobat Software Developer Kit, *Adobe Systems*. Web. 1 February 2016.
- Συστήματα CAM, CAD και τρισδιάστατη μοντελοποίηση, Ν. Μπιλάλης, Ε. Μαραβελάκης, έκδοση 2014.
- "About Us | Tech Soft 3D". *Techsoft3d.com*. N.p., 2015. Web. 11 May 2016.
- "Adobe Acrobat 8 Professional® - extending the envelope", *Journal of Consumer Marketing*, Vol. 24 Iss: 6
- "Anark 3D MBE & Visual Communication Solutions - Anark Corporation | Unleash The Model Based Enterprise". *Anark.com*. N.p., 2016. Web. 10 May 2016.
- Brown, A. "Development of a stereolithography (stl) input and computer numerical control (cnc) output algorithm for an entry-level 3-d printer". N.p., 2014. Web. 22 April 2016.
- DEVELOP3D, EC2A 3AY. "DEVELOP3D - PMI & 3D Annotation: The Drawing Killer?". *DEVELOP3D*. N.p., 2016. Web. 22 Apr. 2016.
- Hurst, J. et al. "Retrospectives II: The Early Years In Computer Graphics At MIT, Lincoln Lab, Andd Harvard". *ACM SIGGRAPH 89 Panel Proceedings on - SIGGRAPH '89* (1989): n. pag. Web. 16 May 2016.
- "ISO 32000-1:2008 - Document Management -- Portable Document Format -- Part 1: PDF 1.7". *ISO*. N.p., 2008. Web. 15 May 2016.
- Kamrani, Ali K and Emad Abouel Nasr. *Collaborative Engineering*. New York: Springer, 2008. Print.
- Lynch, Mike. *Computer Numerical Control For Machining*. New York: McGraw-Hill, 1992. Print.
- "Machining From STL Files : Additive Manufacturing". *Additivemanufacturing.media*. N.p., 2016. Web. 20 Apr. 2016
- "Model Based Enterprise – MBE 3D Models – Model Based Definition". *Model-based-enterprise.org*. N.p., 2016. Web. 16 May 2016.
- "Planet PDF - John Warnock's 'Camelot' Signalled Birth Of PDF". *Planetpdf.com*. N.p., 2016. Web. 20 Apr. 2016.
- "PDF/E Competence Center | PDF Association". *Pdfa.org*. N.p., 2016. Web. 29 Apr. 2016.
- "PRC (File Format)". *Wikipedia*. N.p., 2016. Web. 16 May 2016.
- Robert Bogue , (2013) "3D printing: the dawn of a new era in manufacturing?", *Assembly Automation*, Vol. 33 Iss: 4, pp.307 – 311
- "SOLIDWORKS MBD". *Solidworks.com*. N.p., 2016. Web. 30 Apr. 2016.

- "STEP NC—The End Of G-Codes? : Modern Machine Shop". *Mmsonline.com*. N.p., 2016. Web. 20 Apr. 2016.
- "STL (File Format)". *Wikipedia*. N.p., 2016. Web. 16 May 2016.
- Yares, Evan. "3D PDF Is Important Again". *Design World*. N.p., 2012. Web. 21 Apr. 2016.
- "3D Modeling Software For Engineering | Spaceclaim". *Spaceclaim.com*. N.p., 2016. Web. 9 May 2016.
- "3D PDF Consortium". *3D PDF Consortium*. N.p., 2016. Web. 30 Apr. 2016.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

<attributes>

<NAME key="axis">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="PROMETAL"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="12/M"/>

</NAME>

<NAME key="Gear_Modul">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GALONIS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="aluminum_p">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="SALINOX"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="38/M"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_ISO_70">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="Gear_Modu0">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GALONIS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6€/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="Timing_gea">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GALONIS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/ITEM"/>
 </NAME>
 <NAME key="DIN_ISO_71">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
 </NAME>
 <NAME key="Slot_6X6X3">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRNOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="2.5/ITEM€"/>
 </NAME>
 <NAME key="Slot_6X6X0">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="2.5/ITEM"/>
 </NAME>
 <NAME key="rubber1">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="KAVOURAS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.50/M"/>
 </NAME>
 <NAME key="Slot_6X6X2">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="2.5/ITEM"/>
 </NAME>
 <NAME key="DIN_912_80">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_912_8_">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_933_M9">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_933_M8">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_933_10">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_933_11">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_933_15">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>


```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_14">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_13">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_12">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_916_M1">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_916_M2">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="motor_Somf">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="SOMFY"/>

```

```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="350/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_916_M0">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="metal_supp">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="3/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="axis">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="PROMETAL"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="12/M"/>

</NAME>

<NAME key="Gear_Modul">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GALONIS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="aluminum_p">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="SALINOX"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="38/M"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_ISO_70">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

```

```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="Gear_Modu0">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GALONIS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6€/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="Timing_gea">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GALONIS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_ISO_71">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="Slot_6X6X3">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRNOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="2.5/ITEM€"/>

</NAME>

<NAME key="Slot_6X6X0">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="2.5/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="rubber1">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="KAVOURAS"/>

```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.50/M"/>
 </NAME>
 <NAME key="Metal_pla1">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>
 </NAME>
 <NAME key="metal_pla3">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>
 </NAME>
 <NAME key="metal_pla4">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>
 </NAME>
 <NAME key="metal_nes3">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="PROMETAL"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="3/M"/>
 </NAME>
 <NAME key="DIN_916_M0">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
 <NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
 </NAME>
 <NAME key="metal_supp">
 <NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="3/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="Slot_6X6X2">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="2.5/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_912_80">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="DIN_912_8_">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="Metal_spac">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="PROMETAL"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="9/M"/>
</NAME>
<NAME key="fuse">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="HAGER"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="30/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="Acoustic_1">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>

```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>

</NAME>

<NAME key="Acoustic_0">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>

</NAME>

<NAME key="Acoustic_m">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>

</NAME>

<NAME key="Acoustic_m">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>

</NAME>

<NAME key="rubber1">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="KAVOURAS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.50/M"/>

</NAME>

<NAME key="rubber0">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="KAVOURAS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.50/M"/>

</NAME>

<NAME key="rubber">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="KAVOURAS"/>

```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.50/M"/>
</NAME>
<NAME key="Acoustic_2">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>
</NAME>
<NAME key="Acoustic_3">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>
</NAME>
<NAME key="Acoustic_4">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>
</NAME>
<NAME key="Acoustic_5">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>
</NAME>
<NAME key="Acoustic_6">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="LOUDSHOP"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="8/M"/>
</NAME>
<NAME key="Internal_5">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="5/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="Metal_pla1">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>
</NAME>
<NAME key="metal_pla3">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>
</NAME>
<NAME key="metal_pla4">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>
</NAME>
<NAME key="metal_nes3">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="PROMETAL"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="3/M"/>
</NAME>
<NAME key="Ball_bear3">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>
<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="12/ITEM"/>
</NAME>
<NAME key="Metal_pla2">
<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>


```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>

</NAME>

<NAME key="Metal_pla6">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>

</NAME>

<NAME key="Metal_pla5">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="MIXOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="6/M"/>

</NAME>

<NAME key="Internal_7">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="5/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="External_3">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="5/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M6">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M0">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

```

```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M1">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M2">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M3">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M5">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M7">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

<NAME key="DIN_933_M4">

<NEW_ATTRIB name="SUPPLIER" value="GAMVRINOS"/>

```

<NEW_ATTRIB name="PRICE" value="0.1/ITEM"/>

</NAME>

</attributes>