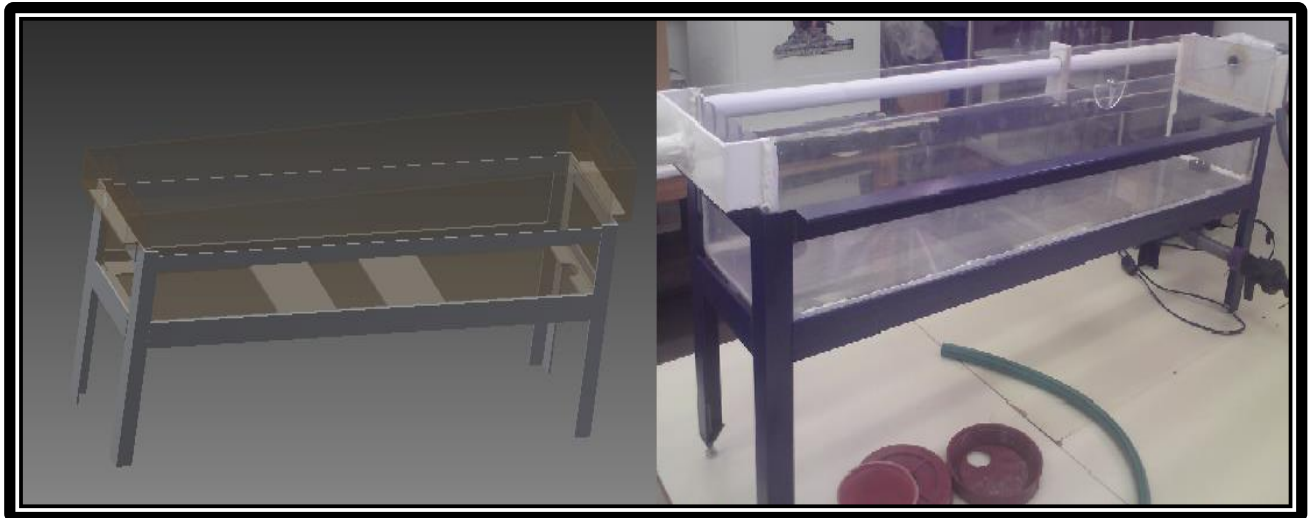


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

**ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ**



Νεκτάριος Γ. Τίρκος

ΧΑΝΙΑ 2015

Επιβλέπον Καθηγητής

Δρ. Δημητρίου Βασίλειος, Επίκουρος Καθηγητής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος του ΤΕΙ Κρήτης. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά το Δρ. Βασίλειο Δημητρίου, Επίκουρο Καθηγητή, για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση που μου έδειξε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας καθώς και τους υπόλοιπους καθηγητές που γνώρισα και συνεργάστηκα μαζί τους στα πλαίσια των σπουδών μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς και αδέρφια μου για την υποστήριξη και συμπαράσταση που μου παρείχαν κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους και συνεργάτες μου στο εργαστήριο Προσομοιώσεων & Μηχανολογικών Κατασκευών - SMM για την παροχή βοήθειας και συμβουλών στην εργασία μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Κίνηση των σωματιδίων σε υγρά – Ταχύτητα ελεύθερης κατακάθισης σωματιδίων.....	9
1.2 Τρόποι κατακάθισης	10
1.2.1 Ελεύθερη κατακάθιση.....	11
1.2.2 Κατακάθιση συσσωματωμένων σωματιδίων (κροκιδωμένων)	12
1.2.3 Παρεμποδιζόμενη κατακάθιση	12
1.2.4 Κατακάθιση συμπίεσης (πύκνωσης).....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	14
Χαρακτηριστικά δεξαμενών καθίζησης και προμελέτη	14
2.1 Περιγραφή των εγκαταστάσεων κατακάθισης (καθίζησης) για το διαχωρισμό στερεών από υγρά.....	14
2.1.1 Δεξαμενή καθίζησης.....	14
2.1.2 Θάλαμοι κατακάθισης για το διαχωρισμό στερεών από αέρια.....	20
2.2 Προμελέτη μηχανολογικής κατασκευής.....	21
2.2.1 Τύποι και διαστασιολόγηση.....	21
2.2.2 Επιλογή Υλικών.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	27
ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	27
3.1 Μελέτη και Σχεδιασμός.....	27
3.2 Σχεδιασμός ορθογώνιας δεξαμενής καθίζησης.....	29
3.3 Συναρμολόγηση τεμαχίων δεξαμενής με χρήση Assembly.....	52
3.4 Σχεδιασμός βάσης στήριξης δεξαμενής.....	72
3.5 Συναρμολόγηση βάσης στήριξης με την χρήση του Assembly.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	92
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ & ΒΑΣΗΣ	92
4.1 Υλοποίηση μηχανολογικής κατασκευής δεξαμενής καθίζησης	92



4.2 Κατασκευή βάσης στήριξης από σιδηροδοκούς.....	96
4.3 Ολοκληρωμένη κατασκευή	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	111
Συμπεράσματα.....	111
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	112
Βιβλιογραφία	112

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την σχεδιομελέτη και μηχανολογική κατασκευή ορθογώνιας δεξαμενής καθίζησης και τη λειτουργίας της. Πραγματοποιήθηκε προμελέτη για τη χωρητικότητα της δεξαμενής, το γεωμετρικά χαρακτηριστικά της. Ακολούθησε η επιλογή των κατάλληλων υλικών και εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση της μελέτης παρούσας εργασίας.

Ο τρισδιάστατος μηχανολογικός σχεδιασμός της κατασκευής υλοποιήθηκε στο πρόγραμμα Autodesk Inventor[®] 2012, το οποίο παρέχει στους χρήστες του την δυνατότητα παραμετρικής τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Προς διευκόλυνση του χρήστη, τα κομμάτια της κατασκευής σχεδιάζονται μεμονωμένα και στη συνέχεια με την επιλογή Assembly συντίθενται στο επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα (συναρμολόγημα).

Για την υλοποίηση της δεξαμενής καθίζησης, επιλέχθηκε με βάση των δυνατοτήτων του εργαστηρίου, το πλεξιγκλάς ως το πιο κατάλληλο υλικό. Η βάση κατασκευάστηκε από ατσάλινους δοκούς, παρέχοντας στη δεξαμενή μεγαλύτερη αντοχή ως προς το βάρος του νερού, το οποίο θα αντληθεί μέσα σε αυτή καθώς και για την ίδια την συγκράτησή της. Αφού ολοκληρώθηκε η κατασκευή έγιναν δοκιμές σωστής λειτουργίας.



ABSTRACT

The mechanical modeling and construction a rectangular sedimentation tank and the process of sedimentation, is studied in the current Thesis. An initial study of the capacity and geometrical characteristics of the tank is performed and the materials and manufacturing methods are chosen in the implementation of the present work study.

The three-dimensional mechanical design of the construction project was implemented in Autodesk Inventor® 2012 3D-CAD software, which provides the ability of parametric three-dimensional modeling. For user convenience, the pieces of manufacturing are individually designed and are afterwards then synthesized to the desired final assembly.

For the initial construction of the tank, having in mind by the manufacturing capabilities of the SMM laboratory, plexiglass was chosen as the most suitable material for the tank construction. The base was constructed by steel beams, providing tank extra strength and stability for the mass of water which will be pumped into it and also for securing the plexiglass tank stability. After the completion of the construction functional tests were performed.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φαινόμενο διαχωρισμού των αιωρούμενων σωματιδίων (ή σταγονιδίων), που βρίσκονται στην υγρή (ή αέρια) φάση, λόγω της βαρύτητας, χαρακτηρίζεται ως κατακάθιση ή καθίζηση (sedimentation) και συνήθως εννοείται η κατακάθιση στο πεδίο της βαρύτητας (gravity settling) Στην περίπτωση αυτή το ρευστό (υγρό ή αέριο) μπορεί να ρέει ή να μένει στάσιμο. Η καθίζηση είναι μια από τις βασικές, οικονομικές και απλή στη εφαρμογή της, μέθοδος διαχωρισμού στέρεων ή υγρών από ρευστά. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο επιτυγχάνεται, είτε η απομάκρυνση των στερεών από το ρευστό, είτε ο διαχωρισμός και η ανάκτηση των στερεών. Σε μερικές περιπτώσεις τα σωματίδια φέρονται σκόπιμα σε αιώρηση με τα ρευστά, ώστε να επιτευχθεί ο καταλληλότερος διαχωρισμός τους σε κλάσματα, που διαφέρουν ως προς το μέγεθος ή την πυκνότητά τους. Στις περιπτώσεις αυτές το ρευστό συνήθως ανακτάται για να επαναχρησιμοποιηθεί.

Με τη χρήση ενός μεγάλου δοχείου (δεξαμενή), επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των βαρύτερων σωματιδίων από το ρευστό αιώρησης, λόγω της χαμηλής ταχύτητας του ρευστού και του παρατεταμένου χρόνου παραμονής σε αυτό. Η απλότητα αυτής της διάταξης, έχει ως αποτέλεσμα το μερικό διαχωρισμό των στερεών, και τη δυσκολία απομάκρυνσης των στερεών από τον πυθμένα του δοχείου. Συνεπώς ο τρόπος αυτός είναι περιορισμένης χρησιμότητας. Αντιθέτως, οι βιομηχανικοί διαχωριστές έχουν διατάξεις για τη συνεχή απομάκρυνση των στερεών, που έχουν καθίζανει. Ο διαχωρισμός των στερεών σε αυτές τις διατάξεις, μπορεί να είναι είτε μερικός, όπου διαχωρίζονται τα στερεά σε δύο επιμέρους κλάσματα και ανάλογα με το μέγεθος ή την πυκνότητά τους ονομάζονται **ταξινομητές** (classifiers), είτε πλήρης, όπου απομακρύνονται (σχεδόν) όλα τα στερεά από το υγρό, οπότε ονομάζονται **διαυγαστές** ή **καθαριστές** (clarifiers). Πρέπει να σημειωθεί όμως, ότι κάθε διαδικασία διαχωρισμού συστατικών ενός αιωρήματος (suspension) με βαρύτητα έχουν ως στόχο τόσο τη **(συμ)πύκνωση** (thickening), δηλαδή η απομάκρυνση/παραλαβή των στερεών με την αύξηση της συγκέντρωσής τους, όσο και τη **διαύγηση** (clarification), δηλ. η παραλαβή καθαρού (ή καθαρότερου) ρευστού με την πλήρη (ή τη μερική, αντίστοιχα) απομάκρυνση των στερεών.

Οι **ταξινομητές** χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες:

- 1) Σ' αυτούς που λειτουργούν με τη βαρύτητα (gravity classifiers) και διαχωρίζουν τα σωματίδια που έχουν περίπου ίση πυκνότητα, με βάση το μέγεθός τους. Χρησιμοποιούνται

κυρίως στην κατάτμηση στερεών (άλεση) με κλειστό κύκλωμα και σε μεταλλουργικές ή χημικές διεργασίες.

- 2) Σ' αυτούς που διαχωρίζουν σωματίδια με διαφορετική πυκνότητα, οπότε ονομάζονται ταξινομητές διαλογής (sorting classifiers).

Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούν δύο βασικές μεθόδους διαχωρισμού:

A) **Μέθοδος βύθισης και επίπλευσης** (sink-and-float), ή βαρέως ρευστού (heavy-fluid separation) ή (με βαρέα ενδιάμεσα). Κατά τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ένα κατάλληλο υγρό μέσο διαλογής, του οποίου η πυκνότητα βρίσκεται ανάμεσα στην πυκνότητα του ελαφρύτερου και του βαρύτερου υλικού, με αποτέλεσμα οι βαρύτεροι κόκκοι να καθιζάνουν, ενώ οι ελαφρύτεροι να επιπλέουν, επιτυγχάνοντας έτσι το σχετικό διαχωρισμό τους. Η μέθοδος αυτή έχει το πλεονέκτημα, ότι εξαρτάται κυρίως από τη διαφορά της πυκνότητας των δύο υλικών, ενώ είναι (σχετικά) ανεξάρτητη από το μέγεθος των κόκκων. Χρησιμοποιείται κυρίως για το διαχωρισμό σχετικά χονδρόκοκκων σωματιδίων (μέγεθος μεγαλύτερο από 1,5 mm). Το κυριότερο πρόβλημα της συγκεκριμένης μεθόδου, αποτελεί, η επιλογή του υγρού κατάλληλης πυκνότητας, το ειδικό βάρος του οποίου είναι συνήθως της τάξης $1,3-3,5\text{g/cm}^3$. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην τοξικότητα (σχετικά μικρή) και στην διαβρωτική ικανότητα του υγρού, καθώς επίσης και στην τιμή αγοράς του. Επομένως, οι επιλογές περιορίζονται σε σχέση με το ευρύτερο σύνολο (π.χ. διαλύματα CaCl_2 ή αλογωμένοι υδρογονάνθρακες). Συνήθως χρησιμοποιείται το λεγόμενο «ψευδοϋγρό» για τον διαχωρισμό. Είναι ένα αιώρημα λεπτόκοκκων σωματιδίων, που προέρχεται από ένα «βαρύ» ορυκτό (δηλ. υψηλής πυκνότητας) μέσα σε νερό, συνήθως του μαγνητίτη, σιδηροπυρίτη ή γαληνίτη. Κατά τη διάρκεια του διαχωρισμού, το χρησιμοποιούμενο ρευστό ανακτάται και να ανακυκλώνεται, διότι τις περισσότερες φορές είναι αρκετά δαπανηρό σε σχέση με την σχετικά μικρή αξία των υλικών/συστατικών, που διαχωρίζονται. Η περιεκτικότητα (% w/v) του περιεχομένου ορυκτού στο νερό, ποικίλει σε αρκετά μεγάλο εύρος, ώστε να δώσει μία ικανοποιητική κλίμακα ενδιαμέσων πυκνοτήτων. Οι πιο σύνηθες εφαρμογές της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ο καθαρισμός του άνθρακα και ο εμπλουτισμός των περιεχομένων ορυκτών από τα μεταλλεύματά τους (π.χ. του μαγνησίτη, MgCO_3).

B) **Διαφορική μέθοδος κατακάθισης**. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη διαφορά των τελικών ταχυτήτων μεταξύ των στερεών διαφορετικής πυκνότητας. Η πυκνότητα του μέσου (ρευστού), που συνήθως είναι νερό, είναι μικρότερη από την πυκνότητα των δύο διαχωριζομένων στερεών. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι το μικτό κλάσμα που λαμβάνεται, λόγω της μεγάλης κλίμακας

σωματιδίων που περιέχονται στο ρευστό. Οπότε τα μεγαλύτερα, ελαφριά σωματίδια θα κατακαθίζονται με την ίδια ταχύτητα με τα μικρότερα και βαρύτερα.

Στα παρακάτω υποκεφάλαια θα γίνει μια σύντομη περιγραφή της ελεύθερης κατακάθισης, η οποία προκύπτει από τη θεωρία της κίνησης των σωματιδίων στα υγρά, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των διάφορων τρόπων κατακάθισης, καθώς και της λειτουργίας των δεξαμενών και εγκαταστάσεων. Μεταξύ σωματιδίων και ρευστού ασκούνται υδροδυναμικές αλληλεπιδράσεις καθώς και φυσικοχημικές δυνάμεις ανάμεσα στα σωματίδια, οι οποίες όμως έχουν την τάση να σχηματίζουν μια δομή που (πολλές φορές) παρεμποδίζουν τη διαδικασία καθίζησης. Στην περίπτωση όπου οι δυνάμεις αυτές είναι ισχυρές, τότε δημιουργείται ένα ομοιογενές αιώρημα με *μη-Νευτώνεια* χαρακτηριστικά. Επίσης, είναι δυνατό το αιώρημα να εμφανίζεται σαν *ψευδοπλαστικό*, ενώ τα αιωρήματα με μεγάλη αναλογία σε στερεά έχουν επίσης την τάση να είναι *εκτατά*.

1.1 Κίνηση των σωματιδίων σε υγρά – Ταχύτητα ελεύθερης κατακάθισης σωματιδίων.

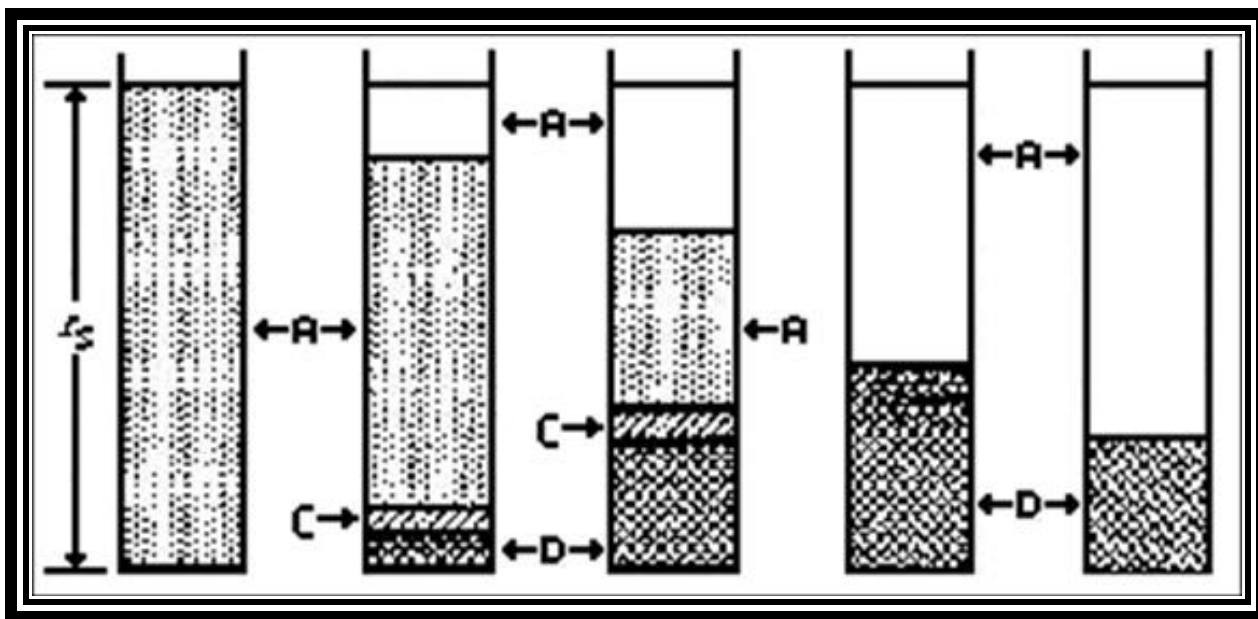
Έστω, ότι ένα σωματίδιο είναι στάσιμο σε σχέση με το ρευστό στο οποίο έχει βυθιστεί και στη συνέχεια κινείται υπό την επίδραση μιας εξωτερικής δύναμης. Τότε η κίνησή του μπορεί να διακριθεί σε δύο διαδοχικά στάδια: το πρώτο στάδιο είναι μία (ιδιαίτερα) σύντομη περίοδος *επιτάχυνσης* (συνήθως με διάρκεια λιγότερη από 1 sec), κατά την οποία η ταχύτητα του σωματιδίου αυξάνεται από το μηδέν, μέχρι την τελική της τιμή. Το δεύτερο στάδιο είναι η περίοδος εκείνη κατά την οποία το σωματίδιο κινείται με την *τελική του ταχύτητα* (που έχει ήδη αποκτήσει). Οι περισσότερες μέθοδοι κατακάθισης, όπως αυτές που θα περιγραφούν στη συνέχεια, χρησιμοποιούν μόνον την περίοδο της τελικής ταχύτητας.

Έστω τώρα, ότι ένα σωματίδιο κινείται ελεύθερα (δηλ. χωρίς την επίδραση άλλων σωματιδίων) με σταθερή (τελική) γραμμική (και σχετική ως προς το ρευστό) ταχύτητα u . Κάτω από τις συνθήκες αυτές στο σωματίδιο δρουν δύο δυνάμεις: η *δύναμη της βαρύτητας*, που συμπεριλαμβάνει και την άνοση του Αρχιμήδη.[1]

1.2 Τρόποι κατακάθισης.

Η κατακάθιση των στερεών μπορεί να πραγματοποιηθεί με ποικίλους τρόπους, εξαρτώμενοι πάντα από τη συγκέντρωση των σωματιδίων και από την τάση που εμφανίζουν για συνένωση (συσσωμάτωση). Στη συνέχεια θα περιγραφούν συνοπτικά οι τέσσερις κατηγορίες, στις οποίες χωρίζονται οι τρόποι κατακάθισης. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι σε μια δεξαμενή καθίζησης συνεχούς λειτουργίας, υπάρχει περίπτωση να χρησιμοποιηθούν ορισμένοι ή ακόμα και όλοι οι τρόποι κατακάθισης. Σε αυτή τη περίπτωση, η διεργασία θα χαρακτηρίζεται από τον κυρίαρχο τύπο (τρόπο) κατακάθισης, σύμφωνα με τον οποίο θα καθοριστούν και τα βασικά χαρακτηριστικά της αντίστοιχης λειτουργίας. Έτσι, διακρίνεται:

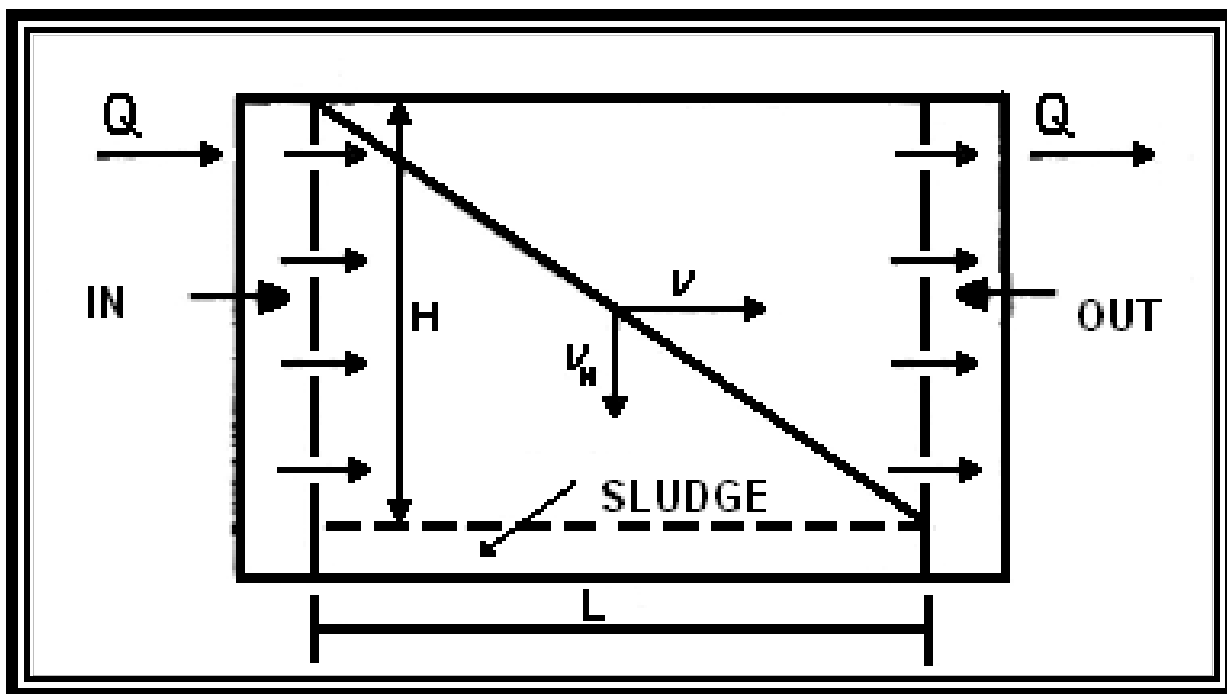
- 1) Η ελεύθερη κατακάθιση (διαύγαση).
- 2) Η κατακάθιση συσσωματωμάτων (κροκίδωση).
- 3) Η παρεμποδιζόμενη κατακάθιση (ζώνης).
- 4) Η κατακάθιση συμπίεσης.



Εικόνα 1.1 Σχηματικό διάγραμμα σταδιακής κατακάθισης.

1.2.1 Ελεύθερη κατακάθιση

Ο πρώτος και απλούστερος τρόπος, είναι η **ελεύθερη κατακάθιση**, η οποία αναφέρεται στην κατακάθιση μεμονωμένων, μη-συσσωματωμένων λεπτομερών στερεών (σωματιδίων) και λαμβάνει χώρα σε μία χαμηλή αρχική συγκέντρωση των στερεών στο υγρό μέσο. Κατά τη διάρκεια της ελεύθερης κατακάθισης, τα σωματίδια δεν εμφανίζουν τάσεις συσσωμάτωσης ή αλληλεπίδρασης μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να κατακάθονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Μερικές από τις συνηθέστερες εφαρμογές του συγκεκριμένου τρόπου, είναι ο καθαρισμός των επιφανειακών νερών από τα αιωρούμενα στερεά που περιέχουν, με σκοπό την μετατροπή τους π.χ. σε πόσιμα, καθώς και η προκαταρκτική απομάκρυνση της άμμου («αμμοδιαχωρισμός») κατά την κατεργασία των υγρών αποβλήτων.



Εικόνα 1.2 Δεξαμενή κατακάθισης ορθογώνιας διατομής.

Κατά την τροφοδοσία μιας δεξαμενής κατακάθισης με ένα τυπικό αιώρημα, τα σωματίδια που περιέχονται σε αυτό να παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς το μέγεθός τους, άρα και διαφορετικές ταχύτητες κατακάθισης, οι οποίες θα πρέπει να υπολογιστούν (συνήθως ξεχωριστά), ώστε να γίνει δυνατός ο προσδιορισμός της συνολικής απομάκρυνσης των στερεών για μία ορισμένη δεξαμενή κατακάθισης, ή για μία ορισμένη ταχύτητα υπερροής.

1.2.2 Κατακάθιση συσσωματωμένων σωματιδίων (κροκιδωμένων)

Ο δεύτερος τρόπος κατακάθισης στερεών είναι η **κατακάθιση των συσσωματωμένων (ή κροκιδωμένων) σωματιδίων**, τα οποία βρίσκονται ακόμη σε σχετικά αραιή συγκέντρωση στο προς κατακάθιση / καθίζηση αιώρημα. Στην περίπτωση όπου τα στερεά ενός αιωρήματος έχουν πολύ μικρό μέγεθος (της τάξης των λίγων μm), ο ρυθμός κατακάθισής τους είναι πολύ αργός και ως εκ τούτου η μέθοδος διαχωρισμού που βασίζεται στην βαρύτητα να είναι πρακτικά αναποτελεσματικός, λόγω του απαιτούμενου μεγάλου χρόνου παραμονής. Για να μπορέσει να λειτουργήσει η συγκεκριμένη μέθοδος θα πρέπει να αυξηθεί με κάποιο τρόπο το μέγεθος των σωματιδίων, άρα και η ταχύτητα κατακάθισής τους. Το πρόβλημα αυτό επιλύεται συνήθως με την προσθήκη/ βοήθεια των κατάλληλων χημικών αντιδραστηρίων κροκίδωσης (π.χ. πολυμερισμένες οργανικές ή ανόργανες ενώσεις), που έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους των υπέρλεπτων σωματιδίων.

Έχει παρατηρηθεί, ότι τα σωματίδια που βρίσκονται σε αιώρηση, παρουσιάζουν ένα επιφανειακό ηλεκτρικό φορτίο, το οποίο είναι συνήθως αρνητικό και σπανίως θετικό. Το επιφανειακό αυτό φορτίο εμφανίζεται στο σωματίδιο, εξαιτίας της ύπαρξης ατελειών (defects) ή ανωμαλιών στο κρυσταλλικό του πλέγμα (π.χ. των ζεόλιθων ή αργίλων) ή της ύπαρξης της «*ισορροπίας Nernst*» μεταξύ αυτού και των ιόντων του (π.χ. στους διαλυτούς ιοντικούς κρυστάλλους), ή ακόμα λόγω της εκλεκτικής προσρόφησης πάνω στην επιφάνεια του σωματιδίου ορισμένων ειδικών ιόντων από το διάλυμα. Τα ιόντα που φέρουν αντίθετο φορτίο από αυτό του διαλύτη (πολικό μέσο), θα έλκονται από τη φορτισμένη επιφάνεια του σωματιδίου και το αντίθετο θα συμβαίνει στην περίπτωση όπου τα ιόντα φέρουν ομώνυμο φορτίο.

1.2.3 Παρεμποδιζόμενη κατακάθιση

Ο τρίτος τρόπος καθίζησης και ο πιο συχνά εφαρμοζόμενος σε σχέση με τους υπόλοιπους, είναι η **παρεμποδιζόμενη κατακάθιση**, όπου συναντάται η κατακάθιση αιωρημάτων με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σωματιδίων (0,5-1% κ.β.). Στη συγκεκριμένη περίπτωση λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης, τα σωματίδια βρίσκονται αρκετά κοντά μεταξύ τους, δημιουργώντας έτσι αλληλεπιδράσεις και μεταβολές στην ταχύτητα μεταξύ δύο γειτονικών σωματιδίων και παρεμποδίζοντας την ελεύθερη κατακάθισή τους. Η παρεμπόδιση μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα, όταν τα σωματίδια βρίσκονται σε απόσταση τουλάχιστον 10-20 διαμέτρους μεταξύ αυτών και των

τοιχωμάτων του δοχείου που βρίσκονται, με αποτέλεσμα να θεωρείται ότι ακολουθούν την ελεύθερη κατακάθιση. Κατά την περίπτωση όπου εμφανίζονται σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις σωματιδίων, προκαλείται μείωση της επιφανειακής ροής και δημιουργία ενός αντίθετου ανοδικού ρεύματος ροής του υγρού κατά την ομαδική κίνηση (με φορά προς τα κάτω) των σωματιδίων, αλλά και την αντίστοιχη μείωση της ταχύτητας κατακάθισης.

Αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι η αύξηση της συγκέντρωσης των σωματιδίων, προκαλεί την αύξηση φαινόμενης πυκνότητας, καθώς επίσης και του ιξώδους του αιωρήματος. Ως γενικό συμπέρασμα προκύπτει ότι, η ταχύτητα της παρεμποδιζόμενης κατακάθισης θα είναι εν τέλει μικρότερη από την ελεύθερη ταχύτητα της κίνησης Stokes.

1.2.4 Κατακάθιση συμπίεσης (πύκνωσης)

Ο τέταρτος τρόπος είναι η **κατακάθιση συμπίεσης**, που παρουσιάζεται όταν η συγκέντρωση των σωματιδίων στο αιώρημα είναι αρκετά μεγάλη (μεγαλύτερη από 2-3% κ.β.), άρα τα σωματίδια να βρίσκονται σε στενή επαφή μεταξύ τους και ως εκ τούτου η επιπλέον κατακάθιση των στερεών μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με τη συμπίεση της μάζας του. Συχνότερη χρήση του συγκεκριμένου τρόπου κατακάθισης, παρατηρείται στα κροκιδωμένα (συσσωματωμένα) σωματίδια, με σκοπό τη μετατροπή ενός αραιότερου αιωρήματος σε ένα πυκνότερο, το οποίο θα έχει τουλάχιστον τη διπλάσια συγκέντρωση στερεών.

Χαρακτηριστική εφαρμογή του τρόπου αυτού κατακάθισης αποτελεί η πάχυνση της λάσπης των βιολογικών καθαρισμών σε κατάλληλες δεξαμενές (συμπύκνωσης). Ιδιαίτερη προσοχή για την ορθή λειτουργία της δεξαμενής (του πυκνωτήρα) δίνεται στην επιφάνεια των καθιζανόντων στερεών, ώστε να μην ξεπεραστεί το επίπεδο τροφοδοσίας, διότι στην περίπτωση αυτή μέρος των στερεών θα περνά με την υπερροή προς στην έξοδο της δεξαμενής.[2]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Χαρακτηριστικά δεξαμενών καθίζησης και προμελέτη

2.1 Περιγραφή των εγκαταστάσεων κατακάθισης (καθίζησης) για το διαχωρισμό στερεών από υγρά

Οι κυριότεροι παράγοντες που επιδρούν στο *ρυθμό* και στη *φύση* της κατακάθισης των στερεών είναι:

- 1) Η φύση των σωματιδίων (μέγεθος, σχήμα, πυκνότητα, ορυκτολογική και χημική σύσταση).
- 2) Η συγκέντρωση του αιωρήματος.
- 3) Η μορφή του δοχείου (δεξαμενής) κατακάθισης (διαστάσεις, σχήμα, ενδεχόμενη επίδραση της γεωμετρίας των τοιχωμάτων στο σχηματισμό δινών, τυφλών σημείων κτλ.).
- 4) Η (πιθανή) προκατεργασία του αιωρήματος (π.χ. με την προσθήκη χημικών αντιδραστηρίων για την πρόκληση θρόμβωσης κτλ.).

Οι εγκαταστάσεις κατακάθισης που χρησιμοποιούνται στην πράξη για το διαχωρισμό στερεού-υγρού, είναι συνήθως συνεχούς λειτουργίας (αλλά ενδεχομένως και ασυνεχούς/περιοδικής, ή ημισυνεχούς λειτουργίας), με διάφορα σχήματα και μεγέθη και περιλαμβάνουν τα εξής επιμέρους (απαραίτητα) στοιχεία:

- 1) Μία δεξαμενή κατάλληλου όγκου και επιφάνειας.
- 2) Το σύστημα εισαγωγής της τροφοδοσίας (αιωρήματος).
- 3) Το σύστημα απομάκρυνσης του υγρού – υπερροή (συνήθως με περιφερειακή υπερχειλίση προς κατάλληλο περιμετρικό κανάλι).
- 4) Το σύστημα απομάκρυνσης των στερεών – υπορροή (με κατάλληλη φυγοκεντρική αντλία λάσπης («βορβόρου»).
- 5) Διάφορες βοηθητικές εγκαταστάσεις (π.χ. σύστημα προετοιμασίας και τροφοδότησης του κροκιδωτικού αντιδραστηρίου ή του οργανικού πολυμερούς/πολυηλεκτρολύτη).[1]

2.1.1 Δεξαμενή καθίζησης

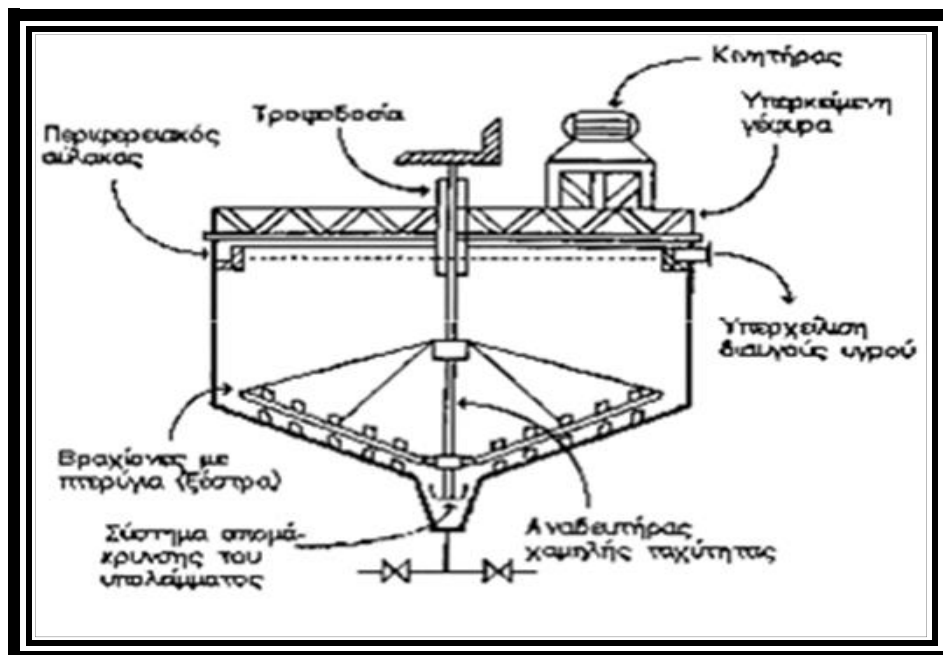
Στις περισσότερες περιπτώσεις, η δεξαμενή καθίζησης δεν είναι τίποτα παρά μια μεγάλη δεξαμενή συγκράτησης νερού, όπου υπάρχει ειδικός μηχανισμός απομάκρυνσης στέρεων

σωματιδίων στον πυθμένα της. Μερικές δεξαμενές είναι φαρδιές και βαθιές, ενώ άλλες στενόμακρες και πολύ ρηχές, αυτό εξαρτάται από το σκοπό της δεξαμενής. Σε μερικά συστήματα καθίζησης, τα στέρεα σωματίδια απλά αφήνονται να καθιζάνουν στον πυθμένα με χρήση της βαρύτητας, ενώ σε άλλα συστήματα γίνεται πρόσθεση χημικού συμπύκνωσης στο νερό προτού ξεκινήσει η διαδικασία της καθίζησης.

Οι δεξαμενές κατακάθισης (sedimentation tanks) ασυνεχούς λειτουργίας (batch operation) δεν αναδεύονται. Απλώς γεμίζουν με το αιώρημα των σωματιδίων και μετά από την πάροδο ορισμένου χρονικού διαστήματος, απομακρύνεται τόσο το (σχετικά) διαυγές υγρό από την επιφάνεια, όσο και το υπόλειμμα (λάσπη) από τον πυθμένα, με τη βοήθεια αντλιών. Χρησιμοποιούνται κυρίως για το διαχωρισμό στερεών, που καθιζάνουν σχετικά γρήγορα. Στις εγκαταστάσεις ημι-συνεχούς λειτουργίας (semi-batch) η τροφοδότηση και η απομάκρυνση του υγρού είναι συνεχής, αλλά η απομάκρυνση του υπολείμματος (λάσπη) ασυνεχής.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικότερες παραλλαγές δεξαμενών κατακάθισης:

Κυκλικές δεξαμενές καθίζησης: Ο κύριος τύπος των εγκαταστάσεων συνεχούς λειτουργίας είναι οι κυλινδρικές (στρόγγυλες ή κυκλικές) δεξαμενές τύπου *Dorr*, με διάμετρο 30-100 m, ύψος (βάθος) 2-5 m και με τροφοδοσία στο κέντρο τους, σε βάθος περίπου 1 m κάτω από την επιφάνειά τους, ενώ η υπερχειλίση του καθαρισμένου υγρού είναι τις περισσότερες φορές περιφερειακή. Το εισερχόμενο αιώρημα στερεών κινείται προς τα κάτω και ακτινικά προς τα έξω με σταδιακά μειωμένη ταχύτητα, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό στα περιεχόμενα στερεά να καθιζάνουν στον (ελαφρώς κωνικό) πυθμένα, ενώ ρεύμα ρευστού που περιέχει ελάχιστα (ή καθόλου) στερεά, κινείται προς τα πάνω και υπερχειλίζει από την περιφέρεια της δεξαμενής. Πάνω από το επίπεδο της τροφοδοσίας του αιωρήματος στη δεξαμενή υπάρχει μία ζώνη καθαρισμού, στην οποία το υγρό δεν περιέχει σχεδόν καθόλου στερεά. Κάτω από το επίπεδο της τροφοδοσίας υπάρχει μία ζώνη παρεμποδισμένης κατακάθισης (σχετικά σταθερής συγκέντρωσης), με πάχος από 0,3 μέχρι 2-3 m, ενώ κοντά στον πυθμένα υπάρχει μία ζώνη συμπίεσης, όπου η συγκέντρωση των στερεών είναι υψηλή και αυξάνεται βαθμιαία, καθώς η λάσπη προχωρά αργά προς την έξοδο.



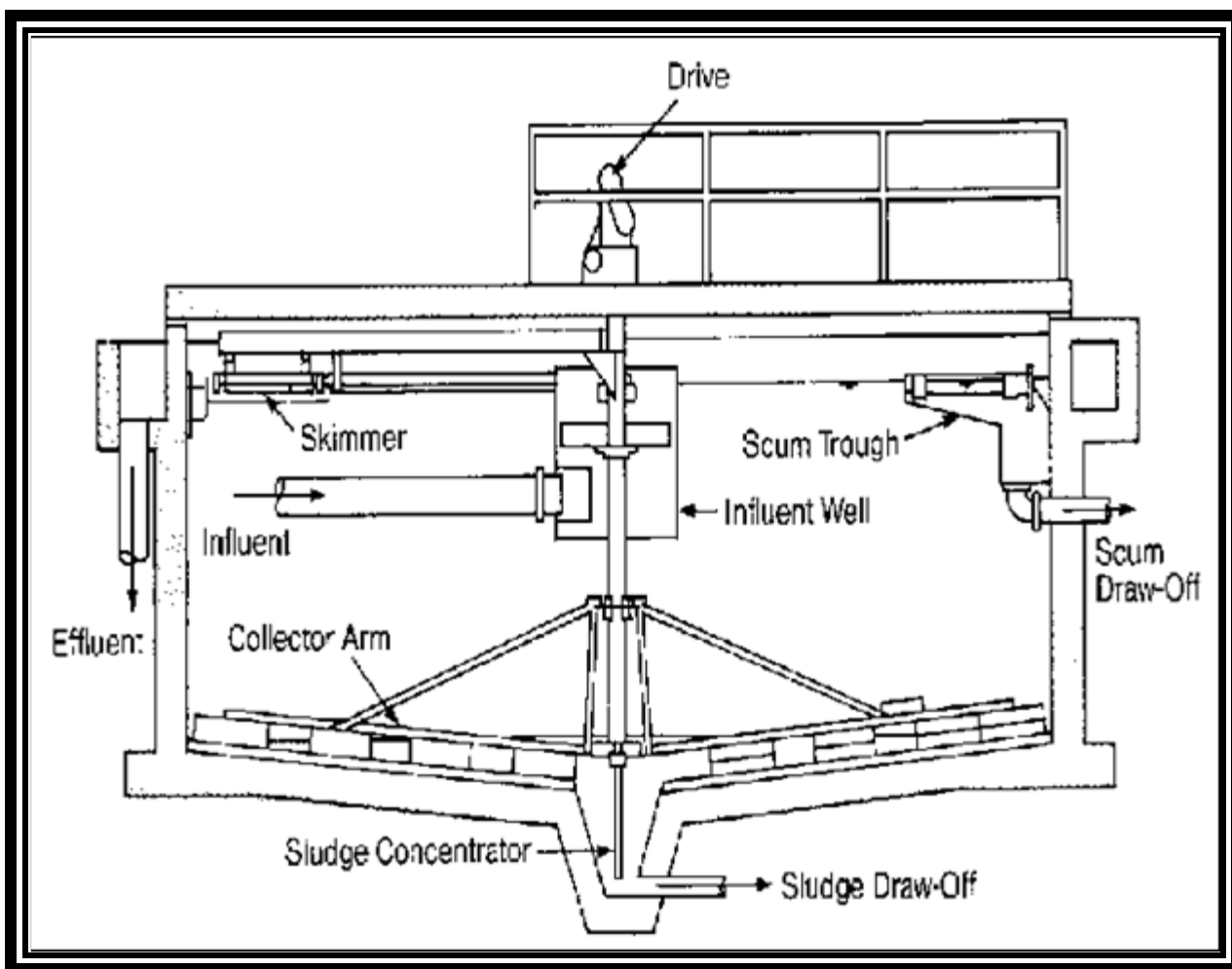
Εικόνα 2.1 Κυλινδρική συσκευή κατακάθισης συνεχούς λειτουργίας.

Το πάχος των ζωνών αυτών καθορίζεται δύσκολα, επειδή η συγκέντρωση των στερεών εμφανίζει ακτινικές και αξονικές διαβαθμίσεις και οι αλλαγές στο ρυθμό τροφοδοσίας, ή στη συγκέντρωση των στερεών, οδηγούν σε βαθμιαίες αλλαγές στο μέσο πάχος της κάθε ζώνης. Το πάχος της ζώνης παρεμποδιζόμενη κατακάθισης δεν επηρεάζει τη λειτουργία της δεξαμενής, αρκεί (όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως) να μην επεκτείνεται πάνω από το επίπεδο τροφοδοσίας, οπότε στην περίπτωση αυτή θα εμφανιζόταν απώλεια στερεών προς την υπερχείλιση και περιορισμένος καθαρισμός (διαχωρισμός) του υγρού από τα στερεά.



Εικόνα 2.2 Αεροφωτογραφία κυκλικής δεξαμενής καθίζησης.

Οι δεξαμενές αυτές είναι μηχανικά αναδευόμενες από ένα κεντρικό άξονα με χαμηλή ταχύτητα (1 περιστροφή κάθε περίπου 30 min) και με επίπεδο ή (συχνότερα) με ελαφρώς κωνικό πυθμένα. Η ήπια ανάδευση μετακινεί τα καθιζάνοντα στερεά με τη βοήθεια κατάλληλων ξέστρων λάσπης προς το κέντρο της δεξαμενής, απ' όπου απομακρύνονται με κατάλληλη φυγοκεντρική αντλία ιζήματος («βορβόρου»).



Εικόνα 2.3 Μηχανισμοί λειτουργίας κυκλικής δεξαμενής.

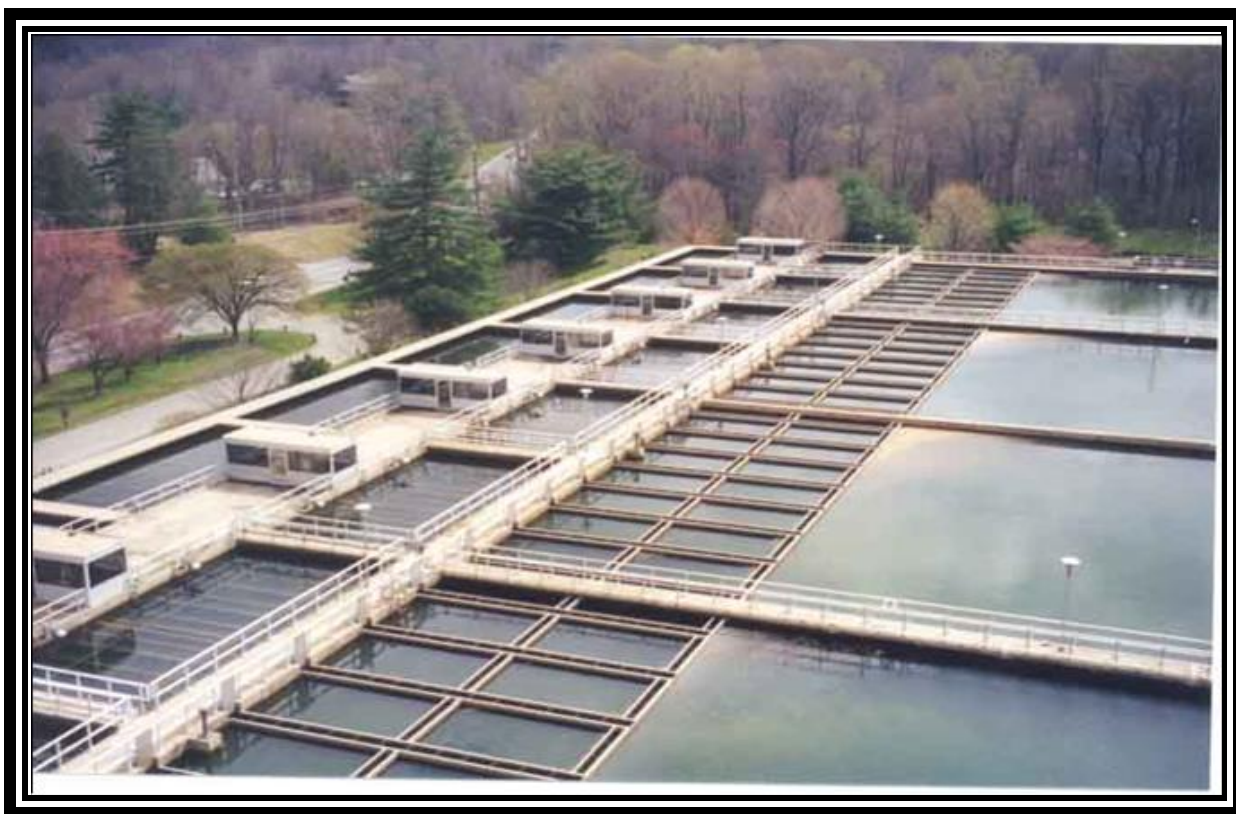
Ορθογώνιες δεξαμενές καθίζησης: Χρησιμοποιούνται επίσης οι ορθογώνιες δεξαμενές κατακάθισης (με σχέση μήκος/πλάτος $\sim 4-8$ και μήκος/ύψος $\sim 10-12$), που τροφοδοτούνται και υπερχειλίζουν από το ένα άκρο τους (κατά μήκος της μεγαλύτερης πλευράς). Σημειώνεται επίσης, ότι η αύξηση της επιφάνειας κατακάθισης A και του χρόνου παραμονής t , καθώς και η γενικότερη εξοικονόμηση χώρου μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση μέσα σε μια συμβατική δεξαμενή κατακάθισης (κυκλική ή ορθογώνια) ορισμένων επικλινών πλακών (ή δίσκων), συνήθως κοντά στην επιφάνεια, οπότε στην περίπτωση αυτή η δεξαμενή λειτουργεί σαν διαχωριστής και θεωρείται τύπου *lamella* (lamella ή lamina separator).

Οι βασικοί παράγοντες, που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για το **σχεδιασμό** ενός συστήματος κατακάθισης, με δεδομένα τα απαιτούμενα στοιχεία λειτουργίας του διαχωρισμού στερεού-υγρού

ή για την εκτίμηση της λειτουργίας και της απόδοσης μιας υπάρχουσας εγκατάστασης κατακάθισης, αναφέρονται συνοπτικά στη συνέχεια:

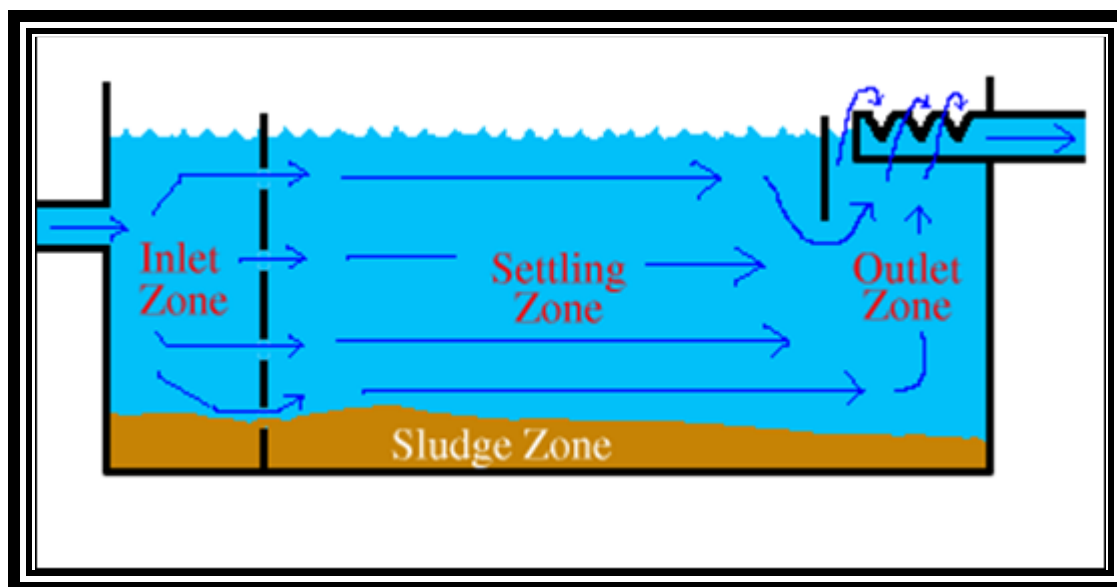
- 1) Παροχή τροφοδοσίας, υπερροής και υποροής.
- 2) Χρόνος κατακάθισης των στερεών (ή χρόνος παραμονής των στερεών στη δεξαμενή), που είναι συνήθως 2-10 h και ρυθμίζεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι μεγαλύτερος από το χρόνο, που απαιτείται για την παρεμποδιζόμενη κατακάθιση των μικρότερου μεγέθους σωματιδίων.
- 3) Συγκέντρωση των στερεών στην τροφοδοσία και στην υπερροή.
- 4) Ποσοστό απομάκρυνσης, ειδικό βάρος και κατανομή μεγέθους των στερεών (με την υποροή).
- 5) Διαστάσεις της δεξαμενής (δηλ. εμβαδό επιφάνειας και βάθος).

Σημειώνεται επίσης, ότι ο όγκος του παραγόμενου (καθαρισμένου) νερού στην μονάδα του χρόνου σε μία δεξαμενή κατακάθισης συνεχιζόμενης λειτουργίας εξαρτάται κυρίως από την επιφάνεια της δεξαμενής, ενώ είναι (σχεδόν) ανεξάρτητος από το βάθος της.



Εικόνα 2.4 Τετράγωνα δεξαμενές καθίζησης.

Οι ορθογώνιες δεξαμενές καθίζησης καταλαμβάνουν μεγαλύτερες εκτάσεις σε σχέση με τις κυκλικές δεξαμενές καθίζησης. Έχουν πιο απλή λειτουργία οπου εισέρχονται τα ύδατα από την μια πλευρά και εξέρχονται από την άλλη καθιστώντας τον χρόνο αναμονής των υδάτων μεγαλύτερη. Η μελέτη κατασκευής των δεξαμενών αυτών έχει να κάνει με τον πληθυσμό που υπάρχει στην περιοχή.[2]



Εικόνα 2.5 Βασική κίνηση του υγρού σε ορθογώνια δεξαμενή.

2.1.2 Θάλαμοι κατακάθισης για το διαχωρισμό στερεών από αέρια

Ο διαχωρισμός των στερεών από τα αέρια με την εφαρμογή της μεθόδου αυτής ακολουθεί κατά προσέγγιση το νόμο του Stokes, οπότε σύμφωνα με αυτόν, η ταχύτητα κατακάθισης των σωματιδίων ορισμένου μεγέθους θα είναι ανάλογη με τη διαφορά των πυκνοτήτων ($\rho_s - \rho_f$). Επειδή η πυκνότητα του ρευστού στην περίπτωση αυτή (ρ_f , αέριο) είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη πυκνότητα των υγρών, ο διαχωρισμός των στερεών από τα αέρια θα είναι κατά πολύ ταχύτερος από το διαχωρισμό των στερεών από τα υγρά. Οι θάλαμοι κατακάθισης περιλαμβάνουν συνήθως σειρά από κατακόρυφα ράφια. Με τη βοήθειά τους αυξάνεται η διαθέσιμη επιφάνεια για την κατακάθιση, μειώνεται η διαδρομή των σωματιδίων μέσα στο θάλαμο, οπότε μειώνεται και ο απαιτούμενος χρόνος για την κατακάθιση, ενώ αυξάνεται ο βαθμός καθαρισμού E_c . Ο ρυθμός ροής του αερίου μέσα στο θάλαμο θα πρέπει να είναι μικρότερος από κάποιο όριο, ώστε τα σωματίδια να προλαβαίνουν να κατακαθίσουν, πριν παρασυρθούν από το ρεύμα του αερίου.

Η απαραίτητη επιφάνεια των θαλάμων κατακάθισης μπορεί να υπολογιστεί με την βοήθεια των αντίστοιχων εξισώσεων, όπως προηγουμένως στην περίπτωση των δεξαμενών κατακάθισης για το διαχωρισμό των στερεών από τα υγρά. Οι θάλαμοι αυτοί χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προκαταρκτικό καθαρισμό των αερίων από σωματίδια σχετικά μεγάλου μεγέθους (0,5-2 mm).[3]

2.2 Προμελέτη μηχανολογικής κατασκευής

Μετά από αναζήτηση και μελέτη και βασικό κριτήριο την πολυπλοκότητα της κατασκευής καταλήξαμε σε δύο βασικά είδη, τη στρογγυλή και την τετράγωνη. Επιλέχθηκε η τετράγωνη επειδή ήταν πιο απλή σαν κατασκευή χωρίς περίπλοκα μηχανικά μέρη. Επίσης με την χρήση διάφανων ακρυλικών φύλλων στα πλαϊνά τοιχώματα, μπορούμε να επιτύχουμε καλύτερη επίδειξη του τρόπου λειτουργίας της δεξαμενής καθώς και της κίνησης των σωματιδίων στον πυθμένα.

2.2.1 Τύποι και διαστασιολόγηση

[5] Αν υπολογίσουμε τις ανάγκες για πόσιμο νερό να είναι 0.35 m^3 ανά κάτοικο την ημέρα, τότε για 3000 κατοίκους, οι ανάγκες ημερησίως θα είναι:

$3000 \text{ κατ.} \times 0.35 \text{ m}^3 / \text{ημερ. κάτοικο} = 1050 \text{ m}^3 / \text{ημερ.}$, οπότε ανά ώρα:

$$\frac{1050 \text{ m}^3}{24\text{h}} = 43.7 \text{ m}^3/\text{h} \quad (1.1)$$

Οπότε, για:

$$\text{Παροχή: } Q = 43.7 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Χρόνος παραμονής: } t = 1.5 \text{ h}$$

$$\text{Μήκος: } L = 12\text{m}$$

$$\text{Ύψος: } H = 2.25\text{m}$$

$$\text{Φόρτιση φράγματος: } W.L. = 45 \text{ m}^3 / \text{m/h}$$

Όγκος:

$$V = Q \times t \Rightarrow V = 45 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.5\text{h} = 67.5\text{m}^3 \quad (1.2)$$

Όπου V ο συνολικός όγκος της δεξαμενής σε κυβικά μέτρα(m^3), Q η συνολική παροχή σε κυβικά

μέτρα ανά ώρα (m^3/h) και t ο χρόνος παραμονής υγρού σε ώρες (h).

$$\text{Εύρεση πλάτους: } V = L \times W \times H \rightarrow W = \frac{V}{L \times H}$$

άρα:

$$W = \frac{67.5m^3}{12m \times 2.25m} \rightarrow W = 2.5m \quad (1.3)$$

Όπου V ο συνολικός όγκος σε κυβικά μέτρα(m^3), L το συνολικό μήκος σε μέτρα(m), W το συνολικό πλάτος σε μέτρα(m) και H το συνολικό ύψος σε μέτρα (m).

$$\text{Επιφανειακή φόρτιση: } O.R. = \frac{Q}{A} \rightarrow O.R. = \frac{Q}{W \times L} \text{ άρα:}$$

$$O.R. = \frac{45 m^3/h}{2.5m \times 12m} = \frac{45 m^3/h}{30m^2} = 1.5 m^3/h (< 1.6 m^3/h) \quad (1.4)$$

Όπου $O.R.$ η επιφανειακή φόρτιση σε κυβικά μέτρα ώρα(m^3/h), Q η συνολική παροχή σε κυβικά μέτρα ανα ώρα(m^3/h) και A η επιφάνεια της δεξαμενής σε τετραγωνικά μέτρα (m^2).

$$\text{Οριζόντια ταχύτητα νερού: } U_{hw} = \frac{L}{t} \text{ άρα:}$$

$$U_{hw} = \frac{12m}{1.5h} = 8 m/h (< 9 m/h) \quad (1.5)$$

Όπου U_{hw} η ταχύτητα της επιφανειακής ροής του νερού σε μέτρα ανα ώρα (m/h), L το μήκος της δεξαμενής σε μέτρα (m) και t ο χρόνος παραμονής σε ώρες (h).

$$\text{Μήκος αυλακιού: } W.L. = \frac{Q}{W_l} \rightarrow W_l = \frac{Q}{W.L.}$$

άρα:

$$W_l = \frac{45 \text{ m}^3/h}{45 \text{ m}^3/m/h} = 1m \quad (1.6)$$

Όπου $W.L.$ η φόρτιση φράγματος σε κυβικά μέτρα αναμετράωρο ($m^3/m/h$), W_l το μήκος του αυλακιού σε μέτρα (m) και Q η παροχή υγρού σε κυβικά μέτρα άνα ώρα (m^3/h).

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΟΡΘΟΓΩΝΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΚΑΘΙΖΗΣΗΣ		
Όνομασία	Τυπολογία	Μέγεθος
Επιφανειακή φόρτιση, O.R	$O.R = \frac{Q}{A}$	$< 1.6 \text{ m}^3/h$
Παροχή	Q	m^3/h
Οριζόντια ταχύτητα νερού u_{hw}	$U_{wh} = \frac{L}{t}$	$< 9 \text{ m}^3/h$
Λόγος L/W	$\frac{L}{W}$	4 - 8
Ύψος, H	H	$1.5m < H < 3.5m$
Φόρτιση φράγματος, W.L.	$W.L. = \frac{Q}{W}$	$3 < W.L. < 10 \text{ m}^3/m/h$

Πίνακας 2.1 Τυπολογία για υπολογισμό παραμέτρων.

Για να κατασκευάσουμε την δεξαμενή μας υπό κλίμακα σε σχέση με την πραγματική, διαιρέσαμε τον όγκο του πραγματικού με τον όγκο που θέλαμε της δεξαμενής μας.

Για δεξαμενή συνολικού όγκου $67\text{lt} (= 0.067 \text{ m}^3)$ έχουμε:

$$\frac{V\pi\delta}{V\kappa\delta} = \frac{0.067\text{m}^3}{67\text{m}^3} = 1000 \quad (1.7)$$

Άρα η δεξαμενή μας είναι 1: 1000 σε κλίμακα με την πραγματική.
Οπότε σε κλίμακα 1:1000, κατασκευάζουμε μια δεξαμενή με διαστάσεις:

$$(L)1.2\text{m} \times (W)0.25\text{m} \times (H)0.225\text{m}$$

Από αυτές τις διαστάσεις προκύπτει όγκος:

$$V = L \times H \times W = 1.2\text{m} \times 0.225\text{m} \times 0.25\text{m} = 0.0675\text{m}^3 \text{ δηλαδή } 67.5\text{lt}. \quad (1.8)$$

Η συνολική επιφάνεια είναι:

$$A = L \times W = 1.2\text{m} \times 0.25\text{m} = 0.3\text{m}^2 \quad (1.9)$$

Για να βρούμε το μήκος του αυλακιού υπολογίζω:

$$Wl = \frac{Q}{W.L.}$$

Θεωρώ την παροχή: $Q = 0.045 \text{ m}^3/\text{h}$

Αν επιλέξουμε $W.L = 4.5 \text{ m}^3/\text{m}/\text{h}$, τότε το μήκος αυλακιού θα είναι:

$$Wl = \frac{Q}{W.L.} = \frac{0.045 \text{ m}^3/\text{h}}{4.5 \text{ m}^3/\text{m}/\text{h}} = 0.01\text{m} \quad (2.0)$$

Ο χρόνος παραμονής στη δεξαμενή θα είναι: $t = \frac{V}{Q} \rightarrow t = \frac{V}{Q}$ άρα:

$$t = \frac{\frac{0.067m^3}{0.045m^3/h}}{0.045m^3/h} = 1.49h \quad (2.1)$$

2.2.2 Επιλογή Υλικών

Για την ίδια την κατασκευή, έπρεπε να διαλέξουμε τα κατάλληλα υλικά ως προς την αντοχή του συνολικού όγκου και μάζας του νερού που θα αντλούσαμε μέσα. Επίσης πρέπει να παρέχει οπτική επίδειξη της διαδικασίας καθίζησης χρησιμοποιώντας διάφανα τοιχώματα.

Για την ίδια την δεξαμενή υπήρχαν δύο επιλογές υλικών:

- Γυάλινες πλάκες.
- Ακρυλικές πλάκες από plexiglass.

Η επιλογή πραγματοποιήθηκε με βάση των παρακάτω προδιαγραφών τους:

ΓΥΑΛΙΝΕΣ ΠΛΑΚΕΣ	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Χαμηλό κόστος Μεγάλη διαύγεια Δεν χαράζεται εύκολα	Εύθραστο Δύσκολη επεξεργασία

Πίνακας 2.2 Προδιαγραφές γυάλινων πλακών.

ΑΚΡΥΛΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ PLEXIGLASS	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Μεγάλη αντοχή Εύκολη επεξεργασία	Μεγάλο κόστος Χαράζεται εύκολα Πιθανότητες θόλωσης

Πίνακας 2.3 Προδιαγραφές ακρυλικών πλακών τύπου plexiglass.



Το καταλληλότερο υλικό για την κατασκευή μας ήταν οι ακρυλικές πλάκες τύπου plexiglass για την εξασφαλισμένη αντοχή και ευκολία στην επεξεργασία των κομματιών της κατά την διάρκεια της συναρμολόγησης της πραγματικής δεξαμενής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

3.1 Μελέτη και Σχεδιασμός

Η προσομοίωση αποτελεί μέθοδο με τη χρήση της οποίας γίνεται προσπάθεια αναπαράστασης της λειτουργίας ενός συστήματος παραγωγής, χωρίς να είναι απαραίτητη η δημιουργία ή και η λειτουργία του πραγματικού συστήματος. Η χρήση προσομοίωσης με στόχο την μελέτη συστημάτων παραγωγής αναφέρεται ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1960. Η προσομοίωση χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις όπως η προσομοίωση της τεχνολογίας για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης, της μηχανικής ασφάλειας, τον έλεγχο, την κατάρτιση, την εκπαίδευση και τα βιντεοπαιχνίδια. Προσομοίωση χρησιμοποιείται επίσης στην επιστημονική μοντελοποίηση των φυσικών συστημάτων ή ανθρώπινων συστημάτων ώστε να αποκτηθεί εικόνα για τη λειτουργία τους. Επιπλέον, προσομοίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείξει τις ενδεχόμενες πραγματικές επιπτώσεις των εναλλακτικών όρων και τρόπους δράσης.

Η μοντελοποίηση της δεξαμενής θα πραγματοποιηθεί στο προηγμένο λογισμικό CAD τρισδιάστατης παραμετρικής μοντελοποίησης Autodesk Inventor[®]. CAD (Computer Aided Design), ονομάζεται ο σχεδιασμός με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Το CAD βοηθάει στη δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση και βελτιστοποίηση ενός δισδιάστατου (2D) ή ενός τρισδιάστατου (3D) σχεδίου. Χρησιμοποιείται για την αύξηση της παραγωγικότητας σε βιομηχανικό επίπεδο, αυξάνει κατά πολύ την ποιότητα και την λεπτομέρεια του σχεδίου, βελτιώνει την επικοινωνία μεταξύ των σχεδιαστών και είναι δυνατή η δημιουργία βάσης δεδομένων για μαζική παραγωγή.

Τα βασικά πλεονεκτήματα του 3D σχεδιασμού είναι: α) ακριβής απεικόνιση τεμαχίου, β) εποπτικός έλεγχος τεμαχίου, γ) φωτορεαλισμός, δ) εύκολη μεταφορά από 3D σχέδιο σε 2D σχέδιο με απεικόνιση όλων των όψεων και των τομών και ε) στα σύγχρονα προγράμματα υπάρχει δυνατότητα παραμετροποίησης για μαζική παραγωγή.

Το περιβάλλον λειτουργίας τέτοιων λογισμικών δεν περιορίζεται απλά σχέδια, αλλά σε υλικά, διεργασίες, διαστάσεις, ανοχές, αντοχές κ.α. Το CAD βρίσκει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως στην αρχιτεκτονική, στην αυτοκινητοβιομηχανία, τη ναυπηγική, την αεροναυπηγική. Επίσης είναι

ευρύτατα γνωστό για την δημιουργία των γραφικών σε ταινίες. Ακόμα αποτέλεσε σημαντική κινητήρια δύναμη για την έρευνα στην υπολογιστική γεωμετρία, τα γραφικά υπολογιστών (hardware και software) και στη διαφορική γεωμετρία.

Το Inventor[®] αναπτύχθηκε από την εταιρεία λογισμικού Autodesk και αποτελεί λογισμικό μηχανολογικού σχεδιασμού CAD για τη δημιουργία 3D ψηφιακών πρωτοτύπων που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό, την οπτικοποίηση και προσομοίωση των προϊόντων. Το Inventor[®] χρησιμοποιεί ιδιόκτητο γεωμετρικό πυρήνα και ανταγωνίζεται άμεσα αντίστοιχα μεγάλα πακέτα ειδικού λογισμικού όπως: Solid Works, Creo Elements/Pro, CATIA, και NX Unigraphics. Βασικό προτέρημα του σχεδιαστικού πακέτου είναι η παραμετρική σχεδίαση και μοντελοποίηση. Δηλαδή οι διαστάσεις των τεμαχίων εύκολα μπορούν να αλλάζουν ανάλογα με τις ανάγκες των μηχανικών και χωρίς ο σχεδιαστής να χρειάζεται να κάνει το σχέδιο από την αρχή.

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει δύο ακόμα βασικές εφαρμογές, τη Stress Analysis και το Inventor[®] Studio. Η εφαρμογή Stress Analysis χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor[®] για στατικές αναλύσεις μοντέλων μέσω πεπερασμένων στοιχείων FEM (Finite Element Method). Η συγκεκριμένη εφαρμογή παίζει πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στην σχεδίαση και την μοντελοποίηση των αντικειμένων, καθώς με τις στατικές αναλύσεις το μοντέλο μπορεί να διορθωθεί αποφεύγοντας το κόστος και τον χρόνο που θα δημιουργούσε μια πραγματική παρέμβαση πριν να ελεγχθεί. Το Inventor[®] Studio χρησιμοποιείται για την παρουσίαση και την απεικόνιση του μοντέλου. Παρέχεται μεγάλη ποικιλία επιλογών καμερών και φωτισμού και επιλέγοντας την εντολή render μπορούμε να απεικονίσουμε φωτορεαλιστικά το μοντέλο που κατασκευάστηκε.







Το Inventor[®] αξιοποιώντας πλήρως την τρισδιάστατη μοντελοποίηση, επιτρέπει σε μηχανικούς και σχεδιαστές να δημιουργήσουν ένα ψηφιακό μοντέλο ώστε να αναλύσουν την λειτουργία και την συναρμογή του με άλλα εξαρτήματα πριν καν αυτά κατασκευαστούν. Από την στιγμή που θα δημιουργηθεί το ψηφιακό μοντέλο, πλέον μπορούν αυτόματα να παραχθούν κατασκευαστικά σχέδια, οδηγίες συναρμολόγησης, λίστες υλικών, καλούπια, κινηματικές αναλύσεις κλπ. Υπάρχουν τέσσερα είδη αρχείων τα οποία δημιουργεί το παρόν σχεδιαστικό πακέτο:

- 1) Τεμάχιο (Part),
- 2) Συναρμολόγημα, (Assembly),
- 3) Σχέδια (Drawings)
- 4) Παρουσίαση (Presentation).

Ο σχεδιαστής δημιουργεί το κάθε τεμάχιο ξεχωριστά και το αποθηκεύει σαν αρχείο (part). Τα

αρχεία αυτής της μορφής έχουν κατάληξη *.ipt. Στη συνέχεια τα συναρμολογεί και δημιουργεί την συναρμολογημένη κατασκευή (Assembly). Τα αρχεία αυτής της μορφής έχουν κατάληξη *.iam.

Με βάση το γεγονός της καθολικής μοντελοποίησης στο λογισμικό Inventor[®], στο σημείο αυτό αναφέρονται οι βασικές εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για την μοντελοποίηση της δεξαμενής.[6] Οι εντολές αυτές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Εικονίδιο	Εντολή	Εφαρμογή
	2D sketch	Η συγκεκριμένη εντολή διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση κάθε επιφάνειας και γι' αυτό το λόγω ανοίγοντας το πρόγραμμα, μας μεταφέρει αμέσως στο 2D sketch. Επιλέγοντας την εντολή αυτή μεταφερόμαστε σε περιβάλλον δισδιάστατης σχεδίασης. Το περιβάλλον σχεδιασμού είναι παρεμφερές με του AutoCAD.
	3D sketch	Είναι το περιβάλλον τρισδιάστατης σχεδίασης έχοντας τις ίδιες σχεδόν επιλογές με το 2D sketch. Η μεγάλη διαφορά είναι η δυνατότητα σχεδίασης στο χώρο και η χρήση τρισδιάστατων σημείων και Splines.
	Extrude	Η εντολή extrude βρίσκεται στο περιβάλλον εργασίας της δημιουργίας του μοντέλου. Με βάση το sketch που θα επιλεγεί δημιουργούνται ή αφαιρούνται επιφάνειες και στερεά σώματα.
	Circle	Η εντολή Circle επίσης χρησιμοποιείται σε δισδιάστατο και τρισδιάστατο περιβάλλον σχεδίασης. Με την βοήθεια της εντολής αυτής μπορούν να δημιουργηθούν κύκλοι συγκεκριμένης διαμέτρου.
	Move	Με τη εντολή αυτή γίνεται μετακίνηση σχεδίων.
	Hole	Με τη εντολή hole μπορούμε σε οποιοδήποτε σημείο να ανοίξουμε οπές.

Πίνακας 3.1 Βασικές λειτουργίες του Autodesk Inventor[®].

3.2 Σχεδιασμός ορθογωνίας δεξαμενής καθίζησης

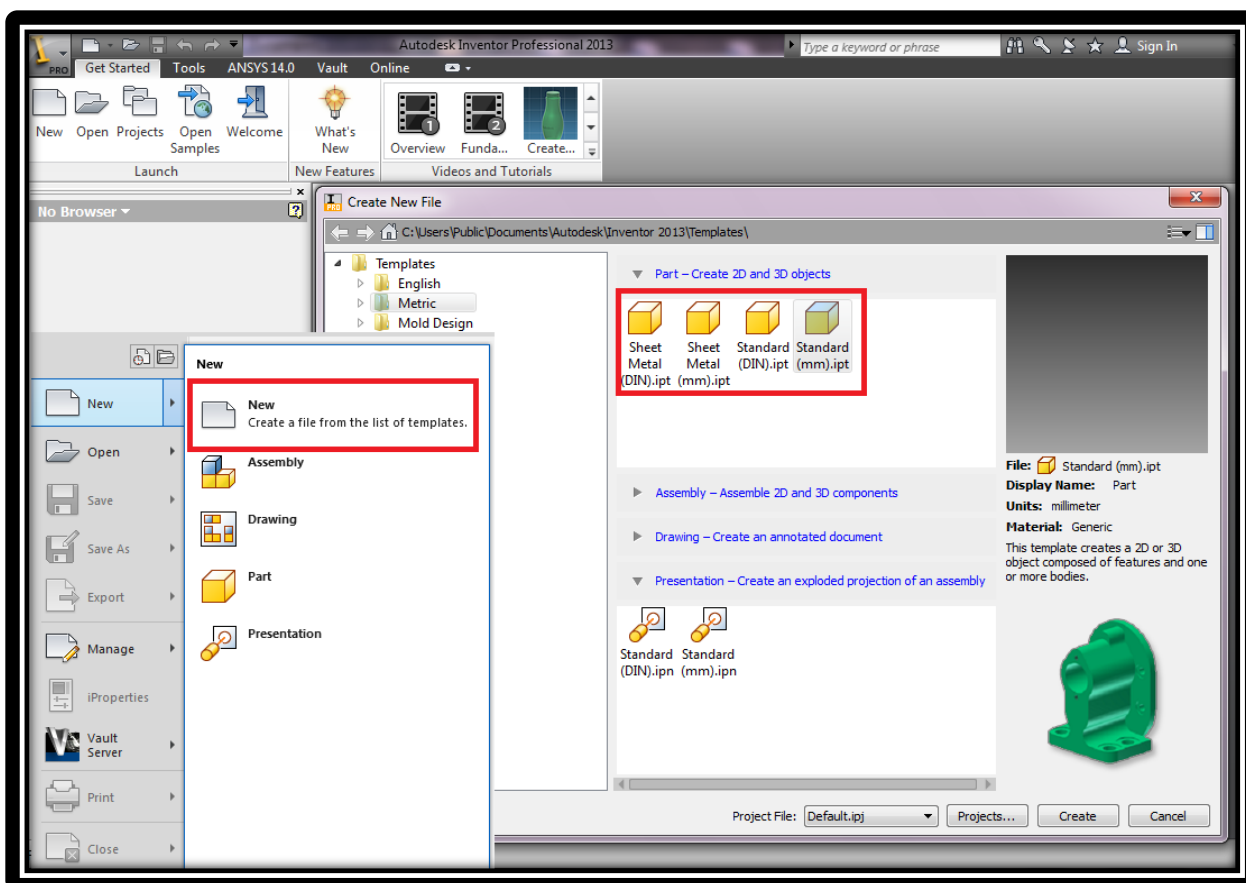
Για την κατασκευή του συναρμολογήματος της δεξαμενής καθίζησης είναι απαραίτητο να

κατασκευαστεί κάθε ένα από τα βασικά τεμάχια που την αποτελούν. Κάθε ένα από αυτά θα αποθηκευτεί στο Inventor® με τη μορφή part και στη συνέχεια θα συναρμολογηθούν όλα μαζί ώστε να δώσουν το τελικό assembly.

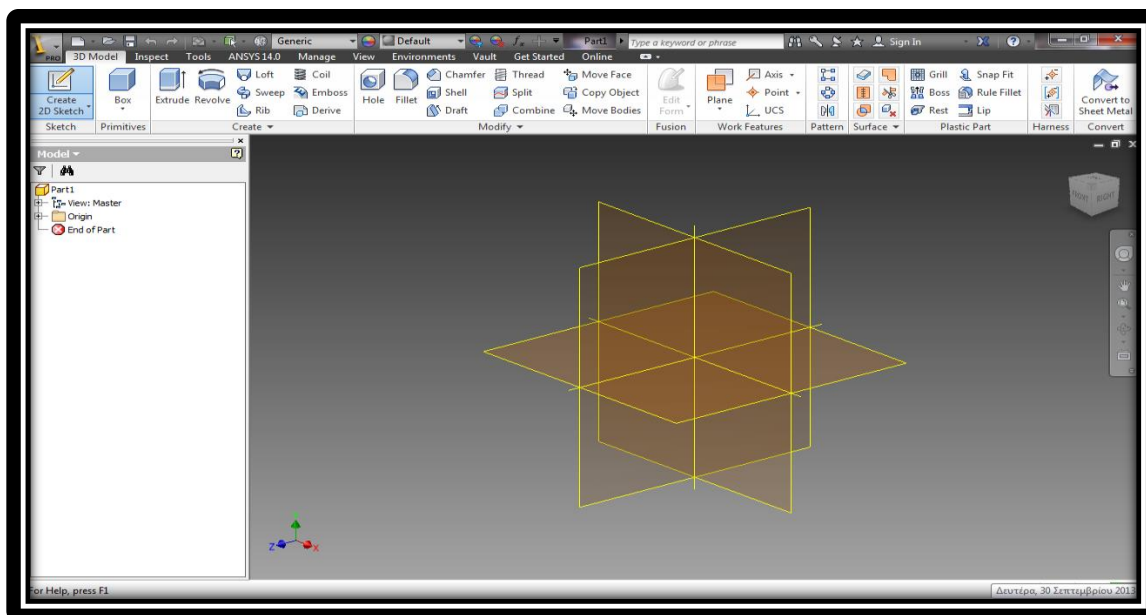
Η δεξαμενή καθίζησης που θα κατασκευάσουμε αποτελείται από δεκατρία ξεχωριστά κομμάτια. Με την χρήση του Autodesk σχεδιάζουμε κάθε κομμάτι τμηματικά και έπειτα μπορούμε να συναρμολογήσουμε την δεξαμενή μας για να μας προσδώσει το τελικό προϊόν.

Δημιουργείται το πρώτο κομμάτι (part) για την κατασκευή του πάτου, που θα αποτελέσει και τη βάση για την συναρμολόγηση. Αρχικά επιλέγεται η δημιουργία νέου τεμαχίου (new part) όπως φαίνεται στην εικόνα (3.1) σε κόκκινο πλαίσιο.

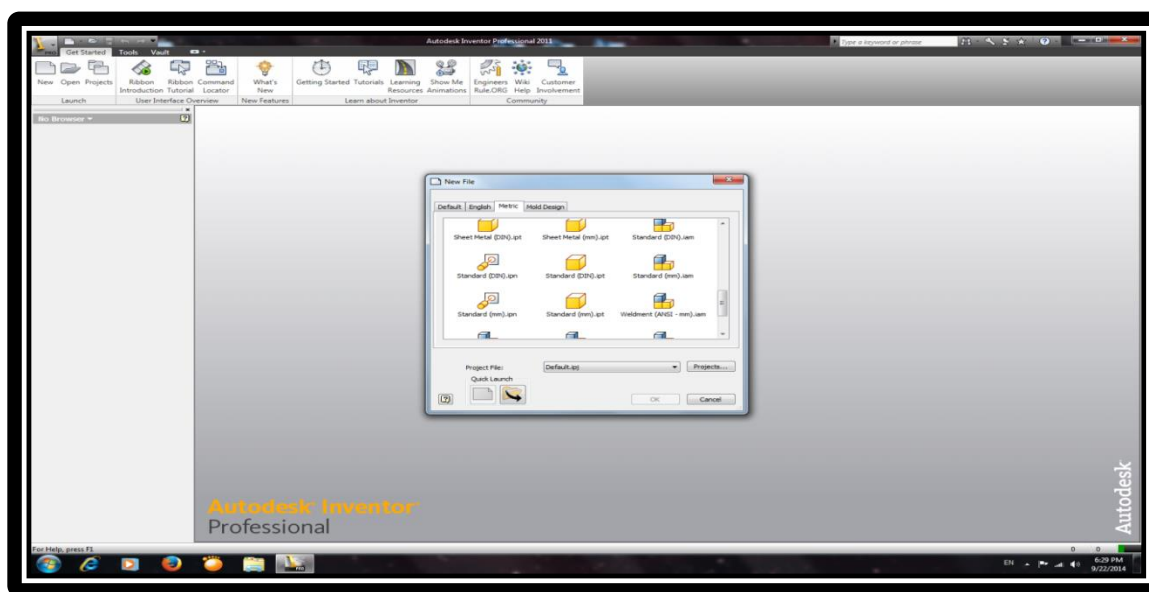
Επιλέγονται μονάδες μέτρησης (mm) όπως επισημαίνεται στην ίδια εικόνα με κόκκινο πλαίσιο. Στην συνέχεια επιλέγεται το επίπεδο XY που θα σχεδιάσουμε (εικόνα 3.2).



Εικόνα 3.1 Δημιουργία new part και επιλογή μονάδων μέτρησης.

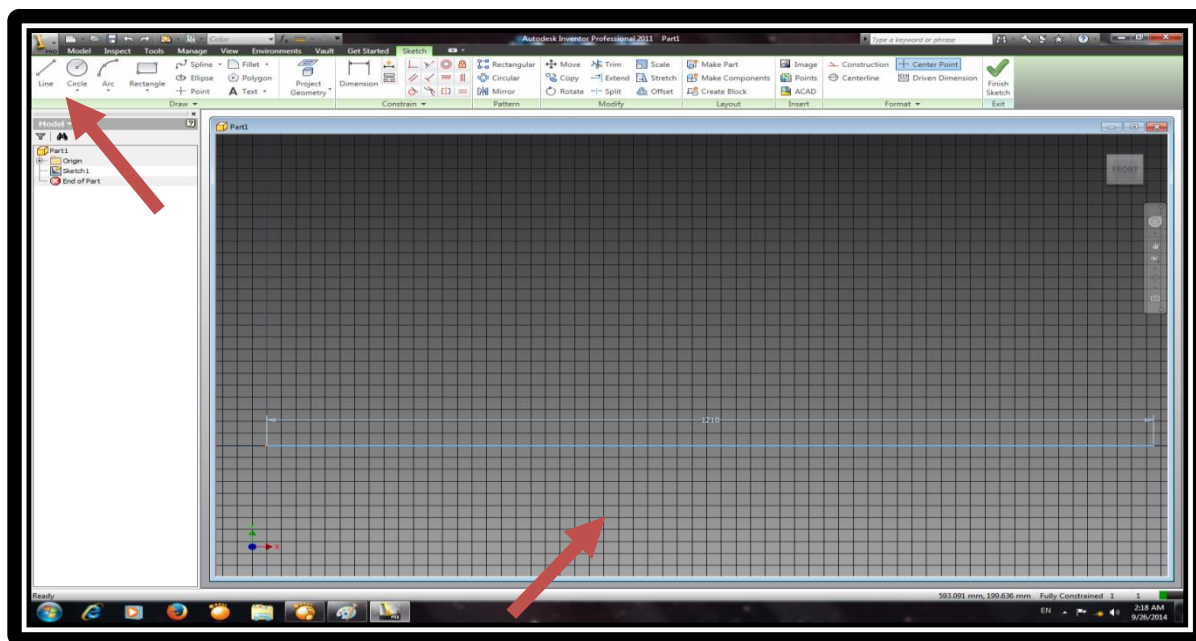


Εικόνα 3.2 Επιλογή επιπέδου σχεδίασης από τα XY, XZ, YZ του Inventor®.



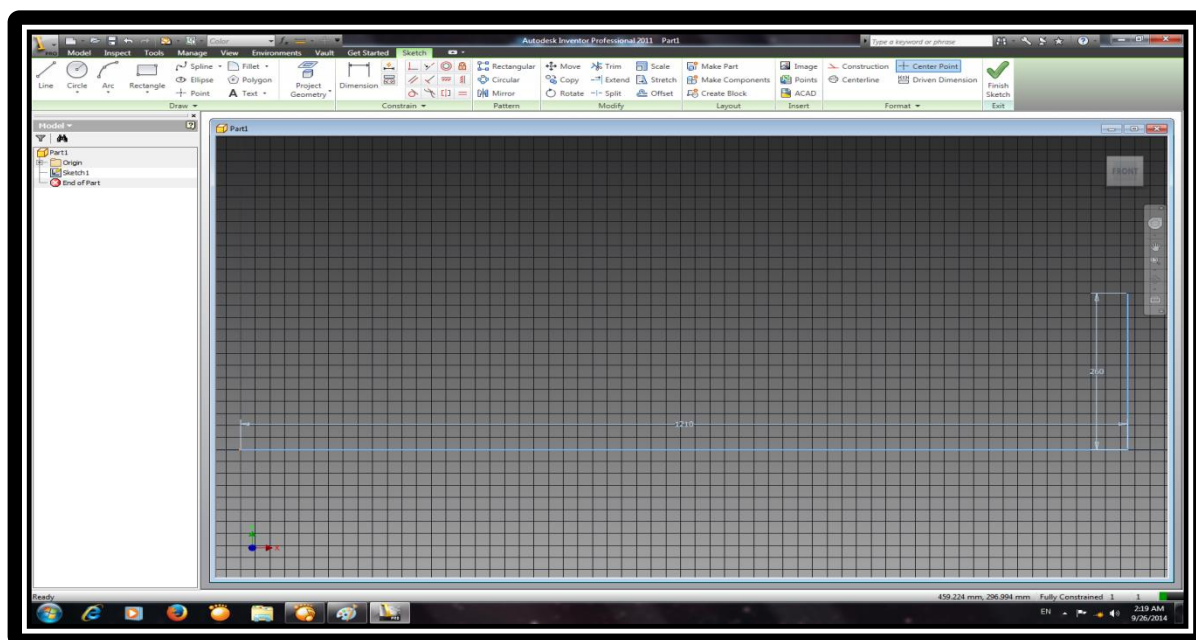
Εικόνα 3.3 Παράθυρο επιλογής τύπου και μέγεθος σχεδίασης (Standard (mm).ipt)

Πρώτα ξεκινάμε με τον σχεδιασμό του πάτο της δεξαμενής όπου θα έρθουν όλα τα τμήματα να καθίσουν πάνω. Οι διαστάσεις της είναι **1210mm** μήκος, **260mm** πλάτος και **5mm** πάχος. Στο περιβάλλον εκκίνησης επιλέγουμε νέο τμήμα **(1)(New)** και τις μονάδες στο Σύστημα που θέλουμε **(2)(Standard (mm).ipt)**, εδώ στο μετρικό σύστημα **metric**. Ολοκληρώνουμε τις επιλογές μας με το κουμπί **(3)OK**, όπως παρουσιάζεται στις εικόνες 3.1 – 3.3.



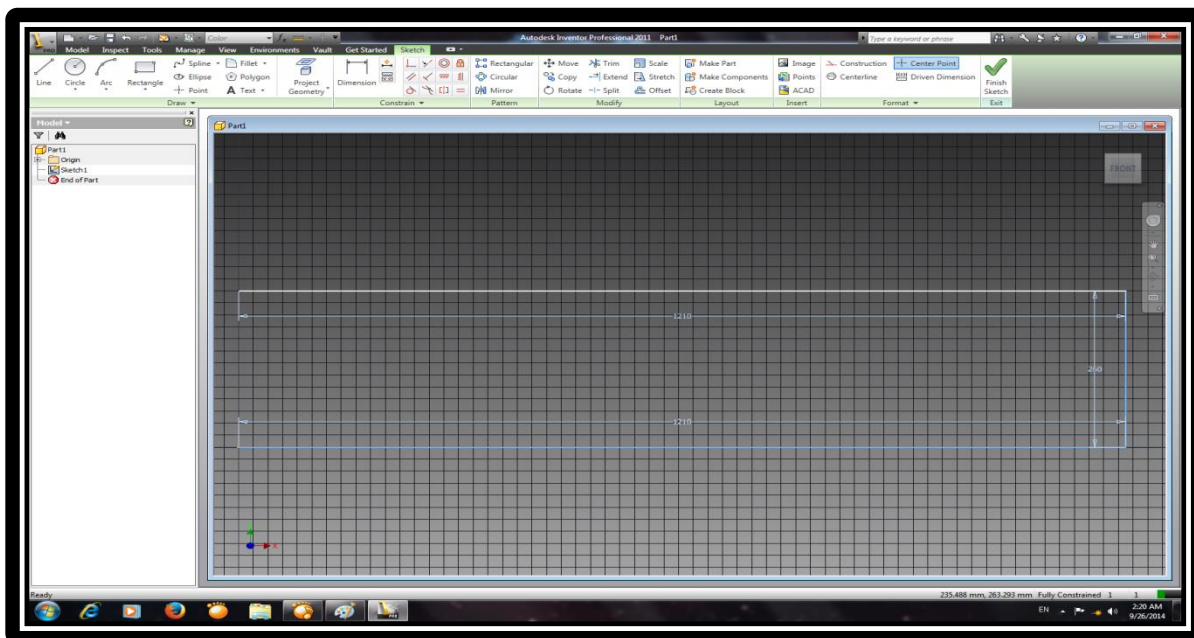
Εικόνα 3.4 Περιβάλλον δυσδιάστατου (2D) σχεδιασμού.

Στο περιβάλλον δυσδιάστατης σχεδίασης επιλέγουμε το επίπεδο που θα ξεκινήσουμε (**FRONT**), μετά το κουμπί για γραμμική σχεδίαση (**Line**). Ξεκινάμε τον σχεδιασμό του τετράγωνου τμήματος του πάτου με **1210mm** μήκος.

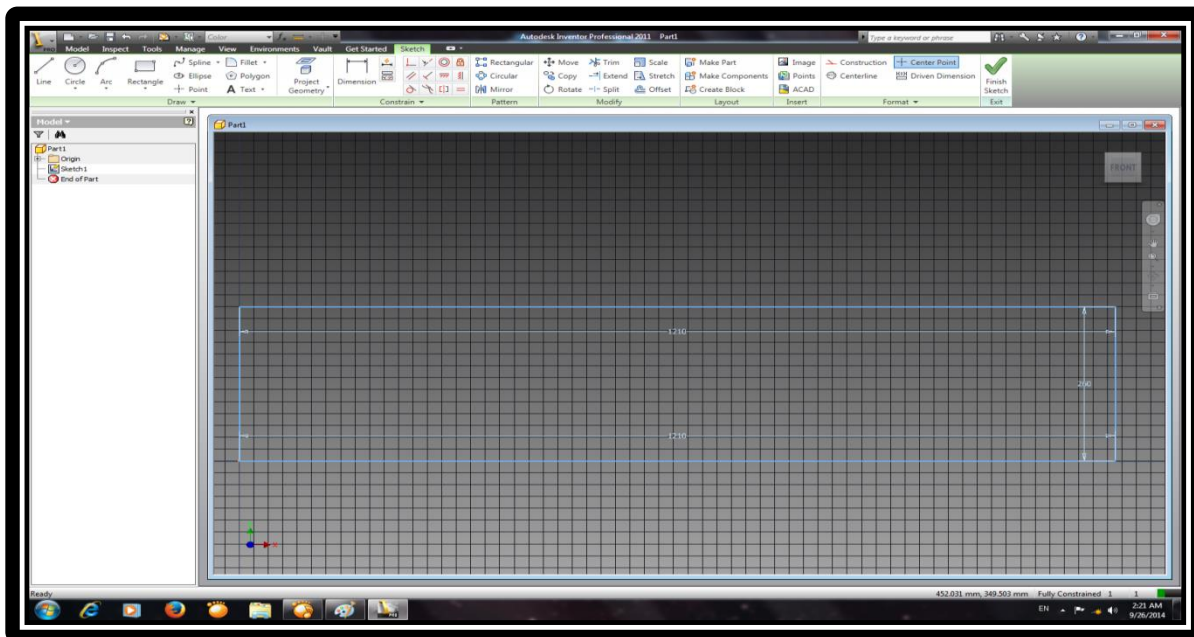


Εικόνα 3.5 Σχεδιασμός του πάτου της δεξαμενής.

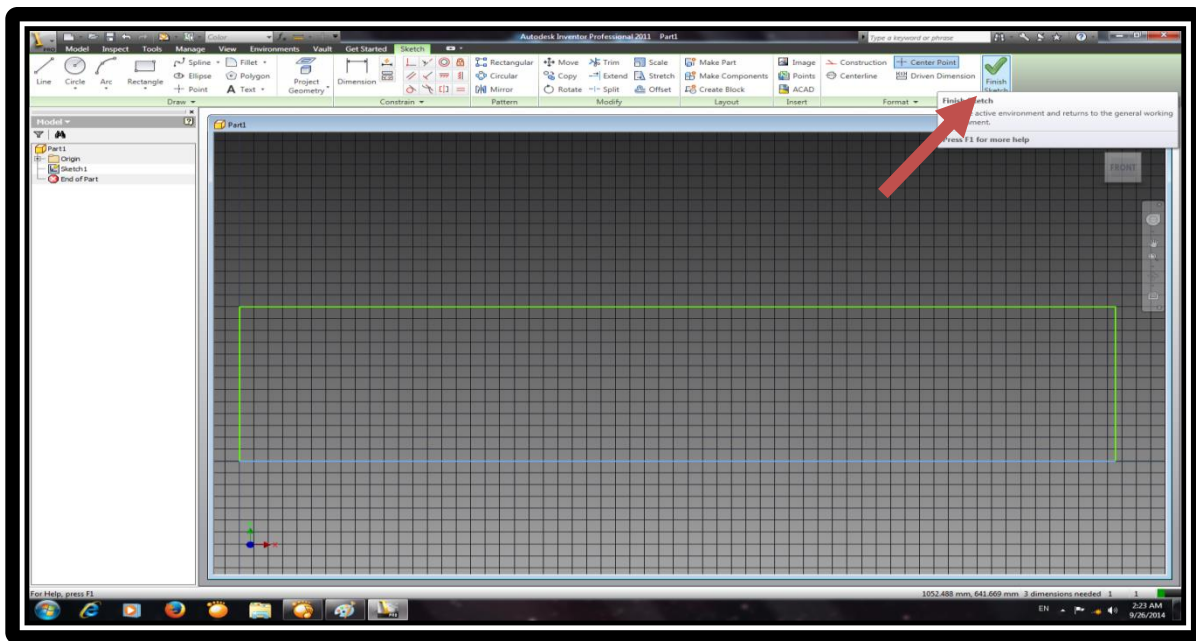
Σχεδιάζουμε με την επιλογή γραμμής και το πλάτος της δεξαμενής με διαστάσεις **260mm** σε 90° γωνιά όπου αποτελεί το πλάτος της δεξαμενής. Σχεδιάζουμε παράλληλα την δεύτερη γραμμή μήκους **1210mm**.



Εικόνα 3.6 Σχεδιασμός του πάτου της δεξαμενής.

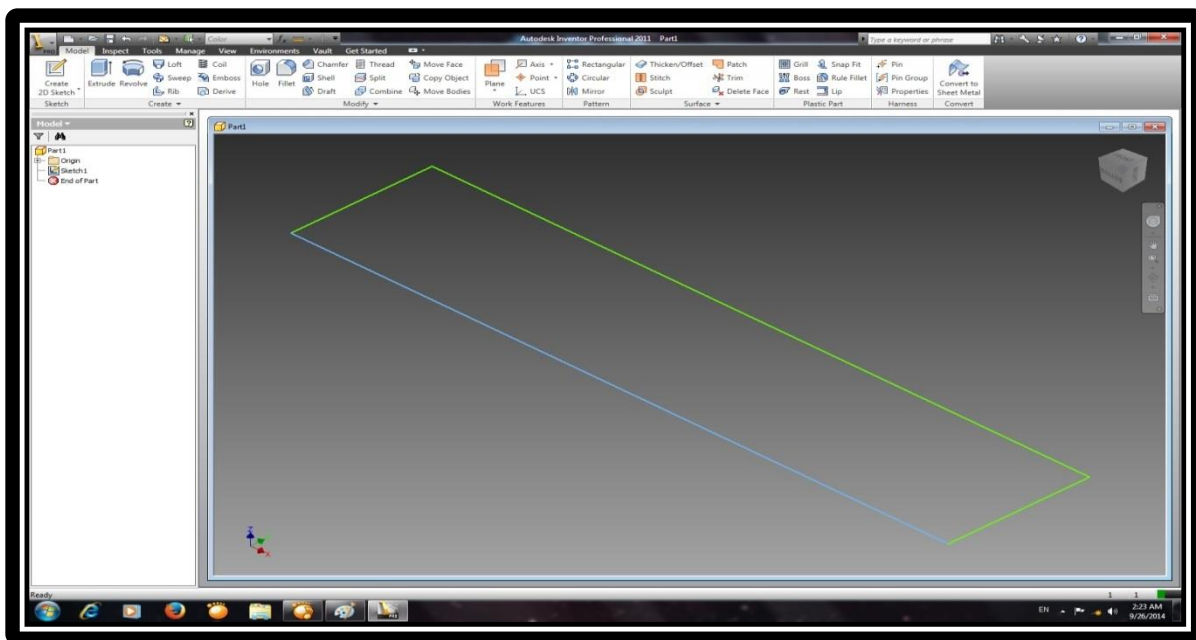


Εικόνα 3.7 Σχεδιασμός του πάτου της δεξαμενής.

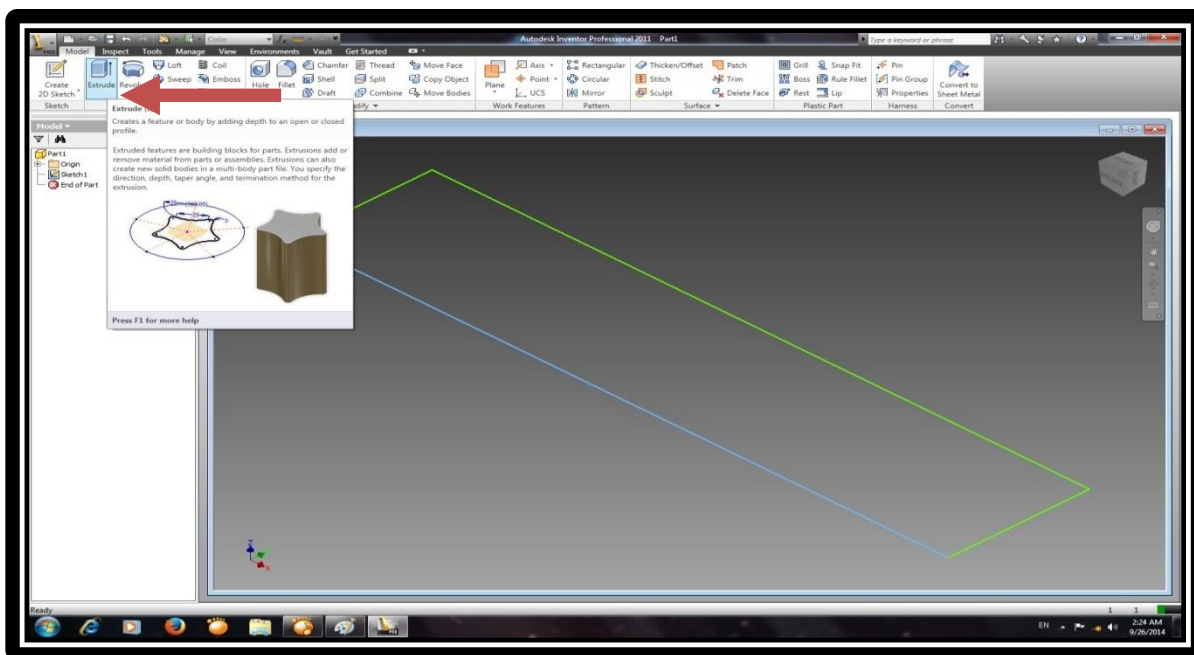


Εικόνα 3.8 Ολοκλήρωση τετράγωνου τμήματος.

Μετά την ολοκλήρωση του δυσδιάστατου σχεδιασμού αφαιρούμε τις διαστάσεις και επιλέγουμε το κουμπί **FinishSketch** για να περάσουμε στο περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού, ώστε να προσδώσουμε πάχος στο δυσδιάστατο σχέδιο του πάτου της δεξαμενής.

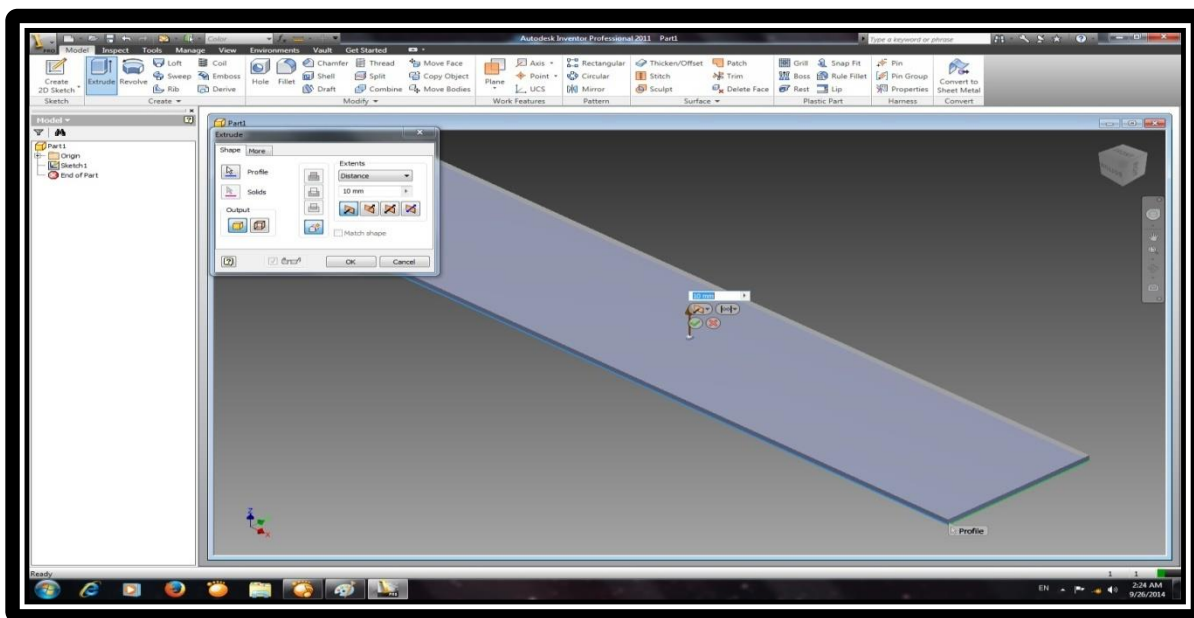


Εικόνα 3.9 Περιβάλλον τρισδιάστατου (3D) σχεδιασμού.



Εικόνα 3.10 Επιλογή **Extrude** για απόδοση πάχους στο σχέδιο.

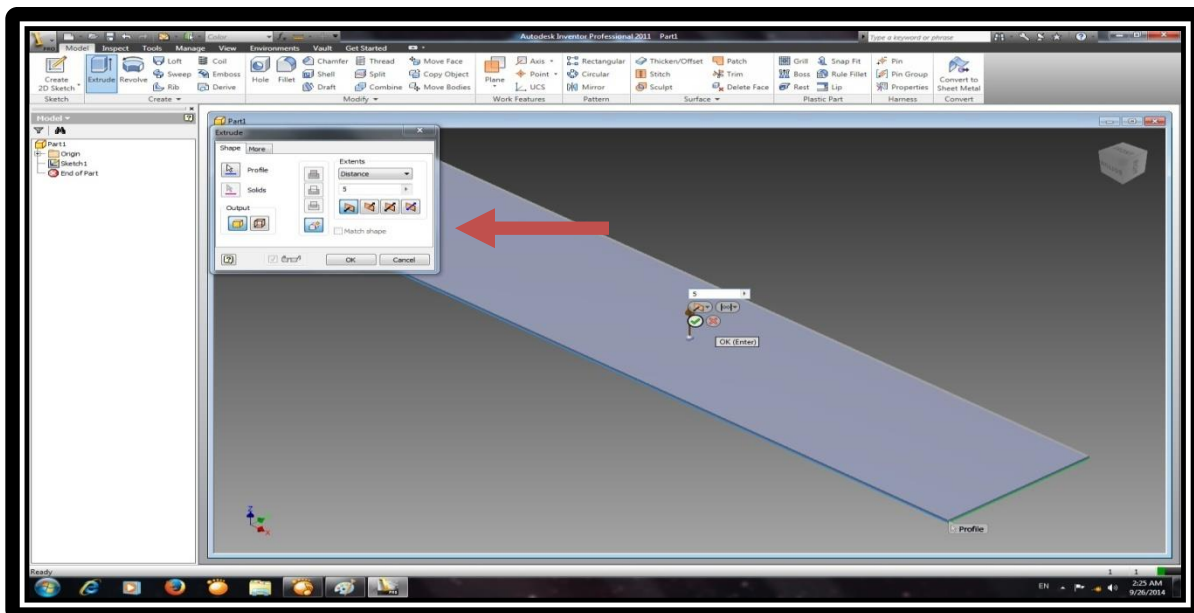
Στην εικόνα (3.9) μπορούμε να διακρίνουμε το περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού όπου στα κομμάτια σχεδιασμένα στο δυσδιάστατου περιβάλλον μπορούμε να προσδώσουμε το πάχος. Με την επιλογή **Extrude** γίνεται η δυνατότητα δημιουργίας πάχους επιλέγοντας την επιφάνεια του αντικειμένου μας. Πατώντας την επιφάνεια ανοίγεται μια οθόνη όπου δίνουμε την τιμή του πάχους που χρειαζόμαστε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το πάχος είναι στα **5mm**.



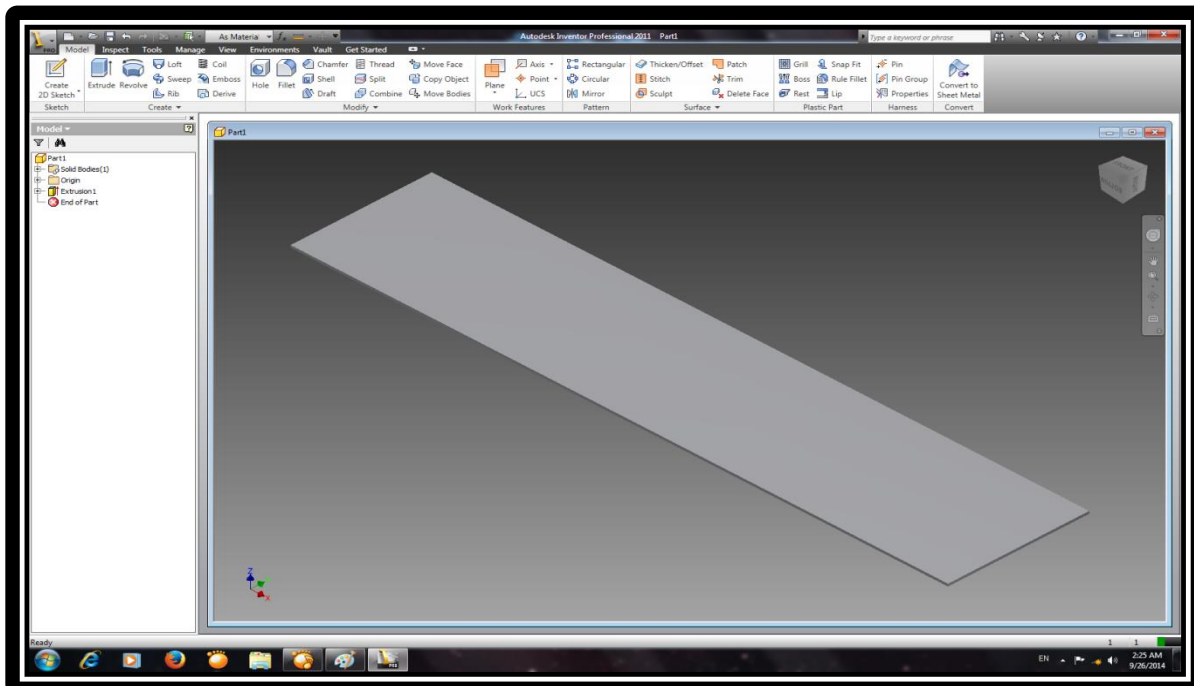
Εικόνα 3.11 Οθόνη καταχώρησης πάχους.

Στην οθόνη επιλογής πάχους παρατηρούμε διάφορα κουμπιά για επιφάνεια επιλογής, τα μέτρα

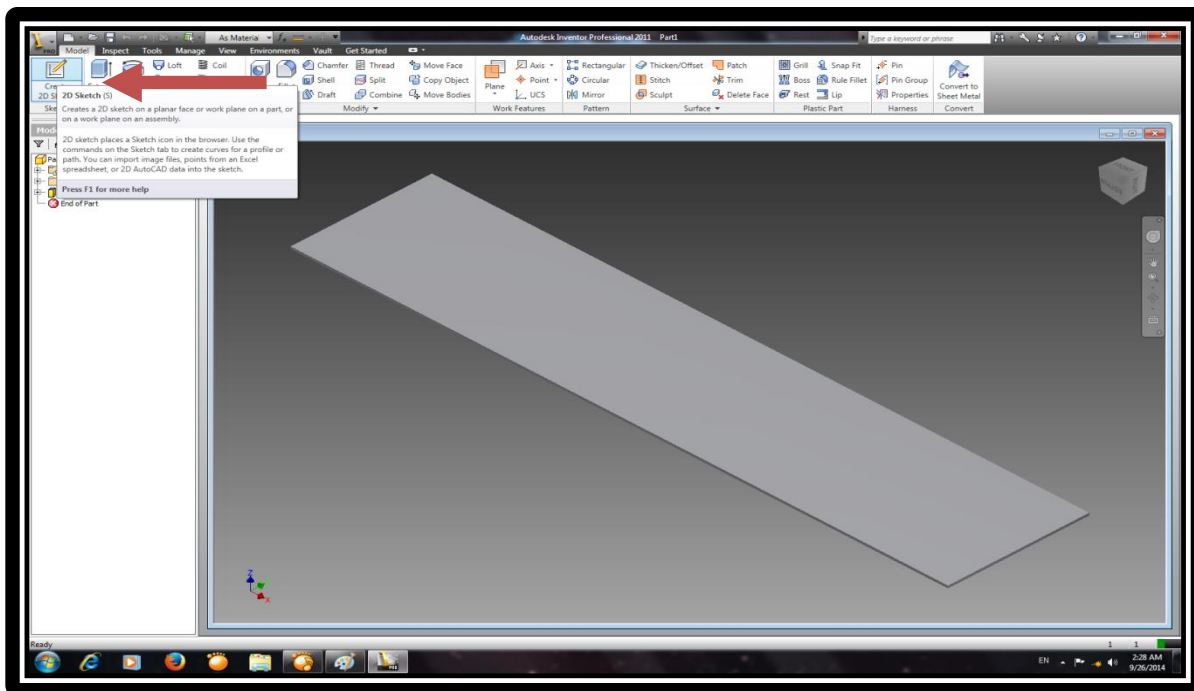
για το πάχος, καθώς και επιλογή διαφανείς απόδοσης ή συμπαγές. Διαλέγουμε επιλογή επιφάνειας σε συμπαγές μορφή και αλλάζουμε στην οθόνη διαστασιολόγησης την τιμή από **10mm** σε **5mm**. Αφού ολοκληρωθούν όλες οι διαδικασίες που απαιτούνται, επιλέγουμε το OK για να τελειώσουμε με τον σχεδιασμό.



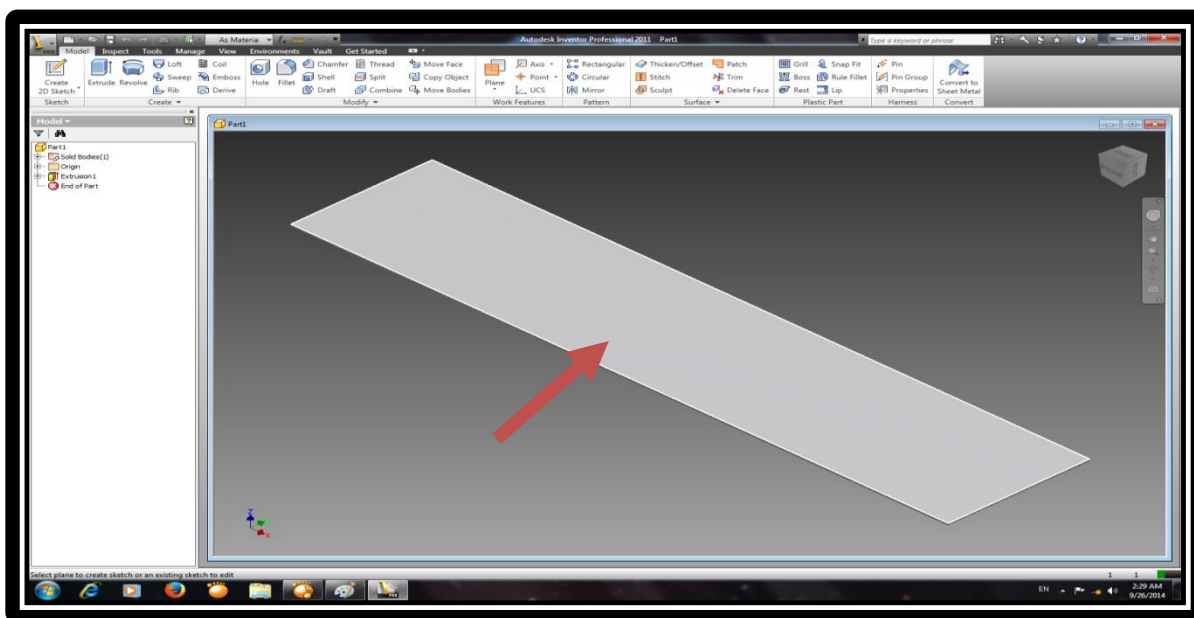
Εικόνα 3.12 Αλλαγή τιμής για το πάχος από 10mm σε 5mm.



Εικόνα 3.13 Όψη πάτου σε τριδιάστατη μορφή πάχους 5mm.



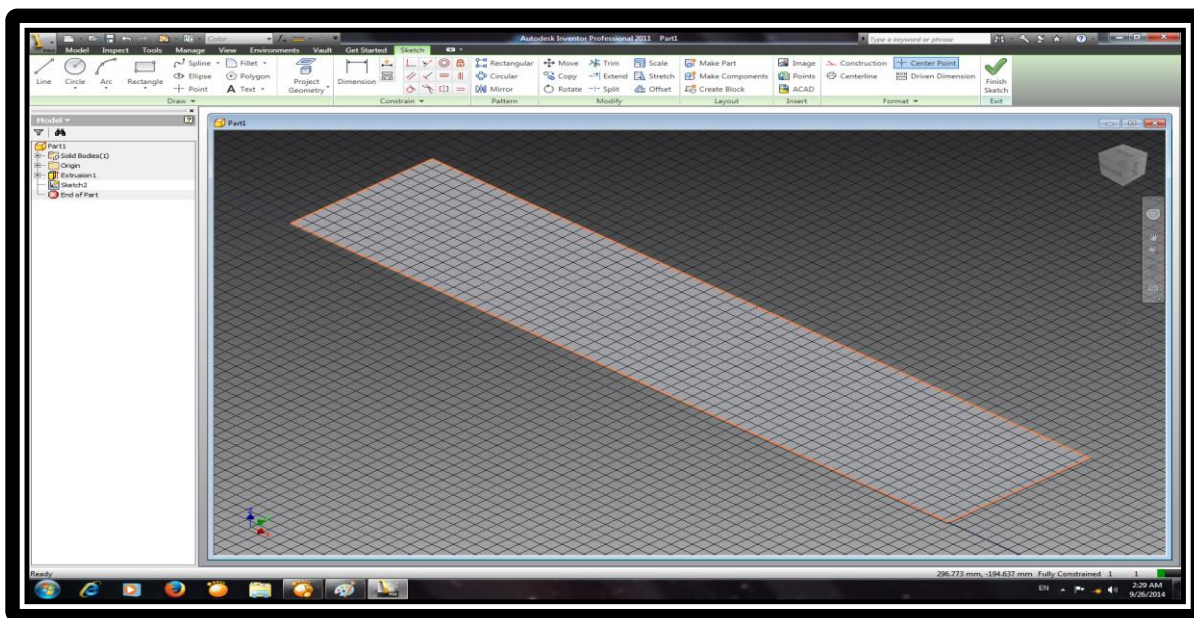
Εικόνα 3.14 Σχεδιασμός οπής εξόδου λυμάτων.



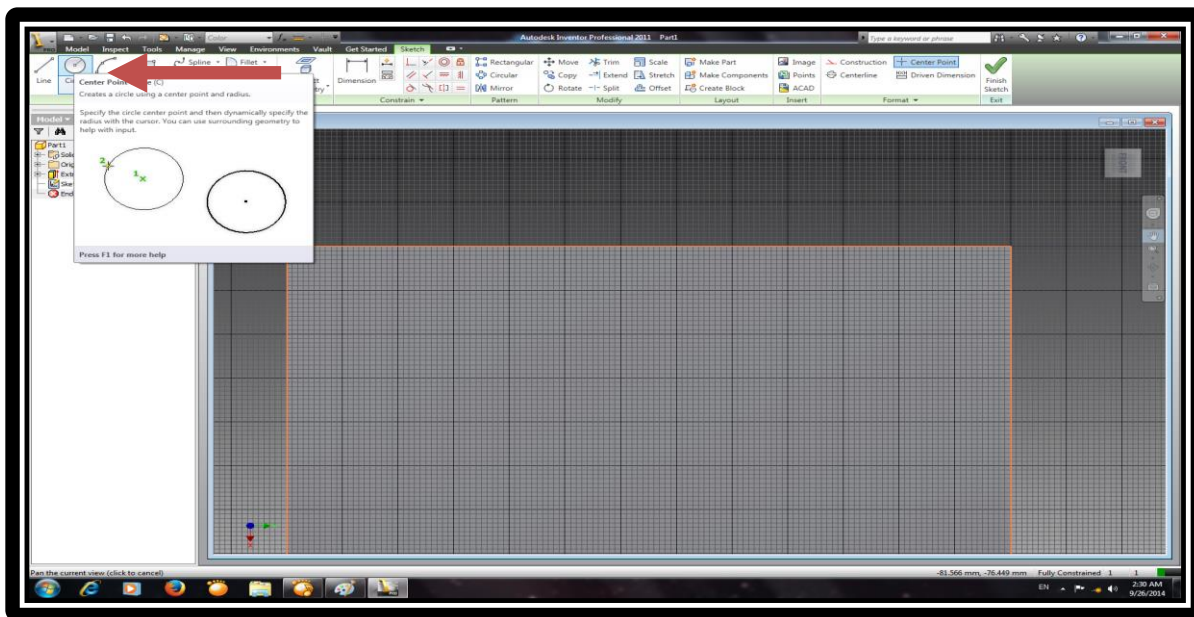
Εικόνα 3.15 Επιλογή επιφάνειας τοποθέτησης οπής.

Ακολουθεί ο σχεδιασμός της οπής εξόδου των λυμάτων. Επειδή δεν είναι δυνατός ο σχεδιασμός οπής σε τρισδιάστατη μορφή, πρέπει να επιστρέψουμε στο περιβάλλον σχεδιασμού δυσδιάστατων μορφών. Στην εικόνα 3.14 επιλέγουμε το κουμπί 2D Sketch, για να διαλέξουμε από

ποια επιφάνεια θα δημιουργηθεί η σπή. Πατάμε πάνω στην επιφάνεια όπως φαίνεται στην εικόνα 3.15 και μεταφερόμαστε στο περιβάλλον 2D σχεδιασμού (Εικόνα 3.16).



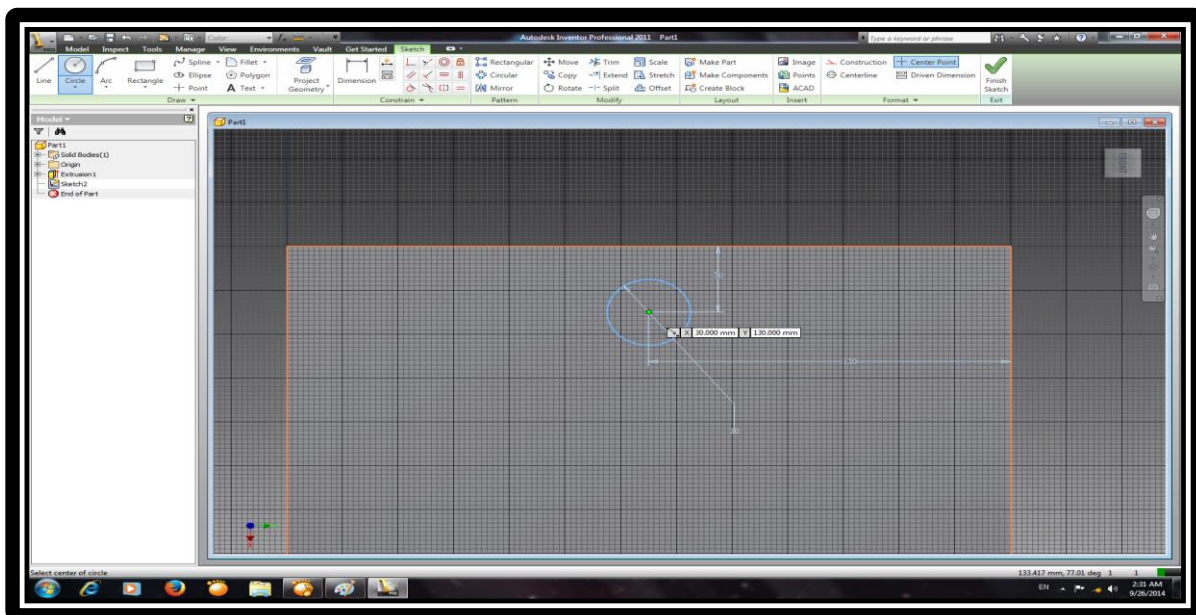
Εικόνα 3.16 Σχεδιασμός σπής.



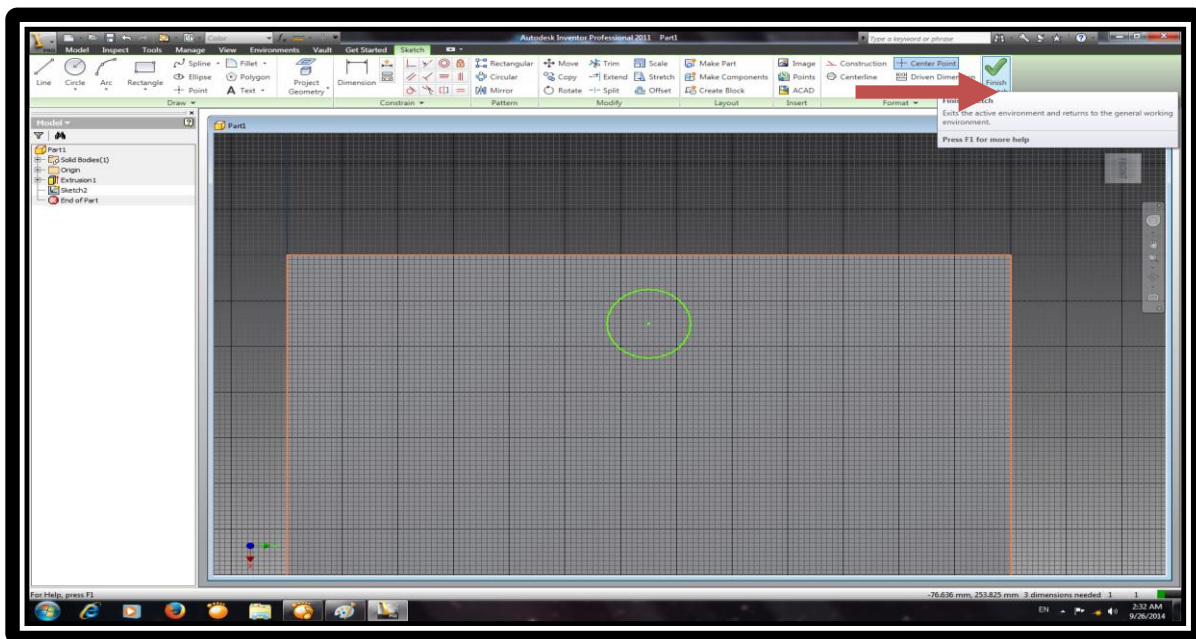
Εικόνα 3.17 Επιλογή κυκλικής σχεδίασης (Circle).

Πατώντας την επιλογή για κυκλικό σχεδιασμό (Circle), ενεργοποιείται το εργαλείο τοποθέτησης σχεδίου. Το κέντρο του κύκλου έχει συντεταγμένες X 30mm και Y 130mm, όπου τα

λύματα που θα συγκεντρωθούν κατά την λειτουργία της δεξαμενής θα έχουν δίοδο εξόδου. Η διάμετρος του κύκλου είναι στα 30mm για να τοποθετήσουμε τον σωλήνα διαφυγής των λυμάτων. Ολοκληρώνουμε τον σχεδιασμό μας πατώντας το Escape στο πληκτρολόγιο μας.

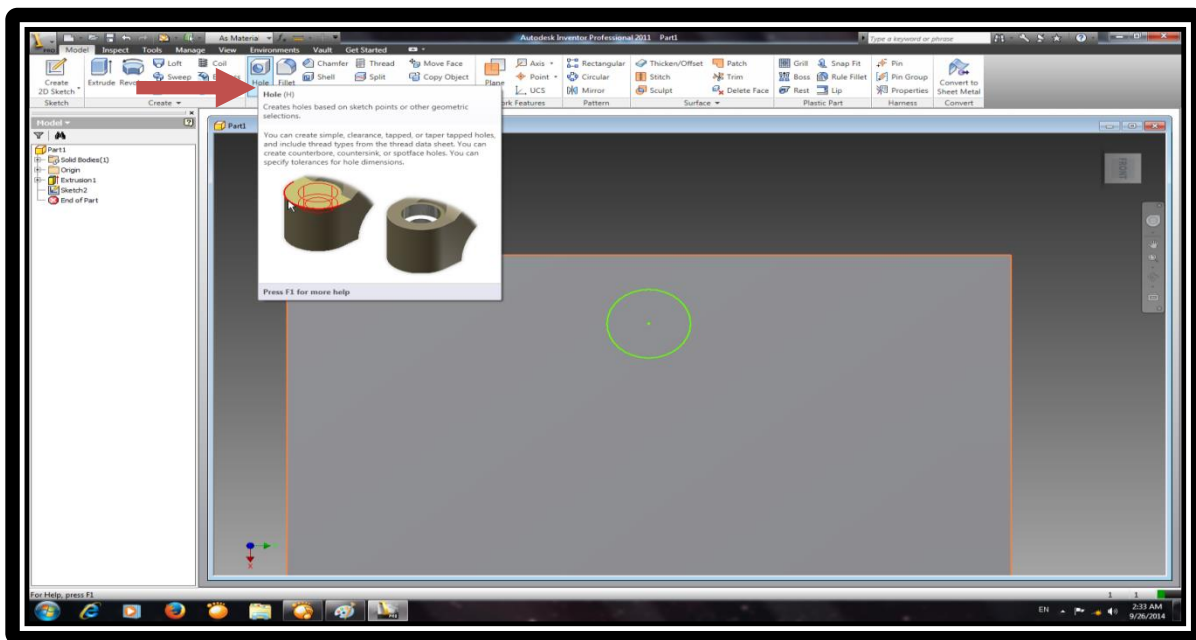


Εικόνα 3.18 Σχεδιασμός σπής 30mm σε διάμετρο και 5mm σε βάθος.

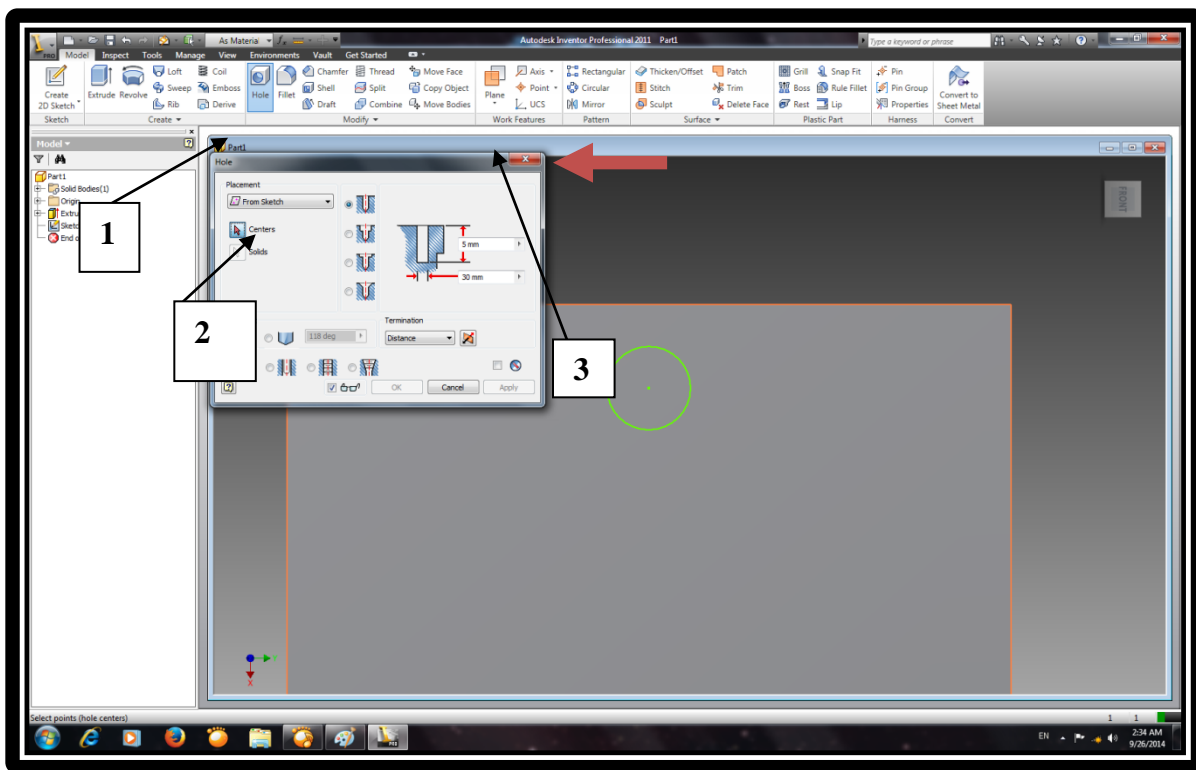


Εικόνα 3.19 Ολοκλήρωση σχεδιασμού.

Τώρα έχει σειρά η δημιουργία οπής με το κατάλληλο εργαλείο. Το ρόλο αυτό αναλαμβάνει η επιλογή για οπές (Hole). Πάνω στο πίνακα εργαλείων βλέπουμε την επιλογή με την ένδειξη του κόκκινο βελάκι (εικόνα 3.20) το οποίο πατάμε και ανοίγει ένα παράθυρο παραμέτρων όπως διακρίνεται στην εικόνα 3.21.

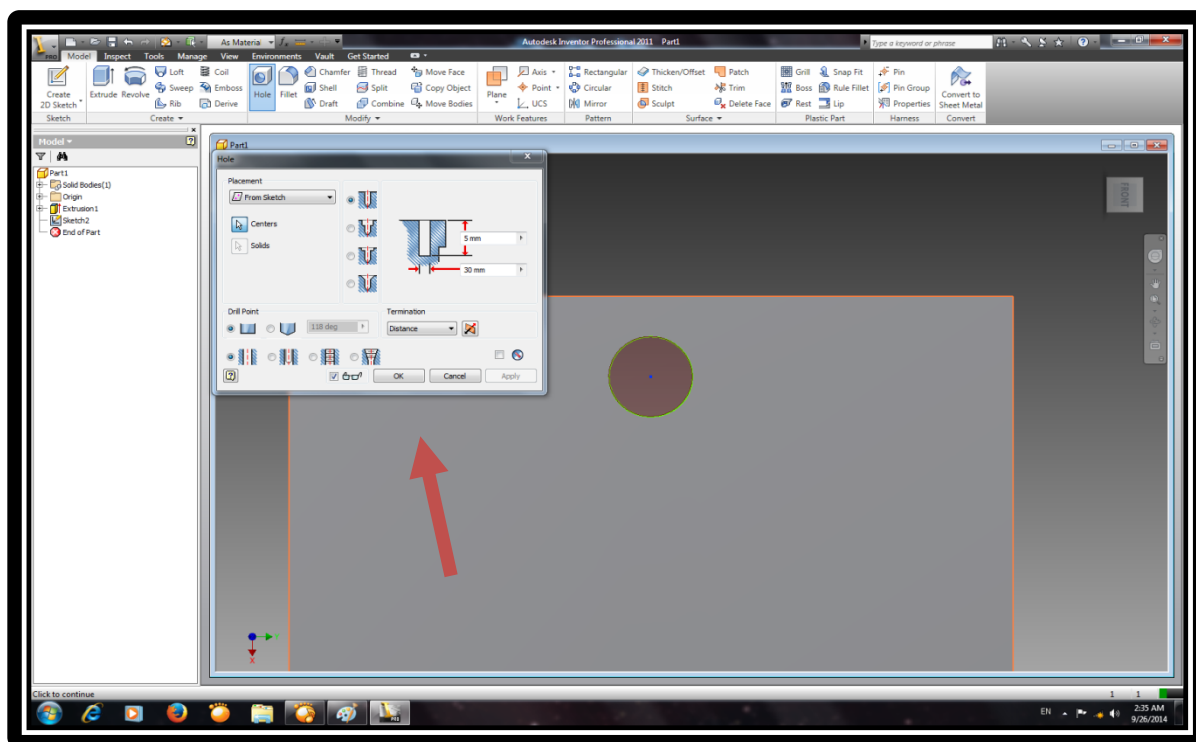


Εικόνα 3.20 Επιλογή δημιουργίας οπής.



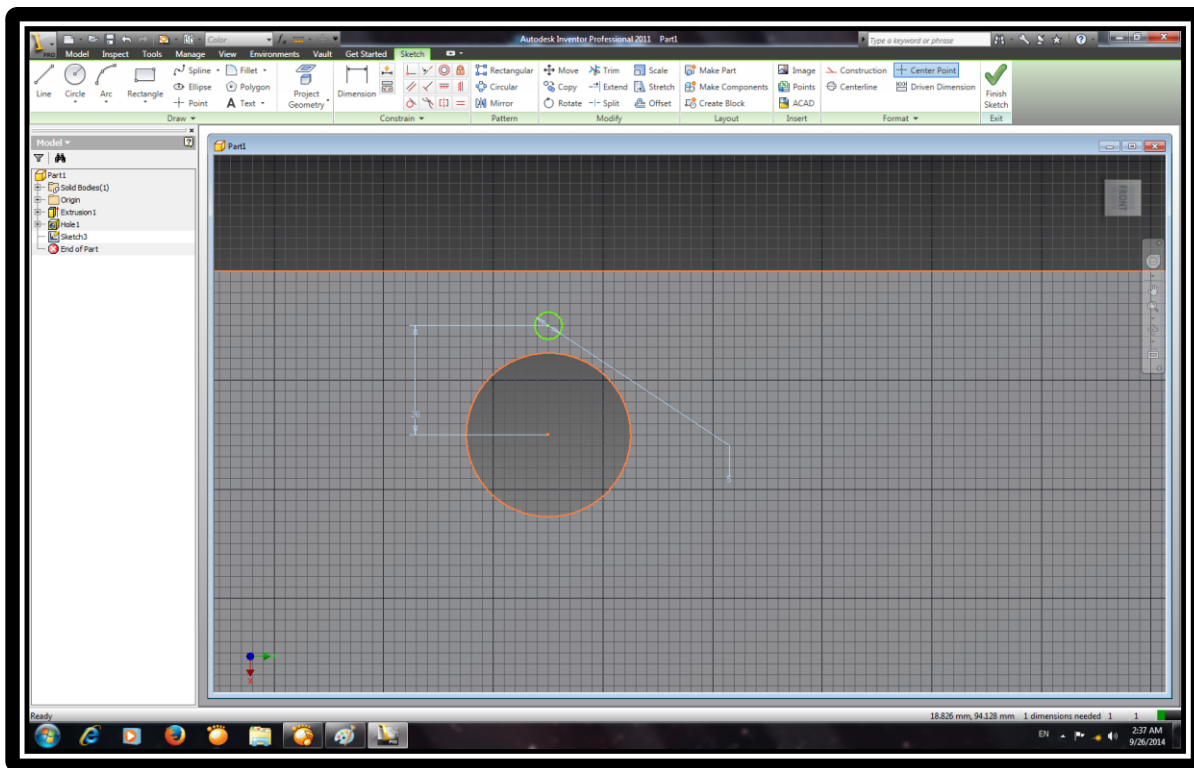
Εικόνα 3.21 Διαστασιολόγηση οπής.

Στον πίνακα παραμέτρων αλλάζουμε τις προεπιλογές των διαστάσεων και επιλογών (εικόνα 3.21). Πρώτον διαλέγουμε την δημιουργία οπής με χρήση του κέντρου (1). Δεύτερον επιλέγουμε την διάνοιξη οπής με τετράγωνο εργαλείου (2) και τρίτων αλλάζουμε τις διαστάσεις της οπής μας σε 5mm βάθους διάτρησης με 30mm διάμετρο (3). Κατά αυτό τον τρόπο ολοκληρώνεται η διαδικασία διάνοιξης αφού πατήσουμε OK. Στην εικόνα 3.22 διακρίνουμε την οπή σε τρισδιάστατη μορφή.

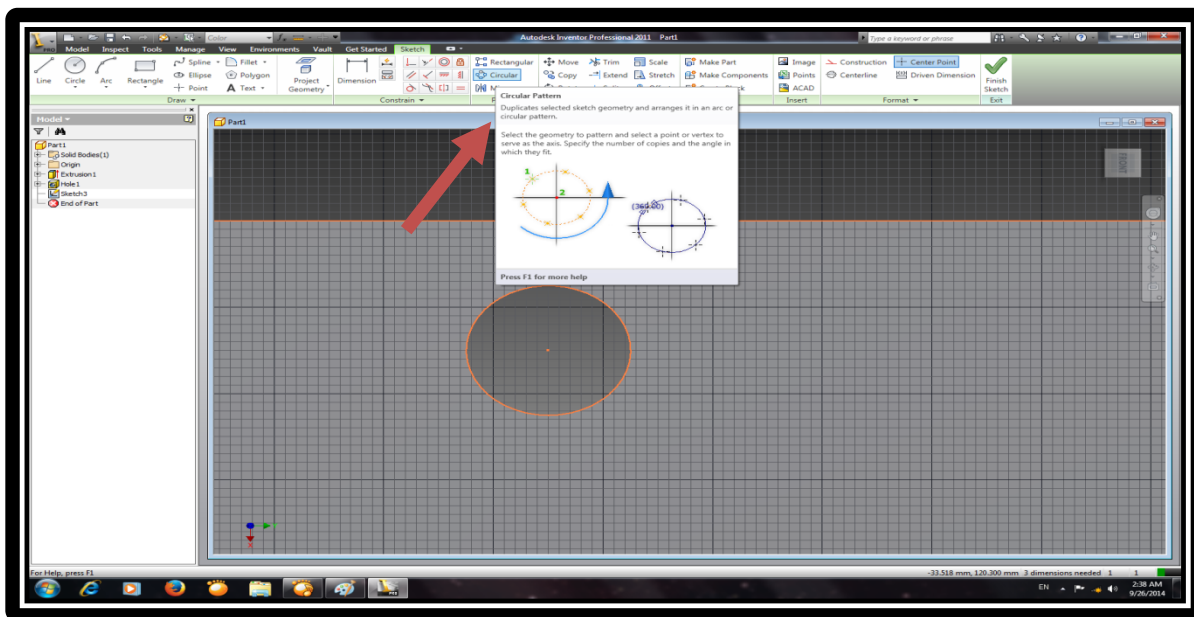


Εικόνα 3.22 Δημιουργία οπής 30mm.

Στον πάτο της δεξαμενής για να ολοκληρώσουμε το πρώτο κομμάτι ακολουθεί η δημιουργία των οπών όπου θα κουμπώσει η φλάντζα της εξόδου λυμάτων. Επιστρέφουμε πάλι στο δυσδιάστατο σχεδιασμό. Διαλέγουμε ξανά από τον πίνακα εργαλείων την επιλογή κυκλικού σχεδιασμού (Circle). Η τοποθέτηση της πρώτης από μια διάταξη οκτώ 5mm οπών γίνεται σε απόσταση 20mm από το κέντρο της οπής των 30mm με ακριβώς την ίδια διαδικασία που χρησιμοποιήσαμε για την διάνοιξη της πρώτης οπής.



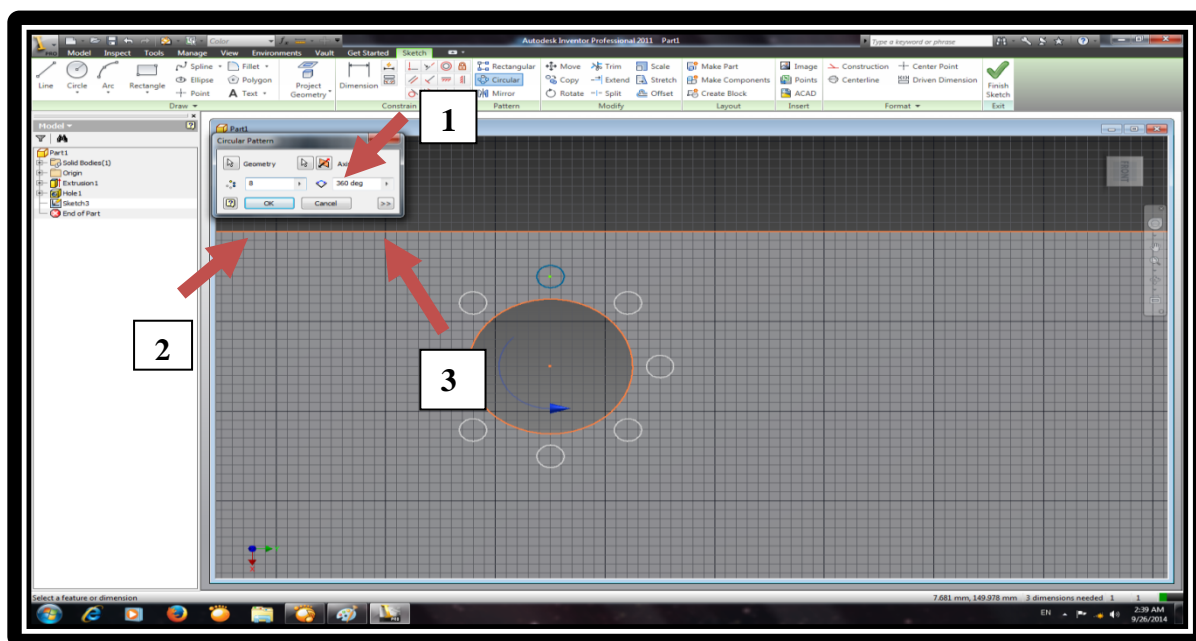
Εικόνα 3.23 Σχεδιασμός οπών φλάντζας.



Εικόνα 3.24 Κυκλική διάταξη οπών 5mm.

Για να καταφέρουμε να τοποθετήσουμε τις οκτώ οπές με ακρίβεια γύρω από την κύρια οπή, χρειαζόμαστε ένα ειδικό εργαλείο. Το εργαλείο αυτό ονομάζεται Circular Pattern και δουλειά του

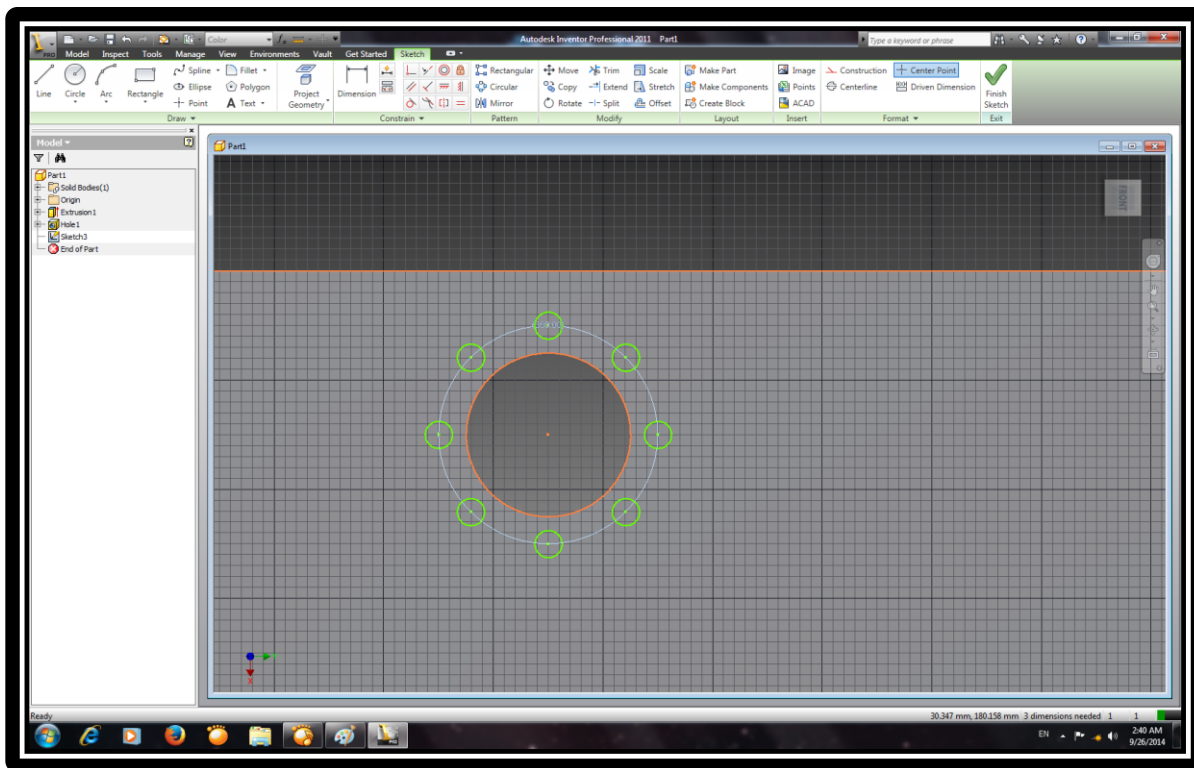
είναι να διατάξει συγκεκριμένο αριθμό κύκλων με χρήση του πρώτου κύκλου που σχεδιάσαμε. Πατάμε το εργαλείο (εικόνα 3.24) και ανοίγει ένα παράθυρο παραμέτρων (εικόνα 3.25).



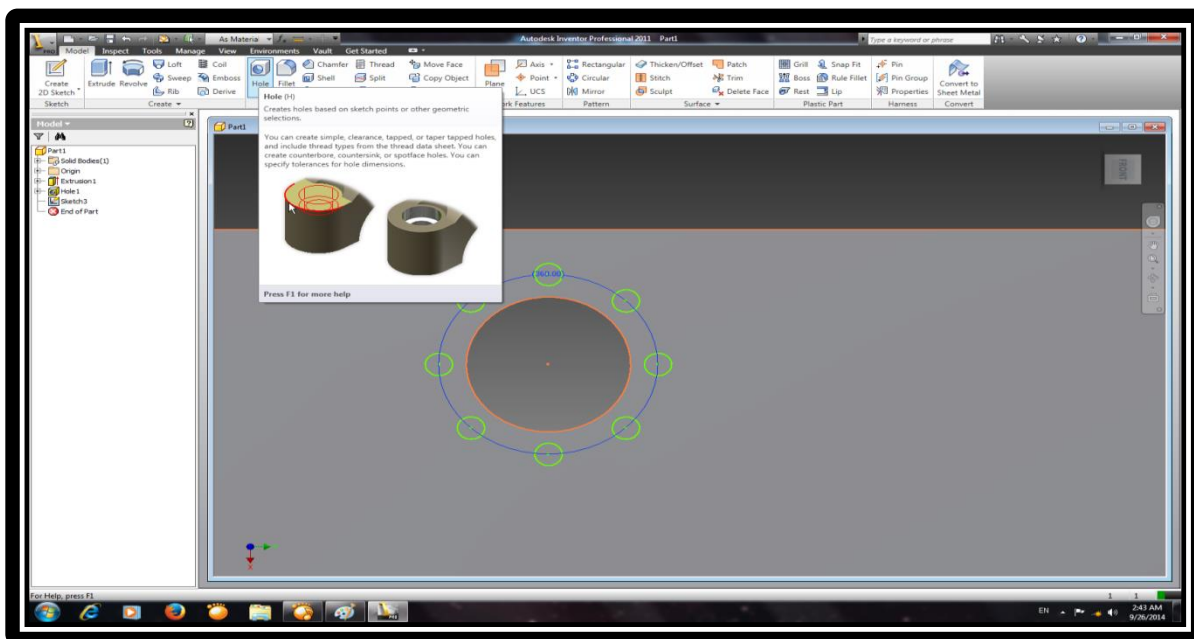
Εικόνα 3.25 Δημιουργία διάταξης κύκλων.

Στο παράθυρο παραμέτρων αλλάζουμε τις προεπιλογές. Πρώτον διαλέγουμε την επιλογή Axis (1) και επιλέγουμε το κέντρο της οπής των 30mm. Δεύτερον αλλάζουμε το αριθμό των κύκλων που θέλουμε δηλαδή συνολικά οκτώ (2). Και τρίτον στις πόσες μοίρες θέλουμε να γίνει αυτή η διάταξη (360 μοίρες) (3). Ολοκληρώνουμε την διαδικασία με την επιλογή OK.

Στην εικόνα 3.26 διακρίνουμε την διάταξη των κύκλων γύρω από την κύρια οπή των 30mm. Σειρά έχει η διάνοιξη των κύκλων μας για την δημιουργία οπών των 5mm. Ολοκληρώνουμε τον δυσδιάστατο σχεδιασμό μας με την επιλογή Finish Sketch και περνάμε στο περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού.



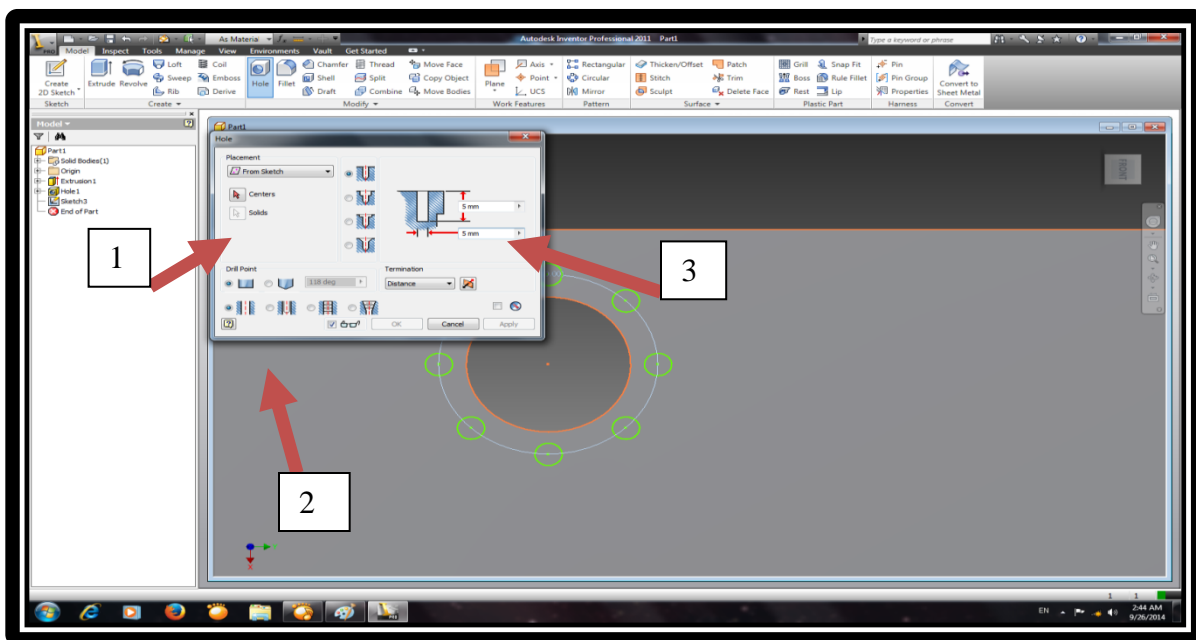
Εικόνα 3.26 Ολοκλήρωση δυσδιάστατου (2D) σχεδίου.



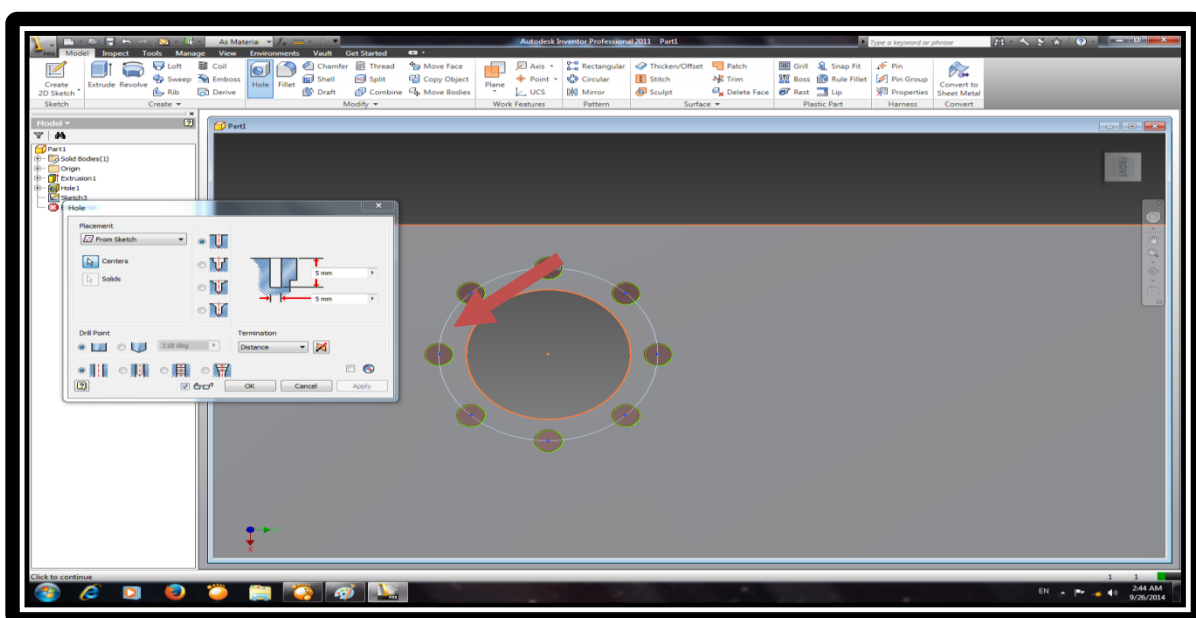
Εικόνα 3.27 Αφαίρεση υλικού για δημιουργία οπών.

Έχοντας επιστρέψει στο περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού, από τον πίνακα εργαλείων διαλέγουμε την επιλογή διάνοιξης οπών (Hole). Ανοίγεται το παράθυρο παραμέτρων για τις οπές και αλλάζουμε τις προεπιλογές. Στον πίνακα παραμέτρων αλλάζουμε τις προεπιλογές τον

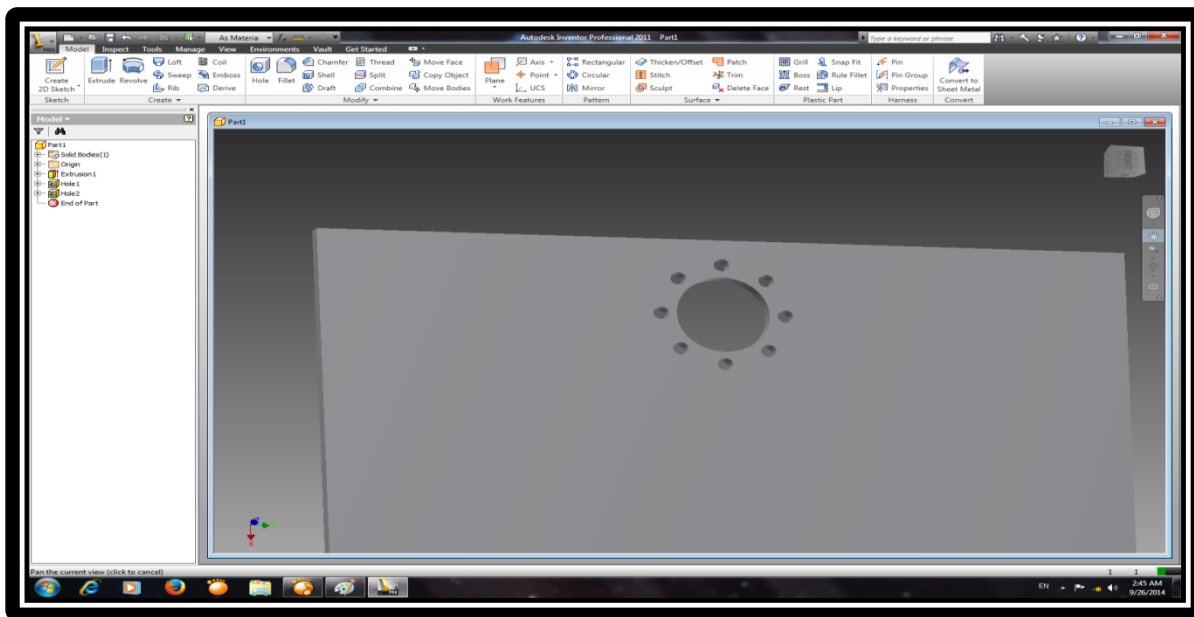
διαστάσεων και επιλογών. Πρώτον διαλέγουμε την δημιουργία οπής με χρήση του κέντρου (1). Δεύτερον επιλέγουμε την διάνοιξη οπής με τετράγωνου εργαλείου (2) και τρίτων αλλάζουμε τις διαστάσεις των οπών μας σε 5mm βάθους διάτρησης με 5mm διάμετρο (3). Τέλος πατάμε OK (εικόνα 3.28). Στις εικόνες 3.29 - 3.30 διακρίνουμε τις οπές σε τρισδιάστατη μορφή.



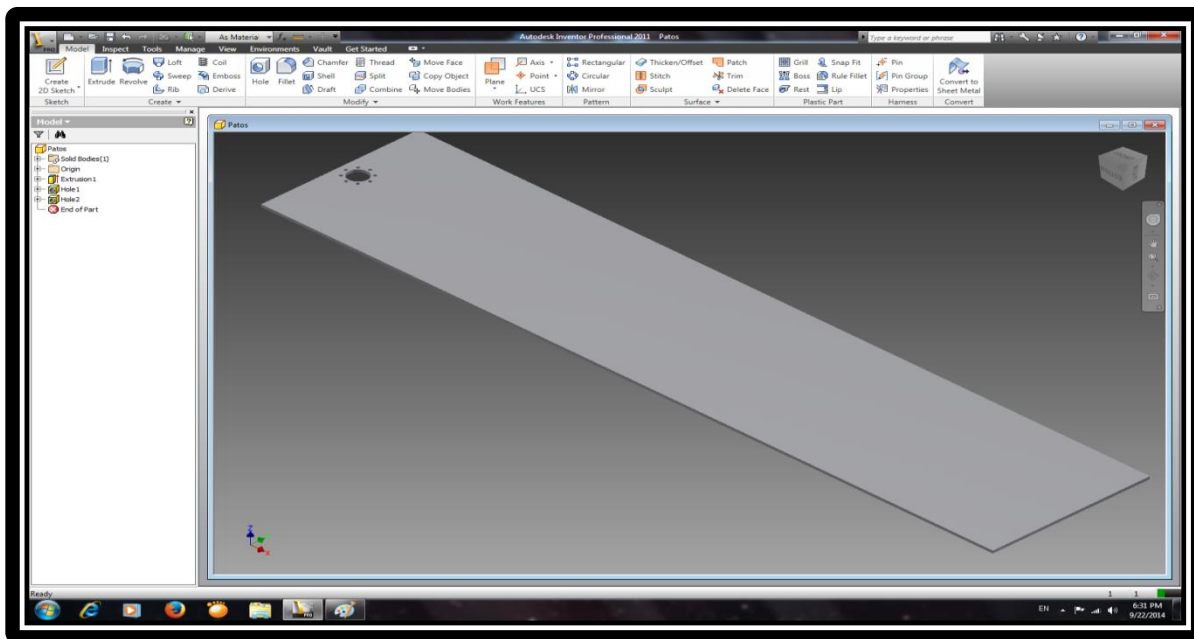
Εικόνα 3.28 Αφαίρεση υλικού.



Εικόνα 3.29 Ολοκλήρωση δημιουργίας οκτώ οπών.



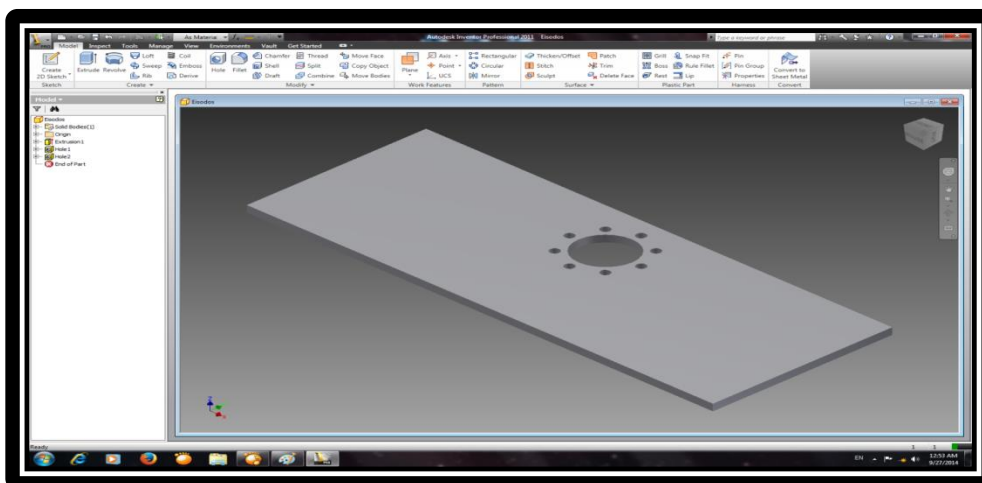
Εικόνα 3.30 Όψη των οκτώ οπών σε τρισδιάστατη μορφή.



Εικόνα 3.31 Πρώτο ολοκληρωμένο κομμάτι της δεξαμενής.

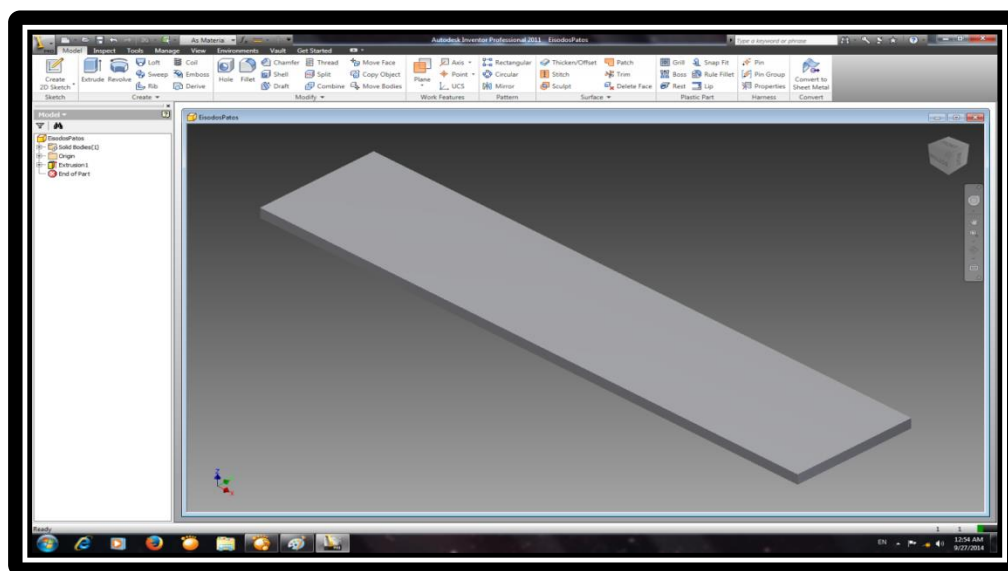
Στην εικόνα 3.31 διακρίνουμε το πρώτο τελειωμένο κομμάτι που αποτελεί την βάση όπου θα τοποθετηθούν όλα τα υπόλοιπα κομμάτια που θα σχεδιαστούν παρακάτω.

Ακολουθώντας την ίδια φιλοσοφία, στην εικόνα 3.32, διακρίνουμε το κομμάτι όπου θα εισέρχονται τα λύματά μας κατά την λειτουργία της αντλίας. Οι διαστάσεις της εισόδου είναι 260mm πλάτος, 100mm ύψος και πάχος 5mm. Στην επιφάνειά της διακρίνουμε μια οπή 30mm με οκτώ οπές 5mm παραταγμένες γύρω από την κύρια.

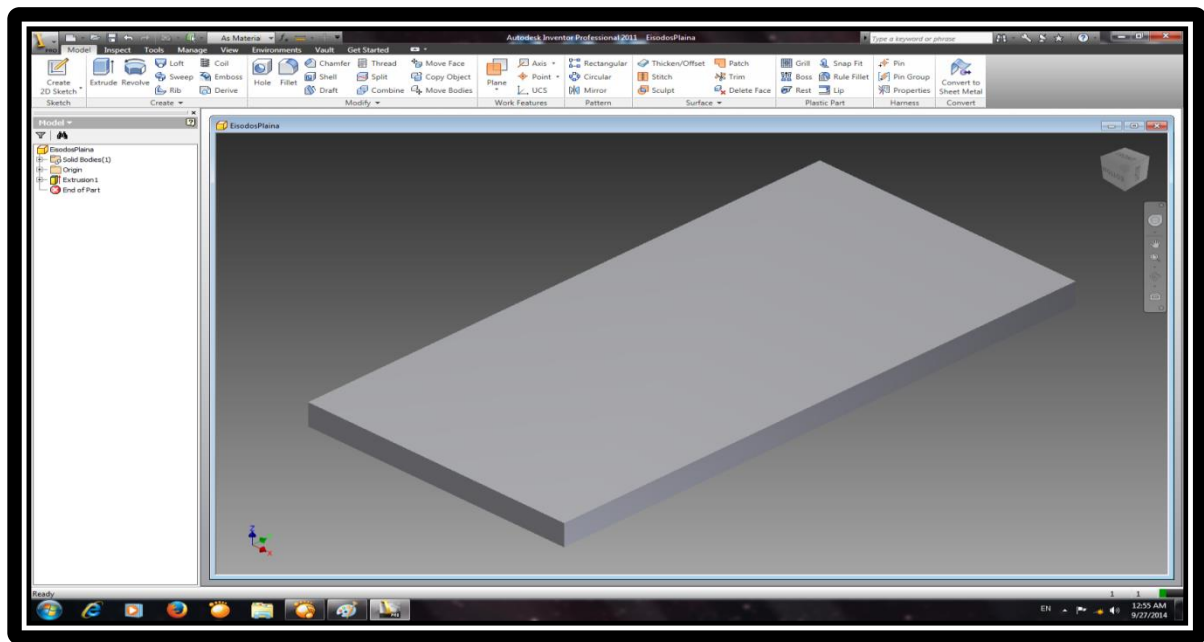


Εικόνα 3.32 Κομμάτι εισόδου.

Στην εικόνα 3.33 διακρίνουμε το πάτο για την εισοδο. Πάνω σε αυτό θα καθίσουν τα δύο πλαϊνά τοιχώματα (εικόνα 3.34) καθώς και η εισόδος που σχεδιάσαμε παραπάνω (εικόνα 3.32). Οι γενικές διαστάσεις του πάτου είναι 260mm πλάτος, 55mm βάθος και 5mm πάχος.

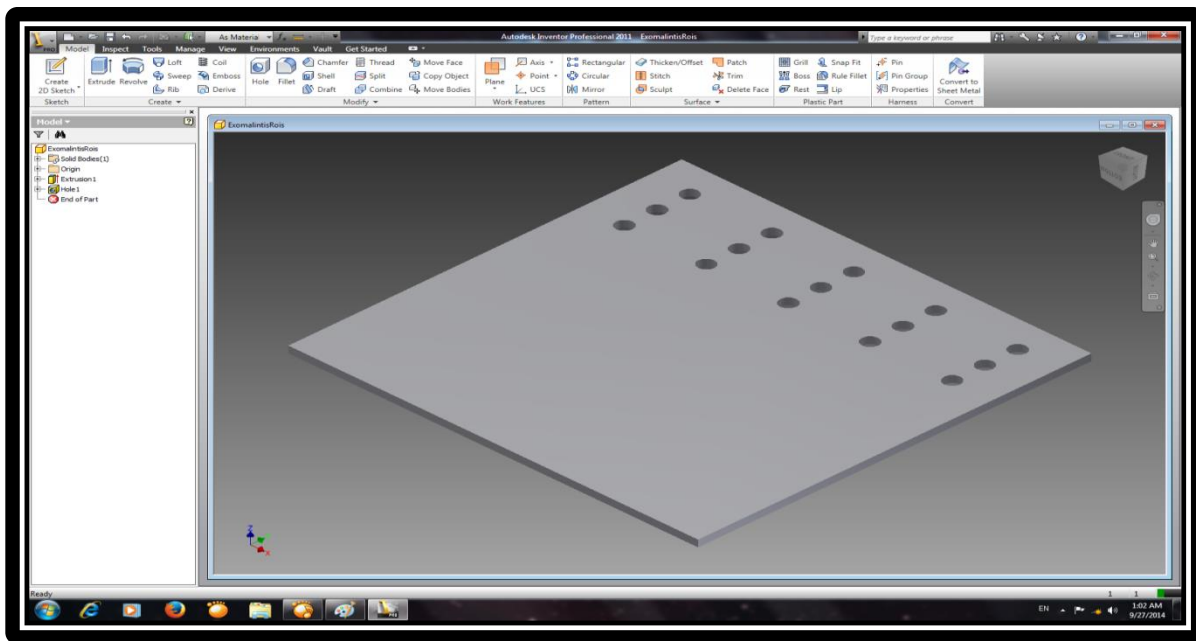


Εικόνα 3.33 Πάτος εισόδου.



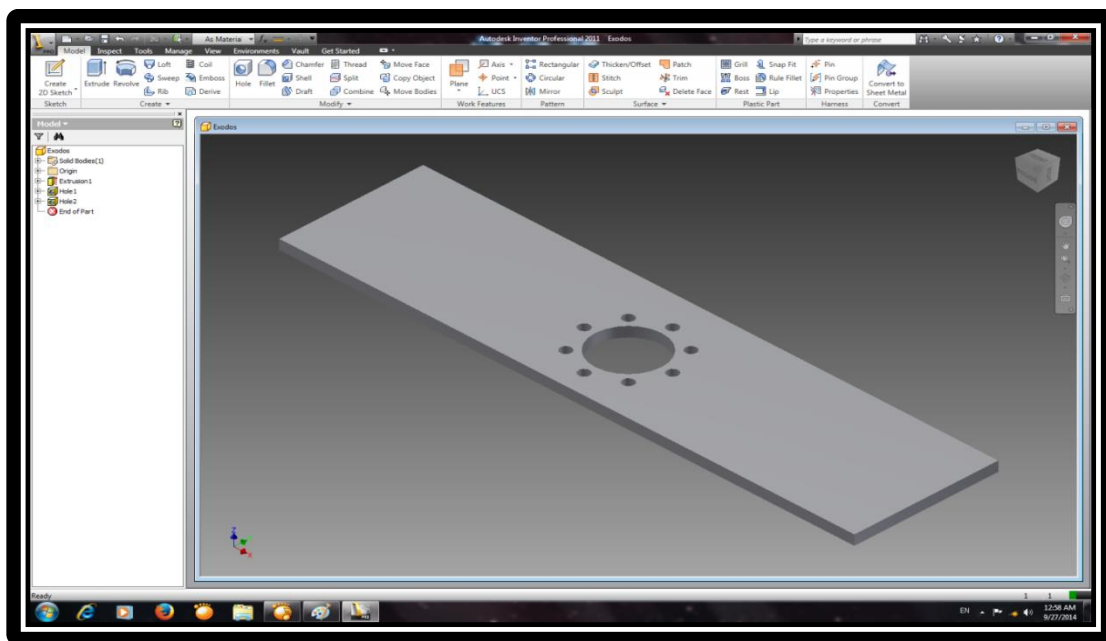
Εικόνα 3.34 Πλαϊνά Εισόδου.

Στην εικόνα 3.34 διακρίνουμε ένα από τα δύο πλαϊνά τοιχώματα της εισόδου με διαστάσεις 100mm ύψος, 55mm βάθος και 5mm πάχους. Τα τοιχώματα αυτά μπαίνουν στις πλαϊνές πλευρές της εσοχής εισόδου παρέχοντας στήριξη στην είσοδο με την μπροστινή πρόσοψη της δεξαμενής.



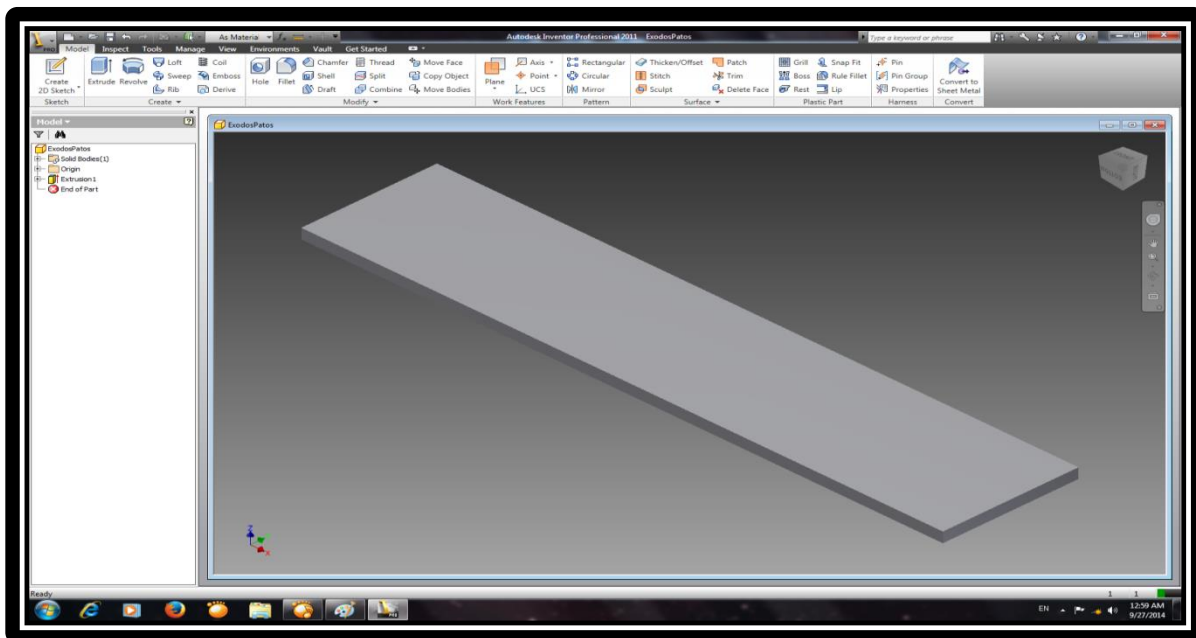
Εικόνα 3.35 Πάνελ Εξομάλυνσης Ροής Εισόδου.

Στην εικόνα 3.35 διακρίνουμε τον εξομαλυντή ροής με τις 15 οπές. Το πάνελ αυτό έχει δυο σημαντικούς ρόλους. Ο πρώτος και κύριος ρόλος του, είναι ότι αποτελεί την μπροστινή πρόσοψη της δεξαμενής μας και δεύτερον η χρήση των 15 οπών που έχει, εξομαλύνουν την ροή εισόδου των λυμάτων για να αποτραπεί η ανάδευση του νερού που υπάρχει στην δεξαμενή μας. Οι διαστάσεις του είναι 240mm ύψος, 250mm πλάτος και 5mm πάχος. Οι 15 οπές έχουν διάμετρο 10mm.



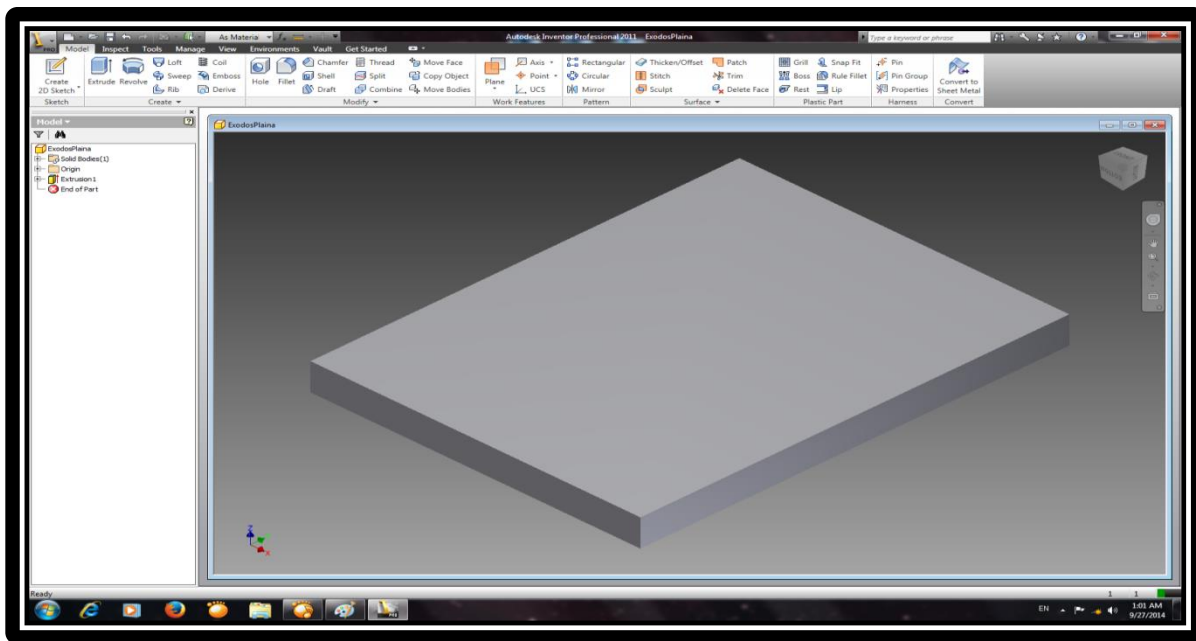
Εικόνα 3.36 Έξοδος.

Στην εικόνα 3.36 διακρίνουμε την έξοδο των υδάτων το οποίο είναι τοποθετημένη στο άλλο άκρο της δεξαμενής μας. Οι διαστάσεις του κομματιού είναι 260mm πλάτος, 55mm φάρδος και 5mm σε πάχος. Στο κέντρο του διακρίνουμε την οπή των 30mm και γύρω από αυτήν οκτώ οπές των 5mm.



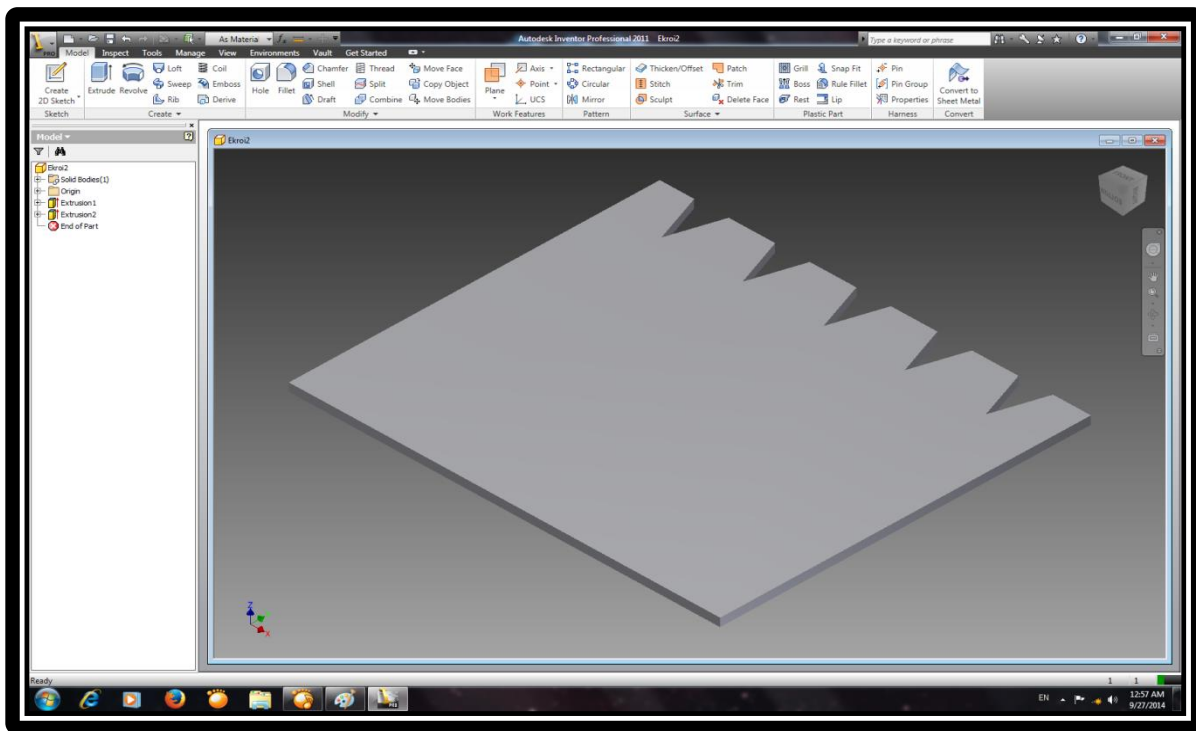
Εικόνα 3.37 Πάτος Εξόδου.

Στην εικόνα 3.37 διακρίνουμε τον πάτο της εξόδου όπου θα έρθουν να καθίσουν τα δυο πλαϊνά τοιχώματα (εικόνα 3.38) καθώς και η έξοδος (εικόνα 3.36). Οι γενικές διαστάσεις του είναι 260mm πλάτος, 55mm βάθος και 5mm πάχος.



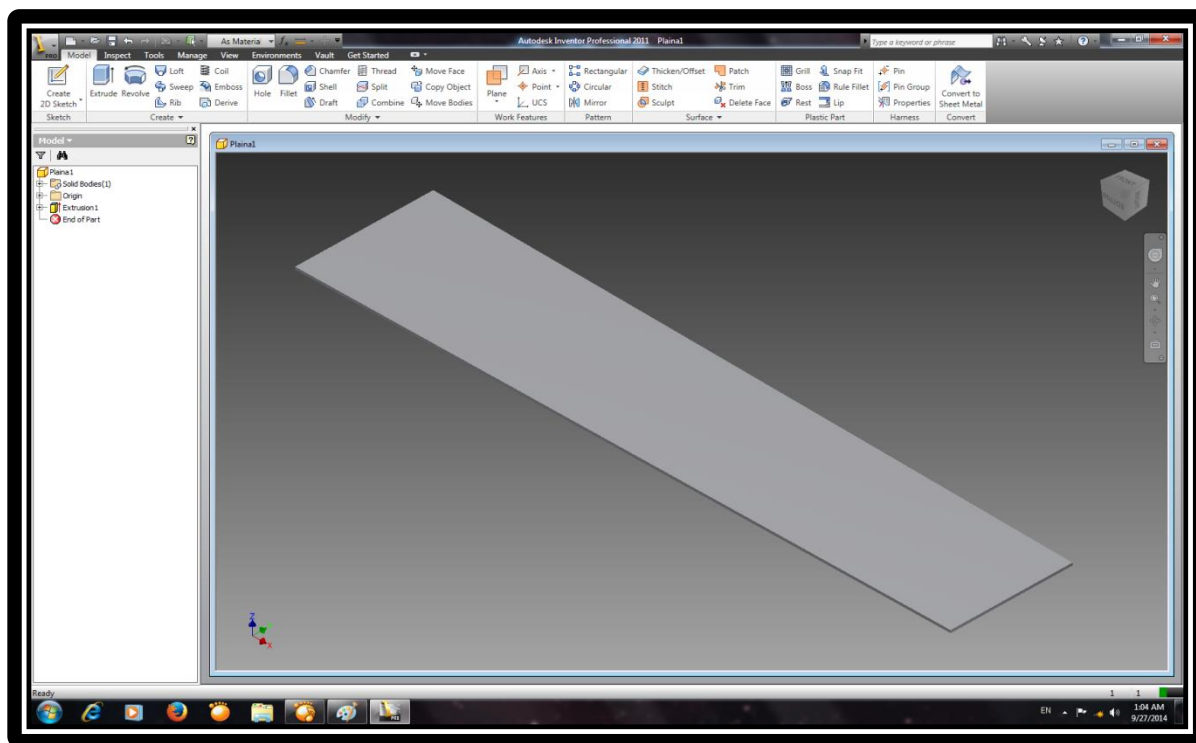
Εικόνα 3.38 Πλαϊνά Εξόδου.

Στην εικόνα 3.38 διακρίνουμε ένα από τα δύο πλαϊνά τοιχώματα που αποτελούν την εξόδο. Οι διαστάσεις τους είναι 65mm ύψος, 50mm βάθος και 5mm πάχος. Τα τοιχώματα αυτά παρέχουν στήριξη της εξόδου με την οπίσθια πρόσοψη της δεξαμενής.



Εικόνα 3.39 Εκροή Εξόδου.

Στην εικόνα 3.39 διακρίνουμε την εκροή εξόδου το οποίο αναλαμβάνει δύο σημαντικούς ρόλους. Το πρώτο είναι ότι αποτελεί την οπίσθια όψη της δεξαμενής μας και δεύτερων χάρη στις ειδικές εσοχές που έχει πάνω, επιτρέπουν μόνο την διέλευση καθαρού ύδατος να περάσει από αυτούς και να συγκρατεί τυχόν επιφανειακά αντικείμενα. Οι διαστάσεις της είναι 250mm πλάτος, 215mm ύψος και 5mm πάχος. Πάνω σε αυτήν υπάρχουν πέντε εσοχές ύψους 25mm και 20mm πλάτος.



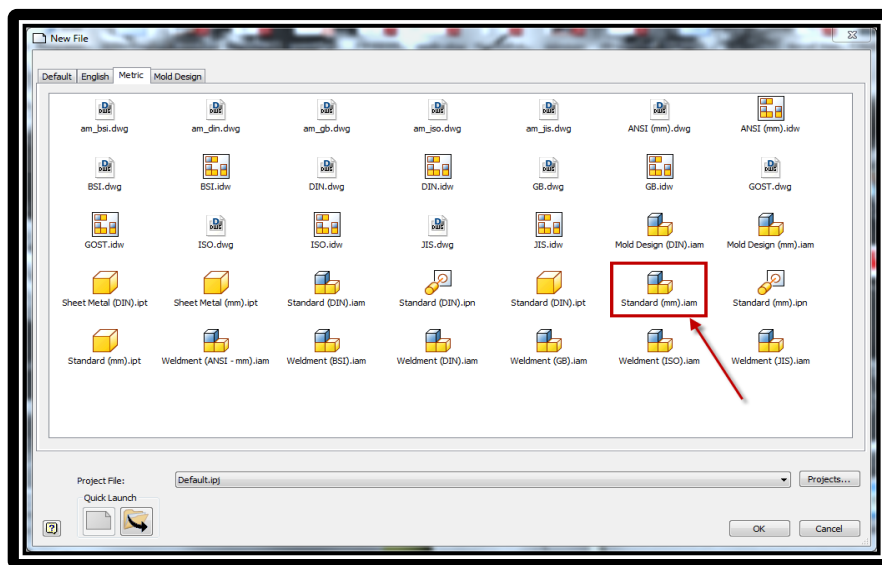
Εικόνα 3.40 Πλαϊνά Τοιχώματα.

Στην εικόνα 3.40 διακρίνουμε ένα από τα δύο πλαϊνά τοιχώματα που αποτελούν βασικό μέρος της κατασκευής μας. Χάρη στα διαφανές τοιχώματα κατά την διάρκεια λειτουργίας της δεξαμενής μας, διακρίνουμε την διαδικασία του φαινομένου της καθίζησης που αποτελεί βασικό σκοπό της όλης κατασκευής. Οι διαστάσεις των πλαϊνών τοιχωμάτων είναι από την πλευρά της εισόδου 255mm ύψος, από την πλευρά της εξόδου 225mm ύψος, 1210mm μήκος και 5mm πάχος.

3.3 Συναρμολόγηση τεμαχίων δεξαμενής με χρήση Assembly

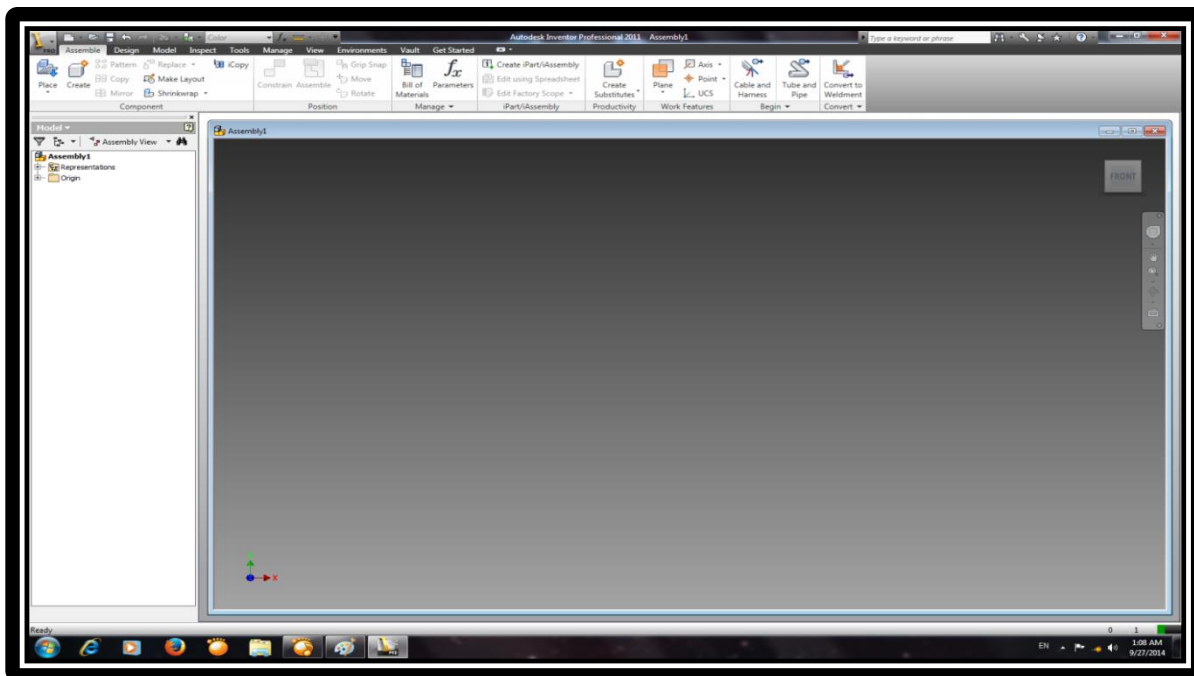
Μετά την ολοκλήρωση του σχεδιασμού των δεκατριών κομματιών, σειρά έχει η συναρμολόγησή τους στο τελικό προϊόν. Το Autodesk έχει επιλογή **Assembly** για να εφάπτονται

όλα τα κομμάτια μεταξύ τους και να ελέγχεται η σωστή εφαρμογή για τυχόν λάθη στη διαστασολόγηση. Θα ξεκινήσουμε με την ένωση του πάτου της δεξαμενής με τα πλαϊνά τοιχώματα.



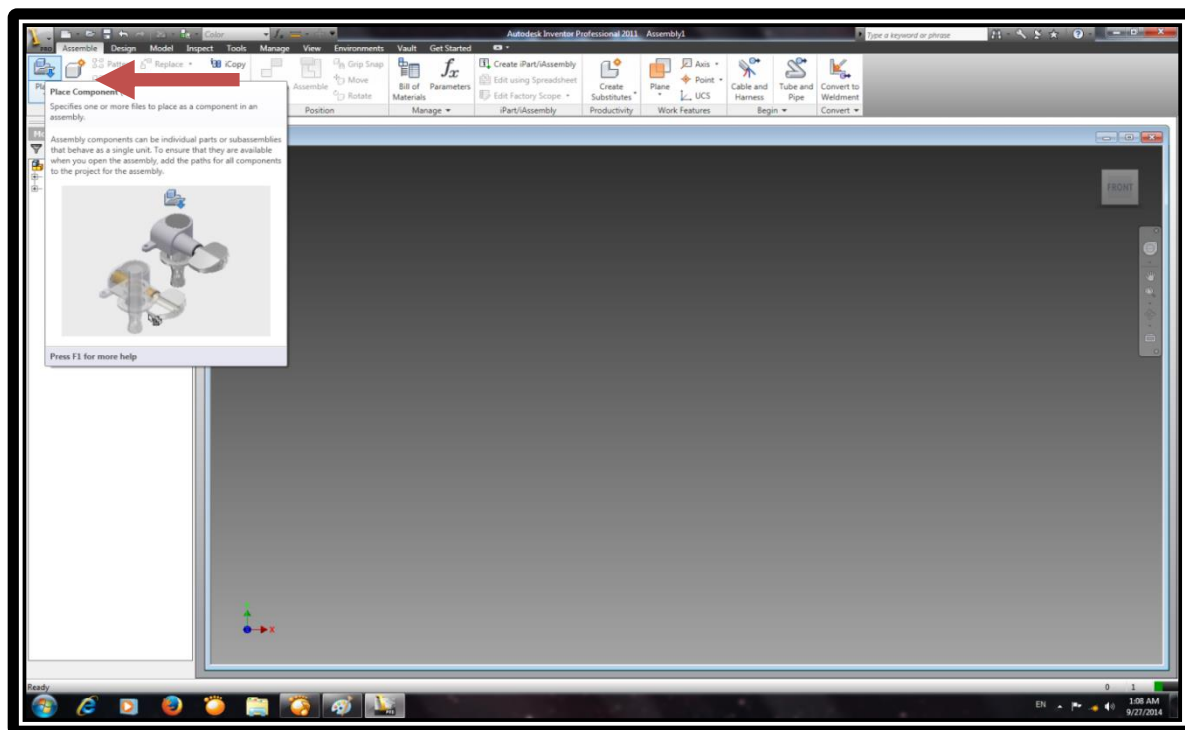
Εικόνα 3.41 Περιβάλλον Επιλογής Συναρμολόγησης (Assembly).

Στο περιβάλλον εκκίνησης επιλέγουμε σε μεγέθη metric, την επιλογή Standard (mm) .iam για να ξεκινήσουμε με την διαδικασία της συναρμολόγησης. Πατώντας OK περνάμε στο περιβάλλον για σύνθεση κομματιών. Με το περιβάλλον αυτό μπορούμε να ενώσουμε τα κομμάτια που σχεδιάσαμε στο κεφάλαιο 3.2 και να δημιουργήσουμε μια εικονική αναπαράσταση της δεξαμενής μας.



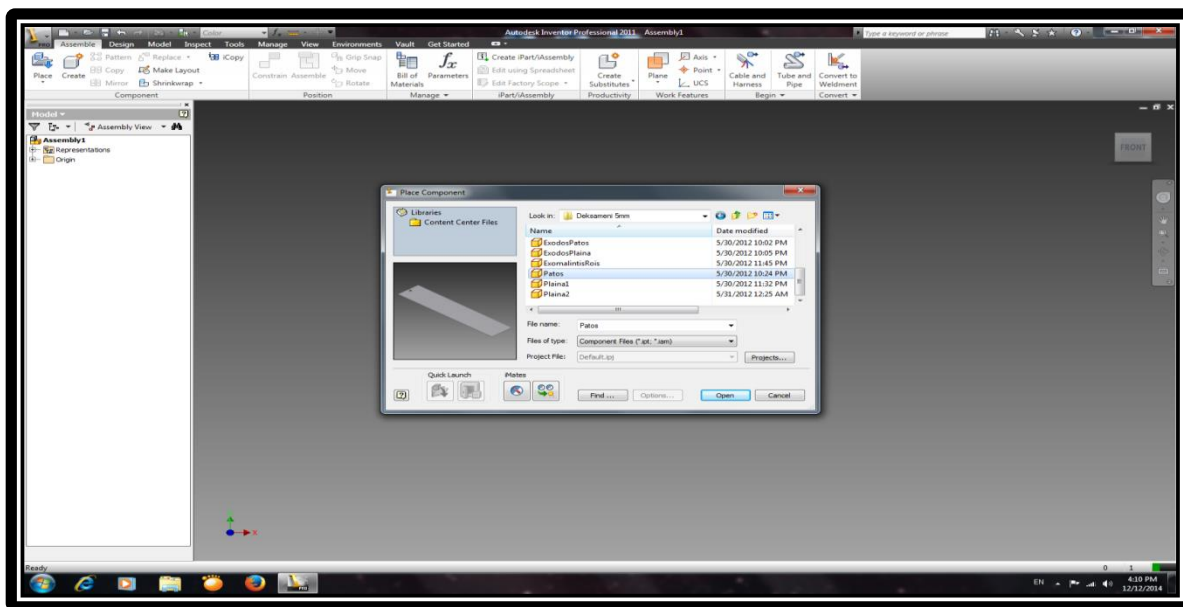
Εικόνα 3.42 Περιβάλλον Τρισδιάστατης (3D) Συναρμολόγησης.

Στην εικόνα 3.42 διακρίνουμε το περιβάλλον για τρισδιάστατη συναρμολόγηση κομματιών. Με το εργαλείο αυτό μπορούμε να σχεδιάσουμε οποιαδήποτε είδος κατασκευής κομμάτι κομμάτι και με την σειρά να τα συναρμολογήσουμε στο τελικό προϊόν. Έτσι αν υπάρχουν λάθη στην διαστασιολόγηση ή κάποια κομμάτια δεν συμπίπτουν μεταξύ τους, έχουμε την δυνατότητα να τα επιδιορθώσουμε προτού ξεκινήσει η διαδικασία της πραγματικής κατασκευής.



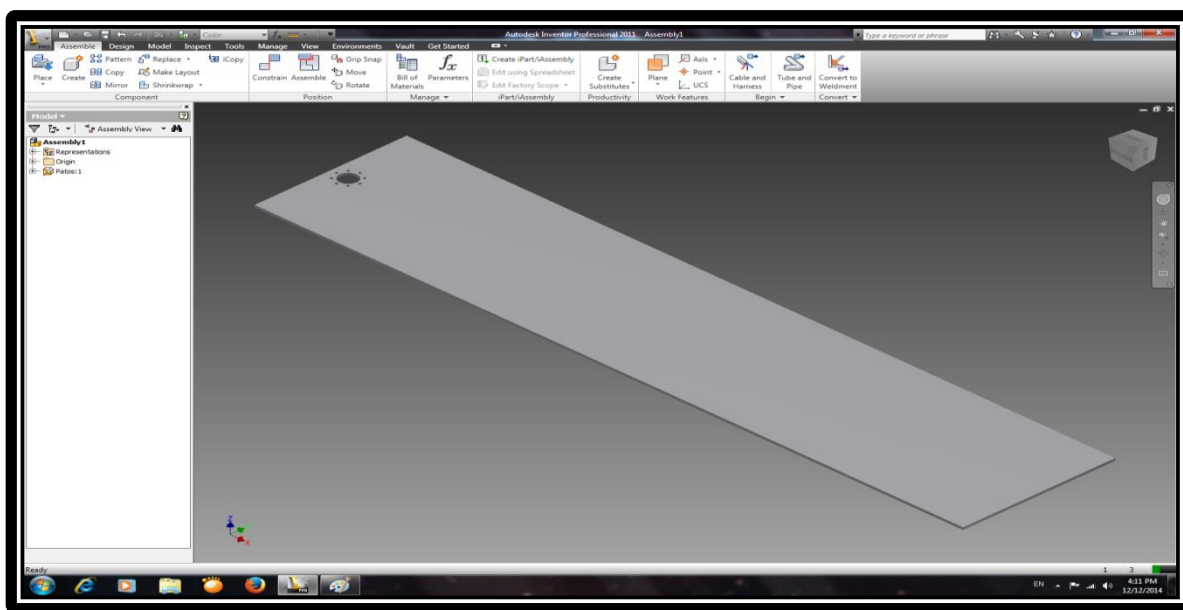
Εικόνα 3.43 Εισαγωγή Εξαρτήματος.

Ξεκινάμε με την διαδικασία εισαγωγής των κομματιών που σχεδιάσαμε στο περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού. Η επιλογή από τον πίνακα εργαλείων που χρειαζόμαστε ονομάζεται το κουμπί Place Components. Πατώντας το, ανοίγεται ένα παράθυρο όπου έχουμε αποθηκεύσει όλα τα κομμάτια μας (εικόνα 3.44).



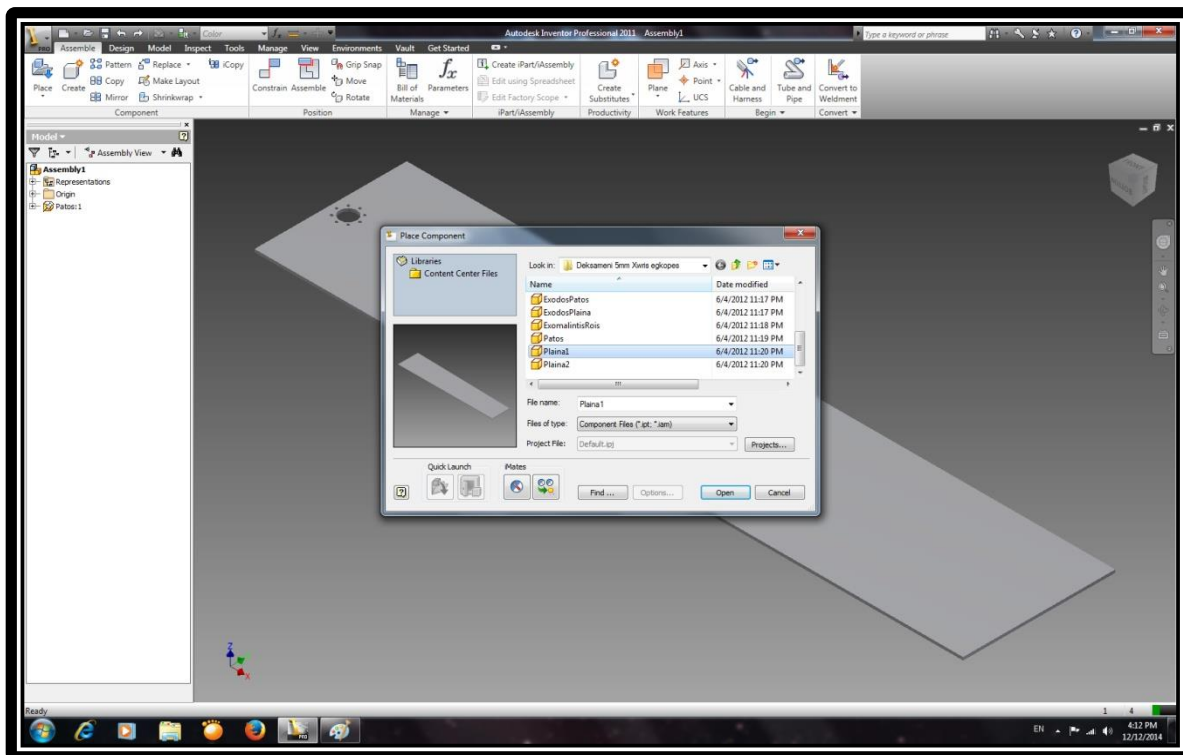
Εικόνα 3.44 Εισαγωγή πρώτου κομματιού.

Αφού άνοιξε το παράθυρο με τα αποθηκευμένα κομμάτια μας, ψάχνουμε το κατάλληλο κομμάτι με το οποίο θα αποτελέσει τη βάση όπου θα έρθουν να καθίσουν τα υπόλοιπα. Το κατάλληλο κομμάτι αυτό είναι το πρώτο εξάρτημα που σχεδιάσαμε ,δηλαδή είναι ο πάτος της δεξαμενής. επιλέγουμε το πάτο και το τοποθετούμε στο περιβάλλον συναρμολόγησης.



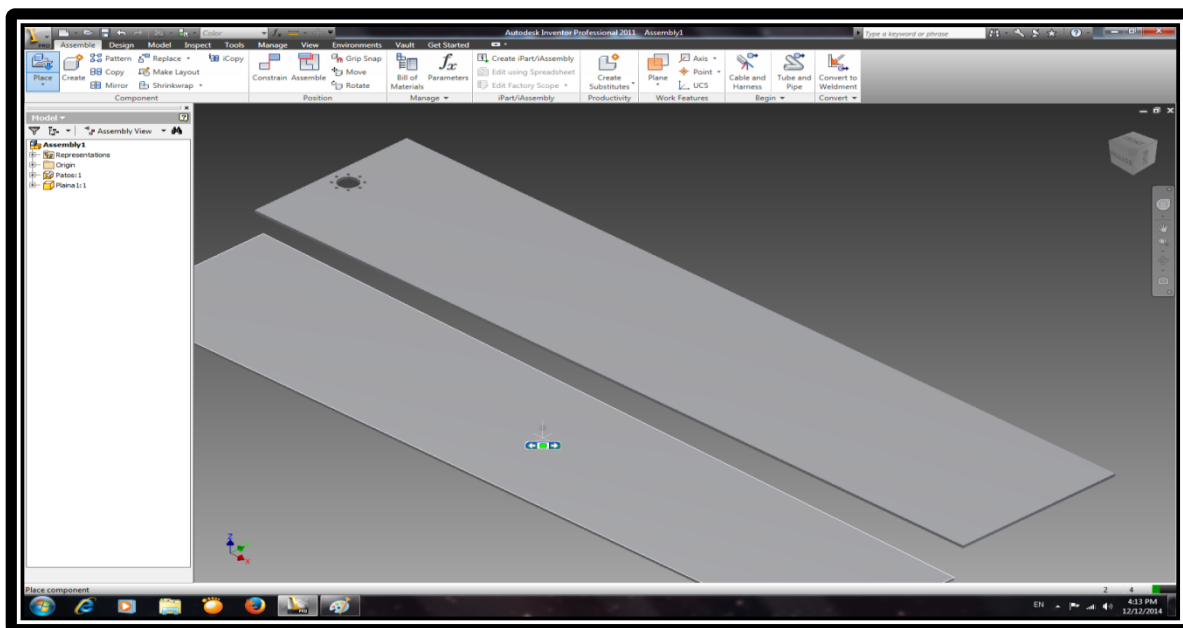
Εικόνα 3.45 Όψη πάτου δεξαμενής.

Σειρά έχει η τοποθέτηση του επόμενου βασικού κομματιού στο περιβάλλον συναρμολόγησης. Πατώντας την επιλογή PlaceComponent ξανανοίγει το παράθυρο με τα αποθηκευμένα κομμάτια μας. Ψάχνουμε και διαλέγουμε ένα από τα δύο πλαϊνά τοιχώματα της δεξαμενής και το τοποθετούμε στο περιβάλλον συναρμολόγησης.



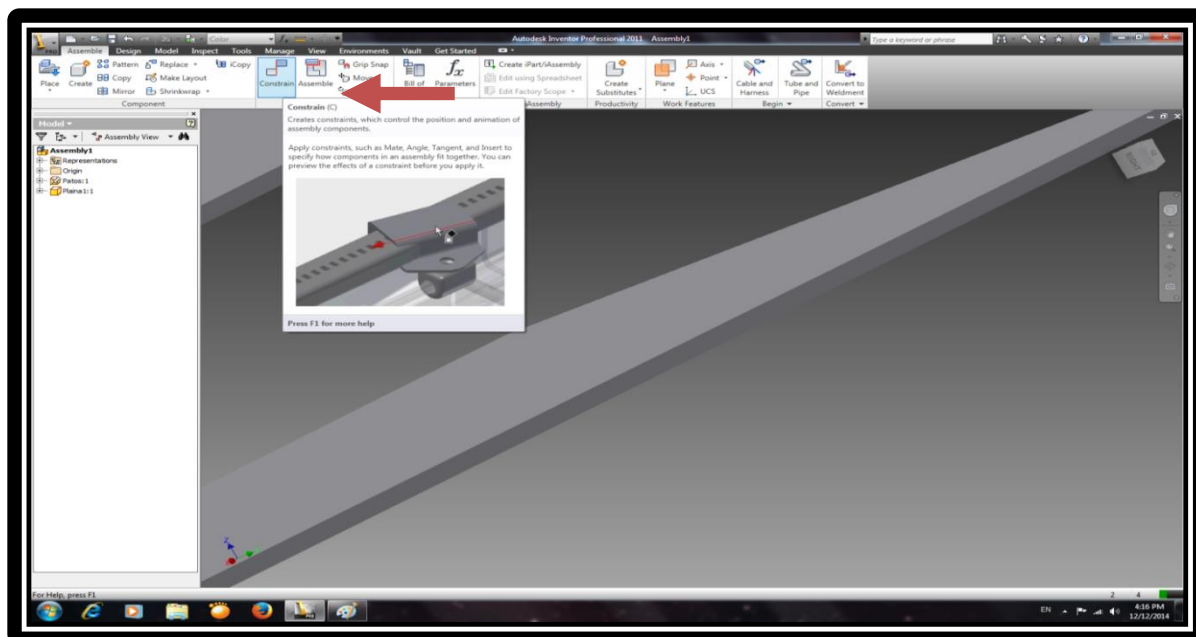
Εικόνα 3.46 Εισαγωγή δεύτερου κομματιού.

Στην εικόνα 3.46 διακρίνουμε το παράθυρο με τα αποθηκευμένα μας κομμάτια. Από αυτό το παράθυρο διακρίνουμε όλα τα σχεδιασμένα ανεξάρτητα τμήματα που αποτελούν την δεξαμενή μας.



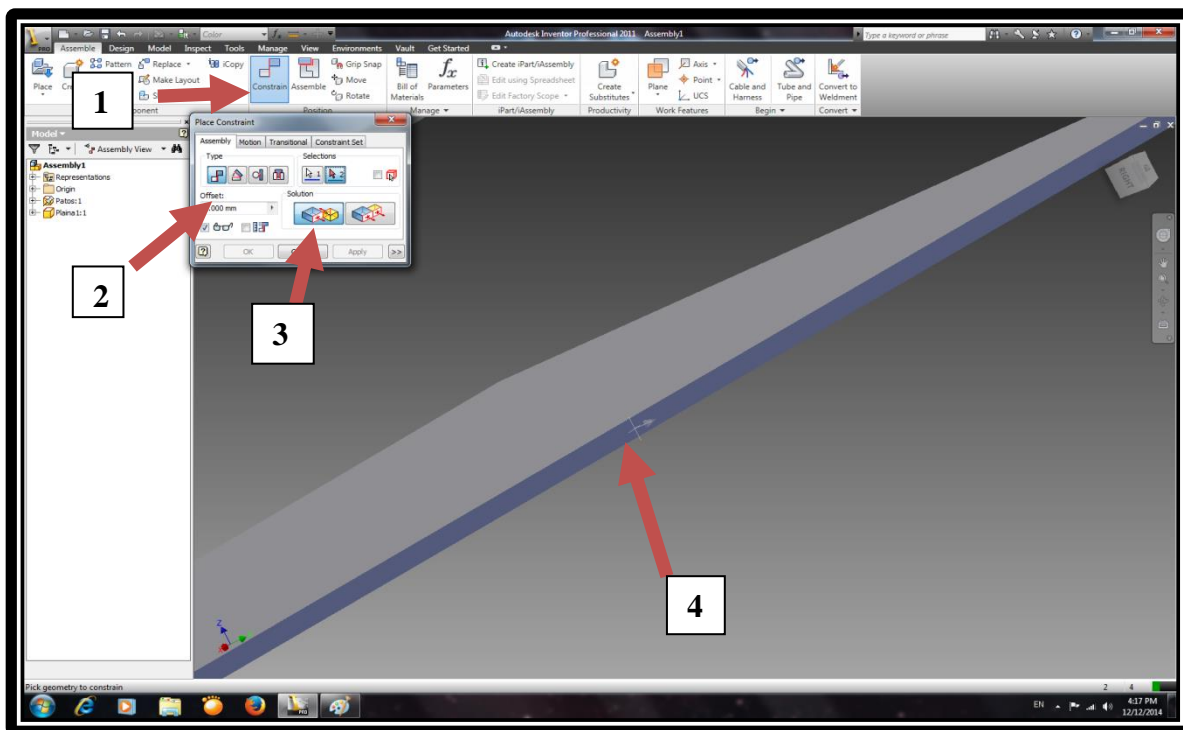
Εικόνα 3.47 Εισαγωγή δεύτερου κομματιού.

Στην εικόνα 3.47 διακρίνουμε τα δύο τρισδιάστατα σχεδιασμένα κομμάτια μας τοποθετημένα στο περιβάλλον συναρμολόγησης. Σε επόμενο βήμα παρακάτω, θα δούμε με ποιο εργαλείο μπορούμε να 'συγκολλήσουμε' τα κομμάτια μας μεταξύ τους.



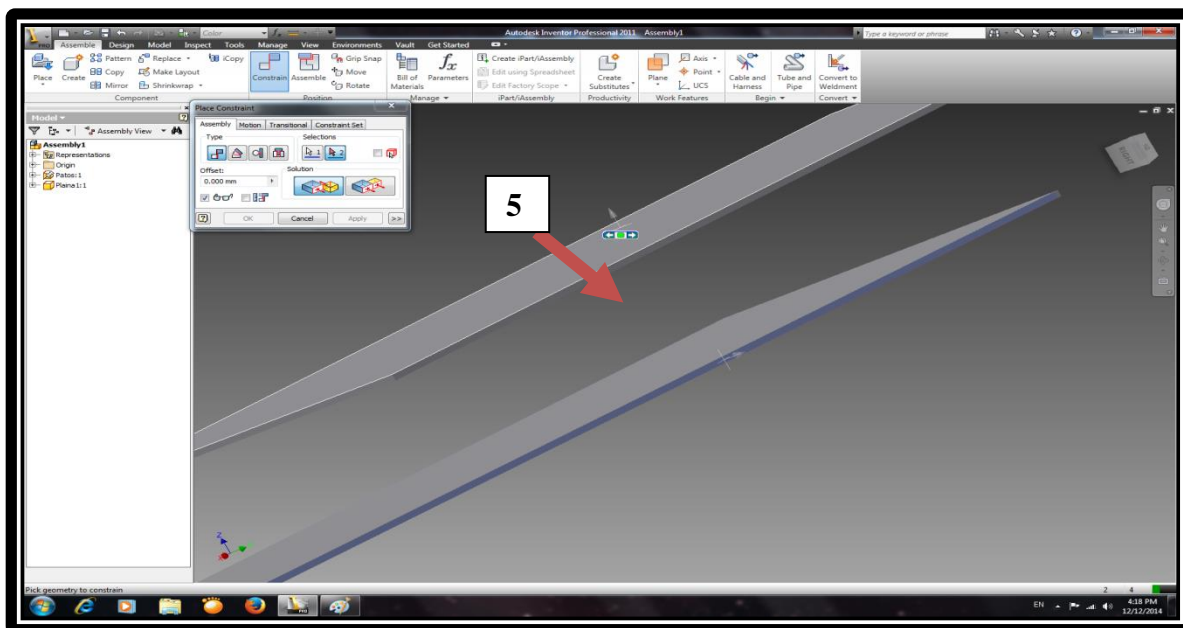
Εικόνα 3.48 Επιλογή συνδεσμολογίας κομματιών.

Για να συνδυαστούν τα τρισδιάστατα κομμάτια μεταξύ τους επιλέγουμε την επιλογή **Constrain**. Με την επιλογή αυτή συγκολλούμε με ακρίβεια όλα τα κομμάτια που αποτελούν κάθε μας κατασκευή. Πατώντας το κουμπί ανοίγεται ένα παράθυρο με τους παραμέτρους για συναρμολόγηση.



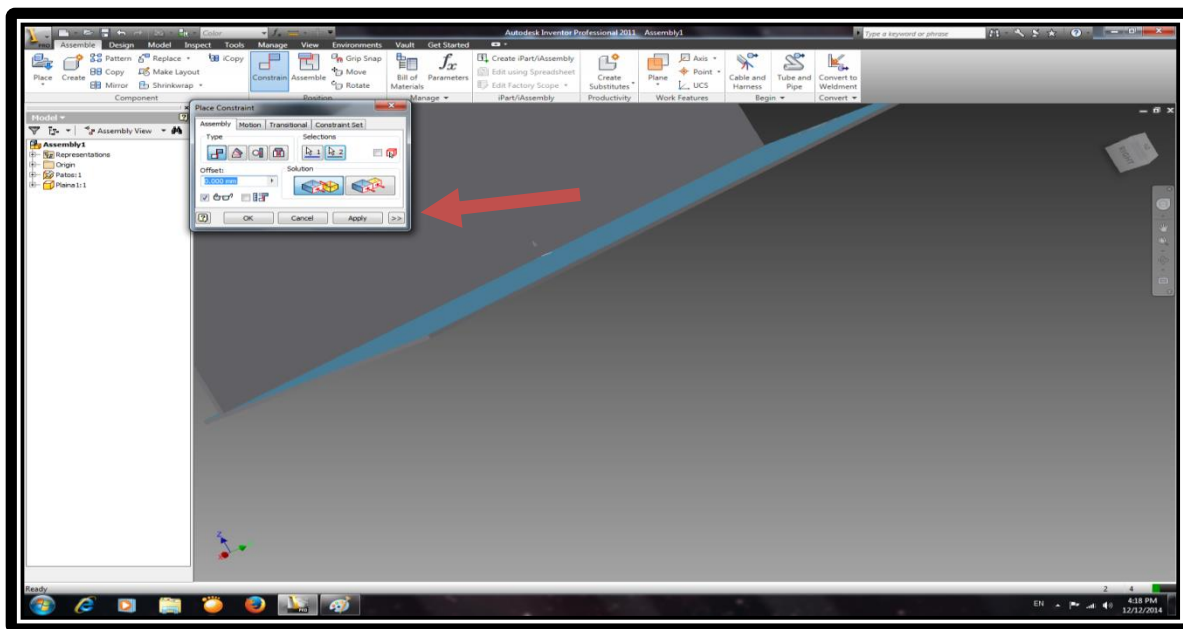
Εικόνα 3.49 Σύνδεση κομματιών.

Τώρα ξεκινάμε με την διαδικασία ένωσης των κομματιών μεταξύ τους. Αρχικά επιλέγουμε την επιλογή **Constrain** (εικόνα 3.49) από την σειρά εργαλείων που έχουμε (1). Διαλέγουμε την πρώτη επιλογή από τα τέσσερα (2). Στη συνέχεια διαλέγουμε την πρώτη από τα δύο εργαλεία συγκόλλησης (3). Τέλος επιλέγουμε την βάση του πλαϊνού τοιχώματος (4).



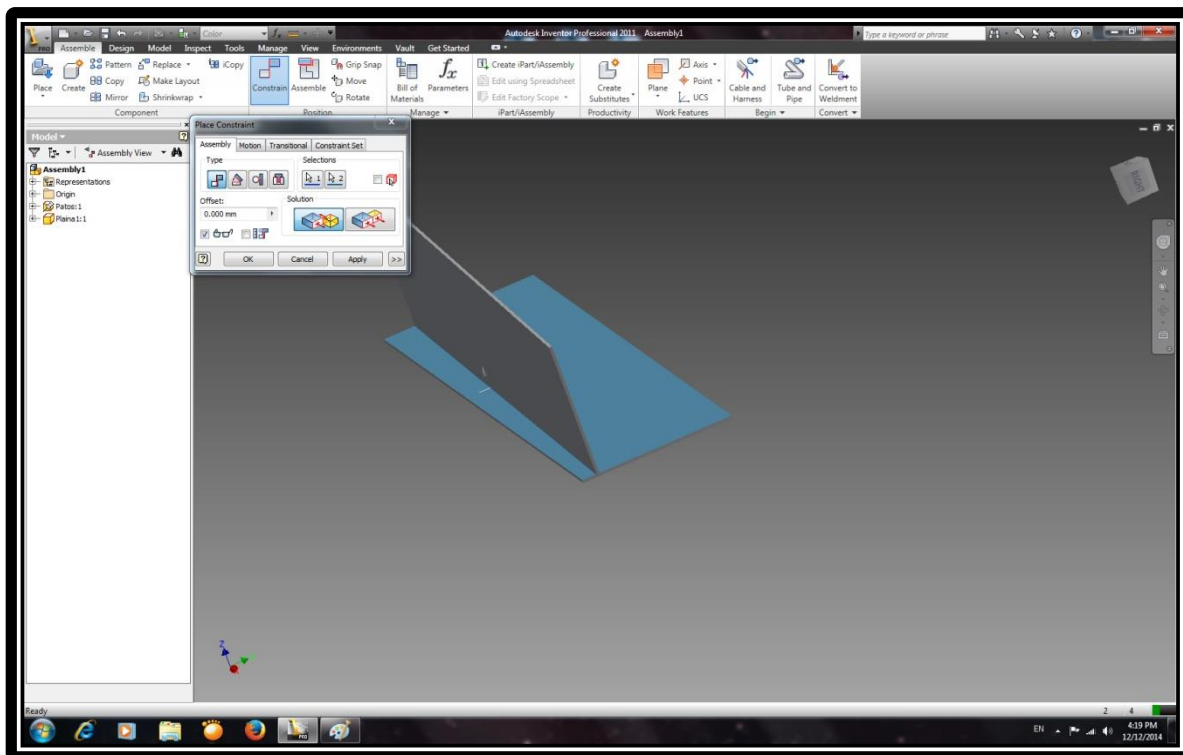
Εικόνα 3.50 Ένωση πλαϊνού τοιχώματος με πάτο.

Από την σειρά εντολών που εκτελέσαμε παραπάνω, διαλέγουμε την πάνω επιφάνεια του πάτου της δεξαμενής (5) και πατάμε Apply για να ολοκληρωθεί η διαδικασία ένωσης των δύο κομματιών μας.



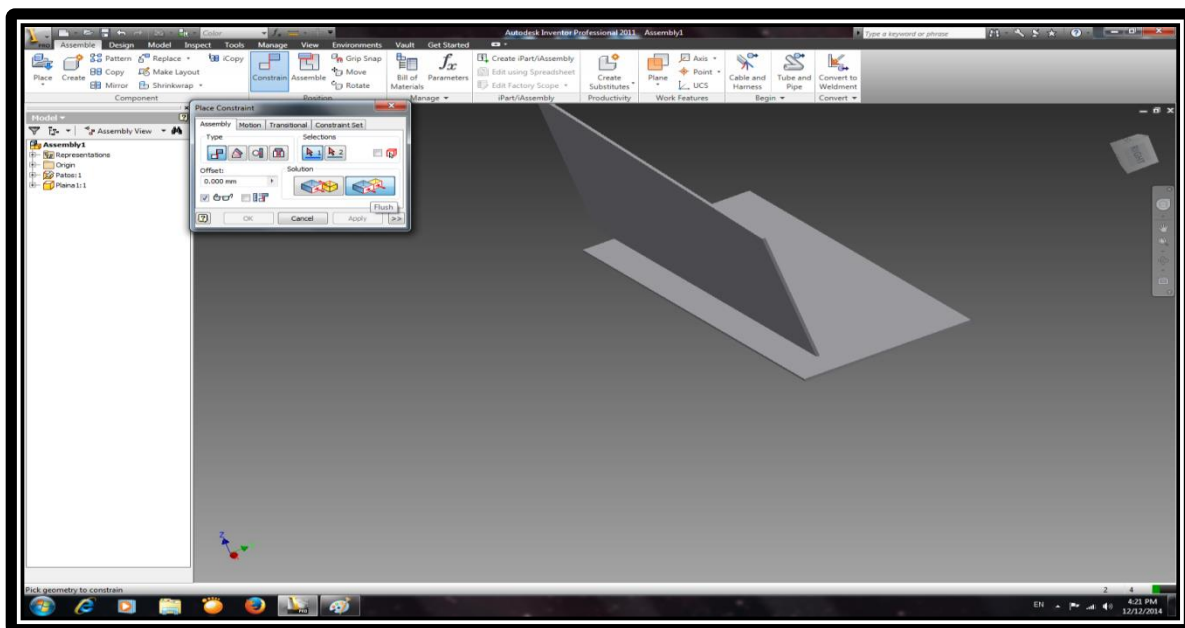
Εικόνα 3.51 Ολοκλήρωση συναρμολόγησης.

Παρατηρούμε ότι τα δύο ενωμένα κομμάτια μας δεν είναι ευθυγραμμισμένα μεταξύ τους (εικόνα 3.52). Με την επιλογή κατάλληλου εργαλείου μπορούμε να τα ευθυγραμμίσουμε. Το ρόλο αυτό αναλαμβάνει η επιλογή Flush από το παράθυρο του Constrain όπου μπορούμε να ευθυγραμμίσουμε τα κομμάτια σωστά.



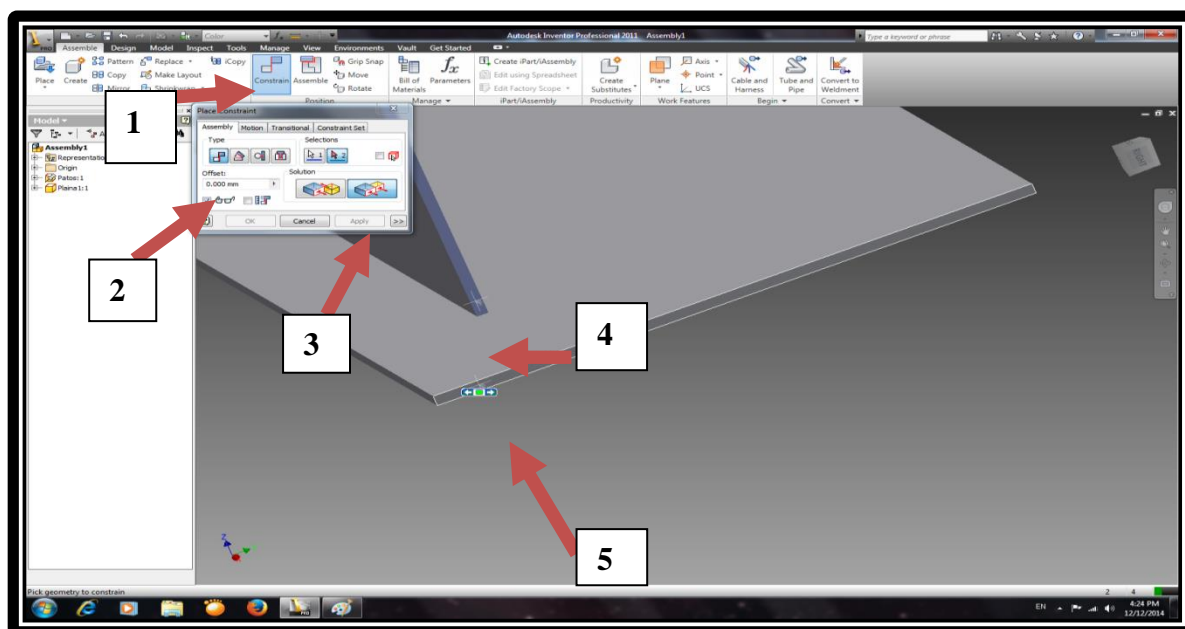
Εικόνα 3.52 Όψη μη-ευθυγραμμισμένων τεμαχίων.

Στην εικόνα 3.52 διακρίνουμε το ένα πλαϊνό τοίχωμα με τον πάτο να μην είναι ευθυγραμμισμένα μεταξύ τους ακόμα, γεγονός που απαιτεί την επαναχρησιμοποίηση της Flush.



Εικόνα 3.53 Ευθυγράμμιση.

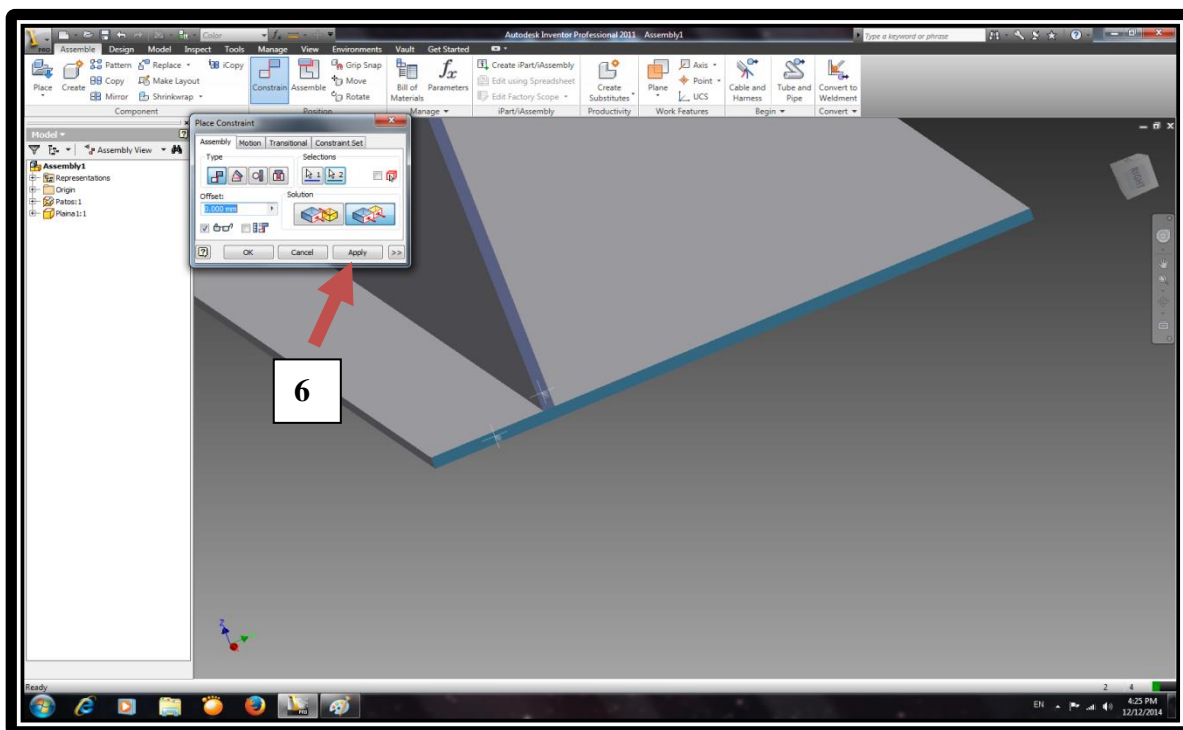
Ανοίγοντας από την γραμμή εργαλείων την επιλογή Constrain και εμφανίζεται το παράθυρο με τους παραμέτρους για συναρμολόγηση.



Εικόνα 3.54 Ευθυγράμμιση.

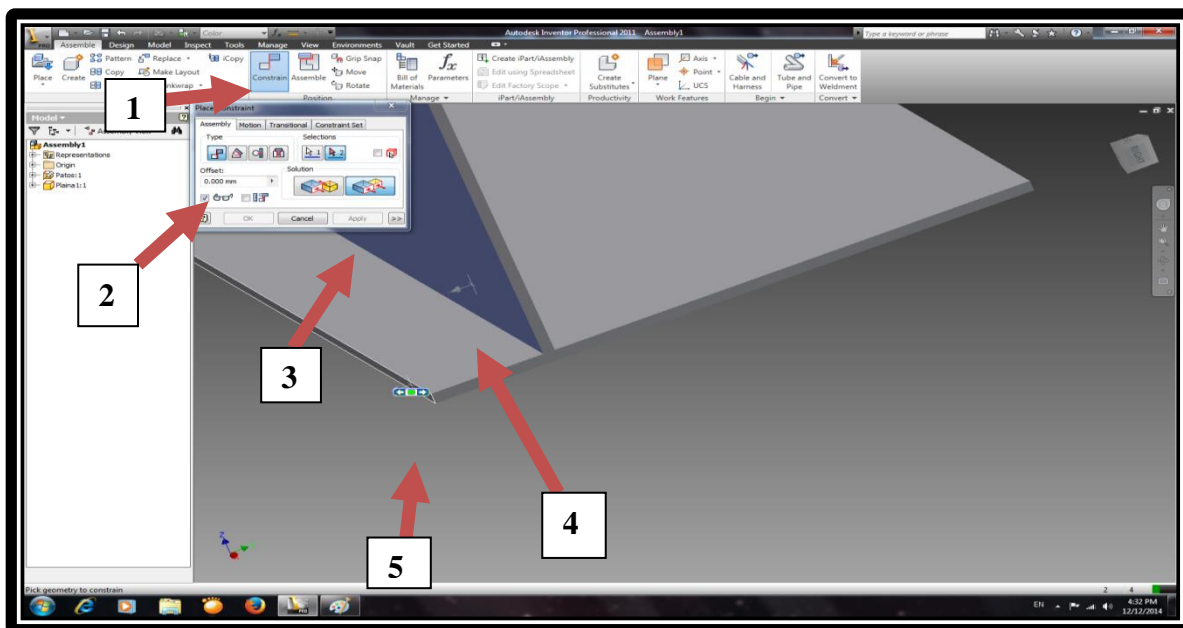
Επιλέγουμε ξανά την επιλογή Constrain από την γραμμή εργαλείων μας (1) και ανοίγεται το

παράθυρο συναρμολόγησης με τους παραμέτρους του. Διαλέγουμε την πρώτη από τις τέσσερις επιλογές (2). Στη συνέχεια αλλάζουμε την προεπιλογή από Constrain σε επιλογή Flush (3). Επιλέγουμε τις επιφάνειες που θέλουμε να ευθυγραμμίσουμε μεταξύ τους (4 και 5).



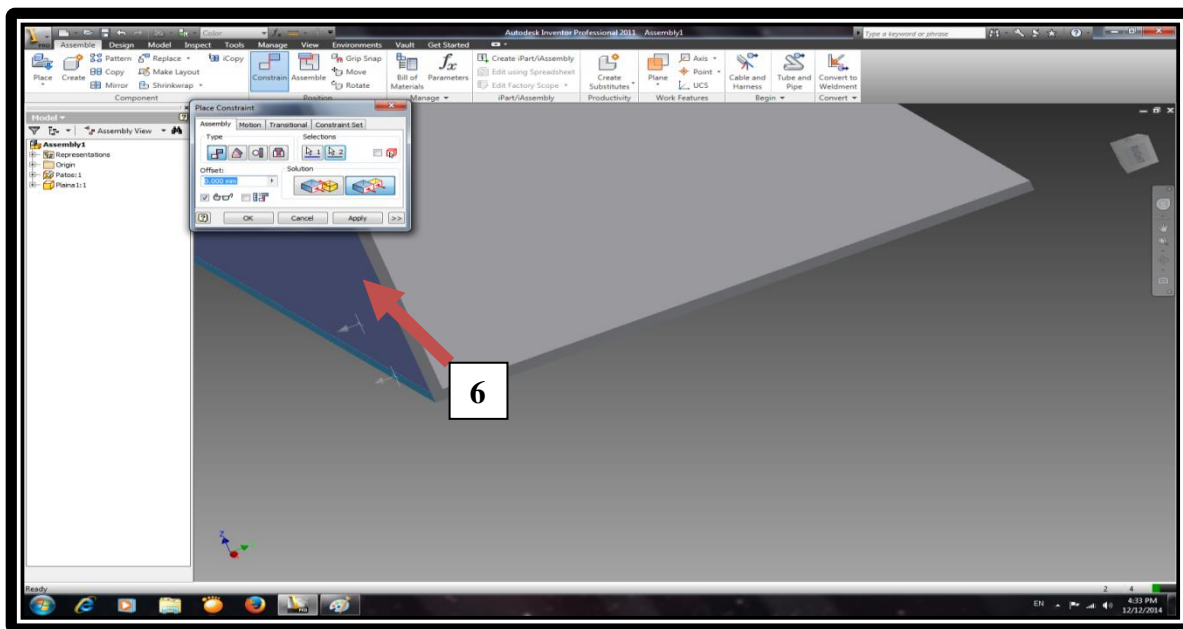
Εικόνα 3.55 Ευθυγράμμιση τεμαχίων.

Ολοκληρώνουμε την διαδικασία ευθυγράμμισης πατώντας την επιλογή Apply (6) και παρατηρούμε την σωστή τοποθέτηση των κομματιών ως προς τις δύο προσόψεις. Σειρά έχει η ευθυγράμμιση του πλαϊνού τμήματος με την άκρη του πάτου, γεγονός που απαιτεί την επαναχρησιμοποίηση της Flush (εικόνα 3.56)



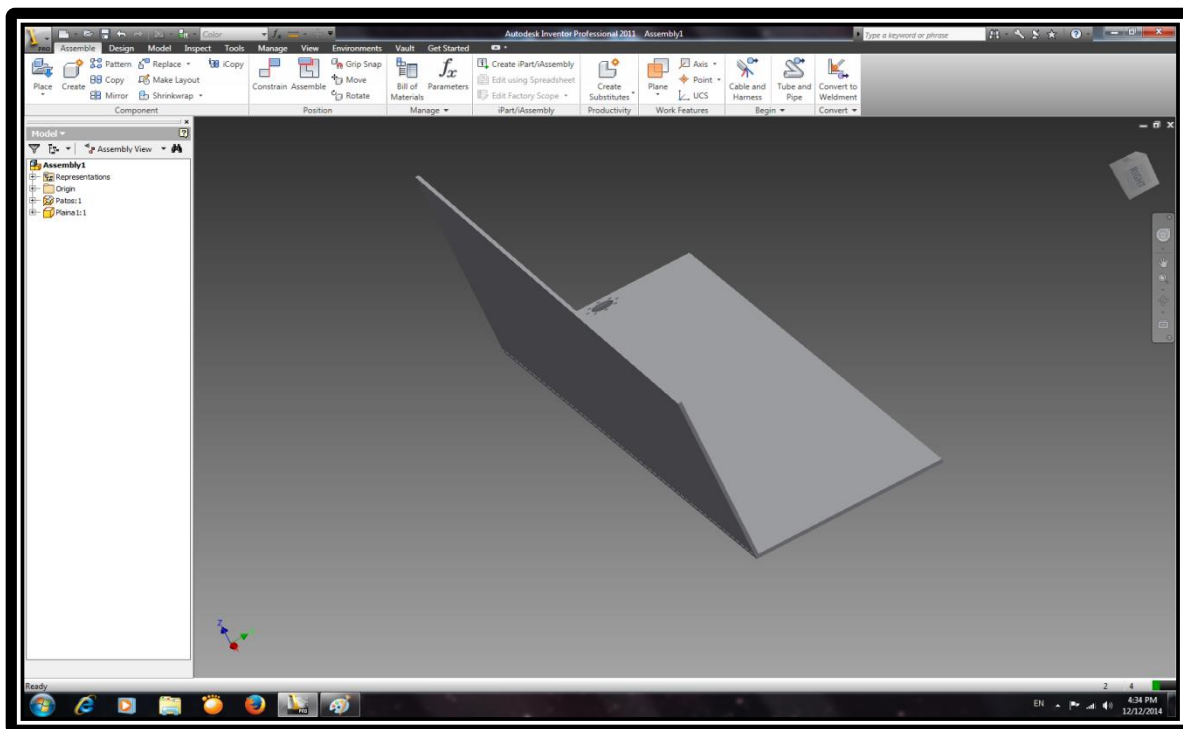
Εικόνα 3.56 Ευθυγράμμιση πλαινών.

Διαλέγουμε την επιλογή Constrain και ανοίγουμε το παράθυρο με τους παραμέτρους συναρμολόγησης (1). Διαλέγουμε την πρώτη επιλογή (2) και πατάμε την επιλογή για Flush (3). Πατάμε πάνω στην επιφάνεια του πλαινού τοιχώματος (4) και την πλαινή άκρη του πάτου (5).



Εικόνα 3.57 Ολοκληρωμένη συναρμολόγηση των πρώτων κομματιών.

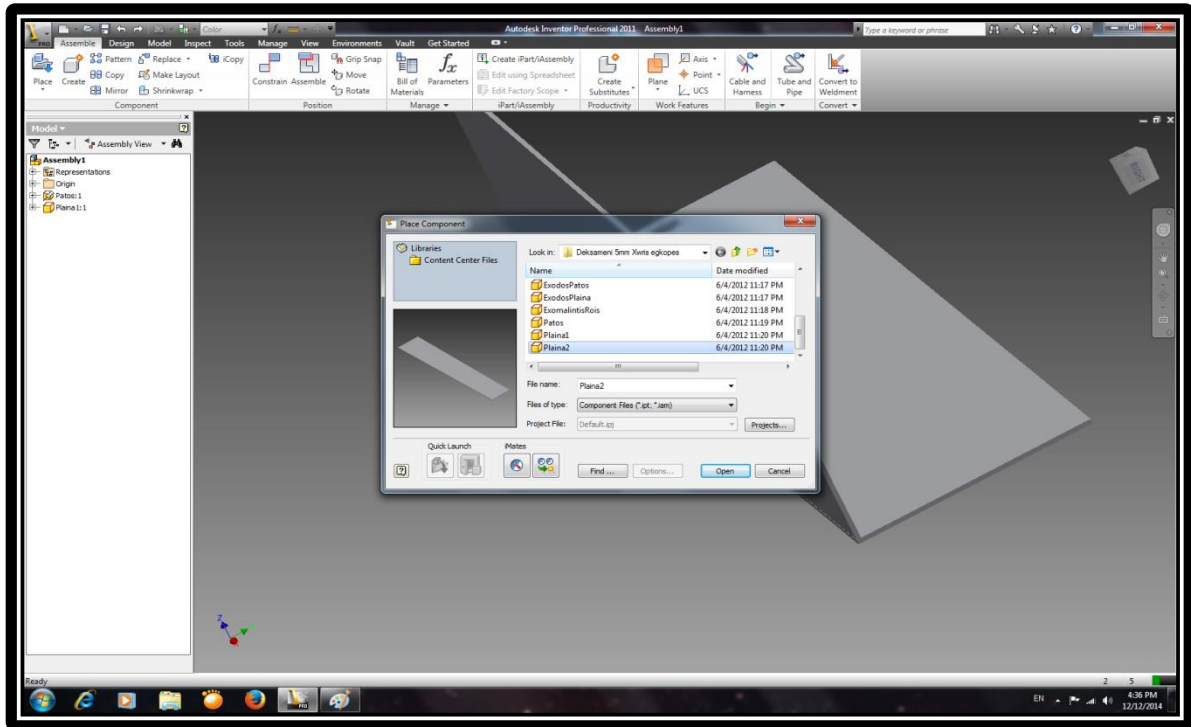
Ολοκληρώνουμε την διαδικασία ευθυγράμμισης με την επιλογή Apply (6) και έρχονται τα δύο κομμάτια στη σωστή τους θέση.



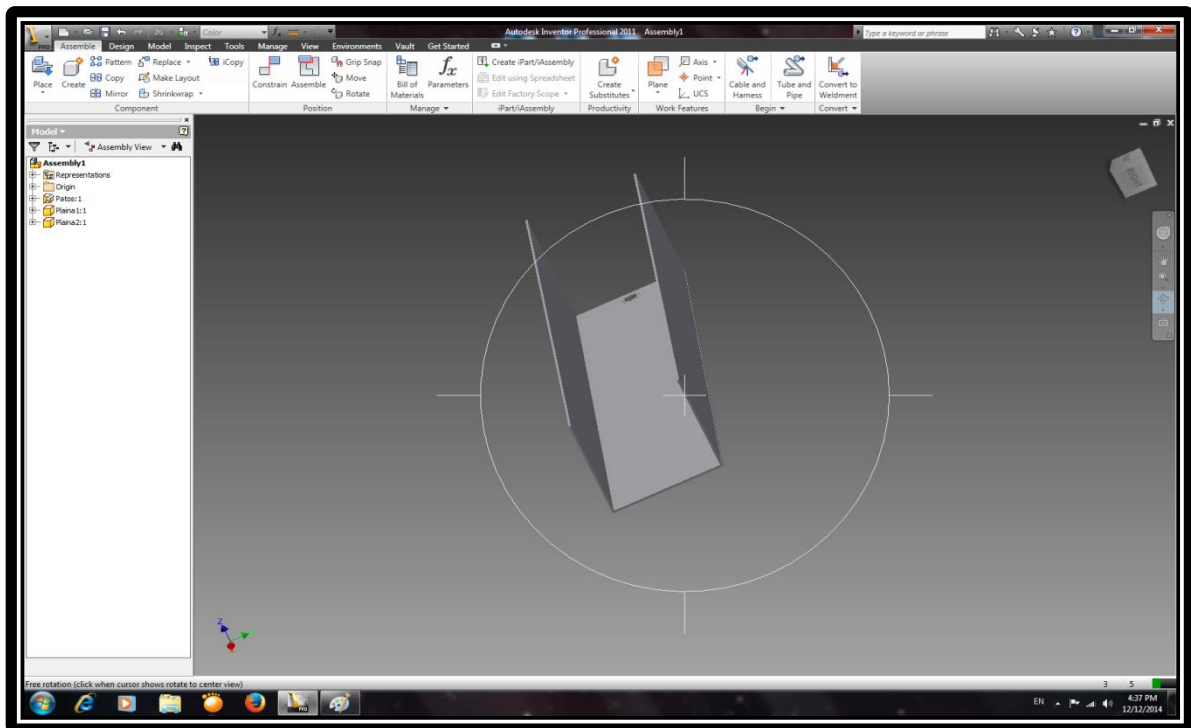
Εικόνα 3.58 Τελική όψη συναρμολόγησης.

Στην εικόνα 3.58 παρατηρούμε ολοκληρωμένο το πρώτο πλαϊνό τοίχωμα της δεξαμενής. Συνεχίζουμε τη διαδικασία συναρμολόγησης των υπόλοιπων κομματιών, μέχρι την ολοκλήρωση της κατασκευής.

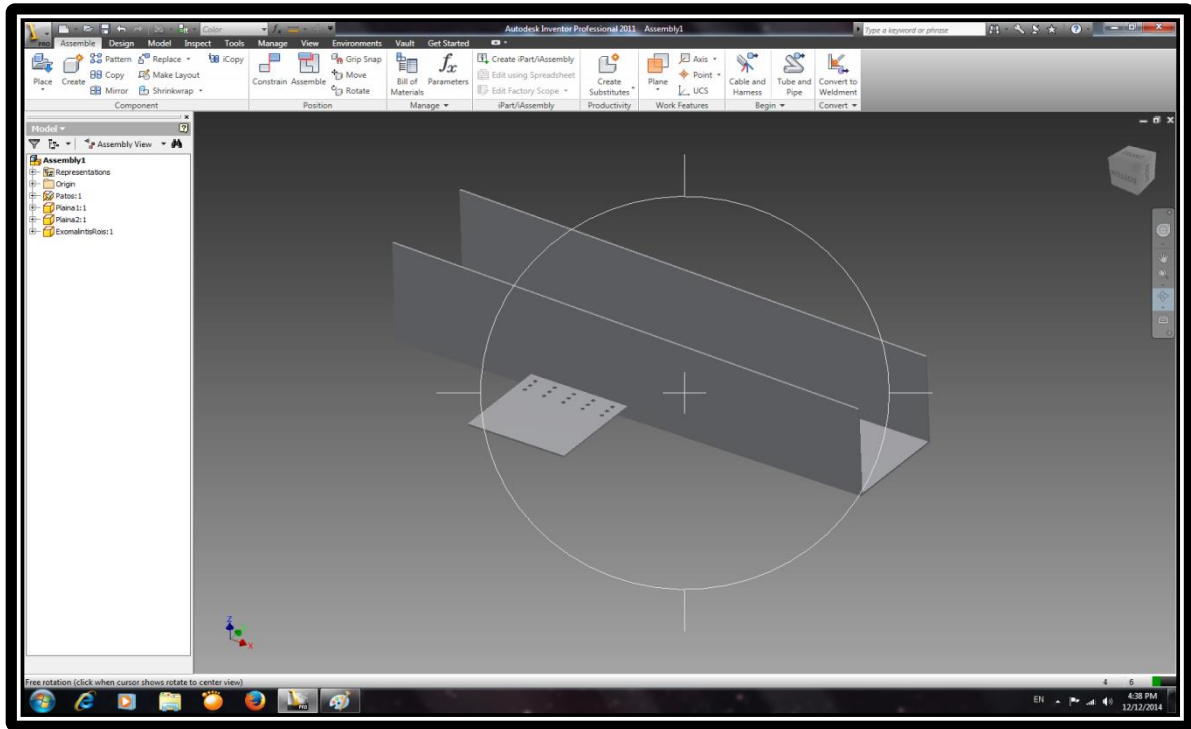
Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία συναρμολογούμε και τα υπόλοιπα κομμάτια της δεξαμενής. Στις εικόνες 3.59-3.69 παρουσιάζονται σταδιακά οι προσαρμογές και ενώσεις όλων των τεμαχίων και τέλος στην εικόνα 3.70 το τελικό συναρμολόγημα.



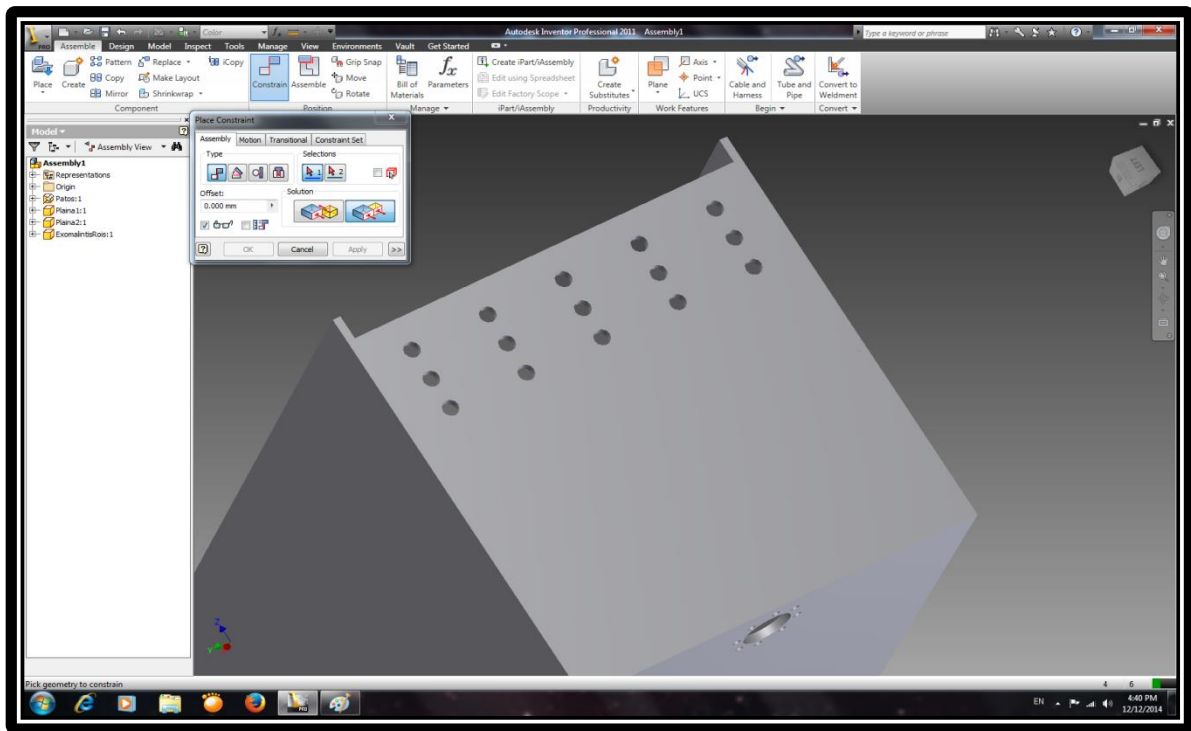
Εικόνα 3.59 Εισαγωγή και συναρμολόγηση δεύτερου πλαϊνού τοιχώματος.



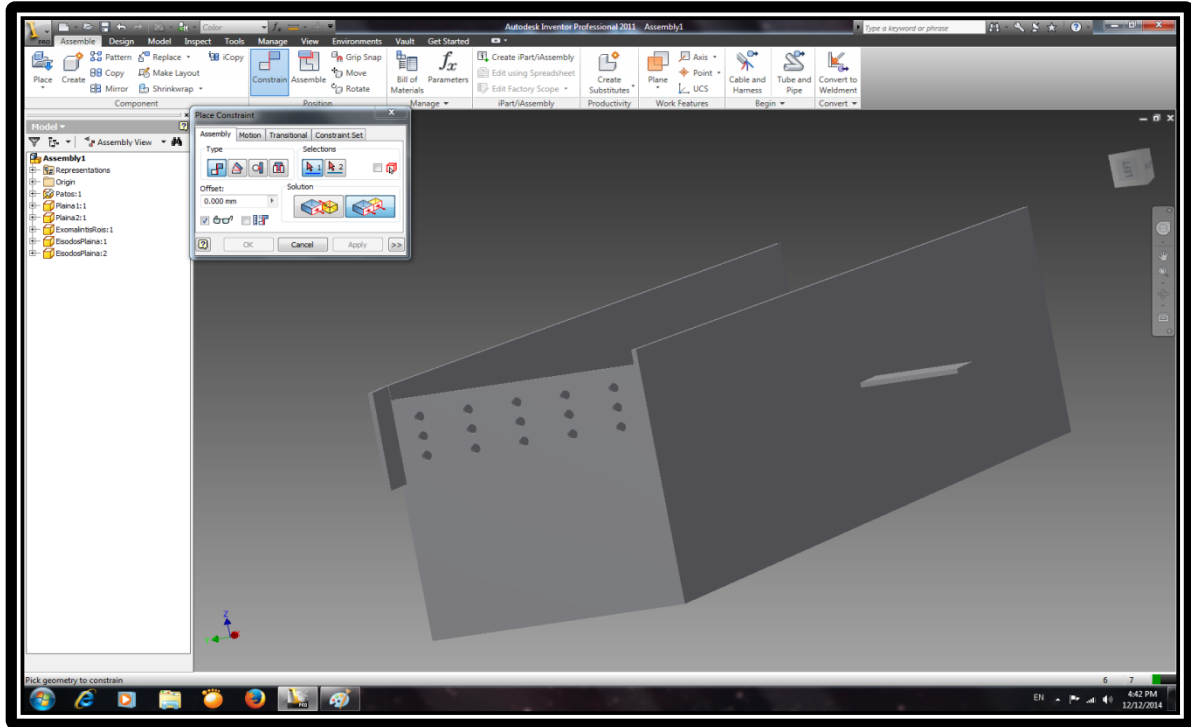
Εικόνα 3.60 Τελική όψη συναρμολόγησης δεύτερου τοιχώματος.



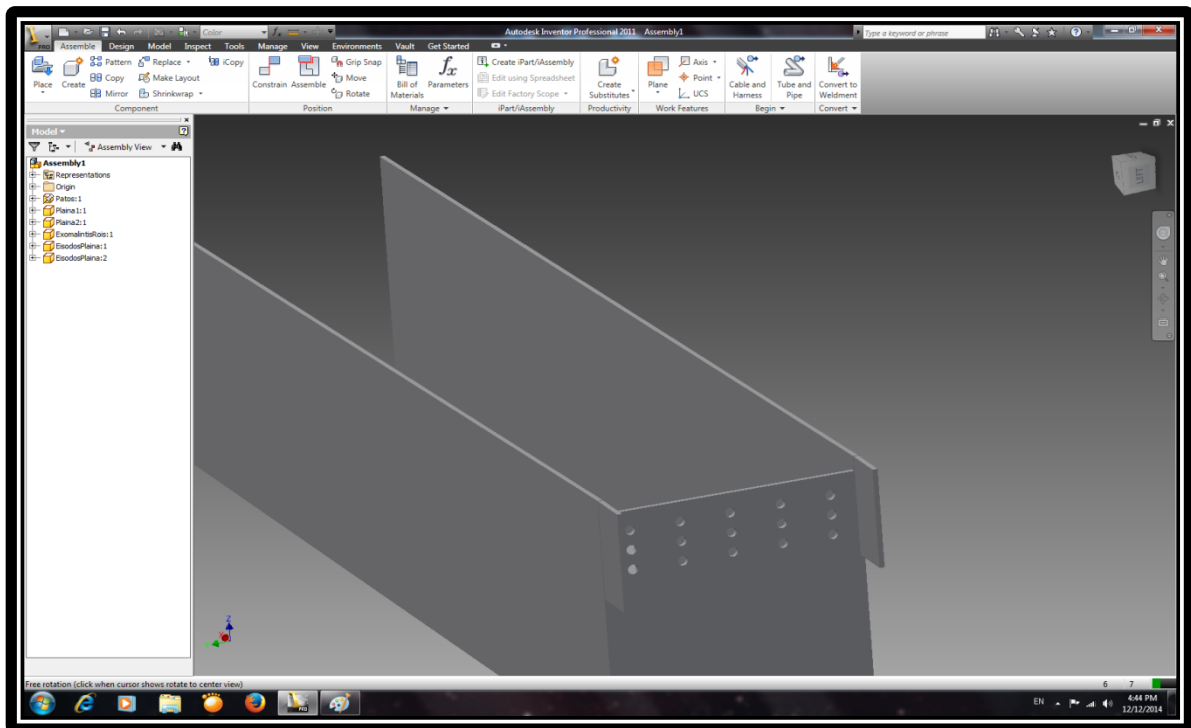
Εικόνα 3.61 Εισαγωγή και συναρμολόγηση εξομαλυντή ροής.



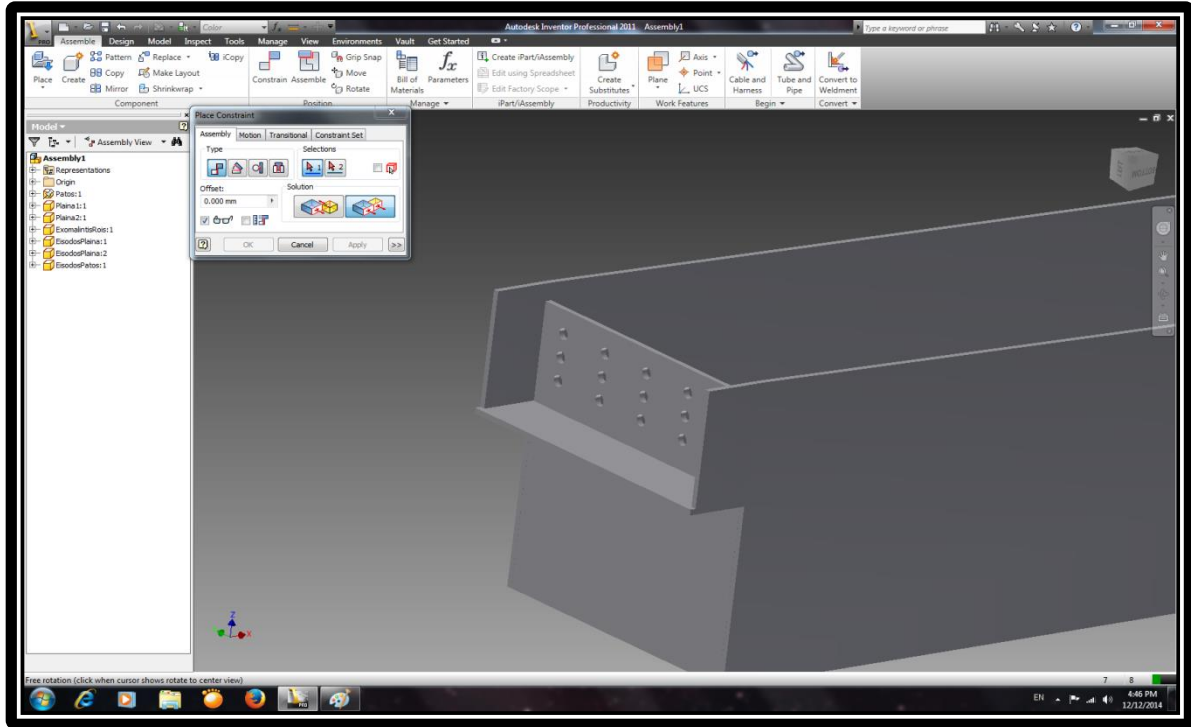
Εικόνα 3.62 Τελική όψη εξομαλυντή ροής.



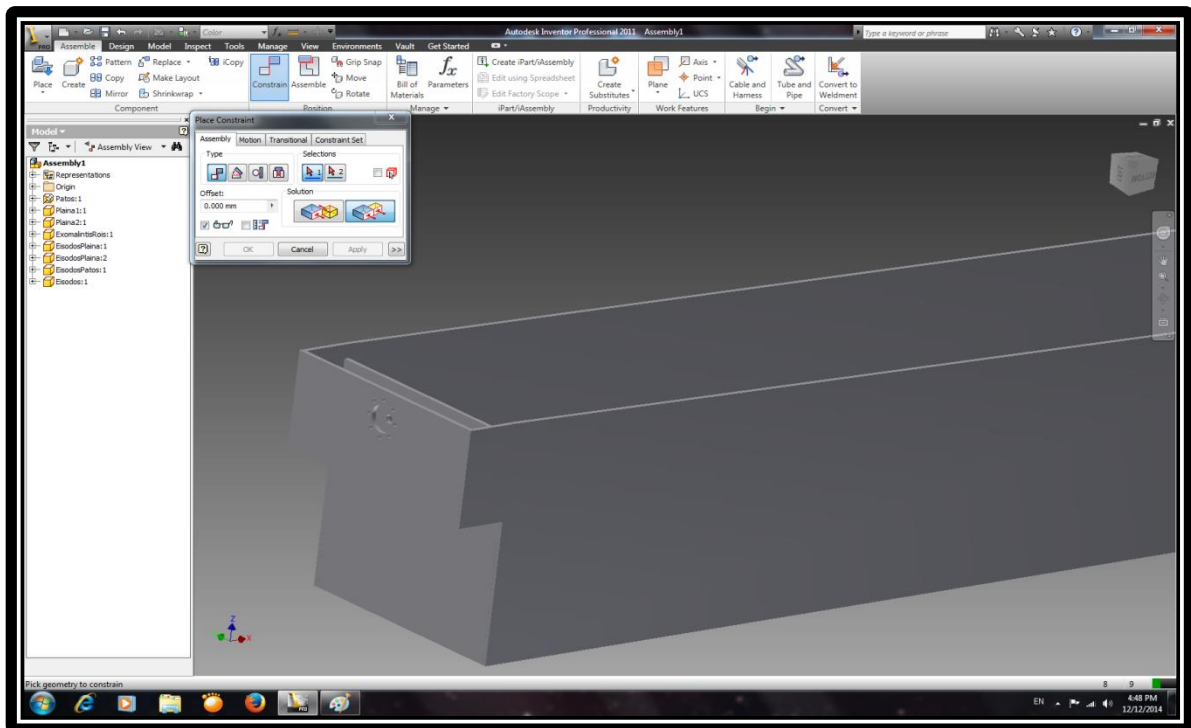
Εικόνα 3.63 Εισαγωγή δύο πλαϊνών τοιχωμάτων εισόδου.



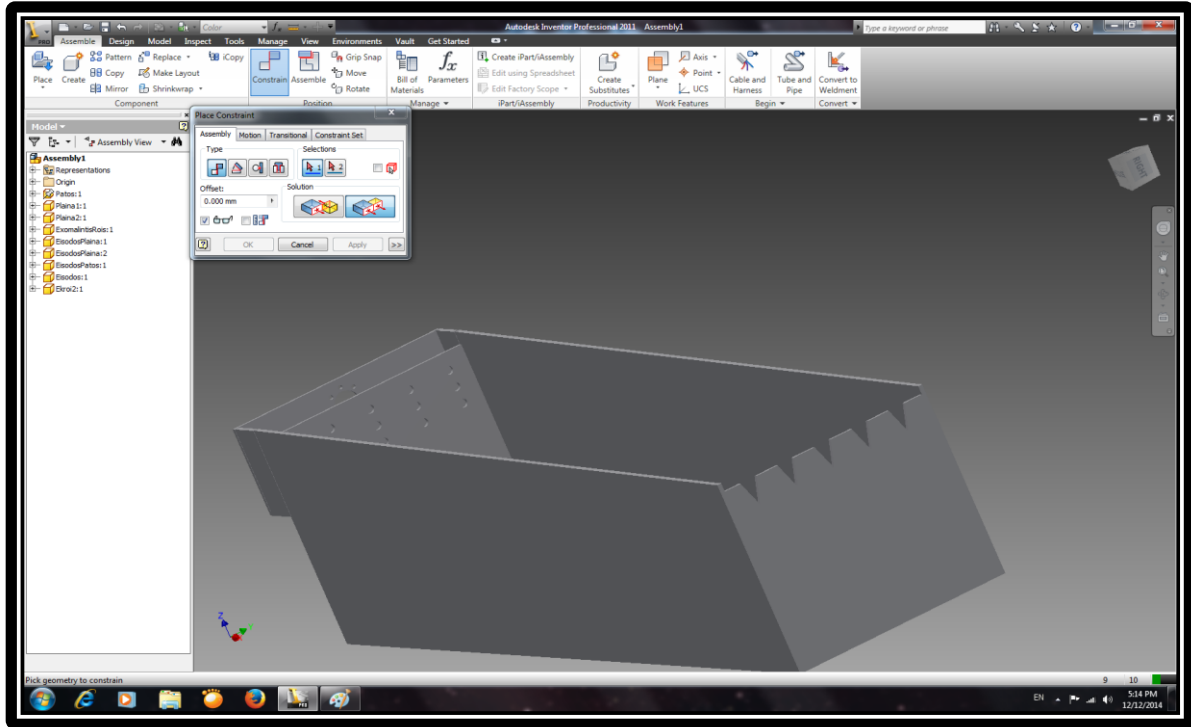
Εικόνα 3.64 Τελική όψη των δύο πλαϊνών τοιχωμάτων εισόδου.



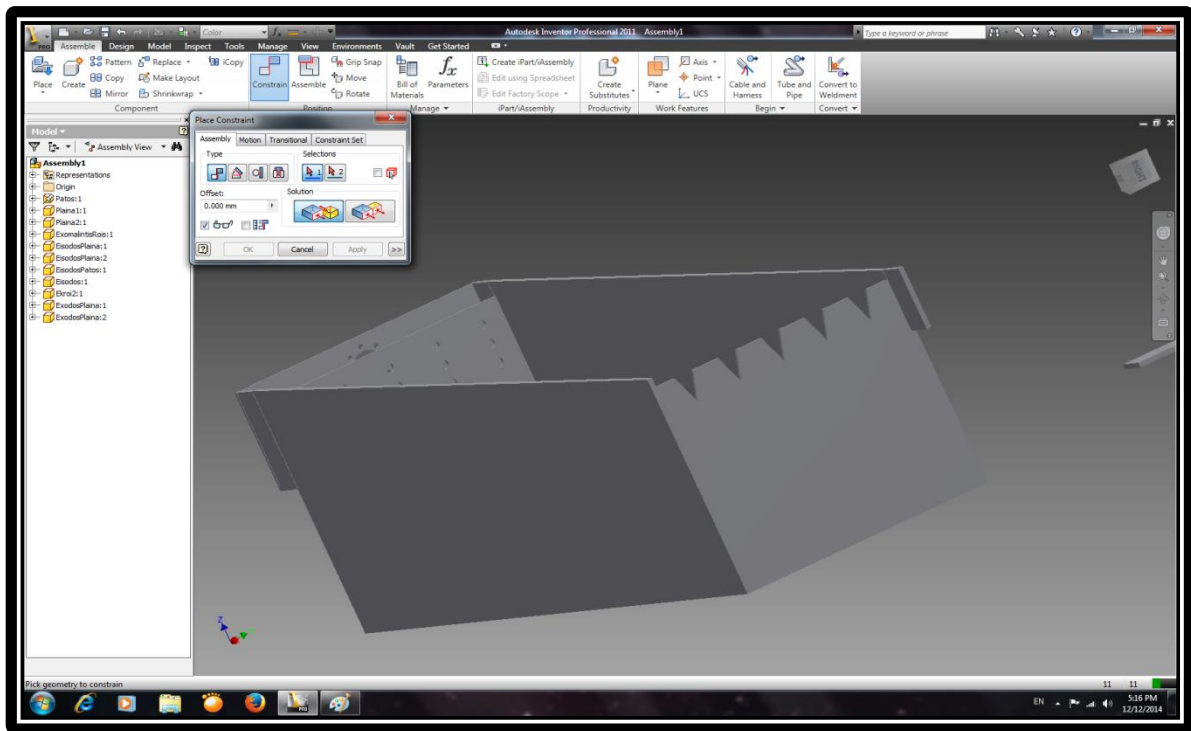
Εικόνα 3.65 Τελική όψη πάτου εισόδου.



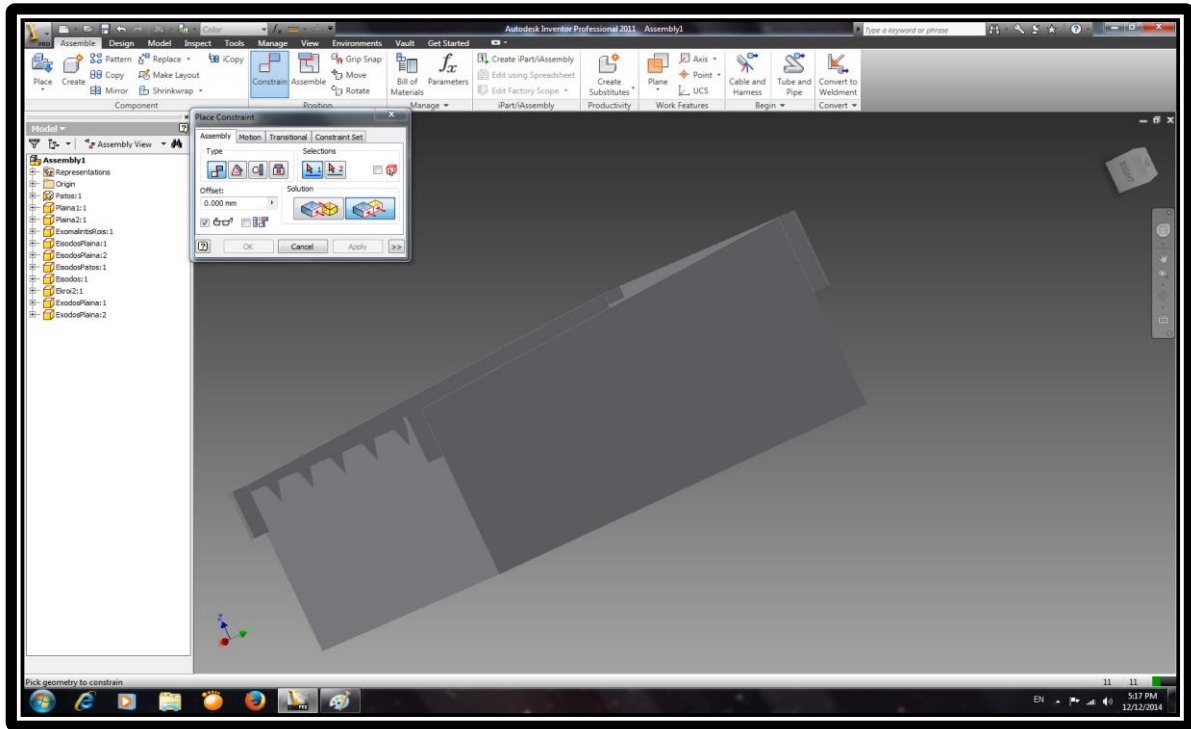
Εικόνα 3.66 Τελική όψη συνδεσμολογίας εισόδου.



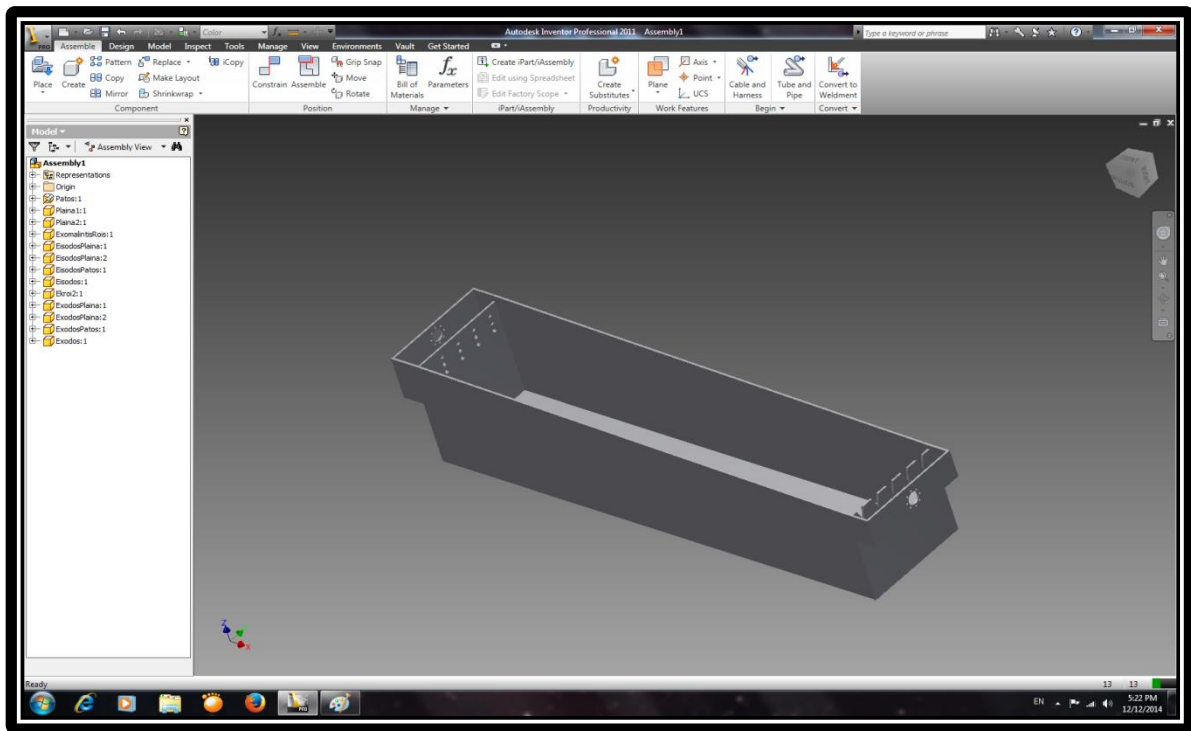
Εικόνα 3.67 Τελική όψη εξόδου εκροής.



Εικόνα 3.68 Τελική όψη πλαϊνών τοιχωμάτων εξόδου.



Εικόνα 3.69 Συναρμολόγηση πλάτου.

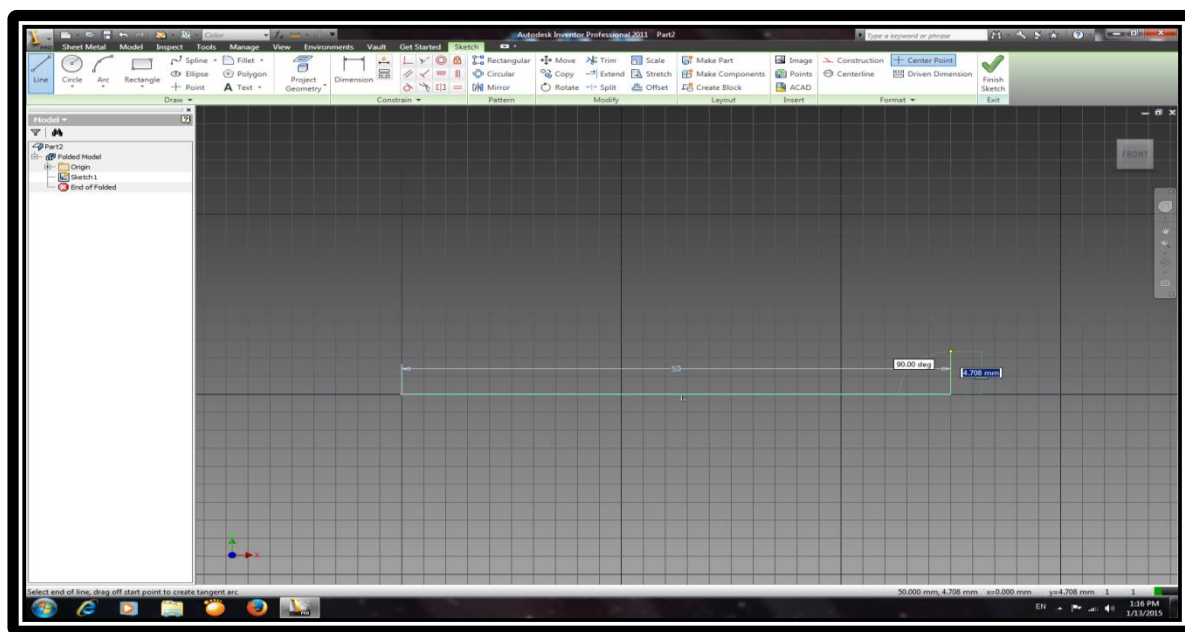


Εικόνα 3.70 Όψη δεξαμενής σε ολοκληρωμένη τρισδιάστατη μορφή.

Με την συναρμολόγηση όλων των κομματιών που αποτελούν την δεξαμενή καθίζησης, μπορούμε να διακρίνουμε την εικονική της μορφή. Ελέγχουμε όλες τις ενώσεις μας για κενά ή ατέλειες και κάνουμε την απαραίτητη επιδιόρθωση όπου χρειάζεται, ολοκληρώνοντας έτσι την 3D κατασκευή στο CAD.

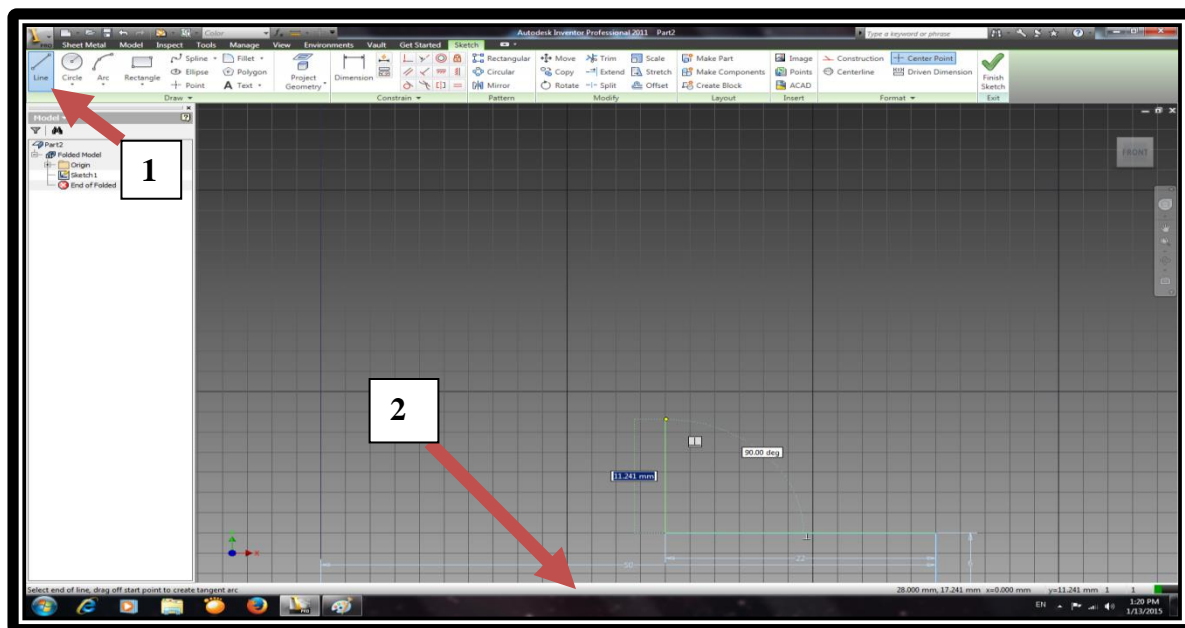
3.4 Σχεδιασμός βάσης στήριξης δεξαμενής

Μετά το τέλος της συναρμολόγησης της δεξαμενής καθίζησης, ακολουθεί ο σχεδιασμός βάσης στήριξης που θα τοποθετηθεί η δεξαμενή. Επειδή έχουμε να κάνουμε με μεγάλο όγκο νερού, επιλέχθηκαν για στήριξη και μεγάλη αντοχή σιδερένιοι δοκοί με τους οποίους θα κατασκευαστεί η βάση. Πρώτα ξεκινάμε με τον 2D σχεδιασμό της βάσης με χρήση του λογισμικού της Autodesk. Ακολουθούμε τη φιλοσοφία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3.2.



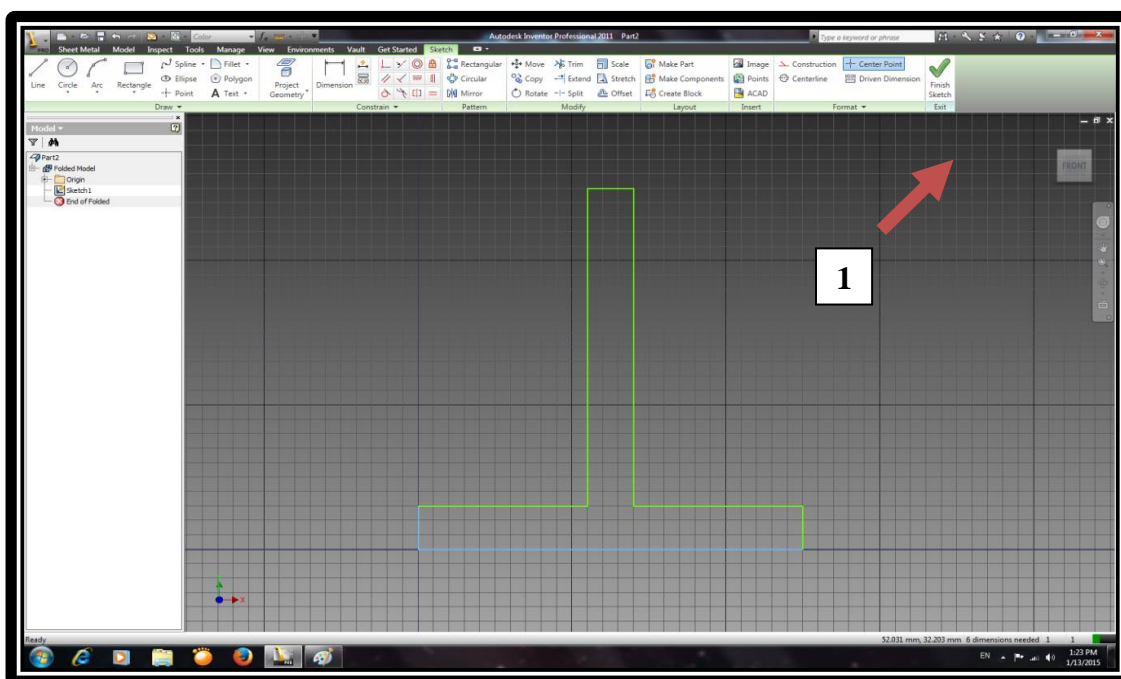
Εικόνα 3.71 Σχεδιασμός πρώτου κομματιού.

Ανοίγουμε το πρόγραμμα του Autodesk Inventor και επιλέγουμε την δημιουργία καινούργιου εξαρτήματος σε μονάδες metric και σε standard (mm) .ipt. Διαλέγουμε το πλάνο front και επιλέγουμε την επιλογή line από την γραμμή εργαλείων. Το πρώτο κομμάτι που θα σχεδιάσουμε είναι η κεντρική δοκός στήριξης της δεξαμενής.



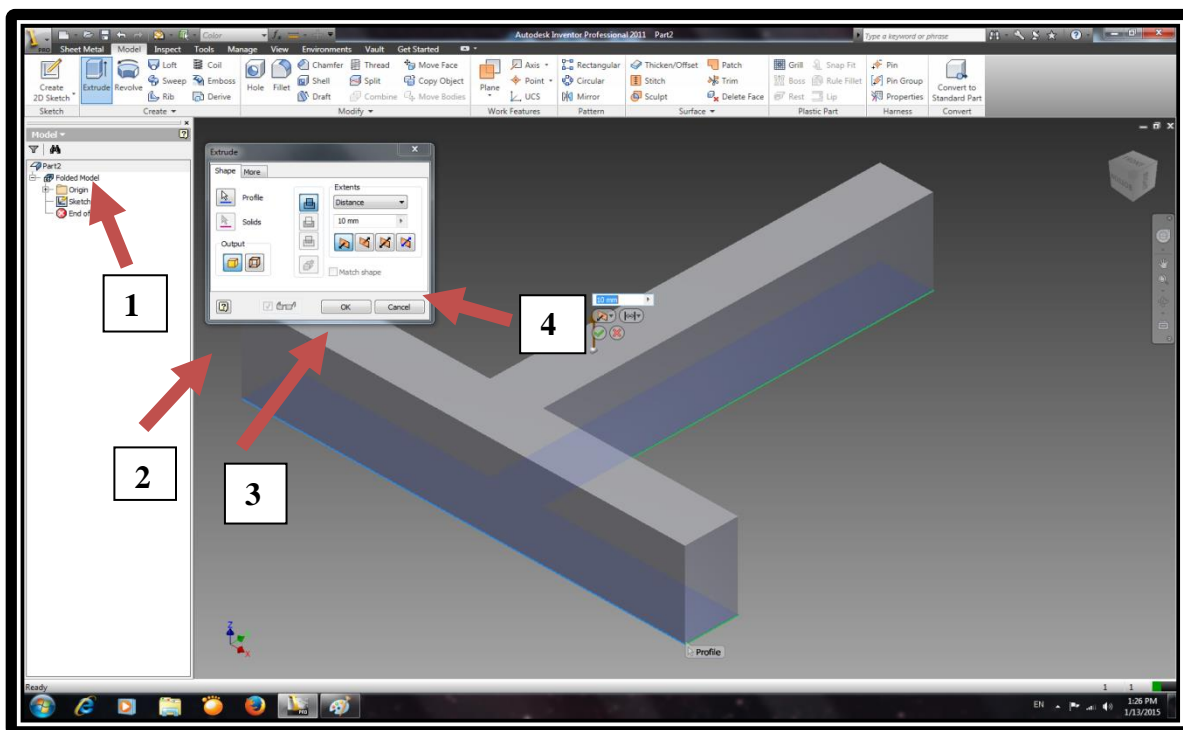
Εικόνα 3.72 Σχεδιασμός κεντρικού δοκού στήριξης.

Σχεδιάζουμε τον δοκό τύπου T χρησιμοποιώντας το περιβάλλον δυσδιάστατου σχεδιασμού επιλέγοντας την εντολή για γραμμική σχεδίαση (1). Η δοκός που θα χρησιμοποιήσουμε έχει 50mm ύψος, 50mm πλάτος και 6mm πάχος. Διαμορφώνουμε το σχήμα της δοκού και ολοκληρώνουμε τον δυσδιάστατο σχεδιασμό.



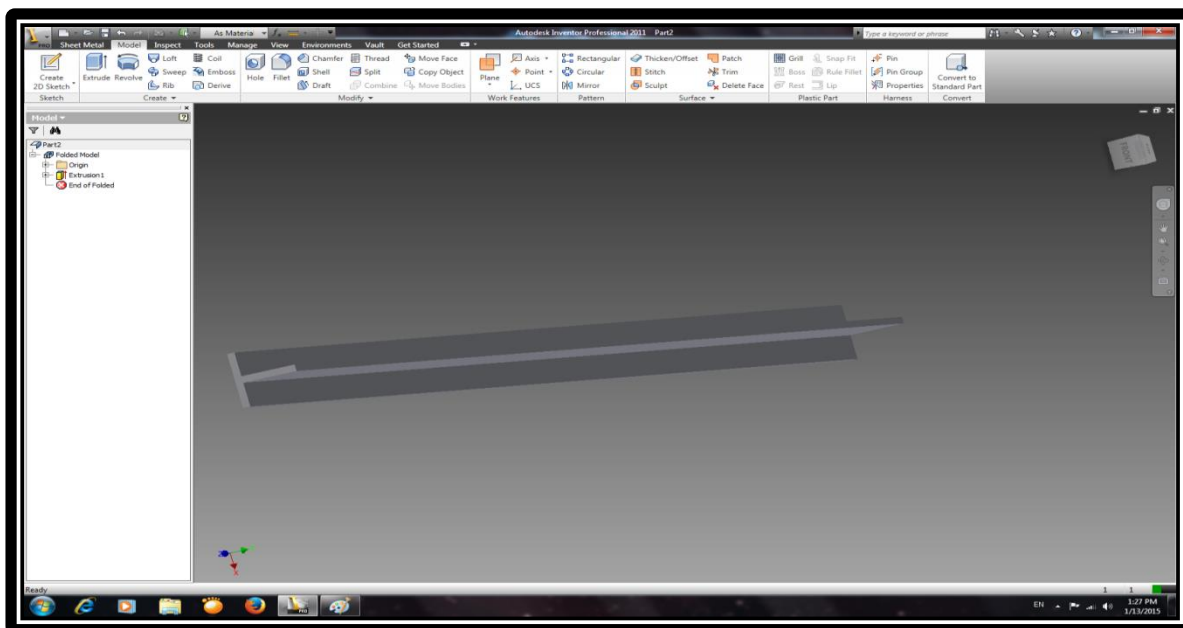
Εικόνα 3.73 Μεταφορά στο περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού.

Ολοκληρώνουμε το σχεδιασμό μας στο μέγεθος και σχήμα που θέλουμε πατώντας το Escape στο πληκτρολόγιο μας και αφαιρούμε τις διαστάσεις. Μετά την αφαίρεση των διαστάσεων, περνάμε στο περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού πατώντας την επιλογή FinishSketch (1).



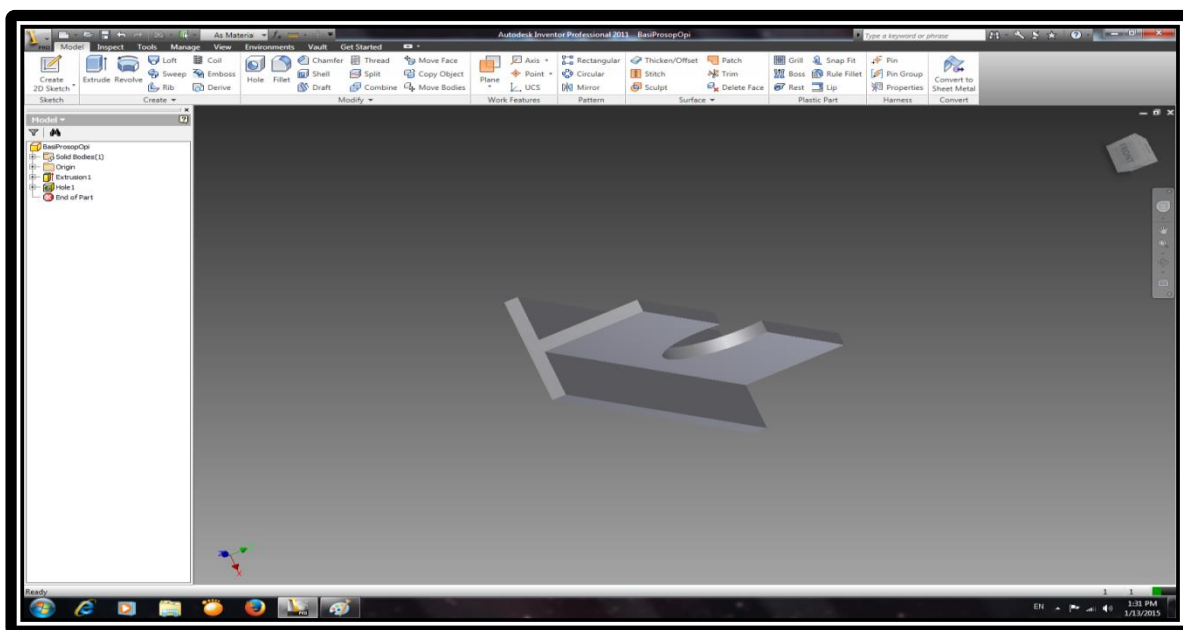
Εικόνα 3.74 Σχεδιασμός δοκού τύπου T σε περιβάλλον 3D.

Στην εικόνα 3.74 διακρίνουμε το περιβάλλον τρισδιάστατου σχεδιασμού όπου μπορούμε να μετατρέψουμε το δοκό τύπου T που σχεδιάσαμε από 2D σε 3D. Επιλέγουμε από την γραμμή εργαλείων την εντολή Extrude(1) και αφήνουμε την προεπιλογή για συμπαγές απόδοση πάχους (2). Πατάμε την πρώτη επιλογή από τις τέσσερις για απόδοση πάχους με χρήση επιφάνειας (3). Τέλος αλλάζουμε τις διαστάσεις από 10mm σε 1150mm. Τελειώνουμε τον σχεδιασμό μας με την επιλογή OK.



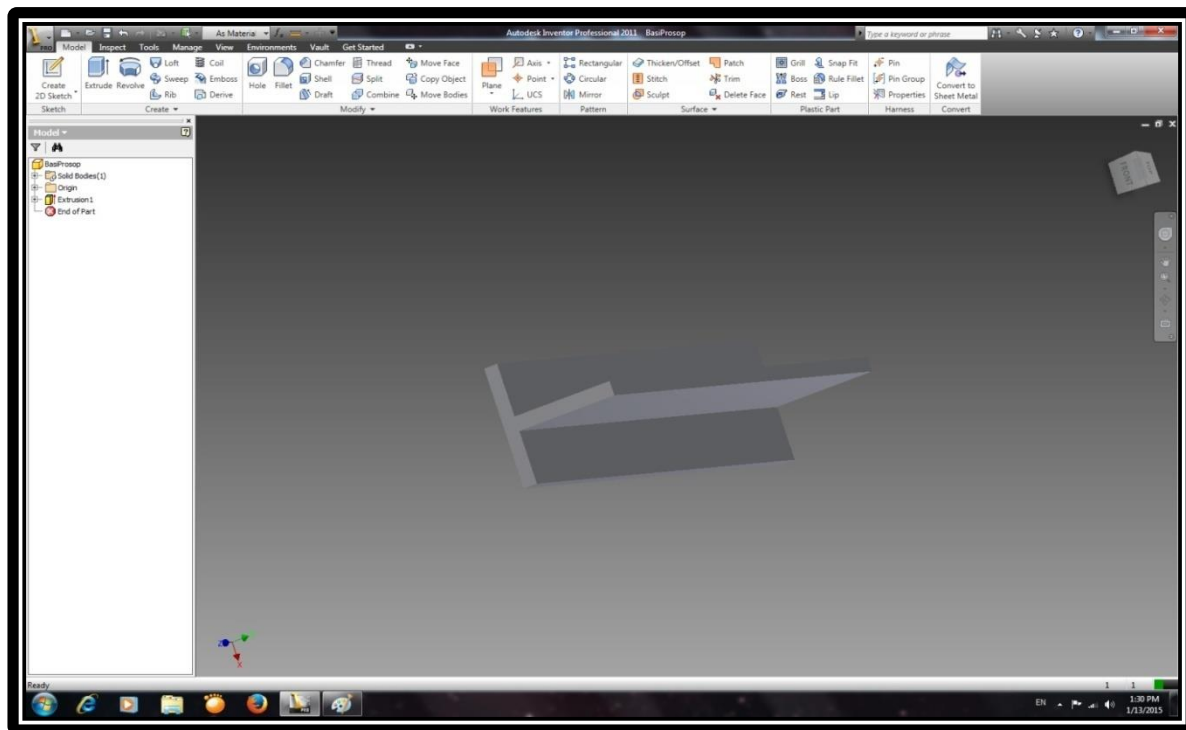
Εικόνα 3.75 Ολοκλήρωση σχεδιασμού δοκού τύπου T.

Αφού ολοκληρώσουμε το τρισδιάστατου σχεδιασμού του δοκού τύπου T, βλέπουμε την βέργα μας με διαστάσεις 1150mm μήκους, 50mm πλάτος, 50mm ύψος και 6mm πάχος. Με ακριβώς την ίδια διαδικασία, θα σχεδιάσουμε όλα τα υπόλοιπα κομμάτια που αποτελούν την βάση στήριξης μας.



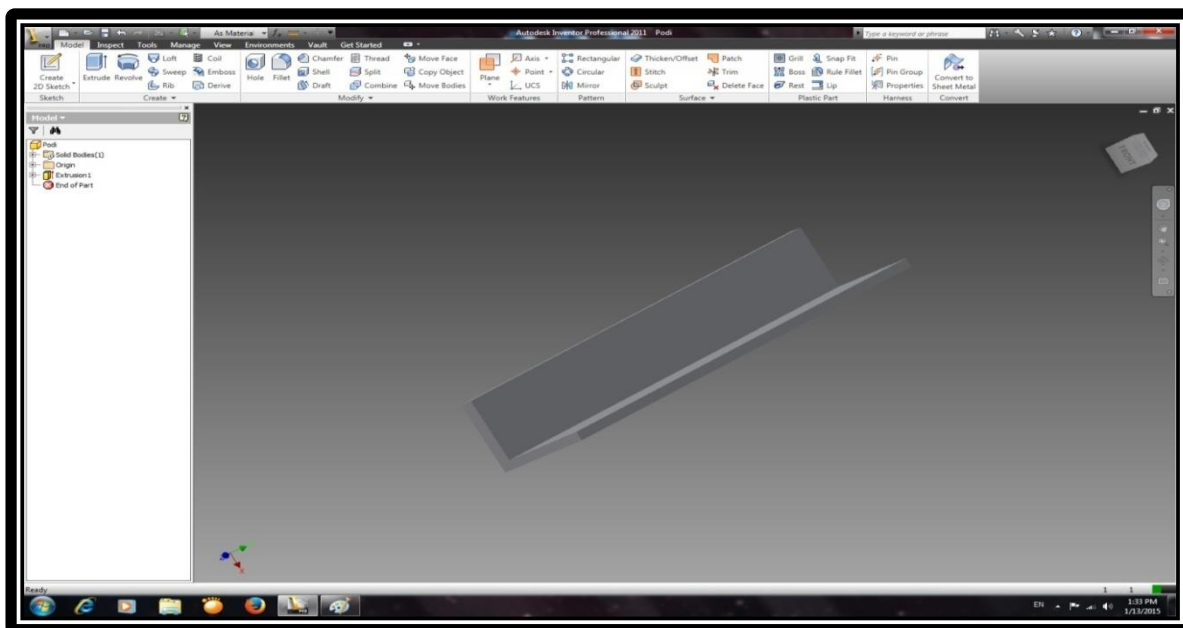
Εικόνα 3.76 Πρόσθια βάση στήριξης με δοκό τύπου T.

Στην εικόνα 3.76 διακρίνουμε την μπροστινή βάση στήριξης για την δεξαμενή μας φτιαγμένο από δοκό τύπου T. Στο κέντρο του δοκού βλέπουμε την οπή από όπου θα περάσει ο σωλήνας αφαίρεσης λυμάτων. Οι διαστάσεις του δοκού είναι 210mm πλάτος, 50mm ύψος, 50mm βάθος και 6mm πάχος.



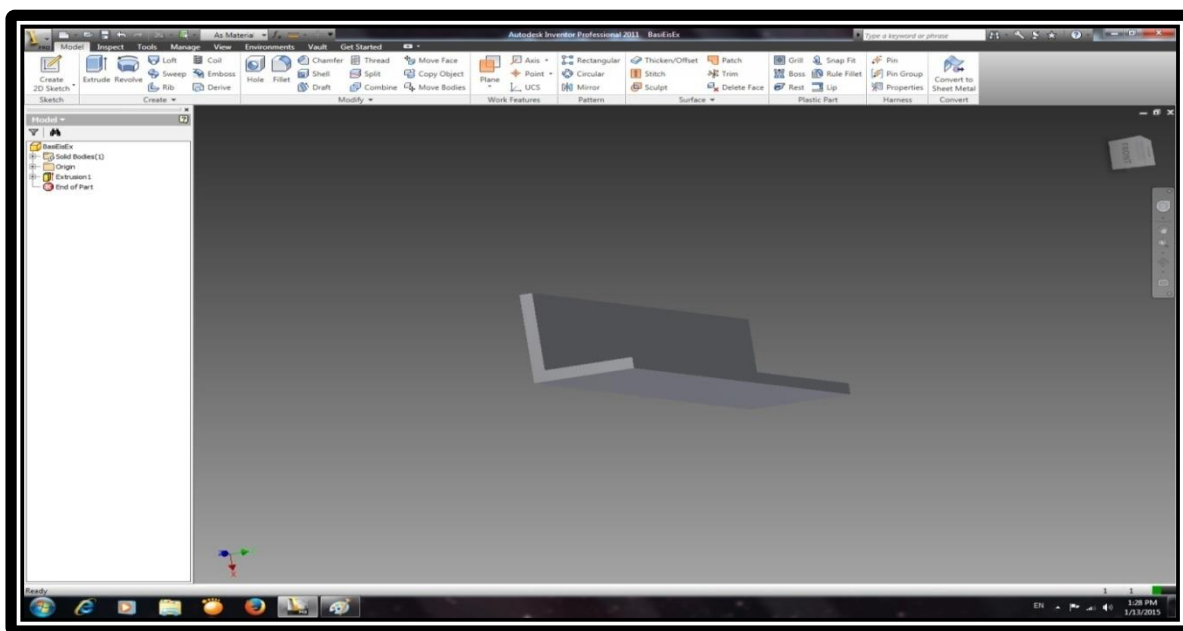
Εικόνα 3.77 Οπίσθια βάση στήριξης τύπου T.

Στην εικόνα 3.77 διακρίνουμε την οπίσθια βάση στήριξης με δοκό τύπου T. Οι διαστάσεις του δοκού είναι στα 210mm πλάτος, 50mm ύψος, 50mm βάθος και 6mm πάχος.



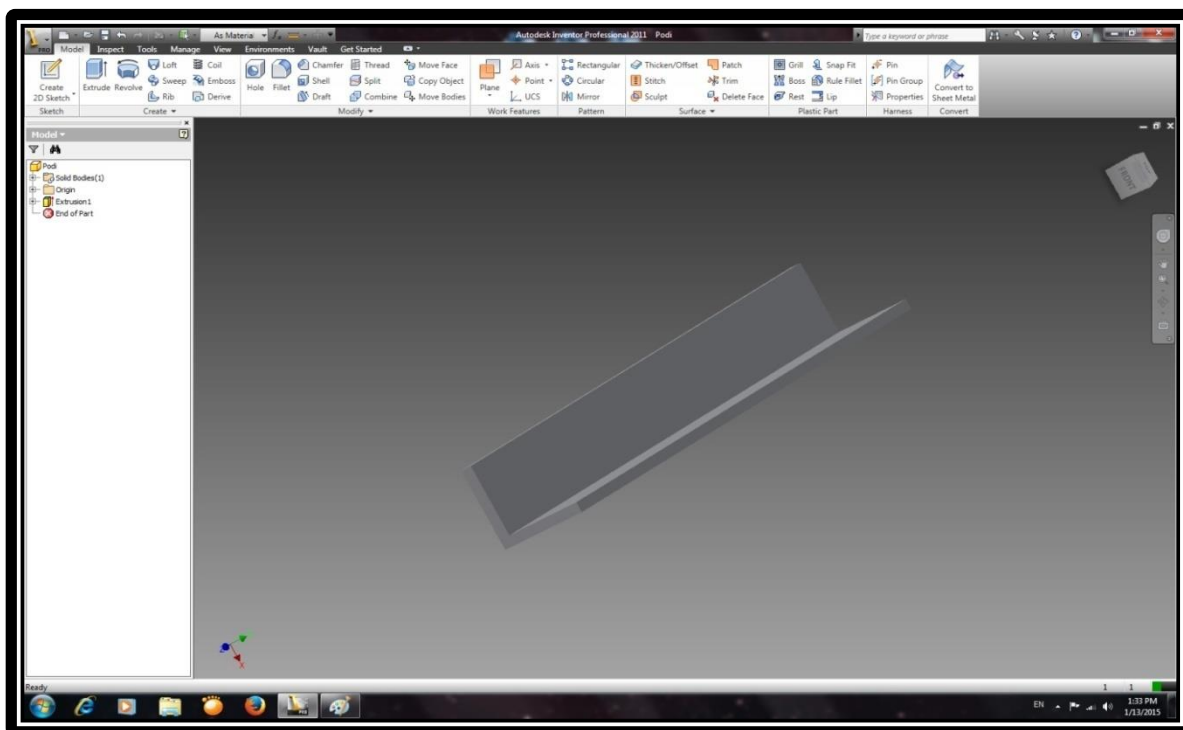
Εικόνα 3.78 Πόδι στήριξης βάσης.

Στην εικόνα 3.78 διακρίνουμε το πόδι στήριξης με το οποίο θα πατάει η βάση μας στο τραπέζι. Αποτελείται από σιδηροδοκό τύπου Γ με γενικές διαστάσεις 450mm ύψος, 50mm πλάτος και 5mm πάχος.



Εικόνα 3.79 Βάση στήριξης εσοχών εισόδου και εξόδου.

Στην εικόνα 3.79 διακρίνουμε μια βάση στήριξης φτιαγμένο με λάμα τύπου Γ το οποίο συγκρατεί τις εσοχές για την είσοδο και έξοδο της δεξαμενής. Οι διαστάσεις της είναι 210mm πλάτος, 50mm ύψος και 5mm πάχος.



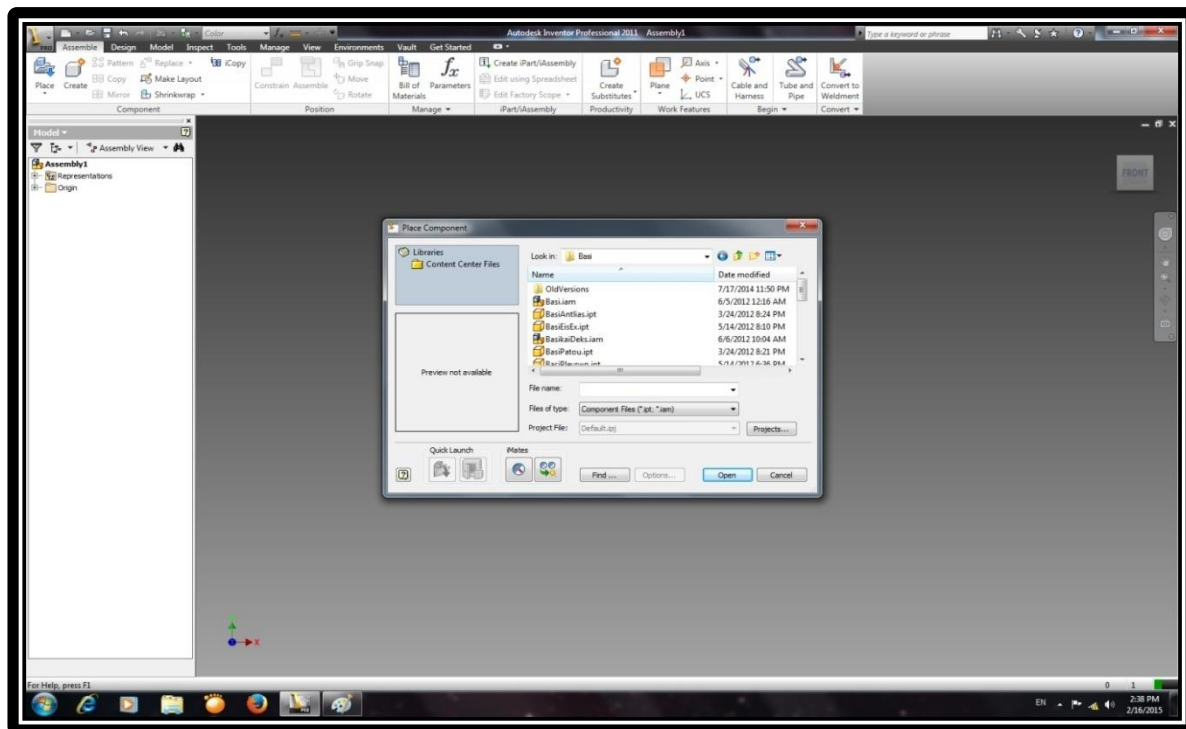
Εικόνα 3.80 Πλαϊνές βάσεις στήριξης τοιχωμάτων δεξαμενής.

Στην εικόνα 3.80 διακρίνουμε μία από τις δύο βάσεις στήριξης για τα πλαϊνά τοιχώματα της δεξαμενής. Αυτές οι δύο βάσεις παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στο να στηρίξουν τα πλαϊνά τοιχώματα και να αποτρέψει την ρήξη αυτών από τον μεγάλο όγκο νερού. Αποτελείται από δοκό τύπου Γ με διαστάσεις 1150mm μήκος, 50mm πλάτος και 5mm πάχος. Με όλα τα εξαρτήματα σχεδιασμένα, σειρά έχει η συναρμολόγησή τους για την δημιουργία της βάσης στήριξης.

3.5 Συναρμολόγηση βάσης στήριξης με την χρήση του Assembly

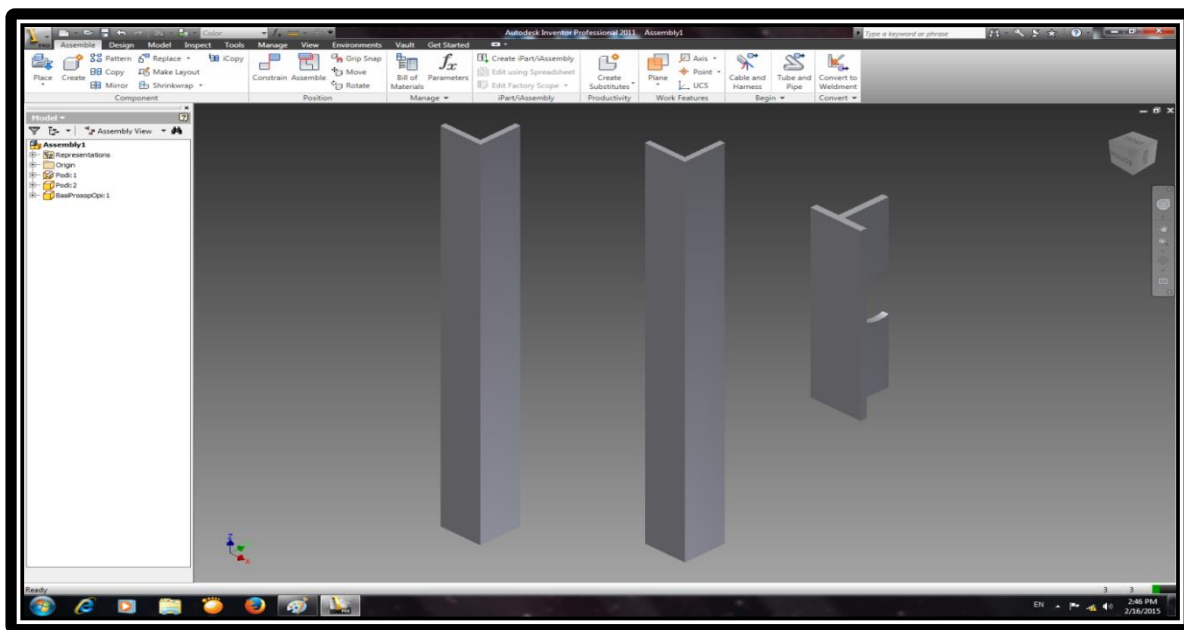
Με όλα τα κομμάτια έτοιμα, σειρά έχει η ενοποίησή τους για να μας αποδώσει το τελικό προϊόν. Όπως έχουμε συναρμολογήσει την δεξαμενή μας στο κεφάλαιο 3.2 για να επαληθεύσουμε αν το κομμάτια έχουν την σωστή διστασιολόγηση και εφάπτονται όπως πρέπει, έτσι και για την βάση στήριξης πρέπει να γίνει επαλήθευση. Επιστρέφουμε ξανά στο λογισμικό συναρμολόγησης

του Autodesk για να τα ενώσουμε. Ανοίγουμε το πρόγραμμα σε μορφή Assembly και επιλέγουμε σε μεγέθη metric την επιλογή Standard (mm) .iam και εμφανίζεται το παράθυρο με τα περιεχόμενα της βάσης.



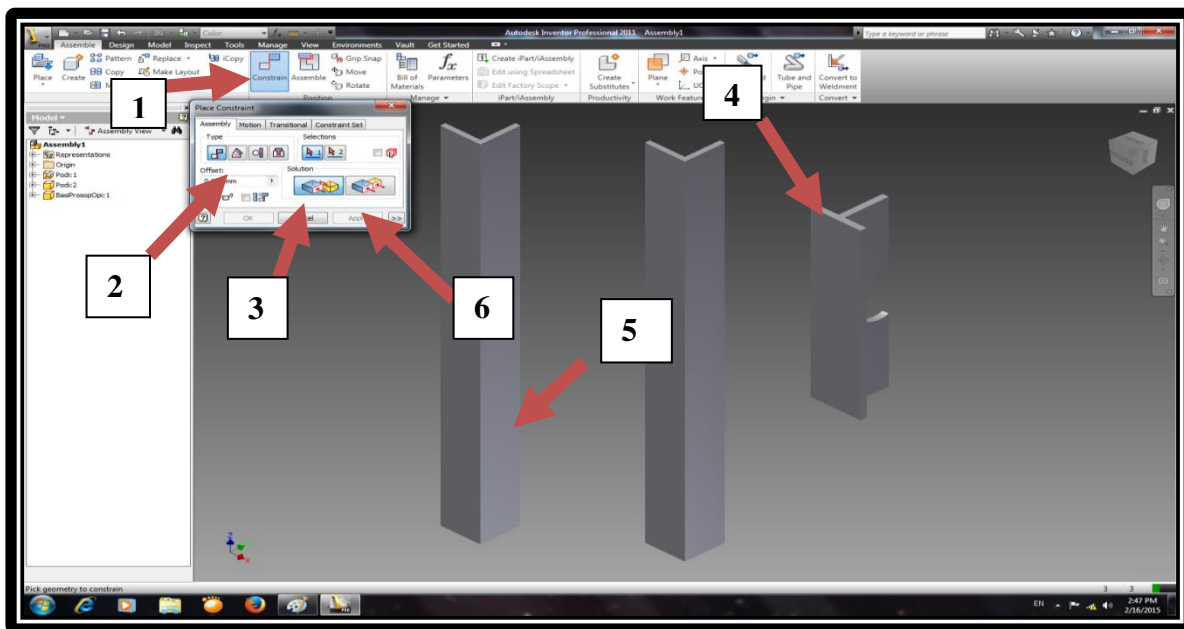
Εικόνα 3.81 Παράθυρο εμφάνισης περιεχομένων.

Με βάση την περιγραφή παραπάνω, επιλέγουμε τα κομμάτια με τα οποία θέλουμε να ξεκινήσουμε την συναρμολόγηση. Ας ξεκινήσουμε από τα μπροστινά πόδια για την είσοδο. Εισάγουμε τα δύο πόδια στήριξης καθώς και την μπροστινή βάση στήριξης με την οπή εξόδου λυμάτων.



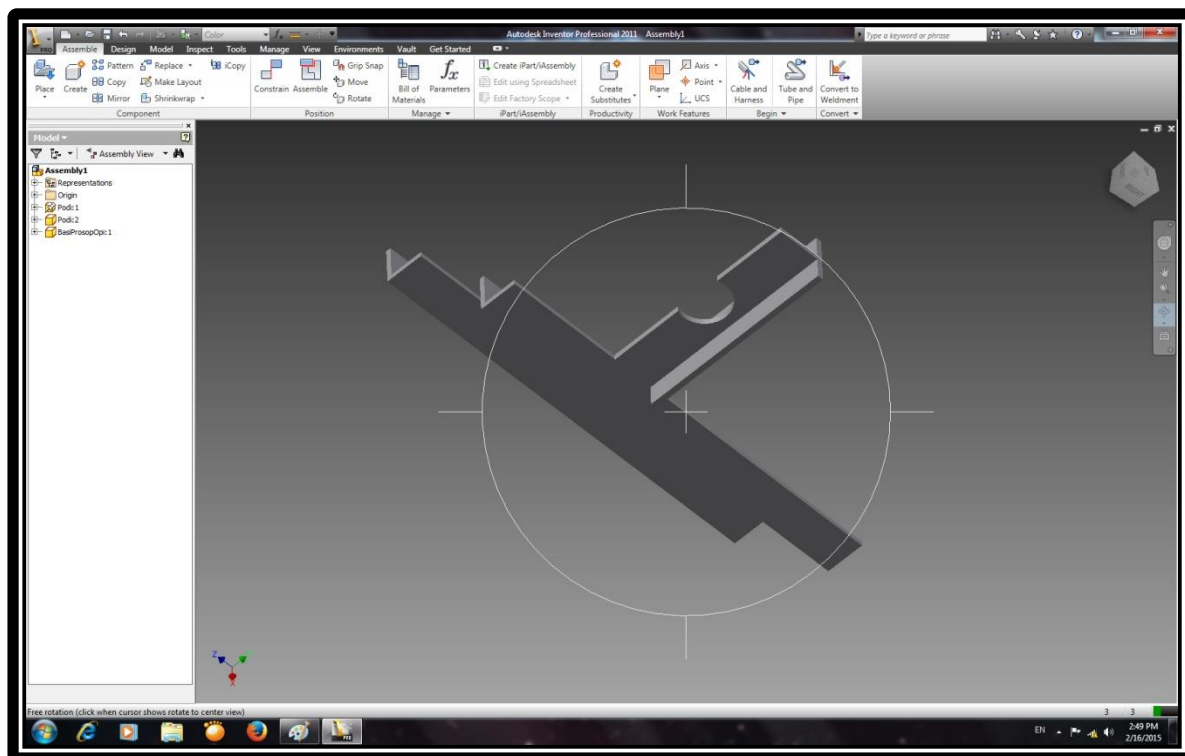
Εικόνα 3.82 Εισαγωγή πρώτων κομματιών συναρμολόγησης.

Στην εικόνα 3.82 διακρίνουμε τα τρία πρώτα εξαρτήματα για συναρμολόγηση στο περιβάλλον του Assembly. Έχουμε τα δύο πόδια στήριξης και την μπροστινή βάση στήριξης για την είσοδο με την εγκοπή για τον σωλήνα απόρριψης των λυμάτων.



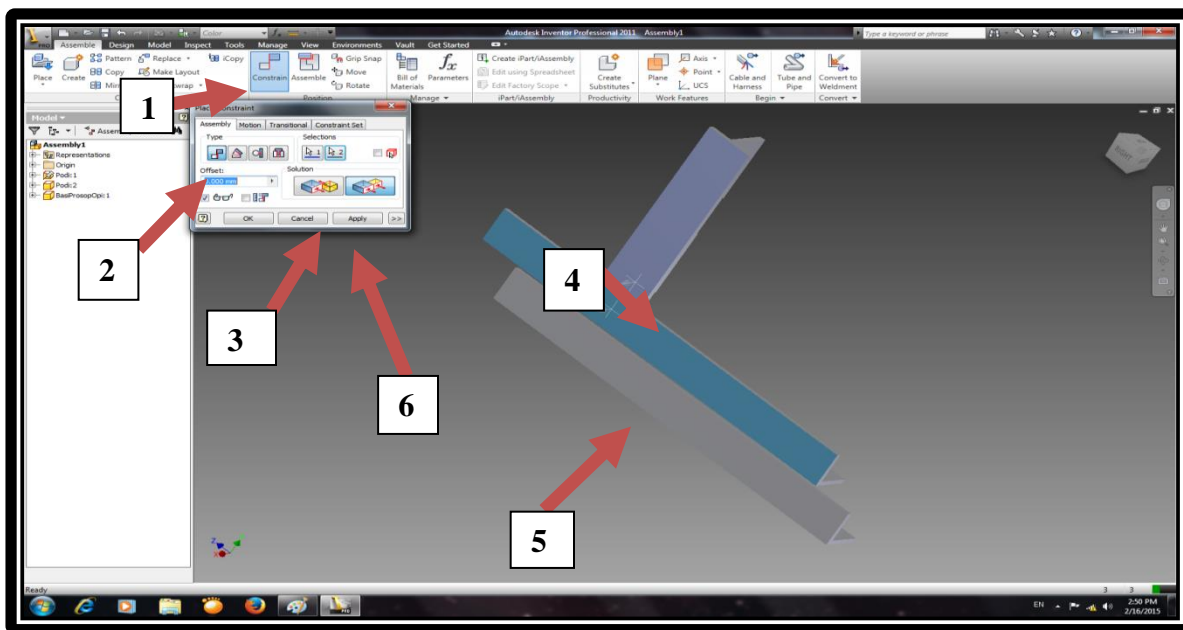
Εικόνα 3.83 Εργαλείο για συναρμολόγησης εξαρτημάτων.

Ξεκινάμε με την διαδικασία συναρμολόγησης των πρώτων εξαρτημάτων. Από την γραμμή εργαλείων επιλέγουμε το Constrain (1). Εμφανίζεται το παράθυρο παραμέτρων για σύντηξη κομματιών σχεδιασμένα με το πρόγραμμα. Διαλέγουμε την πρώτη επιλογή από τις τέσσερις (2) και πατάμε την πρώτη επιλογή από τα δύο (3). Επιλέγουμε την άκρη της βάσης στήριξης (4) και μετά την άλλη πλαϊνή άκρη του ποδιού (5). Ολοκληρώνουμε την διαδικασία με την επιλογή Apply (6).



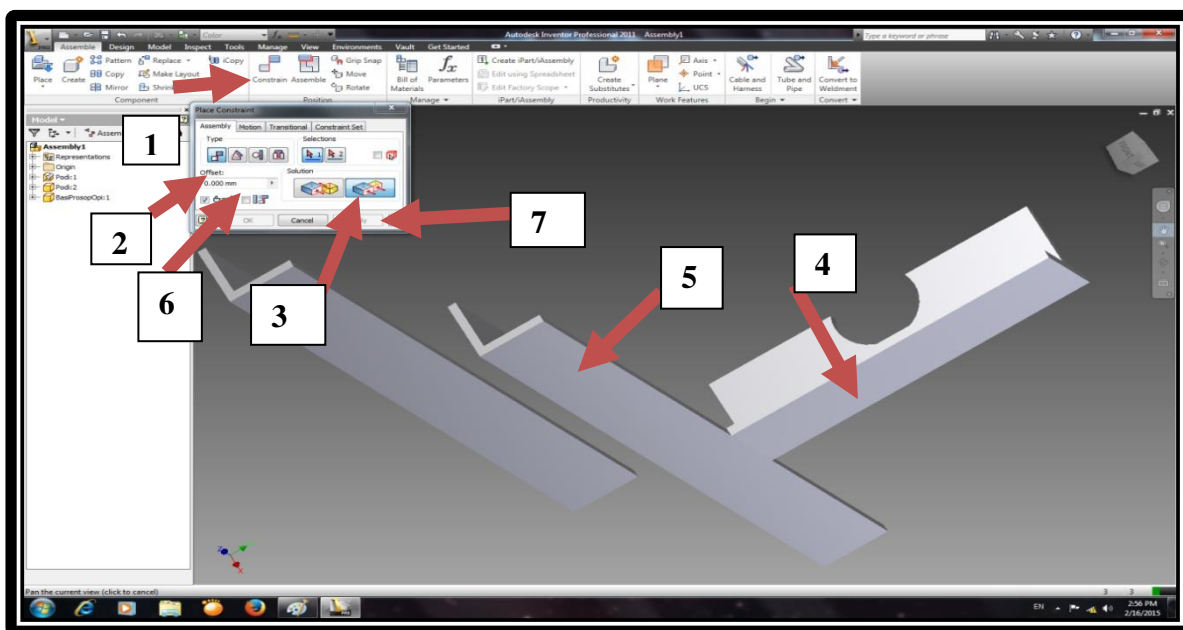
Εικόνα 3.84 Ενωμένα κομμάτια.

Παρατηρώντας τα δύο ενωμένα εξαρτήματα, βλέπουμε ότι το πόδι με την βάση στήριξης δεν είναι σωστά προσανατολισμένα. Πρέπει με μία σειρά εντολών και επιλογών να τα διορθώσουμε.



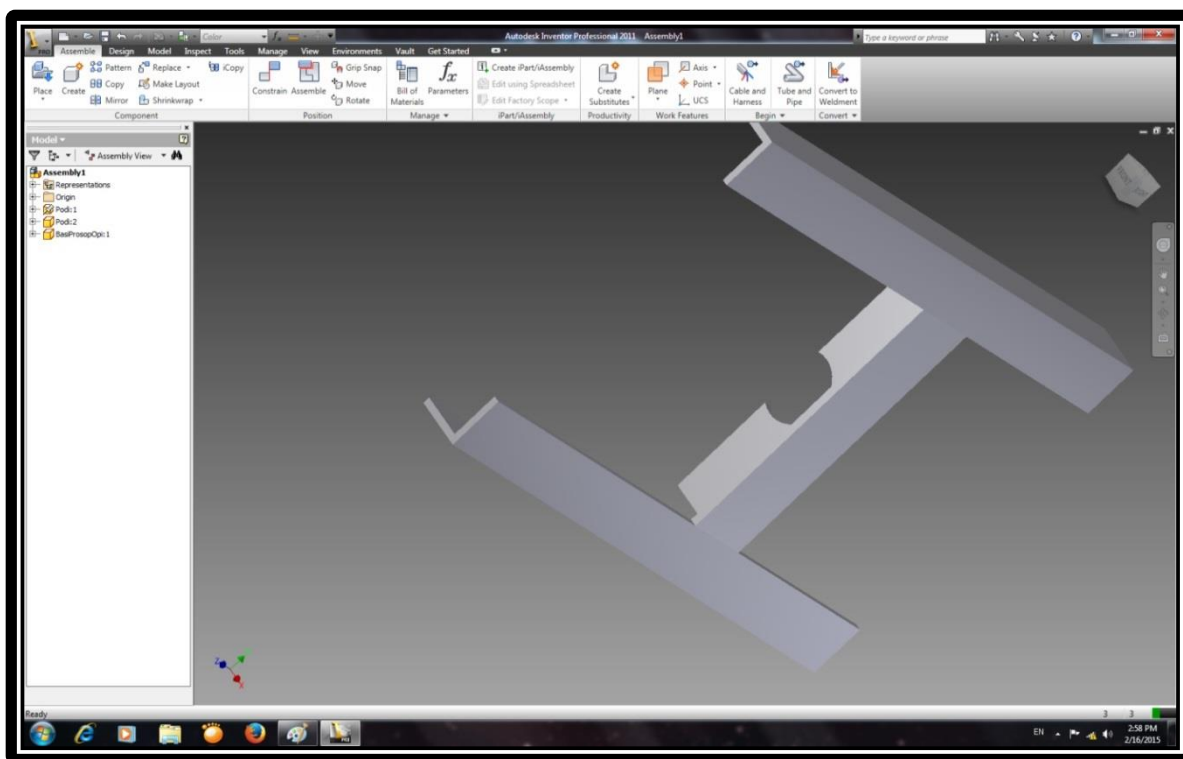
Εικόνα 3.85 Διόρθωση προσανατολισμού.

Ανοίγουμε το Constrain για να εμφανίσουμε το παράθυρο παραμέτρων (1). Επιλέγουμε την πρώτη επιλογή από τις τέσσερις (2) και αλλάζουμε από το Constrain στην επιλογή Flush (3). Πατάμε στην μπροστινή επιφάνεια της βάσης στήριξης (4) και έπειτα την μπροστινή επιφάνεια του ποδιού στήριξης (5). Ολοκληρώνουμε την διαδικασία με την επιλογή Apply (6).



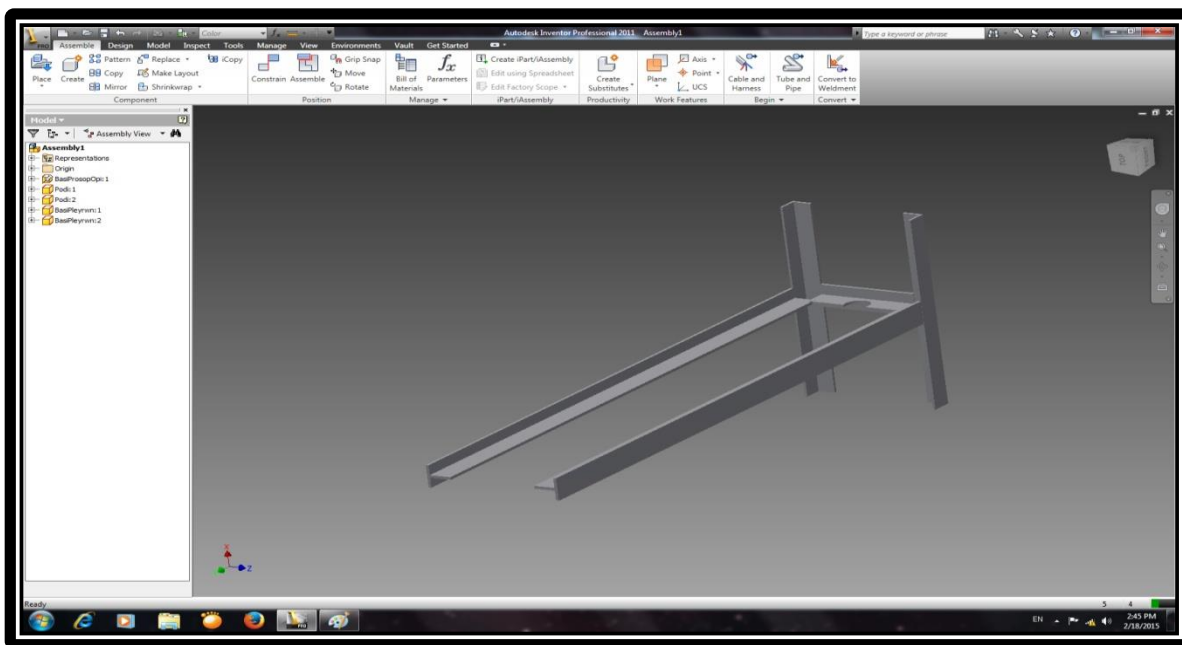
Εικόνα 3.86 Διαμόρφωση ύψος βάσης στήριξης.

Τελευταίο για τα δύο αυτά εξαρτήματα είναι η διαμόρφωση του ύψους της βάσης στήριξης με το πάνω μέρος του ποδιού. Επιλέγουμε από την γραμμή εργαλείων την επιλογή Constrain (1) εμφανίζοντας το παράθυρο παραμέτρων. Επιλέγουμε την πρώτη επιλογή από τα τέσσερα (2) και αλλάζουμε τις επιλογές ένωσης από το Constrain στην επιλογή Flush (3). Διαλέγουμε τον πάνω άκρο της βάσης στήριξης (4) και μετά τον πάνω άκρο του ποδιού στήριξης (5). Αλλάζουμε την τιμή από 0mm σε 180mm (6) και τέλος κάνουμε Apply (7) για να ολοκληρωθεί η διαδικασία συναρμολόγησης των πρώτων εξαρτημάτων.



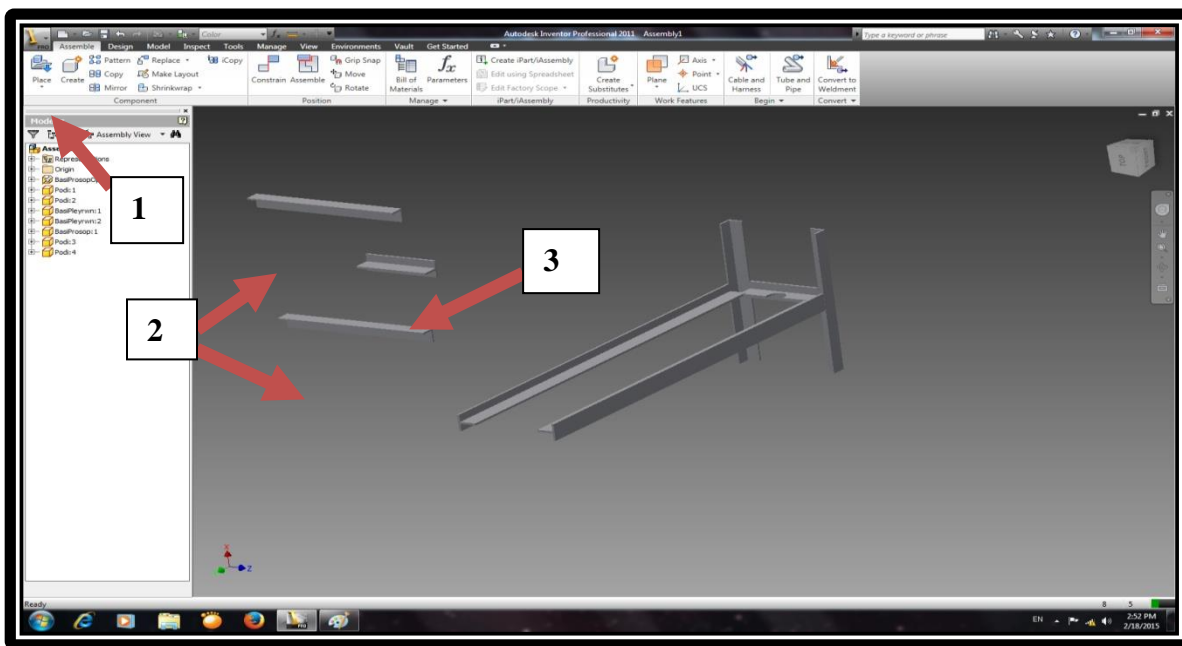
Εικόνα 3.87 Ολοκλήρωση συναρμολόγησης της μπροστινής βάσης στήριξης.

Στην εικόνα 3.87 διακρίνουμε την συναρμολογημένη βάση στήριξης για την μπροστινή όψη της δεξαμενής. Φαίνεται στο κέντρο του δοκού στήριξης για τον πάτο της δεξαμενής, την οπή όπου θα περάσει ο σωλήνας αποβολής λυμάτων.



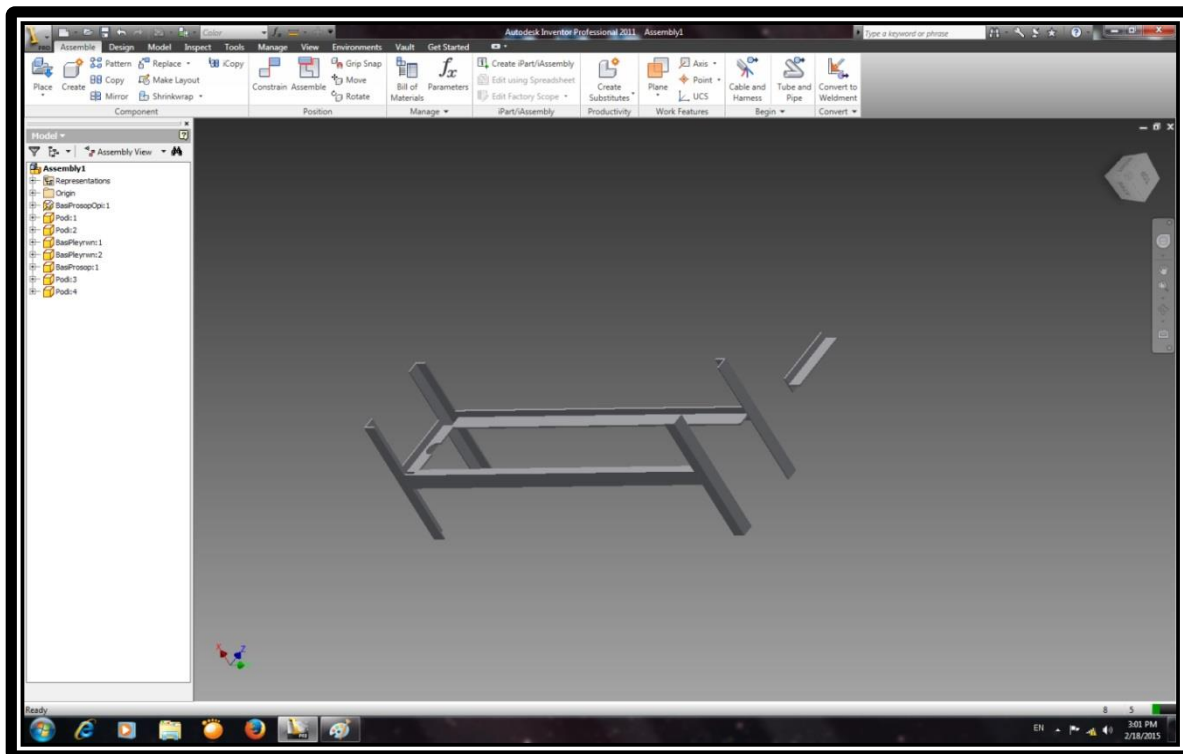
Εικόνα 3.88 Συναρμολόγηση βάσης στήριξης για τα πλαϊνά της δεξαμενής.

Στην εικόνα 3.88 διακρίνουμε τις δυο πλαϊνές βάσεις στήριξης συναρμολογημένες επάνω στην μπροστινή βάση με τα δύο πόδια.



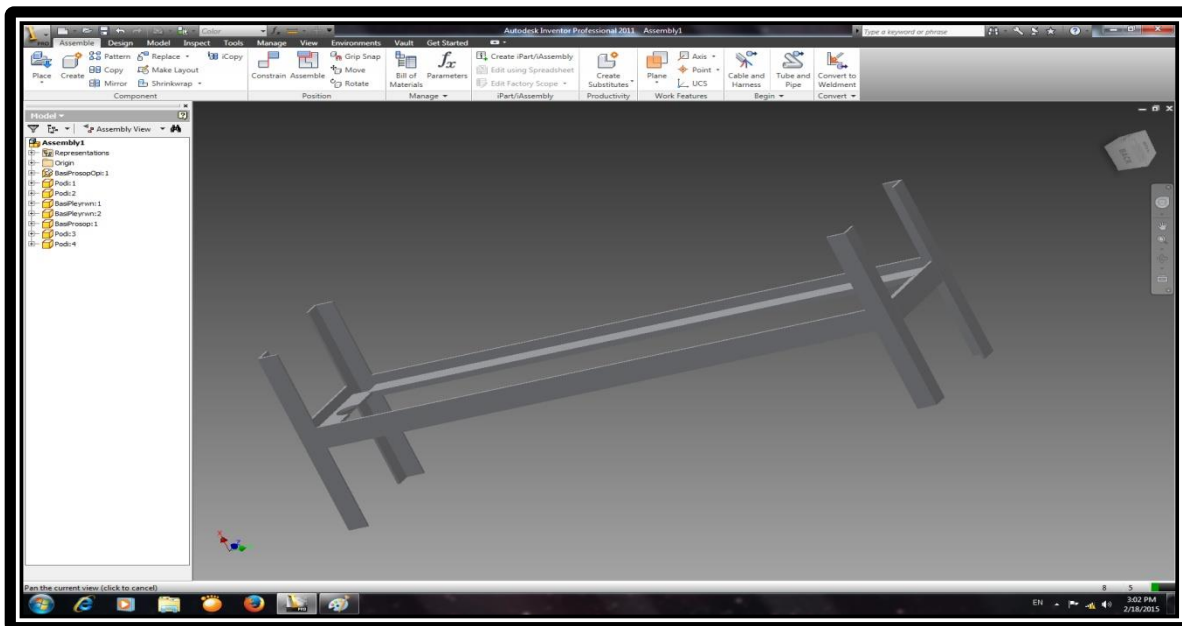
Εικόνα 3.89 Εισαγωγή εξαρτημάτων οπίσθιας βάσης στήριξης.

Σειρά έχει να εισάγουμε τα εξαρτήματα που αποτελούν την οπίσθια βάση στήριξης της δεξαμενής. Επιλέγουμε από την γραμμή εργαλείων την επιλογή Place και εμφανίζεται ένα παράθυρο με τα περιεχόμενα των εξαρτημάτων. Βρίσκουμε τα κομμάτια που μας ενδιαφέρουν και τα εισάγουμε εντός του περιβάλλοντος συναρμολόγησης. Τα κομμάτια που μας ενδιαφέρουν είναι τα δύο πόδια στήριξης (2) και την οπίσθια βάση στήριξης της εξόδου (3).



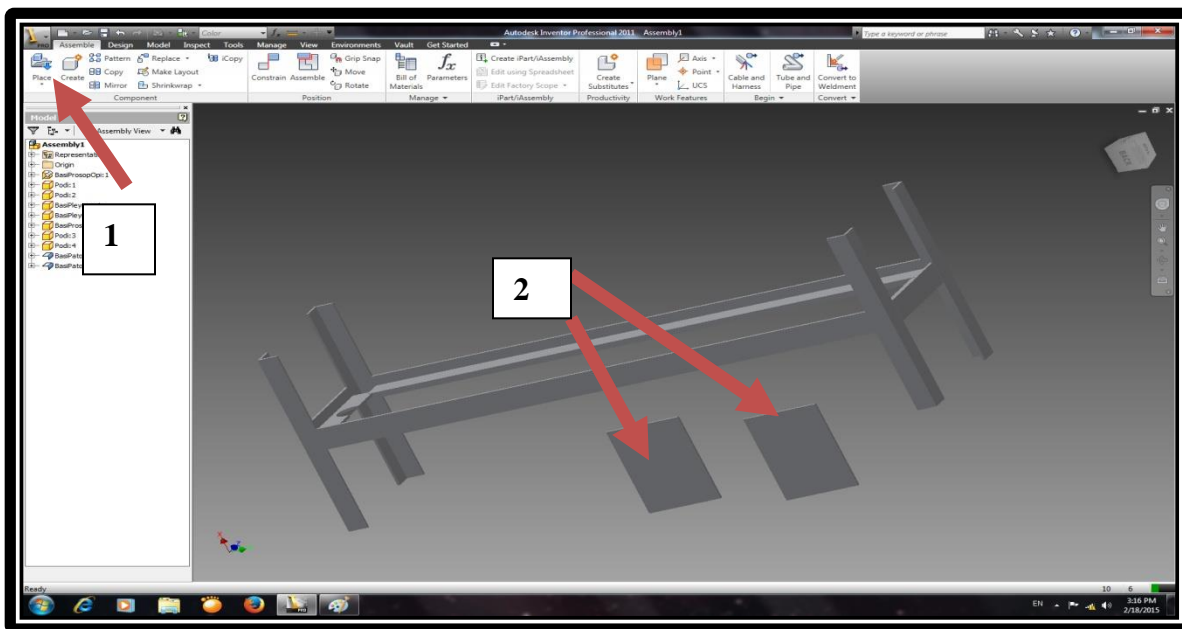
Εικόνα 3.90 Συναρμολόγηση πίσω ποδιών.

Στην εικόνα 3.90 διακρίνουμε την συναρμολόγηση των δύο πίσω ποδιών πάνω στις πλαϊνές βάσεις στήριξης. Τοποθετήσαμε τους παραμέτρους που χρειαζόμασταν ως προς το ύψος συγκόλλησης πάνω στο πλαίσιο. Επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση της οπίσθιας βάση στήριξης για την έξοδο.



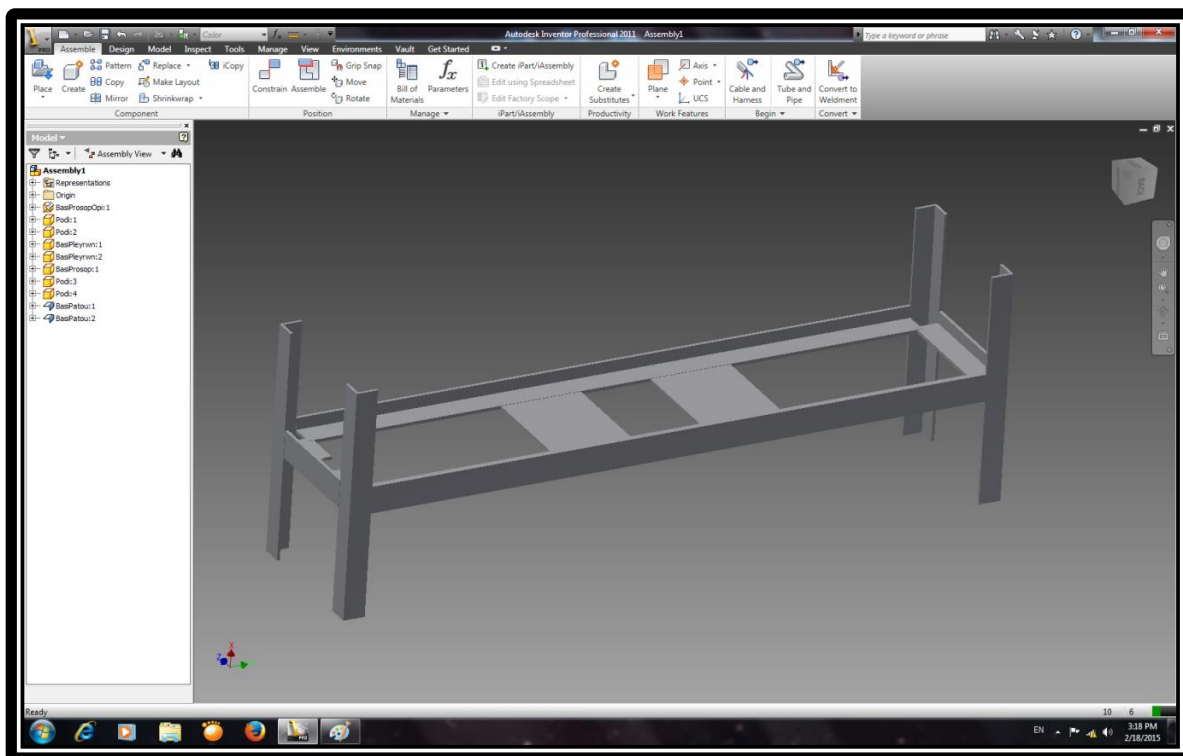
Εικόνα 3.91 Ολοκλήρωση συναρμολόγησης οπίσθιας βάσης στήριξης.

Στην εικόνα 3.91 διακρίνουμε την ολοκληρωμένη συναρμολόγηση της οπίσθιας βάσης στήριξης πάνω στα πλαϊνά πλαίσια στήριξης. Διακρίνουμε μια εικόνα στο σχήμα της βάσης όπου θα έρθει να θηλυκώσει η δεξαμενή μας μέσα σε αυτήν.



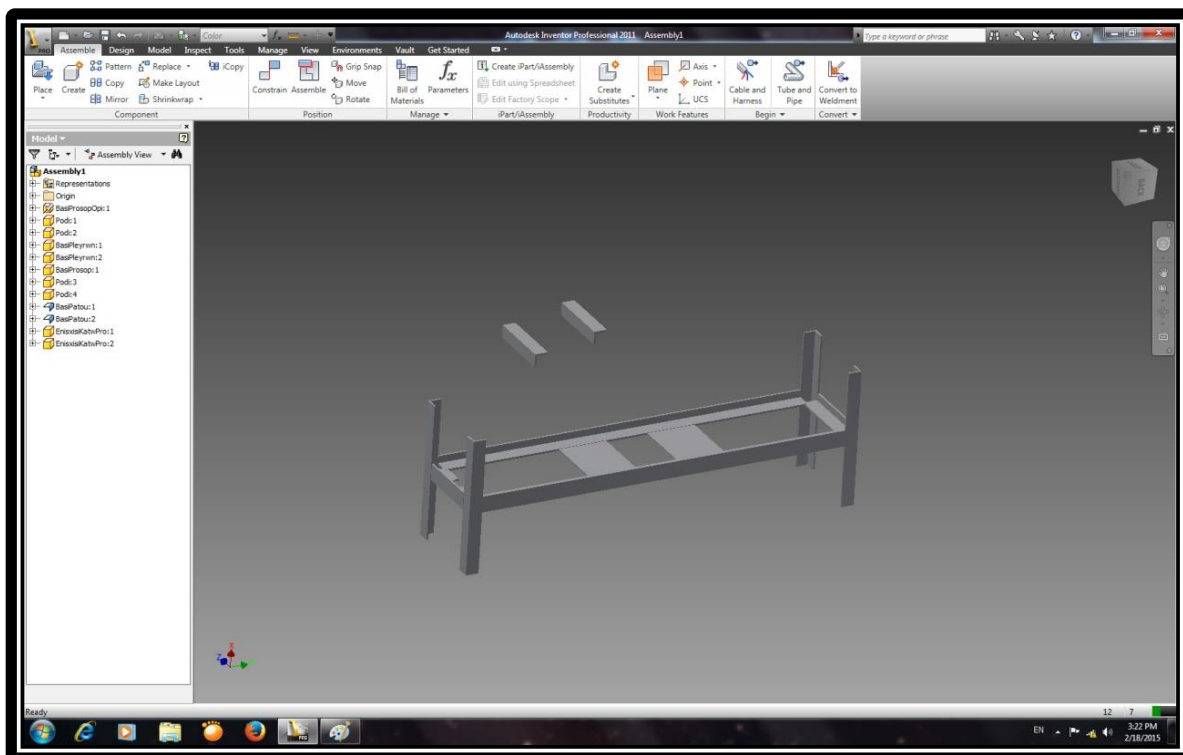
Εικόνα 3.92 Εισαγωγή κεντρικών πλακών στήριξης.

Σειρά έχει η εισαγωγή στο περιβάλλον συναρμολόγησης δυο κεντρικές πλάκες στήριξης του πάτου της δεξαμενής. Από τον πίνακα εργαλείων πατάμε το Place(1) και εμφανίζεται το παράθυρο περιεχομένων με τα αποθηκευμένα κομμάτια μας. Κάνουμε αναζήτηση των κομματιών που μας ενδιαφέρουν και τα εισάγουμε στο περιβάλλον συναρμολόγησης. Στο παράθυρό μας βλέπουμε την βάση και της δυο πλάκες στήριξης που εισάγαμε (2).



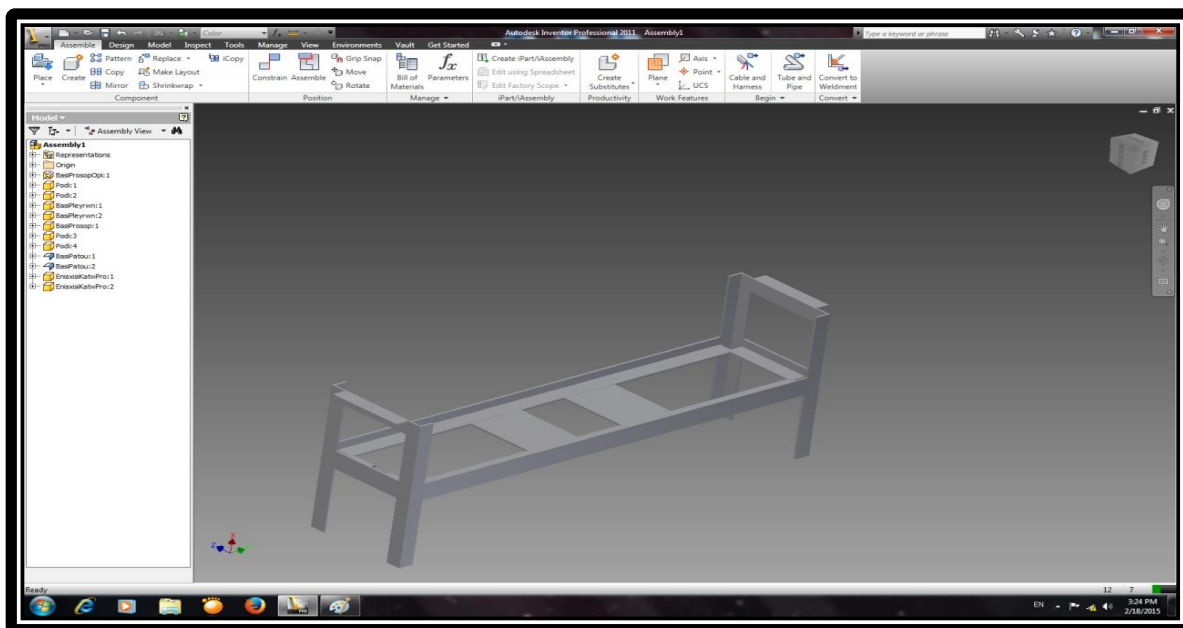
Εικόνα 3.93 Ολοκληρωμένη συναρμολόγηση κεντρικών πλακών στήριξης.

Στην εικόνα 3.93 διακρίνουμε την βάση με τις δύο κεντρικές πλάκες στήριξης τοποθετημένα στο κέντρο. Οι δύο πλάκες αυτές έχουν δυο σημαντικούς ρόλους. Ο πρώτος είναι η παροχή αντοχής στο κέντρο των δύο πλαϊνών βάσεων στήριξης και ο δεύτερος ρόλος να υποστηρίζεται καλύτερα το κέντρο της δεξαμενής χωρίς να υπάρχει κίνδυνος διάρροής από την μεγάλη μάζα νερού που θα αντλήσουμε μέσα σε αυτήν.



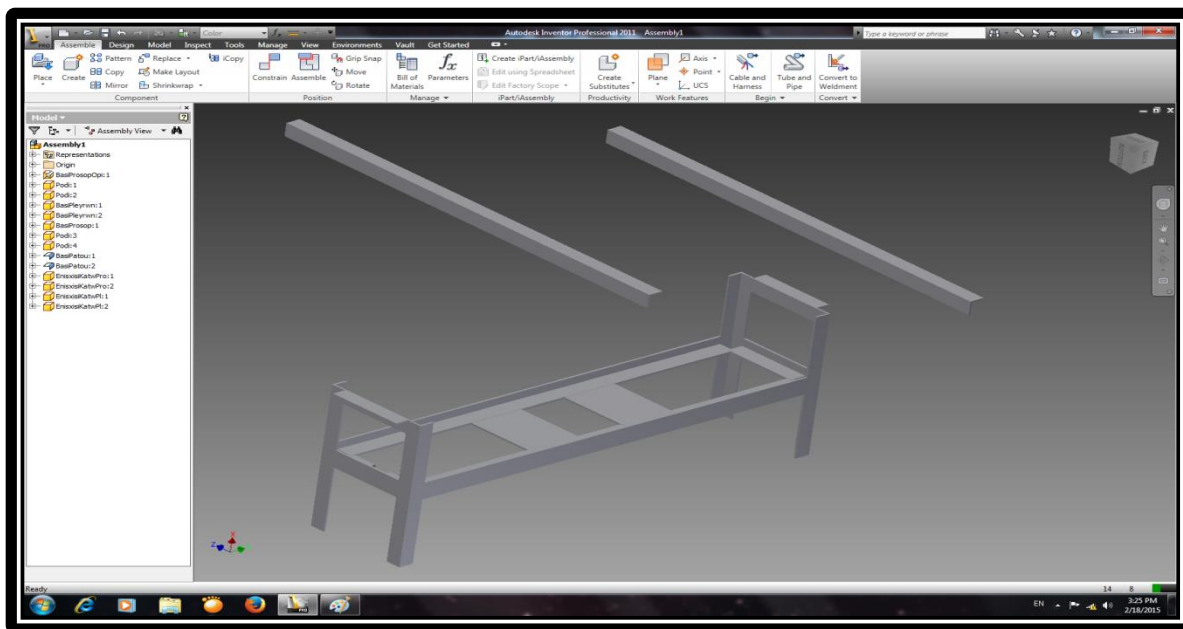
Εικόνα 3.94 Εισαγωγή βάσεων στήριξης των εσοχών εισόδου και εξόδου.

Από την γραμμή εργαλείων επιλέγουμε το Place για να εισάγουμε στο περιβάλλον συναρμολόγησης τα επόμενα μας κομμάτια. Πατώντας την επιλογή εμφανίζεται το παράθυρο περιεχομένων με τα σχεδιασμένα κομμάτια μας. Κάνουμε εύρεση των κομματιών που μας ενδιαφέρουν, δηλαδή τις βάσεις των εσοχών εισόδου και εξόδου και τα εισάγουμε στο περιβάλλον συναρμολόγησης.



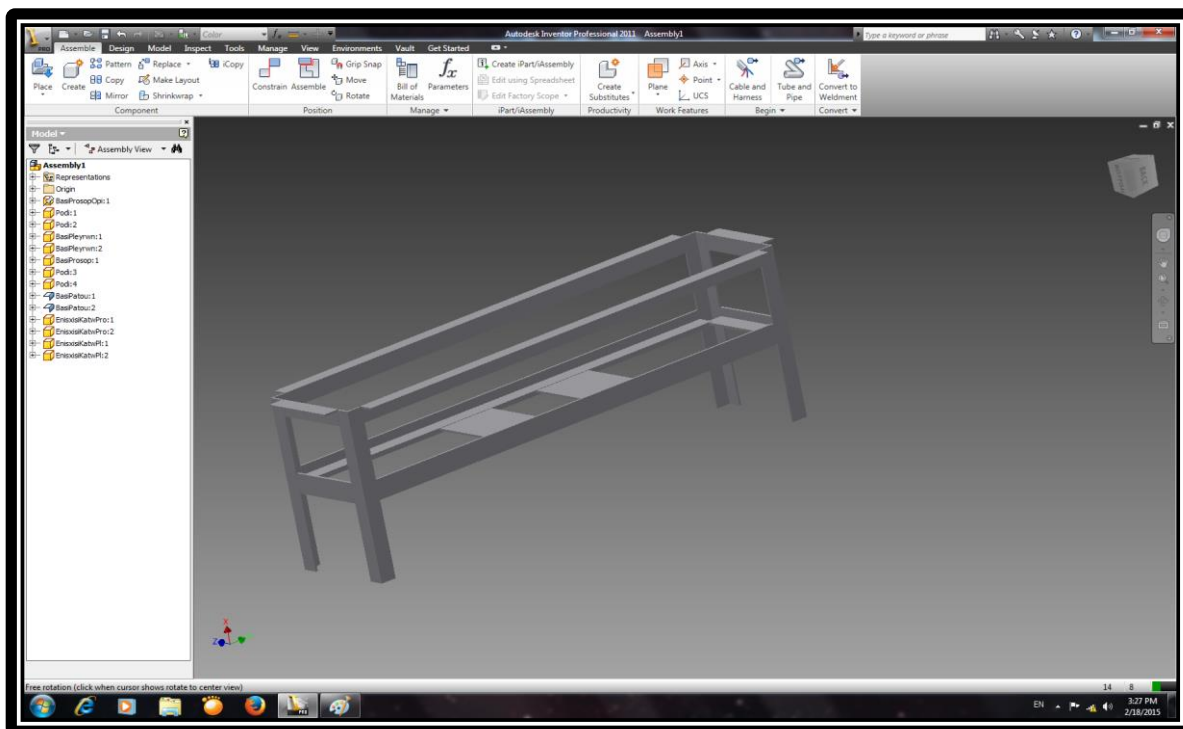
Εικόνα 3.95 Ολοκλήρωση συναρμολόγησης βάσεων εισόδου και εξόδου.

Στην εικόνα 3.95 διακρίνουμε τις δύο βάσεις μας τοποθετημένα η μία στην μεριά της εισόδου και η άλλη στην μεριά της εξόδου. Οι βάσεις αυτές παίζουν σημαντικό ρόλο στην σταθεροποίηση της εισόδου και εξόδου της δεξαμενής μας όταν συνδεθούν οι σωληνώσεις.



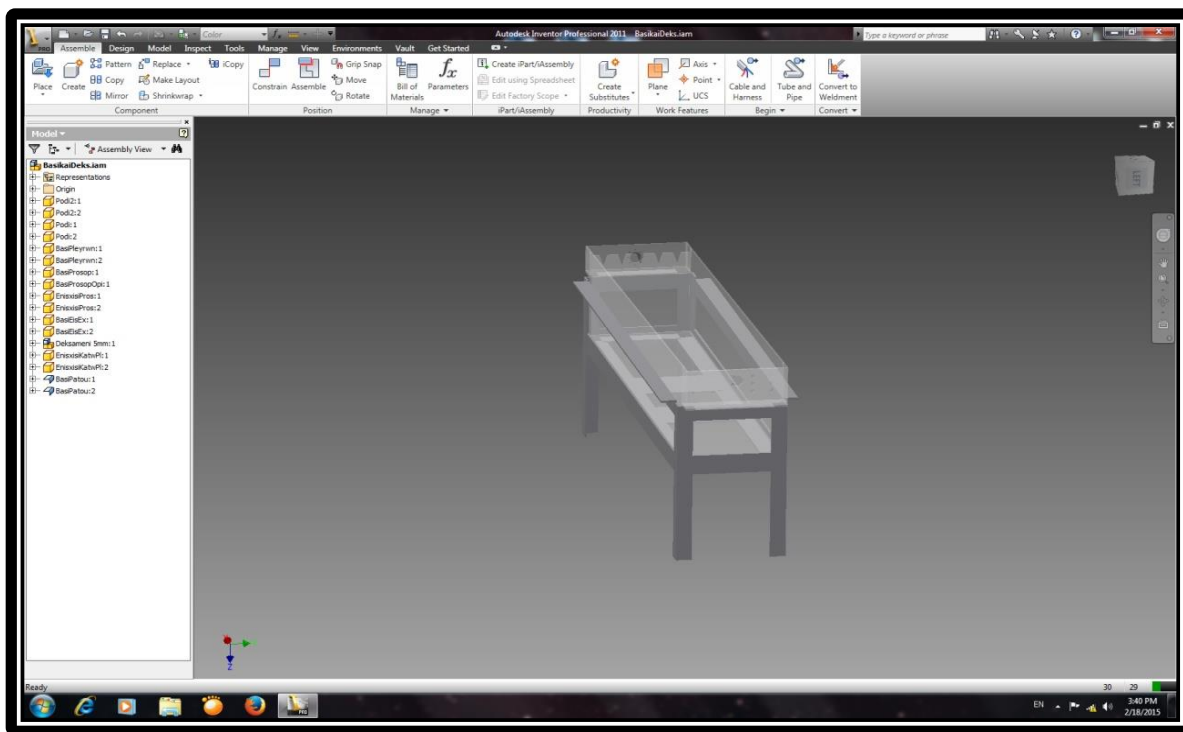
Εικόνα 3.96 Εισαγωγή πλαινών στηριγμάτων για τα πλαινά τοιχώματα.

Τελευταίο βήμα είναι η εισαγωγή των δοκών τύπου Γ για τα πλαϊνά τοιχώματα της δεξαμενής. Στην γραμμή εργαλείων επιλέγουμε το Place εμφανίζοντας το παράθυρο περιεχομένων με τα κομμάτια μας. Ψάχνουμε τα τελευταία κομμάτια που αποτελούν την όλη κατασκευή μας δηλαδή τις δύο λάμες που θα τοποθετηθούν πάνω στα πλαϊνά στηρίγματα της βάσης. Κάνουμε εισαγωγή στο περιβάλλον συναρμολόγησης.



Εικόνα 3.97 Τελική συναρμολόγηση και ολοκλήρωση βάσης.

Στην εικόνα 3.97 διακρίνουμε την τελική φάση συναρμολόγησης της βάσης και ολοκλήρωσης της διαδικασίας κατασκευής. Τοποθετούμε της δύο βέργες τύπου Γ που εισάγαμε νωρίτερα στο περιβάλλον συναρμολόγησης στις πάνω πλαϊνές άκρες των ποδιών. Έχοντας ελέγξει αν όλα τα κομμάτια εφάπτονται σωστά και δεν υπάρχουν λάθη στην διαστασιολόγηση, περνάμε στην διαδικασία να εισάγουμε την δεξαμενή μας που συναρμολογήσαμε (βλπ. προηγούμενο κεφάλαιο) και να την συνδυάσουμε με την βάση στήριξης.



Εικόνα 3.98 Συνδυασμός δεξαμενής καθίζησης με την βάση στήριξης.

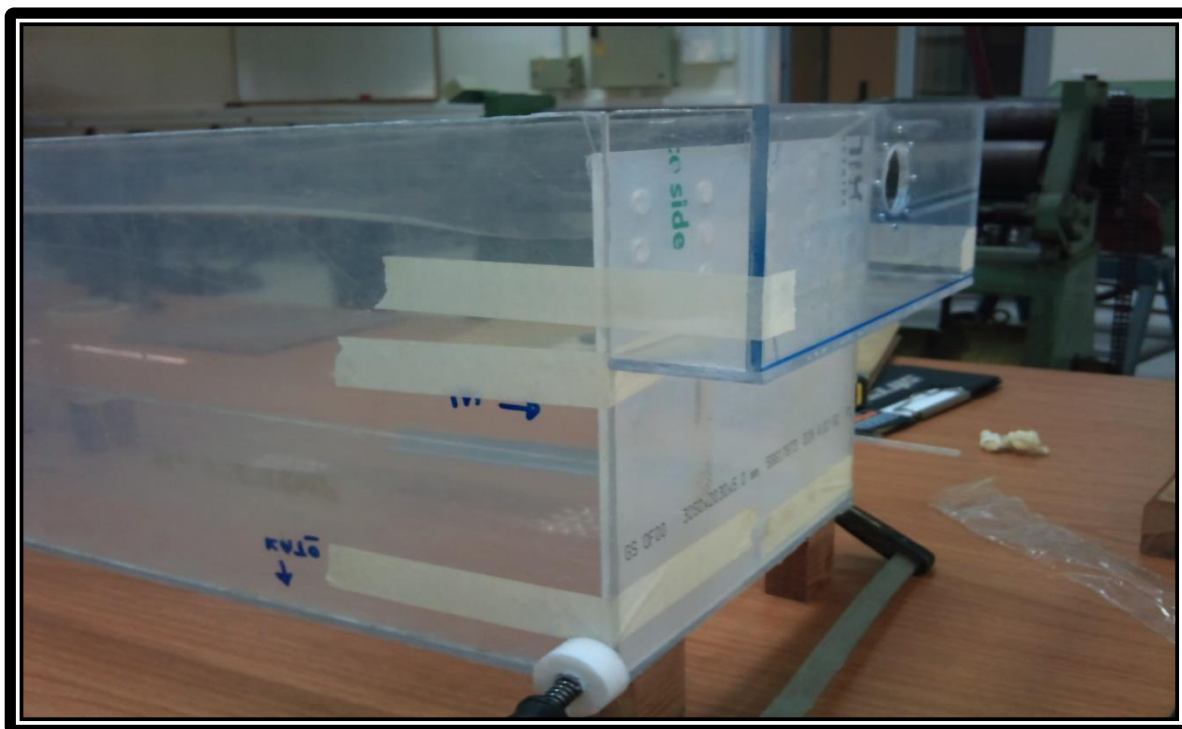
Στην εικόνα 3.98 διακρίνουμε τον συνδυασμό της δεξαμενής καθίζησης με την βάση στήριξης. Έχοντας ολοκληρώσει με τον σχεδιασμό των κομματιών στο περιβάλλον δυσδιάστατου και τρισδιάστατου σχεδιασμού (κεφάλαια 3.2 - 3.4), την συναρμολόγηση των σχεδιασμένων κομματιών στο περιβάλλον συναρμολόγησης (κεφάλαια 3.3 - 3.5) και τον συνδυασμό τους στην τελική κατασκευή, περνάμε στην πραγματική μηχανολογική κατασκευή που παρουσιάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ & ΒΑΣΗΣ

4.1 Υλοποίηση μηχανολογικής κατασκευής δεξαμενής καθίζησης

Στο κεφάλαιο αυτό, περνάμε στην πραγματική κατασκευή της δεξαμενής μας χρησιμοποιώντας ακρυλικές πλάκες τύπου Plexiglass πάχους 5mm. Έχοντας τα τεμάχια στις διαστάσεις που καθορίστηκαν κατά την διάρκεια του σχεδιασμού της δεξαμενής στο CAD, μπορούμε να ξεκινήσουμε την συναρμολόγησή τους με τη χρήση διαλύματος χλωροφορμίου. Το διάλυμα χλωροφορμίου προκαλεί την ένωση των πλακιδίων μεταξύ δημιουργώντας ένα ισχυρό δεσμό. Πρώτα ελέγχουμε αν όλα τα κομμάτια εφάπτονται και συνδέονται σωστά μεταξύ τους χρησιμοποιώντας π.χ. ταινία κόλλησης.



Εικόνα 4.1 Συναρμολόγηση μπροστινής όψης.

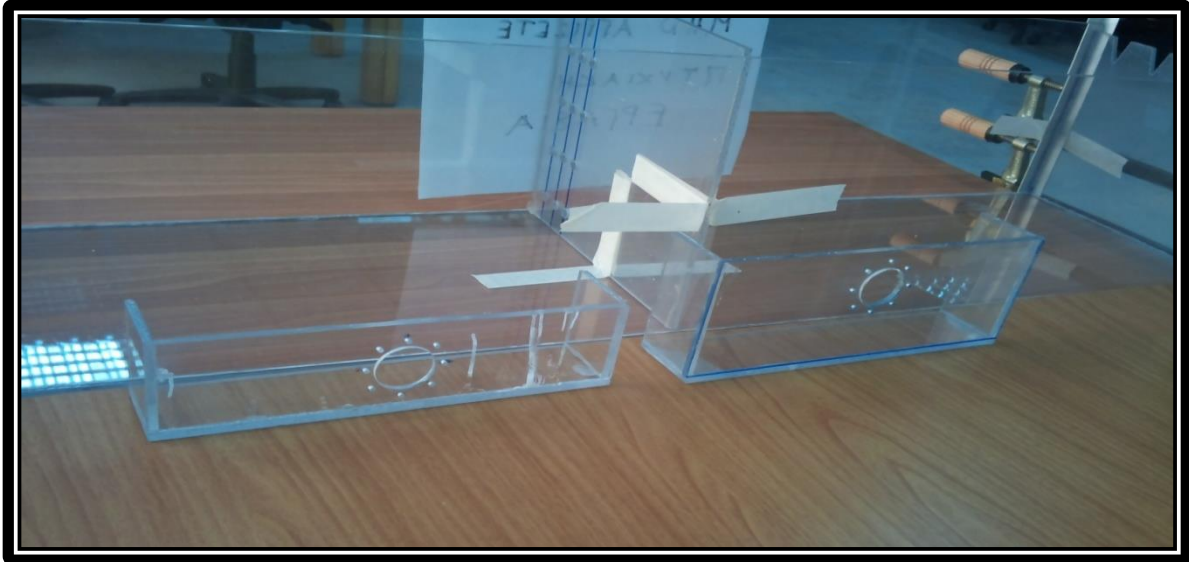
Στην εικόνα 4.1 διακρίνουμε την συναρμολόγηση της μπροστινής όψης της δεξαμενής

κολλημένα μεταξύ τους με μονωτική ταινία. Στην εικόνα 4.2 βλέπουμε την οπή εισόδου των υδάτων μας, την μπροστινή πρόσοψη της δεξαμενής με τις 15 οπές εξομάλυνσης ροής, τα δύο πλαϊνά τοιχώματα και τέλος τον πάτο με την οπή εξόδου λυμάτων.



Εικόνα 4.2 Συναρμολόγηση οπίσθιας όψης δεξαμενής καθίζησης.

Στην εικόνα 4.2 διακρίνουμε την οπίσθια όψη της δεξαμενής καθίζησης συναρμολογημένη με μονωτική ταινία. Στην εικόνα φαίνεται μπροστά η οπή σύνδεσης της εξόδου, πίσω τις εγκοπές εκροής υδάτων, τα πλαϊνά τοιχώματα και τον πάτο της δεξαμενής. Αφού ολοκληρωθεί ο έλεγχος, μπορούμε να περάσουμε στην τελική κόλληση των κομματιών.



Εικόνα 4.3 Σύντηξη εσοχών εισόδου και εξόδου.

Με την χρήση σύριγγας ρίχνουμε με προσεκτικά στις άκρες του πάτου της εισόδου και εξόδου αντίστοιχα το διάλυμα χλωροφορμίου και ενώνουμε τα δύο πλαϊνά τοιχώματα πιέζοντας ελαφρά. Περιμένουμε να κολλήσουνε μεταξύ τους και τα αφήνουμε να στεγνώσουν.



Εικόνα 4.4 Σύντηξη μπροστινής όψης.

Επόμενο βήμα είναι να ενώσουμε τον πάτο, τα πλαϊνά τοιχώματα και την μπροστινή πρόσοψη

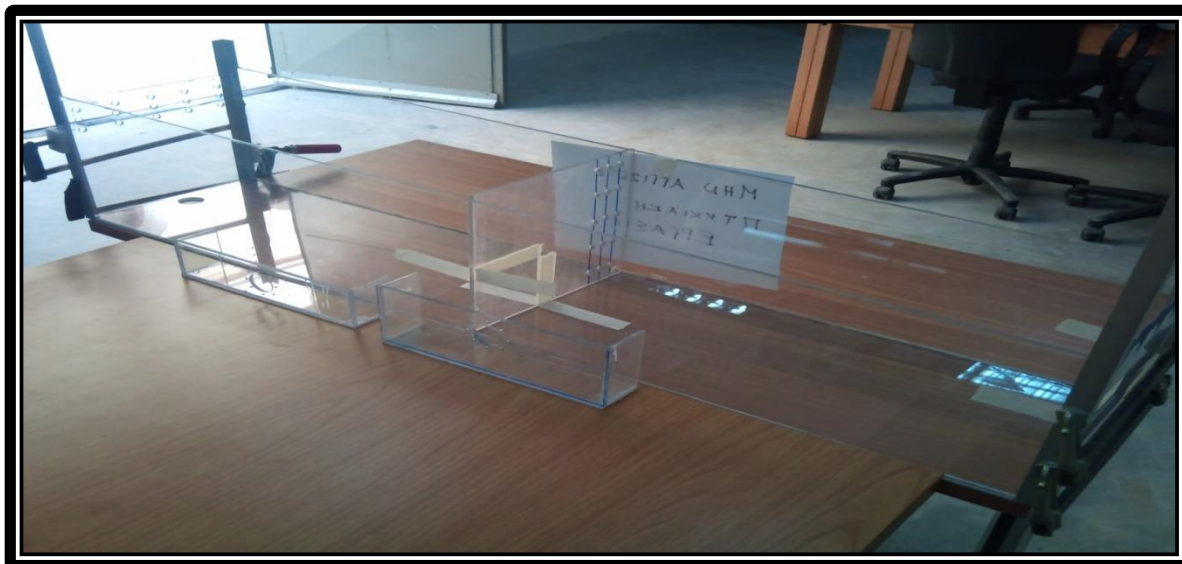
με το τεμάχιο με τις οπές εξομάλυνσης ροής. Με τη σύριγγα ρίχνουμε προσεκτικά στις πλαϊνές άκρες του πάτου της δεξαμενής το διάλυμα χλωροφόρμιου. Τοποθετούμε τα πλαϊνά τοιχώματα πάνω στο διάλυμα και τα συγκρατούμε μέχρι να κολλήσουν. Σειρά έχει η πρόσοψη με τις 15 οπές για την εξομάλυνση. Ρίχνουμε στην μπροστινή άκρη του πάτου καθώς και στις πλαϊνές άκρες της πρόσοψης το διάλυμα. Εισάγουμε προσεκτικά την πρόσοψη ανάμεσα από τα πλαϊνά τοιχώματα και πιέζουμε κάτω για να κολλήσει στον πάτο. Με μέγγκενες σφίγγουμε ελαφρά τα κομμάτια μεταξύ τους και περιμένουμε να στεγνώσουν.



Εικόνα 4.5 Σύντηξη οπίσθιας όψης.

Τώρα σειρά έχει η συγκόλληση της οπίσθιας πρόσοψης με τις πέντε εσοχές για την εκροή στο πάνω μέρος της. Ρίχνουμε αργά το διάλυμα χλωροφόρμιου με την χρήση της σύριγγας στις πλαϊνές άκρες της πρόσοψης και στην οπίσθια πάνω άκρη της δεξαμενής. Εισάγουμε με προσοχή την εκροή ανάμεσα από τα πλαϊνά τοιχώματα και σπρώχνουμε ελαφρά κάτω μέχρι να κολλήσουν. Με τις μέγγκενες σφίγγουμε και πάλι ελαφρά τα κομμάτια και τα αφήνουμε να στεγνώσουν.

Επόμενο βήμα είναι να ενώσουμε τις εσοχές εισόδου και εξόδου. Με την σύριγγα ρίχνουμε προσεκτικά στις πίσω άκρες το διάλυμα χλωροφόρμιου. Κολλάμε την εσοχή για την είσοδο στην μπροστινή πρόσοψη με τις οπές εξομάλυνσης, και την εσοχή της εξόδου την κολλάμε από την οπίσθια πλευρά με τις εγκοπές για την εκροή. Σφίγγουμε ελαφρά και περιμένουμε να στεγνώσουν. Έχοντας ολοκληρώσει την διαδικασία συναρμολόγησης της δεξαμενής καθίζησης, που παρουσιάζεται στην εικόνα 4.6, περνάμε στην διαδικασία κατασκευής της βάσης στήριξης.



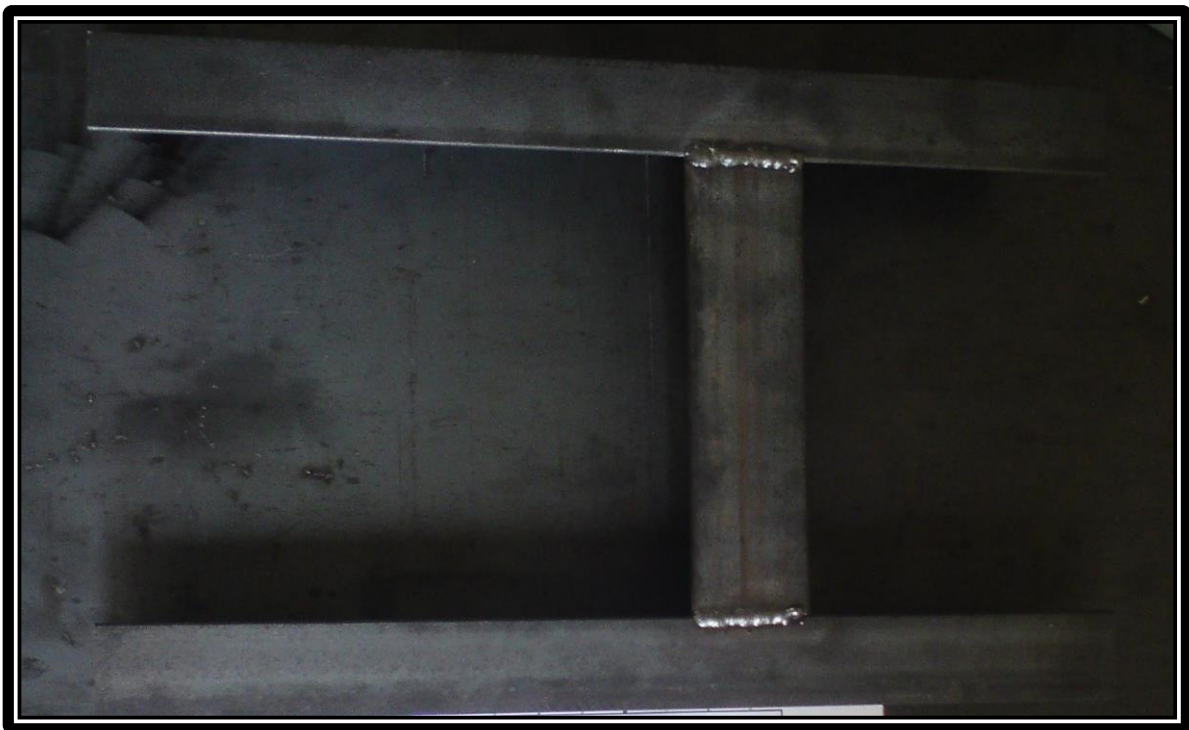
Εικόνα 4.6 Τελική συναρμολόγηση.

4.2 Κατασκευή βάσης στήριξης από σιδηροδοκούς

Με τη βοήθεια και πάλι της μηχανολογικής μελέτης που έγινε στο CAD και παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 2.4, οι πρώτες ύλες για την κατασκευή της βάσης στήριξης είναι κομμένες και έτοιμες για κόλληση. Μεταφέρουμε τις πρώτες ύλες στο χώρο ηλεκτροσυγκόλλησης όπου έχουμε τα απαραίτητα μέσα για την ακριβή ένωση των κομματιών μας. Τα εργαλεία που χρειαζόμαστε για την κατασκευή είναι ένας ηλεκτροσυγκολλητής τόξου, πάγκο ηλεκτροσυγκόλλησης, σφυρί, σφικτήρες, μάσκα ηλεκτροσυγκόλλησης, ηλεκτρόδια σιδήρου, σιδερόβουρτσα και γάντια. Στην εικόνα 4.7 παρουσιάζεται ηλεκτρο-συγκολλημένη η μπροστινή βάση στήριξης με το ένα πόδι στήριξης στο κατάλληλο ύψος. Αφαιρούμε με το σφυρί τα υπολείμματα από την κόλληση. Τρίβουμε με την βούρτσα τα υπόλοιπα υπολείμματα και έτσι ολοκληρώνουμε την πρώτη κόλληση.



Εικόνα 4.7 Ηλεκτροσυγκόλληση πρώτου ποδιού με την πρόσθια βάση στήριξης.



Εικόνα 4.8 Συγκόλληση δεύτερου ποδιού.

Επόμενο βήμα είναι η συγκόλληση του δεύτερο ποδιού στην άλλη πλευρά της βάσης στήριξης. Προσαρμόζουμε το πόδι στο κατάλληλο ύψος και ποντάραμε με το ηλεκτρόδιο μας. Ολοκληρώνουμε την υπόλοιπη συγκόλληση με το ηλεκτρόδιο κατά μήκος της πλευράς. Αφαιρούμε με το σφυρί τα υπολείμματα της κόλλησης και τρίβουμε με την βούρτσα για να αφαιρέσουμε και τα κατάλοιπα.



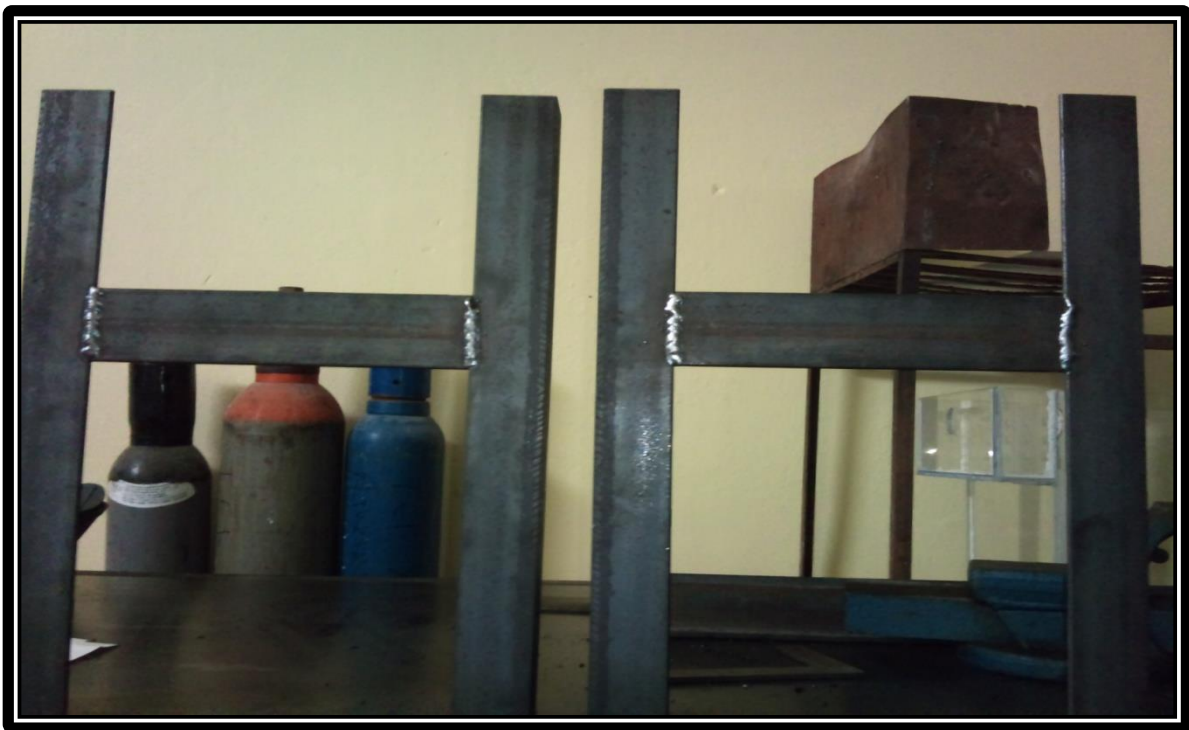
Εικόνα 4.9 Συγκόλληση οπίσθιας βάση στήριξης με πρώτο πόδι.

Σειρά έχει η κατασκευή της οπίσθιας βάσης στήριξης. Πρώτα τοποθετούμε το πόδι με την βάση στήριξης στο κατάλληλο ύψος και κολλάμε με το ηλεκτρόδιο. Αφαιρούμε τα υπολείμματα με το σφυρί και τρίβουμε με την βούρτσα αφήνοντας μια καθαρή κόλληση μεταξύ ποδιού και βάσης.

Ακολούθως συγκολλούμε το δεύτερο πόδι στήριξης στην άλλη πλευρά της οπίσθιας βάσης στήριξης. Στην εικόνα 4.11 διακρίνουμε τα δύο πόδια στήριξης για την μπροστινή και οπίσθια πλευρά της δεξαμενής αντίστοιχα. Παρατηρώντας τα δύο πόδια, βλέπουμε ότι το αριστερό πόδι έχει ελαφρά πιο χαμηλά κολλημένη την βάση στήριξης σε σχέση με το δεξί πόδι στήριξης. Ο λόγος είναι ότι οι εσοχές εισόδου και εξόδου είναι τοποθετημένες σε διαφορετικό ύψος στη δεξαμενή.



Εικόνα 4.10 Συγκόλληση δεύτερο ποδιού στην βάση στήριξης.



Εικόνα 4.11 Συγκολλημένα πόδια στήριξης.

Επειδή έχουμε να κάνουμε με μεγάλη μάζα υδάτων, επόμενο βήμα είναι να ενισχύσουμε τις ενώσεις των βάσεων στήριξης. Στην εικόνα 4.12 διακρίνουμε στις άκρες των βάσεων στήριξης,

ενισχυμένες κολλήσεις για μεγαλύτερη αντοχή. Από την αριστερή πλευρά διακρίνουμε το κενό στο κέντρο που χρειάζεται όταν θα εφαρμόσει η μπροστινή πλευρά της δεξαμενής. Από αυτό το κενό θα περάσει η σωλήνωση εκκένωσης των στέρεων λυμάτων.



Εικόνα 4.12 Ενίσχυση κόλλησης των ποδιών στήριξης.



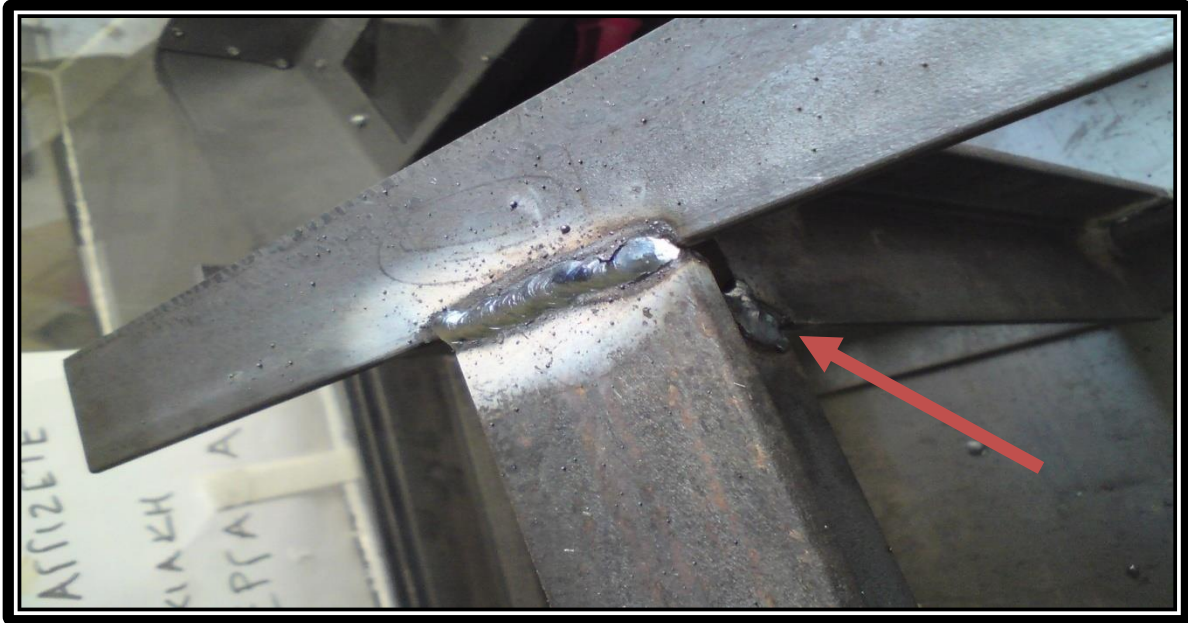
Εικόνα 4.13 Συγκόλληση βάσεων στήριξης εσοχών εισόδου και εξόδου.

Πάνω στις βάσεις στήριξης έχει σειρά η συγκόλληση βάσεων για τις εσοχές εισόδου και εξόδου. Τοποθετούμε την λάμα στην πάνω πλευρά των ποδιών στήριξης και την κολλάμε με την χρήση του ηλεκτροδίου. Αφαιρούμε τα υπολείμματα με το σφυρί και την βούρτσα και διακρίνουμε την καλή ένωση των δύο πλευρών μεταξύ τους.



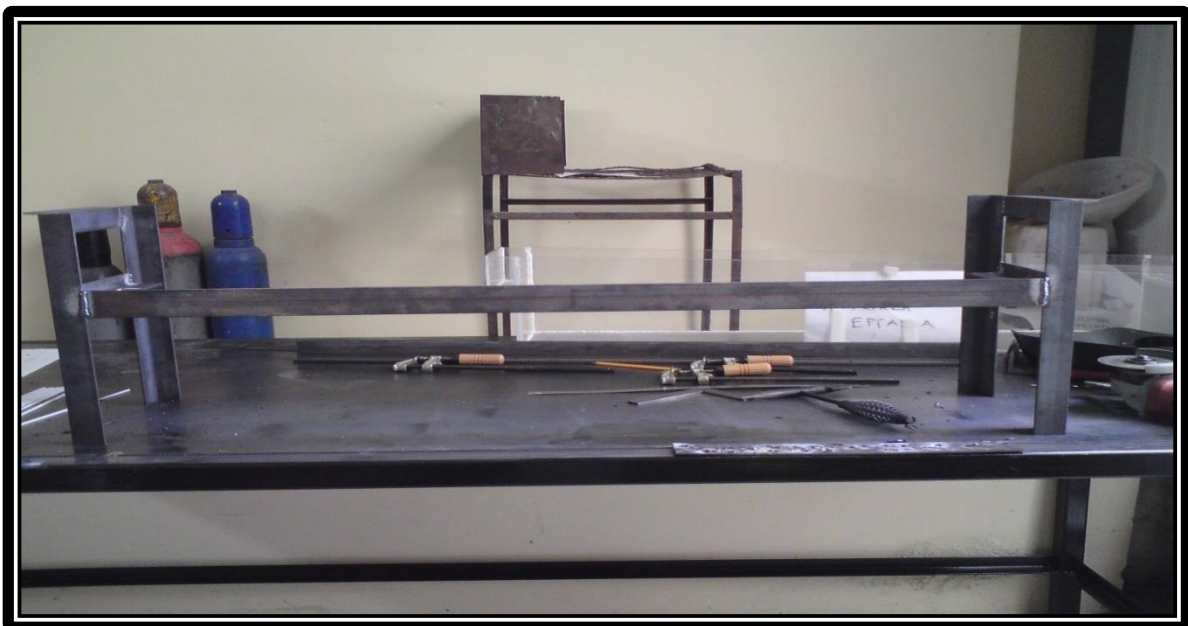
4.14 Συγκόλληση πλευρικών βάσεων στήριξης.

Επόμενο βήμα είναι η ένωση των πλευρικών βάσεων στήριξης για το πάτο της δεξαμενής με τα πόδια. Τοποθετούμε τη μία πλευρική βάση στο κατάλληλο ύψος και τα συγκολλούμε μεταξύ τους. Αφαιρούμε τα υπολείμματα από την κόλληση με την χρήση του σφυριού και της βούρτσας αφήνοντας μια καθαρή ένωση. Για περαιτέρω ενίσχυση ενώσαμε τις μύτες των βάσεων μεταξύ τους, όπως φαίνεται με κόκκινο. Στην εικόνα μας διακρίνουμε το κενό στην βάση στήριξης που δηλώνει ότι είναι η μπροστινή όψη της βάσης.



Εικόνα 4.15 Συγκόλληση πλευρικών βάσεων στήριξης με πίσω πόδια.

Σειρά έχει η ένωση των πίσω ποδιών στήριξης με την άλλη άκρη της πλευρική βάσης. Τοποθετούμε σε κατάλληλο ύψος τα κομμάτια μας και τα συγκολλούμε μεταξύ τους. Αφαιρούμε τα υπολείμματα από την κόλληση με το σφυρί και την βούρτσα και ενισχύουμε την κατασκευή ενώνοντας τις δύο μύτες μεταξύ τους όπως φαίνεται με κόκκινο.



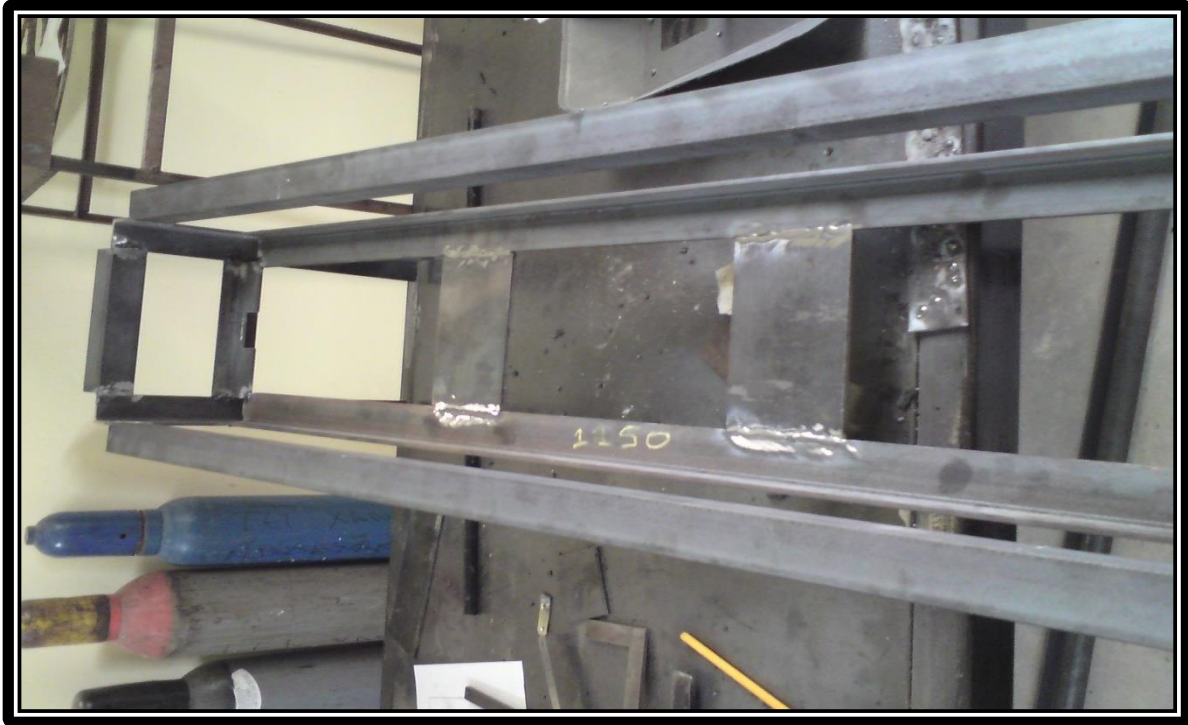
Εικόνα 4.16 Πρόοδος κατασκευής.

Στην εικόνα 4.16 παρουσιάζεται η πρόοδος της κατασκευής της βάσης στήριξης της δεξαμενής. Φαίνονται τα πόδια στήριξης με τις βάσεις για τις εσοχές εισόδου και εξόδου καθώς και η μία πλευρική βάση στήριξης.



Εικόνα 4.17 Συγκόλληση της δεύτερης πλευρικής βάσης στήριξης.

Επόμενο βήμα είναι η συγκόλληση της δεύτερης πλευρικής βάσης στήριξης στην κατασκευή. Τοποθετούμε τη βέργα στο κατάλληλο ύψος και συγκολλούμε τα κομμάτια μεταξύ τους. Όπως ενισχύσαμε την βάση ενώνοντας τις μύτες στις εικόνες 4.14 και 4.15, έτσι και στην δεύτερη βάση στήριξης κάνουμε το ίδιο. Αφαιρούμε τα υπολείμματα της συγκόλλησης με το σφυρί και την βούρτσα και προχωράμε στο επόμενο στάδιο της κατασκευής.



Εικόνα 4.18 Συγκόλληση πλαϊνών στηριγμάτων για τα τοιχώματα και κεντρικών ελασμάτων στήριξης για τον πάτο της δεξαμενής.

Ακολουθεί η συναρμολόγηση των δύο πλαϊνών βάσεων στήριξης για τα τοιχώματα της δεξαμενής εξασφαλίζοντας καλύτερη ασφάλεια στην συγκράτηση. Μετά τοποθετούμε τις κεντρικές πλάκες για τον πάτο της δεξαμενής. Μετράμε τις σωστές διαστάσεις τοποθέτησης και τα συγκολλούμε στις ακριανές πλευρές των πλαϊνών βάσεων στήριξης. Αφαιρούμε τα υπολείμματα από την κόλληση με την χρήση του σφυριού και της βούρτσας και μένει η συγκόλληση βάσης για την αντλία ιζημάτων και η βαφή της με μπογιά αποτροπής σκουριάς (αστάρωμα).



Εικόνα 4.19 Συγκόλληση βάση στήριξης αντλίας.

Η τελευταία φάση κατασκευής είναι η συγκόλληση βάσης στήριξης για την αντλία εισόδου των υδάτων. Φτιάχνουμε από λάμα πάχους 5mm βάση 90° και την τοποθετούμε στην μπροστινή όψη της βάσεως στήριξης. Στην εικόνα 4.19 μπορούμε να διακρίνουμε στο κέντρο της βάσης το κενό από το οποίο θα περάσει ο σωλήνας εκκένωσης των λυμάτων. Μετά την συγκόλληση, αφαιρούμε τα υπολείμματα με το σφυρί και την βούρτσα και ολοκληρώνουμε τα στάδια κατασκευής.



Εικόνα 4.20 Βαφή βάσεως στήριξης.

Τελευταίο βήμα είναι η βαφή προστασίας για αποτροπή εμφάνισης σκουριάς. Καθαρίζουμε τις επιφάνειες από υπολείμματα κόλλησης και σκόνης, περνάμε ένα χέρι με αστάρι μετάλλων και περιμένουμε να στεγνώσει. Μετά περνάμε και το δεύτερο χέρι με μπογιά χρώματος και την αφήνουμε ξανά να στεγνώσει. Στην εικόνα 4.20 διακρίνουμε τη βάση στήριξης ολοκληρωμένη και έτοιμη να υποδεχθεί την δεξαμενή καθίζησης.

4.3 Ολοκληρωμένη κατασκευή

Σε αυτό το κεφάλαιο η μηχανολογική κατασκευή συναρμολογείται πλήρως δίνοντας το τελικό προϊόν με όλες τις συνδεσμολογίες του.



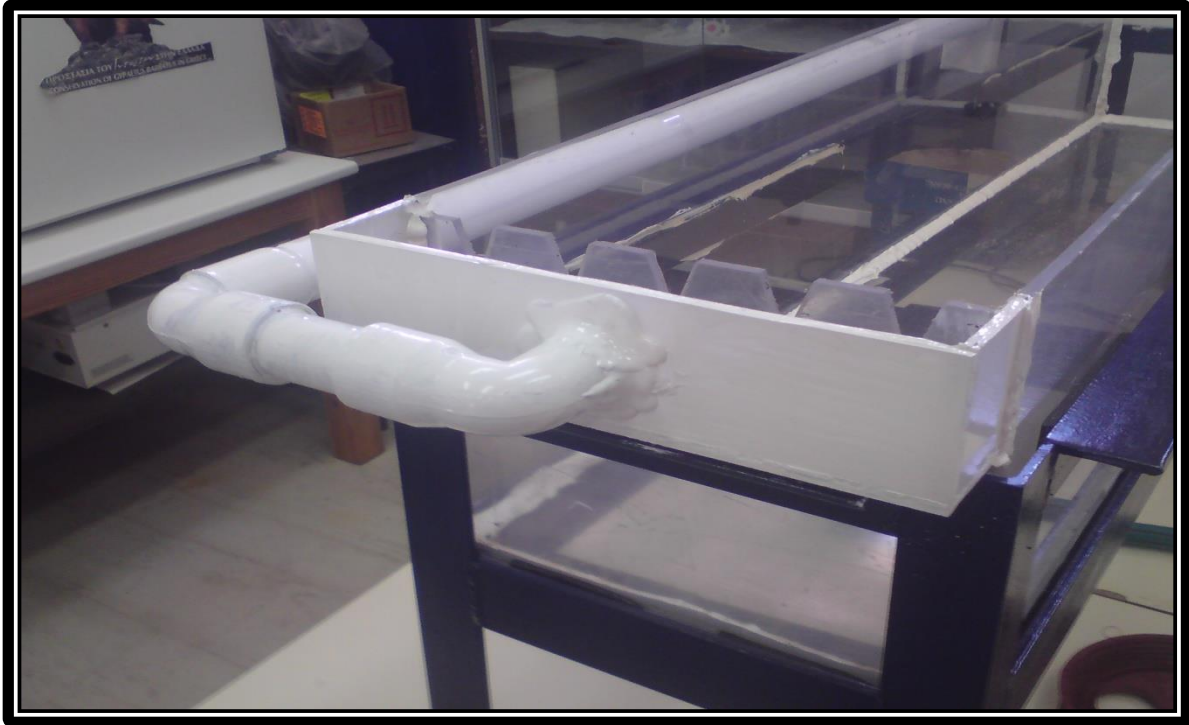
Εικόνα 4.21 Δοχείο ανάδευσης ιζημάτων και αντλία εισόδου.

Στην εικόνα 4.21 διακρίνουμε την είσοδο της δεξαμενής. Το μεγάλο λευκό δοχείο είναι το μέσο αποθήκευσης και παροχής των λυμάτων. Ο εύκαμπτος γκρι σωλήνας είναι η παροχή νερού στο δοχείο. Από τις δυνάμεις που θα ασκήσει η ροή του νερού, αναδεύονται τα ιζήματα εντός του δοχείου. Μπροστά από την βάση μας βλέπουμε την αντλία που αντλεί τα λύματα από το δοχείο

και τα εναποθέτει μέσω του σωλήνα στην εσοχή εισόδου. Μπροστά από την αντλία διακρίνουμε τον πράσινο σωλήνα μεταφοράς υδάτων από το δοχείο στην αντλία (εικόνα 4.22).

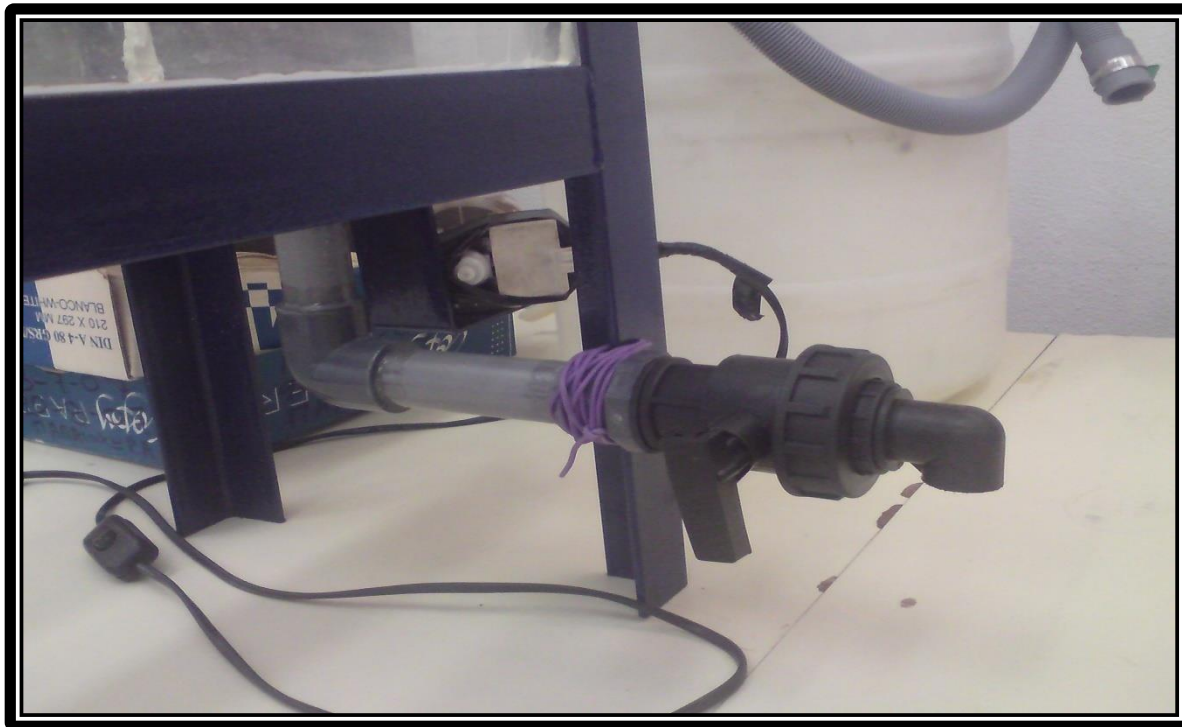


Εικόνα 4.22 Μπροστινή όψη δεξαμενής.



Εικόνα 4.23 Οπίσθια όψη δεξαμενής.

Στην εικόνα 4.23 διακρίνουμε την οπίσθια όψη της δεξαμενής με τον σωλήνα αποβολής εκροών. Μόλις γεμίσει η δεξαμενή με τα ύδατα, θα αρχίσει να αποβάλει από τις εγκοπές της εκροής το περίσσιο επιφανειακό νερό. Μόλις φτάσει στο σωλήνα αποβολής θα αρχίσουν τα ύδατα να περνάνε μέσα από τον σωλήνα και να επιστρέφουν στο δοχείο αποθήκευσης. Με αυτή την διαδικασία δεν χρειάζεται να ξαναγεμίζουμε τη δεξαμενή με επιπλέον νερό. Έτσι καθώς αναμένονται τα ιζήματά να καθιζάνουν, το υπάρχον νερό ανακυκλώνεται.



Εικόνα 4.24 Σωλήνας αποβολής ιζημάτων.

Στην εικόνα 4.24 διακρίνουμε το σωλήνα και τη βάνα εκκένωσης των ιζημάτων που θα καθαρίζουν μπροστά από την δεξαμενή. Μόλις τελειώσει το φαινόμενο της κατακάθισης, μπορούμε από αυτήν την βάνα να διώξουμε τα ιζήματα και να αδειάσουμε τη δεξαμενή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συμπεράσματα

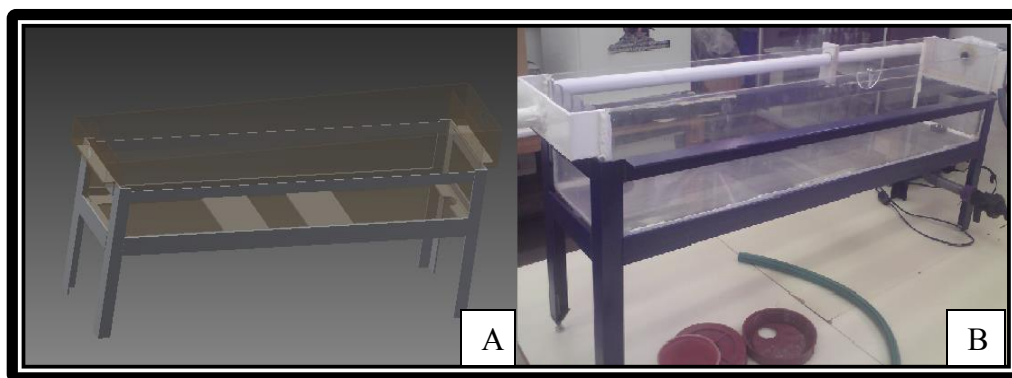
Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την σχεδιομελέτη και μηχανολογική κατασκευή ορθογώνιας δεξαμενής καθίζησης και τη λειτουργία της απαρτίζεται από τρία βασικά μέρη.

Στο πρώτο μέρος περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας συστημάτων επεξεργασίας αστικών λυμάτων με την χρήση του φαινομένου της κατακάθισης και ο τρόπος λειτουργίας των μηχανισμών που υπάρχουν στις εγκαταστάσεις αυτές καθώς και οι παραλλαγές τους. Με βάση τα χαρακτηριστικά αυτών των δεξαμενών γίνεται η μηχανολογική προ-μελέτη της κατασκευής δεξαμενής καθίζησης.

Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται το λογισμικό 3D-CAD μηχανολογικού σχεδιασμού Autodesk Inventor[®] 2012 και με τη βοήθεια αυτού γίνεται η σχεδιομελέτη της κατασκευής. Τα κομμάτια της κατασκευής σχεδιάζονται μεμονωμένα και στη συνέχεια με την επιλογή Assembly συντίθενται στο επιθυμητό τελικό αποτέλεσμα (συναρμολόγημα).

Στο τρίτο και τελευταίο μέρος γίνεται η πραγματική μηχανολογική κατασκευή. Παρουσιάζονται σταδιακά οι κατεργασίες και οι μέθοδοι που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του συναρμολογήματος της δεξαμενής, της βάσης στήριξης, καθώς και των παρελκόμενων αυτής

Καταλήγοντας μελετήθηκαν, σχεδιάστηκαν, συναρμολογήθηκαν και κατασκευάστηκαν με σύγχρονες μηχανολογικές μεθόδους και κατεργασίες, τα τεμάχια που απαρτίζουν την τελική τετράγωνη δεξαμενή καθίζησης ιζημάτων με βάση στήριξης για πειραματικούς σκοπούς, περνώντας από ένα εικονικό περιβάλλον στην πραγματική πειραματική διάταξη, όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.1



Εικόνα 5.1 Εικονική (A) και πραγματική (B) κατασκευή δεξαμενής με βάση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Βιβλιογραφία

- [1] Water for the World Constructing a Sedimentation Basin.
- [2] Water & Wastewater Engineering.
- [3] Θεμιστοκλής Δ. Λέκκας Περιβαλλοντική Μηχανική Ι Διαχείριση Υδατικών Πόρων Μυτιλήνη 1996
- [4] Sedimentation Tank Simulation Design and Application in Wadi Al-WWTP.
- [5] Γρηγόρη Μαρκαντωνάτου Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων Αθήνα 1990
- [6] Κοκκινάκης Εμμανουήλ Προσομοίωση Συμπεριφοράς & Δονητικών Χαρακτηριστικών Τύμπανου.