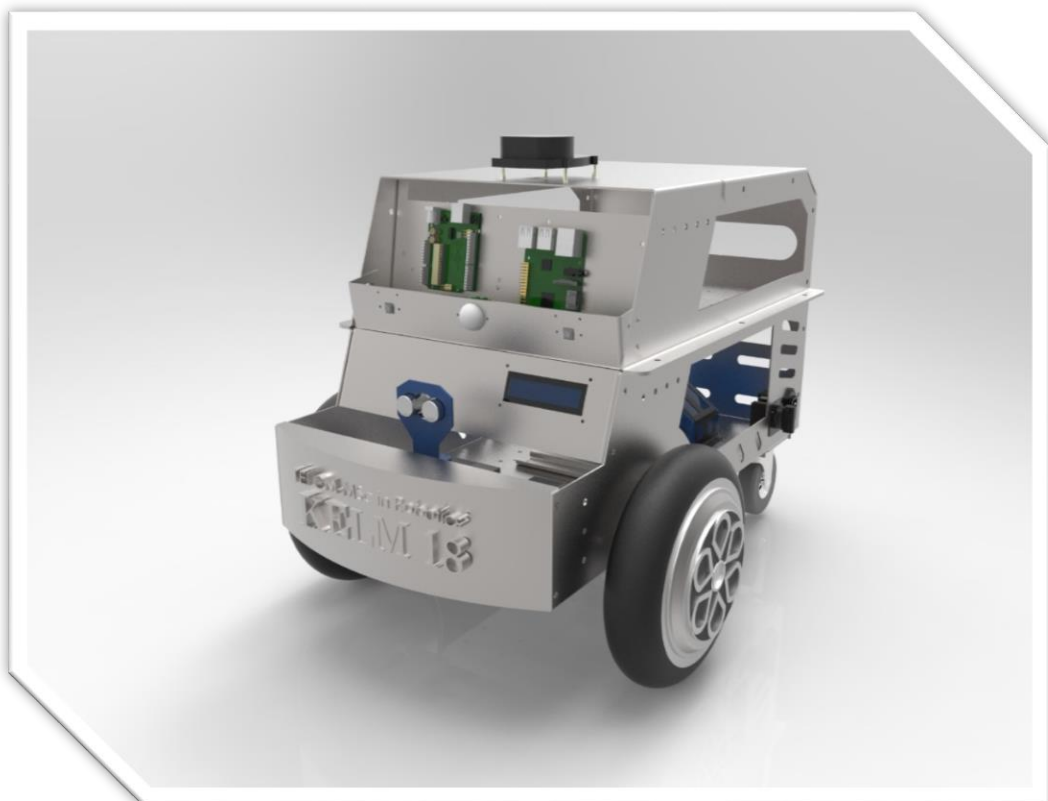


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μελέτη Προδιαγραφών και Μηχανολογική Σχεδίαση
Αυτόνομης Ρομποτικής Πλατφόρμας**



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ, ΑΜ 19
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ, ΤΕΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΜΟΙΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Σέρρες 2019

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκε από τον

Αναστάσιο Κωνσταντινίδη

την/.../2019

και εξετάστηκε από την εξής επιτροπή:

Ιωάννης Καλόμοιρος

Σταύρος Βολογιαννίδης

Θεόδωρος Παχίδης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωσή της.

Ευχαριστώ ιδιαίτερω τον εισηγητή της διπλωματικής εργασίας Δρ. Καλόμοιρο Ιωάννη, για την πολύτιμη βοήθειά του στην ολοκλήρωση της.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον Δρ. Σταύρο Βολογιαννίδη, ο οποίος δέχτηκε πρόθυμα να μας βοηθήσει στην εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ θερμά όλους τους φίλους και συναδέλφους που συμπορευθήκαμε στην διάρκεια της μεταπτυχιακής μας εκπαίδευσης.

Σέρρες, Φεβρουάριος 2019

Κωνσταντινίδης Αναστάσιος

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΦΟΙΤΗΤΗ:

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος φοιτητής, έχοντας επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου. Έχει γίνει αναφορά σε όλες τις πηγές που έχω συμπεριλάβει. Όλα τα κείμενα και τα διάφορα στοιχεία που υπάρχουν μέσα στην εργασία, είτε είναι από βιβλία, είτε είναι από το διαδίκτυο, ή άλλες εργασίες είναι αναγνωρισμένο από εμένα ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα. Έχω δε αναφέρει τα ονόματα τους και την πηγή από την οποία προέρχονται.

Ο φοιτητής:

Κωνσταντινίδης Αναστάσιος

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η σχεδιομελέτη ενός αυτόνομου ρομποτικού οχήματος βάσης.

Γίνεται η καταγραφή των τεχνικών προδιαγραφών και η μηχανολογική σχεδίαση η οποία είναι τέτοια, ώστε να υπάρχει δυνατότητα επέκτασης και προσαρμογής σε όσο το δυνατόν νέες μεθόδους πλοήγησης και πρόσκτησης πληροφοριών, με σκοπό να μπορεί να ανταπεξέλθει σε περισσότερους τύπους εργασιών.

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας αναπτύσσεται ο τρισδιάστατος και διδιάστατος σχεδιασμός όλων των εξαρτημάτων της συναρμολογημένης κατασκευής, χρησιμοποιώντας το λογισμικό σχεδίασης Solid Works (3D-Computer aided design-CAD).

Δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην σχεδίαση κάθε τμήματος ξεχωριστά, με γνώμονα τη στιβαρότητα και την αντοχή της κατασκευής σε φορτία, το μειωμένο βάρος και την μείωση των ταλαντώσεων, την δυνατότητα προσαρμογής διαφόρων αισθητήρων και οργάνων ελέγχου πλοήγησης και πληροφοριών και τέλος, την καλαισθησία της κατασκευής, με προοπτική επέκτασης σε διάφορες σχεδιαστικές εκδοχές.

English Summary

Thesis Title: Definition of specifications and mechanical design of an Autonomous Mobile Platform

The purpose of this diploma thesis is the design of an autonomous robotic vehicle.

The technical specifications and the mechanical design will be produced in a modular way, so that to be possible to expand and adapt to as many new methods of navigation and data acquisition as possible, in order to cope with a number of different tasks.

As part of the diploma thesis, the three-dimensional and two-dimensional design of all components of the assembled structure is developed, using the SolidWorks (3D - Computer Aided Design - CAD) design software.

Particular attention is paid to the design of each section separately, taking into account the robustness and strength of construction under load. Care was taken to reduce the vehicle weight and to reduce vibrations. The ability to adapt various sensors and navigation controls was studied. The aesthetic quality of construction, with the prospect of expansion in various design versions was also considered.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	10
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	13
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1. Κίνητρο	13
1.2. Το θέμα της εργασίας.....	14
1.3. Απόκτηση γνώσεων	15
1.4. Το αποτέλεσμα της κατασκευής	15
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	17
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ	17
2.1. Ρομποτική	17
2.2. Τι είναι το ρομπότ.....	17
2.3. Χρησιμότητα των Robot για τον άνθρωπο και την κοινωνία.....	19
2.4. Μηχανική δομή ρομπότ	20
2.5. Ρομπότ σταθερής βάσης - Ρομποτικοί χειριστές	21
2.6. Κινούμενα ρομπότ.....	22
2.7. Τροχήλατα ρομπότ.....	26
2.8. Κατάσταση της τέχνης στα ρομπότ υπηρεσιών	26
2.8.1. <i>Μεταφορά αγαθών - Delivery</i>	27
2.8.2. <i>Οδηγός ρομπότ για τα μουσεία</i>	28
2.8.3. <i>Σερβιτόρος - Robotic waiter</i>	30
2.8.4. <i>Ρομποτικός Αχθοφόρος</i>	31
2.8.5. <i>Ρομπότ Αστυνομικός - Φύλακας</i>	31
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	33
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	33
3.1 Σχέδιο	33

3.2	Μηχανολογικό σχέδιο	33
3.3	Τρισδιάστατη σχεδίαση σε υπολογιστή (3D Computer aided design)	34
3.4	Solidworks 3D Cad Software	35
3.5	Ιστορία του SolidWorks	36
4ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	38
	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	38
4.1	Σύλληψη της ιδέας.....	38
4.2	Πεδίο εφαρμογής.....	38
4.3	Τεχνικές προδιαγραφές	39
4.4	Αναλυτικά ο τεχνικές προδιαγραφές	40
4.4.1	<i>Αυτόνομη κίνηση.....</i>	40
4.4.2	<i>Κίνηση του ρομπότ.</i>	41
4.4.3	<i>Σχεδιαστικοί παράγοντες.....</i>	42
4.4.4	<i>Υλικά και εξαρτήματα</i>	42
4.4.5	<i>Υλικό κατασκευής</i>	42
4.4.6	<i>Διαστάσεις</i>	43
4.4.7	<i>Φορτίο</i>	43
4.4.8	<i>Ηλεκτρονικά εξαρτήματα που θα τοποθετηθούν στο όχημα.</i>	44
4.4.9	<i>Παροχή ενέργειας</i>	44
4.4.10	<i>Αισθητήρες</i>	45
4.4.11	<i>Μελλοντικές προβλέψεις</i>	45
4.4.12	<i>Μελλοντική προσαρμογή εξαρτημάτων</i>	46
5ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	47
	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ	47
5.1	Τα πρώτα σκαριφήματα	47
5.2	Μοντελοποίηση	50
5.3	Αρχεία DXF	73
6ο	ΚΕΦΑΛΑΙΟ	76

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	76
6.1 Αποτελέσματα.....	76
6.2 Νέα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν	77
6.2.1 <i>Μεταφορά φορτίου</i>	77
6.2.2 <i>Room service ή σερβιτόρος</i>	79
6.2.3 <i>Delivery</i>	80
6.2.4 <i>Φύλακας-Security</i>	81
7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	82
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	82
7.1 Πλεονεκτήματα	82
7.2 Μειονεκτήματα	83
7.3 Τι μπορούμε να κάνουμε στο μέλλον για καλύτερα αποτελέσματα.	84
7.4 Η συμβολή της διπλωματικής εργασίας.....	84
7.5 Επίλογος – Το όνομα του οχήματος.....	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	88
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	90

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ρομπότ σταθερής βάσης.....	21	
Εικόνα 2. Ρομπότ AGVs	22	
Εικόνα 3. Έντροχο ρομπότ	23	
Εικόνα 4. Ρομπότ με δύο πόδια	Εικόνα 5. Ρομπότ με έξι πόδια	24
Εικόνα 6. Ρομπότ ROVs	24	
Εικόνα 7. Ιπτάμενο Ρομπότ	25	
Εικόνα 8. Είδη τροχών [5].	26	
Εικόνα 9. Ρομπότ για παράδοση φαγητού της εταιρίας Marble.	27	
Εικόνα 10. Το ρομπότ ξεναγός Indigo.	28	
Εικόνα 11. Ρομπότ σερβιτόρος «Penny», της εταιρείας Bear Robotics.	30	
Εικόνα 12. Ρομπότ αχθοφόρος (Magni).	31	
Εικόνα 13. Ρομπότ φύλακας.	32	
Εικόνα 14. 3D σχεδίαση ρομποτικού χεριού με το SolidWorks.....	35	
Εικόνα 15. 3D σχεδίαση ρομποτικού χεριού με το SolidWorks.....	36	
Εικόνα 16. 3D σχεδίαση ρομποτικού χεριού με το SolidWorks.....	36	
Εικόνα 17. Το λογότυπο του λογισμικού SolidWorks.....	37	
Εικόνα 18. Διαφορική οδήγηση.	42	
Εικόνα 19. Διάφοροι αισθητήρες.	45	
Εικόνα 20. Οθόνη LCD 2x16.....	46	
Εικόνα 21. Σαρωτής LDS.....	46	
Εικόνα 22. Αρχικό σχέδιο 1.....	47	
Εικόνα 23. Αρχικό σχέδιο 2.....	48	
Εικόνα 24. Επανασχεδιασμός του μοντέλου εμπρός όψη.	48	
Εικόνα 25. Επανασχεδιασμός του μοντέλου πίσω όψη.....	48	
Εικόνα 26. Προσθήκη δεύτερου ορόφου στο ίδιο μοντέλο.....	49	
Εικόνα 27. Το τελικό σκαρίφημα.	49	
Εικόνα 28. Βάση.	50	
Εικόνα 29. Η βάση με μπαταρίες Λιθίου.....	51	
Εικόνα 30. Η βάση με μπαταρίες Μολύβδου.	51	
Εικόνα 31. Λάμα σχήματος Πι για την συγκράτηση των εμπρός τροχών.....	52	
Εικόνα 32. Η λάμα και το ωμέγα για την συγκράτηση του εμπρός τροχού.	52	

Εικόνα 33. Συγκράτηση του εμπρός τροχού. Πράσινο η λάμα. Κόκκινο το ωμέγα. Μπλε η λάμα Πι.	53
Εικόνα 34. Η λάμα Πι και το έλασμα για την συγκράτηση των πίσω τροχών.	53
Εικόνα 35. Συγκράτηση των πίσω τροχών. Μπλε η λάμα Πι. Κόκκινο το έλασμα.	54
Εικόνα 36. Συγκράτηση των εμπρός και πίσω τροχών.	54
Εικόνα 37. Το επάνω μέρος της βάσης.	55
Εικόνα 38. Τοποθέτηση του επάνω μέρους.	55
Εικόνα 39. Το πίσω μέρος (πλάτη).	56
Εικόνα 40. Τοποθέτηση του πίσω μέρους.	56
Εικόνα 41. Μικροελεγκτής Arduino Uno.	57
Εικόνα 42. Μικροεπεξεργαστής Raspberry Pi 3.	57
Εικόνα 43. Πλάτη για την τοποθέτηση του Arduino Uno και του Raspberry Pi 3.	58
Εικόνα 44. Τρεις θέσεις επιλογής για την στήριξη του Arduino Uno.	58
Εικόνα 45. Πέντε θέσεις επιλογής για την στήριξη του Raspberry Pi 3.	59
Εικόνα 46. Οπή Slot για την επιθυμητή κλίση της πλάτης στήριξης του Arduino Uno και Raspberry Pi 3.	59
Εικόνα 47. Τοποθέτηση της πλάτης με το Arduino Uno και Raspberry Pi 3.	60
Εικόνα 48. Η πρόσοψη με θέση για οθόνη LCD 2x16.	60
Εικόνα 49. Τοποθέτηση της πρόσοψης με την οθόνη.	61
Εικόνα 50. Βάση με θέσεις για δύο κάμερες και έναν ανιχνευτή κίνησης.	61
Εικόνα 51. Camera Module V2 (8MP,1080p).	62
Εικόνα 52. Ανιχνευτής κίνησης τύπου HC-SR501.	62
Εικόνα 53. Τοποθέτηση της βάσης με τις δύο κάμερες και τον ανιχνευτή κίνησης.	62
Εικόνα 54. Οπές Slot για την επιθυμητή κλίση της βάσης.	63
Εικόνα 55. Βάση για την τοποθέτηση τριών αποστασιόμετρων ή ενός πάνω σε σερβομοτέρ.	63
Εικόνα 56. Αισθητήρας υπερήχων 2 – 400cm SR04, με σερβομοτέρ.	64
Εικόνα 57. Τοποθέτηση της βάσης στήριξης των αισθητήρων υπερήχων. Κεντρικά τοποθετείται με σερβομοτέρ και στις άκρες με βίδες.	64
Εικόνα 58. Καμπυλωτό εμπρός τμήμα.	65
Εικόνα 59. Το καπάκι του καμπυλωτού τμήματος.	65
Εικόνα 60. Το εμπρός τμήμα με το όνομα.	65
Εικόνα 61. Τοποθέτηση του μπροστινού τμήματος με την χάραξη του ονόματος.	66
Εικόνα 62. Δεύτερο επίπεδο.	66
Εικόνα 63. Τοποθέτηση δεύτερου επιπέδου.	67
Εικόνα 64. Πλάτη δεύτερου επιπέδου.	67

Εικόνα 65. Τοποθέτηση της πλάτης.....	68
Εικόνα 66. Επιλογή τοποθέτησης από επάνω ή κάτω του αποστασιόμετρου υπερήχων.	68
Εικόνα 67. Το επάνω καπάκι με την χάραξη του ονόματος.....	69
Εικόνα 68. Τοποθέτηση του επάνω τμήματος.....	69
Εικόνα 69.Σχεδίαση του Laser distance sensor (LDS) στο Solid Works για τις ανάγκες της κατασκευής.....	70
Εικόνα 70. Τοποθέτηση του Laser distance sensor (LDS).	70
Εικόνα 71. Τελικό στάδιο σχεδίασης. Όψη 1.	71
Εικόνα 72. Τελικό στάδιο σχεδίασης. Όψη 2.	71
Εικόνα 73. Τελικό στάδιο σχεδίασης. Όψη 3.	72
Εικόνα 74. Επεξεργασία (render) στο πρόγραμμα keyshot 6.....	72
Εικόνα 75. Επεξεργασία (render) στο πρόγραμμα keyshot 6.....	73
Εικόνα 76. Το επάνω τμήμα.....	74
Εικόνα 77. Το επάνω τμήμα σε ανάπτυξη.....	74
Εικόνα 78. Μετατροπή σε αρχείο DXF.....	75
Εικόνα 79. Μεταφορά βιβλίων.....	78
Εικόνα 80. Μεταφορά εργαλείων.....	78
Εικόνα 81. Room Service ή σερβιτόρος.....	79
Εικόνα 82. Delivery.....	80
Εικόνα 83. Φύλακας – Security.....	81

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Κίνητρο

Οι απαιτήσεις της καθημερινότητας δημιουργούν την ανάγκη εξεύρεσης τεχνολογικών λύσεων, απαραίτητες για την ελαχιστοποίηση του χρόνου απασχόλησης σε εργασίες, οι οποίες είναι μονότονες, κουραστικές, χρονοβόρες, και κρατούν τον άνθρωπο μακριά από δραστηριότητες απαραίτητες για την ψυχική και σωματική του υγεία.

Έτσι, σταδιακά και με μεγάλο βαθμό ανάπτυξης και εξέλιξης έχουν εισχωρήσει στην καθημερινότητα του μηχανικές συσκευές, οι οποίες προγραμματίζονται να εκτελούν συγκεκριμένες και επαναλαμβανόμενες εργασίες, τα γνωστά μας ρομπότ.

Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται σε δύσκολες, πολύπλοκες, βρώμικες και επικίνδυνες εργασίες, απαγορευτικές για τον άνθρωπο, σε εργασίες που απαιτείται μεγάλος βαθμός ακρίβειας και ταχύτητας, καθώς και σε οικιακές εργασίες. Έτσι, υπάρχουν ρομπότ τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν μέσα σε ηφαίστεια όπου αναπτύσσονται μεγάλες θερμοκρασίες ή σε μεγάλα βάθη εξερευνώντας θαλάσσιες περιοχές. Άλλα ρομπότ μπορούν να δεχτούν και να στείλουν δεδομένα από άλλους πλανήτες, να λάβουν μέρος σε μία διάσωση, να εργαστούν σε γραμμή παραγωγής οχημάτων, να μαγειρέψουν, να σκουπίσουν και να μας διασκεδάσουν.

Το κίνητρο για την συγκεκριμένη εργασία δόθηκε από την ιδέα να κατασκευαστεί ένα αυτόνομο ρομπότ, το οποίο θα είναι ευέλικτο, ώστε να χρησιμοποιείται σε περισσότερες από μία εργασίες. Να έχει την δυνατότητα να κινείται σε εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον, αναγνωρίζοντας κάθε στιγμή την θέση στην οποία βρίσκεται. Με τον ανάλογο προγραμματισμό υψηλού επιπέδου θα μεταβάλει το πεδίο εφαρμογών του, ανάλογα με τις απαιτήσεις των εργασιών που θα εκτελεί.

1.2. Το θέμα της εργασίας

Το θέμα της εργασίας είναι η μηχανολογική σχεδίαση μιας τροχήλατης ρομποτικής πλατφόρμας βάσης. Ο όρος πλατφόρμα βάσης αφορά αρχικά την σχεδίαση ενός τροχοφόρου ρομποτικού οχήματος, το οποίο θα λειτουργεί αυτόνομα. Επάνω σε αυτή την αρχική κατασκευή, με την προσθήκη ή αφαίρεση εξαρτημάτων, θα έχει την δυνατότητα να μεταβάλει το πεδίο εφαρμογής που καλείται να εκτελέσει, σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη.

Η μελέτη περιλαμβάνει το σκοπό των εφαρμογών και των δυνατοτήτων που πρέπει να εκτελεί η ρομποτική πλατφόρμα, με σύνθεση πληροφοριών από διάφορους αισθητήρες που τοποθετούνται επάνω. Η θέση τους καθορίζει την σχεδίαση της κατασκευής, έτσι ώστε να είναι λειτουργική και προσβάσιμη σε αλλαγές και νέες τοποθετήσεις αισθητήρων και ελεγκτών, ώστε να είναι επεκτάσιμη σε όσο το δυνατόν περισσότερους τύπους εφαρμογών.

Στην συγκεκριμένη κατασκευή δημιουργούνται θέσεις για έναν ελεγκτή, έναν επεξεργαστή, κάμερες παρακολούθησης και καταγραφής, αποστασιόμετρα ή αισθητήρες εμποδίων, μπαταρίες για παροχή ενέργειας και διάφορα εξαρτήματα τα οποία συμβάλουν στην λειτουργία και πλοήγηση του ρομπότ.

Σε ότι αφορά τον προγραμματισμό υψηλού επιπέδου, ο ελεγκτής (Arduino Uno) και ο επεξεργαστής (Raspberry Pi 3) συνεργάζονται μεταξύ τους, μεταφέροντας και λαμβάνοντας δεδομένα μέσω του λειτουργικού συστήματος Robot Operating System (ROS).

Έχοντας σαν κύριους στόχους την στιβαρότητα του ρομποτικού οχήματος, την μείωση του βάρους, όσο αυτό είναι επιτρεπτό, την αντοχή του σε φορτία και την αποφυγή των ανεπιθύμητων ταλαντώσεων, γίνεται η επιλογή του υλικού κατασκευής και επομένως η κατεργασία που θα υποστεί.

Επίσης, σημαντικό κριτήριο στην σχεδιομελέτη είναι η μελλοντική επεκτασιμότητα και αναβάθμιση του, η εξοικονόμηση χώρου με την σωστή τοποθέτηση των εξαρτημάτων και η εύκολη πρόσβαση σε αυτά για ενδεχόμενη αντικατάσταση τους.

1.3. Απόκτηση γνώσεων

Η αφορμή της παρούσας πτυχιακής ήταν η έρευνα αγοράς που πραγματοποιήθηκε πάνω σε αυτόνομα ρομποτικά οχήματα της ίδιας κατηγορίας. Υπάρχουν πολλές ρομποτικές κατασκευές οι οποίες δημιουργήθηκαν για να εκτελούν ένα μόνο σκοπό. Η επόμενη πρόκληση ήταν η δημιουργία μιας ρομποτικής κατασκευής ικανής να ανταποκριθεί σε περισσότερους σκοπούς, αυξάνοντας έτσι το πεδίο εφαρμογών. Για να μπορέσει να υλοποιηθεί αυτό έπρεπε να σχεδιαστεί αρχικά ένα ρομποτικό όχημα βάσης με αυτόνομη λειτουργία, το οποίο θα προσαρμόζεται στις συνθήκες του περιβάλλοντος και θα έχει επικοινωνία με κάποιο χρήστη, μεταφέροντας τα δεδομένα που δέχεται από το εξωτερικό περιβάλλον. Επόμενο βήμα ήταν, να μπορεί με κάποιες εύκολες μετατροπές, να μεταβάλλεται η πλατφόρμα, ώστε να εξυπηρετεί και άλλες εφαρμογές.

Μέσα από την πορεία της έρευνας, της μελέτης και της προσομοίωσης, γεννήθηκαν προβλήματα. Για ορισμένα η λύση ήταν εύκολη και άμεση. Για να ξεπεραστούν όμως κάποια άλλα, χρειάστηκε να γίνει επανασχεδιασμός από την αρχή.

Όλη αυτή η διαδικασία είχε σαν αποτέλεσμα την ανακάλυψη νέων στοιχείων για την λειτουργία και τις δυνατότητες που έπρεπε να εφαρμοστούν στο ρομποτικό όχημα. Έπρεπε να βρεθούν ιδέες και κατασκευαστικές λύσεις για την υλοποίηση της εργασίας. Κάθε σημείο και τμήμα του σχεδιάστηκε ξεχωριστά, ώστε να εξυπηρετεί τις τεχνικές προδιαγραφές που τέθηκαν.

Έτσι, μέσα από τον προβληματισμό και την ανάγκη εξεύρεσης λύσεων αποκτήθηκαν σημαντικές γνώσεις, για την όλη πορεία υλοποίησης ενός αυτόνομου ρομποτή. Το κάθε εξάρτημα έπρεπε να μελετηθεί ξεχωριστά, ώστε να γίνεται γνωστός ο τρόπος λειτουργίας και οι ανάγκες που εξυπηρετεί. Σε πολλές περιπτώσεις έπρεπε να γίνει και η κατάλληλη επιλογή στις διαστάσεις για την απαραίτητη εξοικονόμηση χώρου.

1.4. Το αποτέλεσμα της κατασκευής

Δημιουργήθηκαν σχέδια διδιάστατα και τρισδιάστατα για κάθε ένα από τα μέρη από τα οποία αποτελείται η κατασκευή, με το σχεδιαστικό λογισμικό Solid

Works (CAM) στα οποία αποτυπώνονται οι ακριβείς διαστάσεις και οι θέσεις στήριξης των διαφόρων εξαρτημάτων.

Η κίνηση της ρομποτικής πλατφόρμας γίνεται από τις δύο μπροστινές ρόδες και στο πίσω μέρος τοποθετούνται δύο ρόδες τύπου castor. Δηλαδή πρόκειται για ένα σύστημα διαφορικής οδήγησης (differential drive)

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ

2.1. Ρομποτική

Ο κλάδος της επιστήμης που μελετά εκείνες τις μηχανές που μπορούν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο στην εκτέλεση μιας εργασίας ονομάζεται Ρομποτική, η οποία συνδυάζει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων με τη φυσική δραστηριότητα [1].

2.2. Τι είναι το ρομπότ

Σύμφωνα με τον ορισμό του Ινστιτούτου Ρομπότ των ΗΠΑ, "ρομπότ είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη πολυλειτουργική χειριστική διάταξη, σχεδιασμένη για τη μετακίνηση υλικών, εξαρτημάτων, εργαλείων και εξειδικευμένων διατάξεων, μέσω μεταβλητών, προγραμματισμένων κινήσεων για την εκτέλεση μιας σειράς εργασιών". Ένα ρομπότ αποτελείται από δύο συστήματα, το μηχανικό (στο οποίο περιλαμβάνεται το σύστημα κίνησης) και το ηλεκτρονικό (στο οποίο υπάγεται και η επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη του). Υπάρχουν διάφορα κριτήρια διάκρισης και αντίστοιχες κατηγοριοποιήσεις των ρομπότ. Μία από αυτές τις κατηγοριοποιήσεις είναι η διάκρισή τους σε τρεις "γενιές". Στην πρώτη κατατάσσονται ρομπότ με περιορισμένη ευελιξία, που διευθύνονται από τον άνθρωπο, όπως, οι απλοί "χειριστές", τα οποία είναι σχετικά απλά εργαλεία που επιτρέπουν τη μετακίνηση επικίνδυνων αντικειμένων (π.χ. ραδιενεργών υλικών). Στη δεύτερη γενιά κατατάσσονται τα ρομπότ που είναι εφοδιασμένα με σταθερό πρόγραμμα δράσης και άλλα που λαμβάνουν εντολές από κάποιο σύστημα αριθμητικού ελέγχου. Στην τρίτη γενιά κατατάσσονται τα ρομπότ τα οποία είναι εφοδιασμένα:

- με αισθητήριες "πληροφορίες" από το περιβάλλον,
- με διάταξη επεξεργασίας των πληροφοριών και
- με κινητήριο σύστημα εκτέλεσης εργασιών.

Σε πάρα πολλούς τομείς της παραγωγής γίνεται μεγάλη χρήση των ρομπότ και συγκεκριμένα στην βιομηχανία (βιομηχανική ρομποτική), την αεροδιαστημική, στην ιατρική, την αεροναυπηγική κ.ά. Το γεγονός έδωσε σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της βιομηχανίας των ρομπότ, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ και στην Ιαπωνία.

Μέχρι σήμερα, οι κυριότερες εφαρμογές των βιομηχανικών ρομπότ ήταν οι συναρμολογήσεις, οι ηλεκτροσυγκολλήσεις, οι βαφές με ψεκασμό ή επεξεργασία επιφανειών σε τροφοδοτήσεις εργαλειομηχανών, οι εφαρμογές σε εργασίες πρεσαρίσματος, οι μορφοποιήσεις πλαστικών σε μήτρες κ.ά.

Από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1980 η χρήση των ρομπότ γενικεύτηκε στο πλαίσιο της ανάπτυξης των Ολοκληρωμένων Συστημάτων Παραγωγής (Computer-Integrated Manufacturing), αυτοματοποιημένων και ευέλικτων εργοστασίων, στα οποία οι εργαλειομηχανές μπορούν να επαναπρογραμματίζονται ταχύτατα για την παραγωγή νέων ή διαφοροποιημένων προϊόντων. Ως προς την ευρύτατη χρήση ρομπότ, πρωτοποριακά εργοστάσια θεωρούνται το εργοστάσιο το Buick City στο Flint του Michigan, της General Motors στο Hamtramck, το εργοστάσιο της IBM στο Lexington κ.ά. Ευρύτατη χρήση ρομπότ, εκτός από τη βιομηχανία γίνεται και σε μη μεταποιητικές εφαρμογές, όπως στην εξόρυξη πετρελαίου, υποθαλάσσιες έρευνες, σε ιατρικές εφαρμογές, σε πυρηνικούς σταθμούς κ.λπ. Σε πειραματική βάση, έχουν κατασκευαστεί ρομπότ που καθαρίζουν το σπίτι, "παίζουν" με τα παιδιά ή σερβίρουν ποτά. Η ανάπτυξη του κλάδου της τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence) κατά τη δεκαετία του 1980 άνοιξε ευρύτατες προοπτικές εφαρμογής της στη ρομποτική. Ένα από τα σημαντικότερα πεδία έρευνας της πληροφορικής αποτελεί η τεχνητή νοημοσύνη και αφορά την κατασκευή συστημάτων αυτοματισμού εφοδιασμένων με ικανότητα μάθησης, δυνατότητα κατανόησης της φυσικής γλώσσας, ικανότητα λήψης αποφάσεων, αξιολόγησης στοιχείων κ.ά. Οι σχετικές έρευνες στον τομέα της ρομποτικής αφορούν την κατασκευή ρομπότ τα οποία πέρα από τις βασικές αισθήσεις, όπως η όραση και η αφή, θα είναι εφοδιασμένα με αντιληπτικές ικανότητες (για παράδειγμα, αντίληψη μορφών, εικόνων σχημάτων, κ.λπ.), με ικανότητα διεξαγωγής λογικών συνειρμών και εξαγωγής συμπερασμάτων, καθώς και με δυνατότητες ανακατανομής δεδομένων ανάλογα με τη χρήση για την οποία

ζητούνται και με ικανότητα αυτοδιόρθωσης. Η ανάπτυξη της προηγμένης τεχνολογίας ρομπότ αναμένεται ότι θα βοηθήσει σημαντικά στην επίλυση προβλημάτων και στην ολοκλήρωση εργασιών σε χώρους που είναι δύσκολα προσπελάσιμοι για τον άνθρωπο. Ωστόσο, καθώς θα είναι εφοδιασμένα με ικανότητα ανάπτυξης σχετικής αυτονομίας κατά τη λειτουργία τους, εκφράζονται φόβοι για τη δυσκολία ελέγχου των συστημάτων αυτών[1].

2.3. Χρησιμότητα των Robot για τον άνθρωπο και την κοινωνία

Τα robot, όπως άλλωστε κάθε τι καινούριο, έχουν τα αρνητικά και τα θετικά τους. Τα θετικά, είναι τα εξής:

Η εφαρμογή των επιτευγμάτων της ρομποτικής στην παραγωγική διαδικασία έχει ευνοϊκές συνέπειες κυρίως όσον αφορά την αύξηση της παραγωγικότητας της εργασίας και τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.

Η ανάπτυξη της προηγμένης τεχνολογίας ρομπότ αναμένεται ότι θα βοηθήσει σημαντικά στην επίλυση προβλημάτων και στην ολοκλήρωση εργασιών σε χώρους που είναι δύσκολα προσπελάσιμοι για τον άνθρωπο.

Υπάρχουν διάφορες εργασίες, οι οποίες είτε από τη φύση τους είναι επικίνδυνες, είτε σε άλλες περιπτώσεις είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν από τους ανθρώπους για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα, η δουλειά των πυροτεχνουργών και των ανθρώπων που καλούνται να εξουδετερώσουν εκρηκτικούς μηχανισμούς, είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη και μπορεί να προκαλέσει σοβαρά ατυχήματα, ή να επιφέρει ακόμα και τον θάνατο. Τα robot στην περίπτωση αυτή είναι χρήσιμα και πραγματοποιούν την εξουδετέρωση χωρίς να χρειαστεί να κινδυνεύσει η οποιαδήποτε ανθρώπινη ζωή.

Τα robot επίσης καταφέρνουν λόγω μεγέθους, να φτάσουν σε μέρη που ο άνθρωπος δεν μπορεί να φτάσει. Για παράδειγμα στενούς αγωγούς, μηχανοστάσια, κτλ. Και σε αυτήν την περίπτωση λοιπόν, η χρησιμότητά τους είναι μοναδική.

Υπάρχουν από την άλλη κάποια αρνητικά, τα οποία μάλιστα είναι αρκετά και έχουν επιφέρει αλλαγές κυρίως στον εργασιακό τομέα.

Τα robot λοιπόν έχουν αρχίσει εδώ και κάποια χρόνια να χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία και να έχουν αντικαταστήσει τους ανθρώπους, αφού δεν

χρειάζονται μισθό, ούτε ασφάλιση και φυσικά δεν κουράζονται και δεν έχουν απαιτήσεις. Αυτό έχει σημάνει συναγερμό στις εργασιακές τάξεις και στα διάφορα συνδικάτα, τα οποία βλέπουν τις θέσεις εργασίας να συρρικνώνονται και να είναι πλέον αρκετά λιγοστές, όταν σε παλαιότερες εποχές τα ίδια εργοστάσια και οι ίδιες βιομηχανίες, απασχολούσαν μια σημαντική μερίδα ανθρώπων.

Συμπερασματικά, τα robot είναι καλό να υπάρχουν, έτσι ώστε να μπορούν να υποκαθιστούν τον άνθρωπο σε πολύ σημαντικές και επικίνδυνες εργασίες. Οτιδήποτε έρχεται σαν νέα τεχνολογία και δοκιμάζεται με επιτυχία, είναι ευπρόσδεκτο, εφόσον φυσικά πρόκειται για το καλό της ανθρωπότητας και των ανθρώπων ειδικότερα. Η ρομποτική εάν χρησιμοποιηθεί σωστά και συνετά, μπορεί να φέρει την επανάσταση σε διάφορους χώρους και να κάνει τις ζωές μας ευκολότερες, αλλά και πιο ασφαλείς μέσα από συνεχείς βελτιώσεις.

Τα εμπόδια που συναντούν συχνά οι επιστήμονες όσο προχωράει η επιστήμη της ρομποτικής είναι:

- Η επιδεξιότητα: Καθημερινά οι άνθρωποι κάνουμε κινήσεις που απαιτούν μεγάλη προσοχή και επιδεξιότητα, παρόλο που μας φαίνονται σχετικά απλές, τις οποίες όμως δεν μπορούν να κάνουν τα ρομπότ.
- Η όραση: Σίγουρα τα ρομπότ μπορούν να βλέπουν και μάλιστα εξαιρετικά καθαρά, χάρη στις υπερσύγχρονες κάμερες που έχουν ενσωματωμένες. Είναι, όμως, προγραμματισμένα να βλέπουν συγκεκριμένα πράγματα. Αν, για παράδειγμα, δουν ένα χρώμα ή ένα αντικείμενο που δεν έχουν συμπεριλάβει οι επιστήμονες στο πρόγραμμά τους, δεν θα μπορούν να το αναγνωρίσουν [2].

2.4. Μηχανική δομή ρομπότ

Το κύριο χαρακτηριστικό ενός ρομπότ είναι η δομή. Τα ρομπότ μπορούν να ταξινομηθούν σε εκείνα που διαθέτουν σταθερή βάση, τους ρομποτικούς χειριστές (robot manipulators), και σε εκείνα με κινούμενη βάση, τα κινούμενα ρομπότ (mobile robots) [3].

2.5. Ρομπότ σταθερής βάσης - Ρομποτικοί χειριστές

Η μηχανική δομή ενός ρομποτικού χειριστή αποτελείται από μια ακολουθία στερεών σωμάτων (μέλη, σύνδεσμοι-links) που διασυνδέονται με την βοήθεια αρθρώσεων (joins). Ένας χειριστής χαρακτηρίζεται από έναν βραχίονα (arm) που εξασφαλίζει την κινητικότητα του, έναν καρπό (wrist) που προσδίδει επιδεξιότητα και ένα τελικό στοιχείο δράσης (end-effector) που εκτελεί την εργασία που απαιτείται από το ρομπότ (εικόνα 1).

Η βασική δομή ενός χειριστή είναι η σειριακή ή ανοιχτή κινηματική αλυσίδα (open kinematic chain). Από τοπολογική άποψη, η κινηματική αλυσίδα ορίζεται ως ανοιχτή όταν υπάρχει μόνο μία ακολουθία μελών που συνδέουν τα δύο άκρα της αλυσίδας. Εναλλακτικά, ένας χειριστής περιέχει μία κλειστή κινηματική αλυσίδα (closed kinematic chain), όταν μία ακολουθία μελών σχηματίζει ένα βρόχο. Η κινητικότητα ενός χειριστή εξασφαλίζεται από την παρουσία των αρθρώσεων [3].

Τα είδη των ρομποτικών χειριστών είναι τα παρακάτω:

- Καρτεσιανός χειριστής
- Χειριστής τύπου γερανογέφυρας
- Σφαιρικός χειριστής
- Χειριστής SCARA
- Ανθρωπομορφικός χειριστής
- Παράλληλος χειριστής
- Κυλινδρικός χειριστής[3]



Εικόνα 1. Ρομπότ σταθερής βάσης

2.6. Κινούμενα ρομπότ

Το κύριο χαρακτηριστικό των κινούμενων ρομπότ (mobile robots) είναι η παρουσία μιας κινούμενης βάσης η οποία επιτρέπει στο ρομπότ να κινείται ελεύθερα στο περιβάλλον. Σε αντίθεση με τους χειριστές τέτοια ρομπότ χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές υπηρεσιών, όπου απαιτούνται εκτεταμένες, αυτόνομες ικανότητες κίνησης. Από μηχανικής άποψης ένα κινούμενο ρομπότ αποτελείται από ένα ή περισσότερα στερεά σώματα εξοπλισμένα με ένα σύστημα κίνησης (locomotion system). Αυτή περιλαμβάνει τις ακόλουθες κατηγορίες κινούμενων ρομπότ:[3]

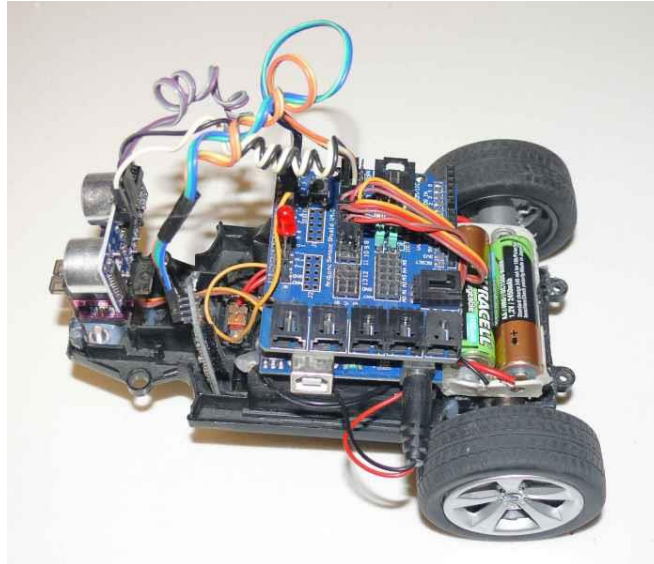
- **AGVs:** Τα AGVs (Automatic Guided Vehicles) είναι ρομπότ τα οποία κινούνται ακολουθώντας γραμμές ή καλώδια τα οποία υπάρχουν στο πάτωμα, ή από διάφορους πομπούς που υπάρχουν στον χώρο εργασίας τους. Συνεπώς η κίνηση τους είναι περιορισμένη. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε βιομηχανικούς χώρους και αποθήκες (εικόνα 2) [4].



Εικόνα 2. Ρομπότ AGVs

- **Αυτόνομα Τροχήλατα Ρομπότ:** είναι ρομπότ τα οποία κινούνται χωρίς συνεχή έλεγχο και επίβλεψη. Άρα έχουν μεγάλο βαθμό αυτονομίας στην

κίνηση τους. Τα τροχοφόρα (wheeled) κινούμενα ρομπότ αποτελούνται συνήθως από ένα άκαμπτο σώμα και ένα σύστημα τροχών το οποίο παρέχει κίνηση ως προς το έδαφος. Άλλα στερεά σώματα επίσης εξοπλισμένα με τροχούς, μπορούν να συνδεθούν στη βάση με την βοήθεια στροφικών αρθρώσεων (εικόνα 3) [4].



Εικόνα 3. Έντροχο ρομπότ

- **Τα βαδίζοντα (legged) κινούμενα ρομπότ** χρησιμοποιούν μηχανικά πόδια για την κίνησή τους και όχι συμβατικούς τροχούς όπως στις προηγούμενες δύο κατηγορίες. Αποτελούνται από πολλαπλά στερεά σώματα, που διασυνδέονται με πρισματικές αρθρώσεις ή συχνότερα με στροφικές αρθρώσεις. Κάποια από αυτά τα σώματα σχηματίζουν κατώτερα σκέλη, των οποίων τα άκρα (πόδια –feet) έρχονται περιοδικά σε επαφή με το έδαφος για να πραγματοποιήσουν τη μετακίνηση. Αυτά τα ρομπότ μπορούν εύκολα να αναρριχηθούν σε εδάφη με ανώμαλη επιφάνεια, να αποφύγουν εμπόδια, με δύο ή περισσότερα πόδια μιμούμενα κινήσεις ανθρώπων ή εντόμων (εικόνες 4, 5) [3] [4].



Εικόνα 4. Ρομπότι με δύο πόδια



Εικόνα 5. Ρομπότι με έξι πόδια

- **ROVs:** Τα ROVs (Remotely Operated Vehicles) είναι υποβρύχια ρομπότι τα οποία είναι συνδεδεμένα μέσω καλωδίου με το πλοίο ευθύνης τους, από το οποίο και γίνεται όλος ο έλεγχος και η λειτουργία του. Έτσι όλες οι ανάγκες σε ενέργεια μπορούν να καλυφθούν άμεσα από εκεί, χωρίς να κουβαλάνε περιττά βάρη. Κινούνται με χαμηλές ταχύτητες (εικόνα 6) [4].



Εικόνα 6. Ρομπότι ROVs

Εναέρια ρομπότ (UAV): Αυτά τα ρομπότ είναι ιπτάμενα. Ο έλεγχος τους γίνεται από μακριά. Χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς συνήθως, αλλά και σε πολλές άλλες εφαρμογές οι οποίες αυξάνονται συνεχώς. Τα τελευταία χρόνια τα τετρακόπτερα (quadcopters) έχουν γίνει αρκετά δημοφιλή καθώς αποτελούν σχετικά φθηνές λύσεις για χόμπυ, κινηματογράφηση, μεταφορά προϊόντων κ.α. (εικόνες 7, 8) [4].

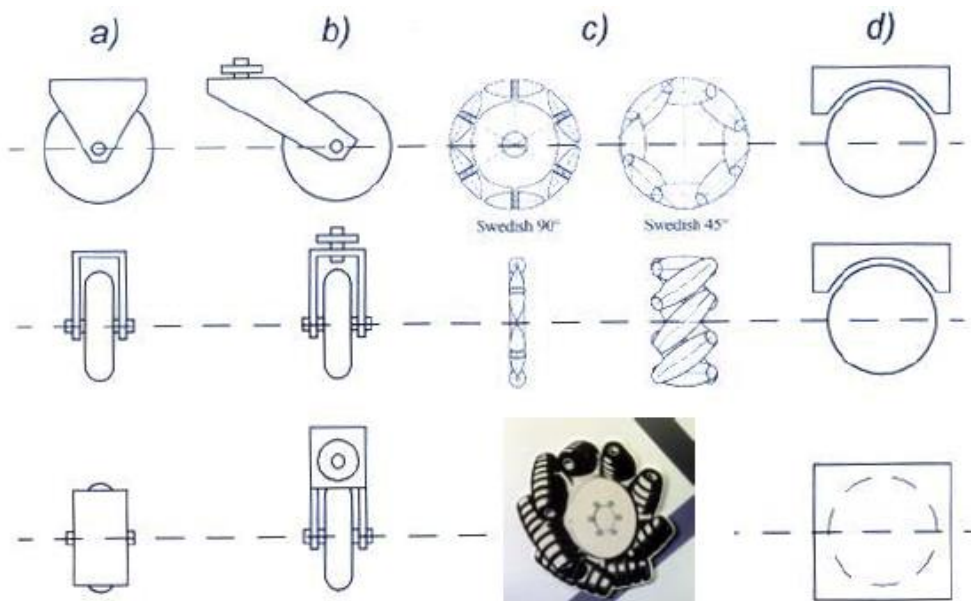


Εικόνα 7. Ιπτάμενο Ρομπότ

2.7. Τροχήλατα ρομπότ

Τα τροχοφόρα οχήματα αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία κινούμενων ρομπότ που χρησιμοποιούνται στην πραγματικότητα σε εφαρμογές. Το βασικό μηχανικό στοιχείο τέτοιων ρομπότ είναι ο τροχός. Υπάρχουν τέσσερα είδη τροχών [3], τα οποία φαίνονται στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 9).

- a. Τυπικός τροχός
- b. Καρούλι (Castor wheel)
- c. Σουηδικός τροχός
- d. Σφαιρικός τροχός



Εικόνα 8. Είδη τροχών [5].

2.8. Κατάσταση της τέχνης στα ρομπότ υπηρεσιών

Η επιτυχής σχεδιομελέτη μιας κατασκευής απαιτεί την συλλογή και την επεξεργασία πληροφοριών. Μέσα από τις ανάγκες και τις συνήθειες των καταναλωτών συλλέγονται στοιχεία. Στην παράγραφο αυτή γίνεται μελέτη αντίστοιχων κατασκευών με την δική μας. Διερευνάται ο σκοπός και οι απαιτήσεις που εξυπηρετούν, έτσι ώστε να γίνει καταγραφή και ιεράρχηση των τεχνικών προδιαγραφών. Αυτό επιτυγχάνεται με την διερεύνηση της κατάστασης της τέχνης (state of the art) όσον αφορά διάφορα ρομπότ υπηρεσιών που είναι διαθέσιμα στην αγορά.

2.8.1. Μεταφορά αγαθών - Delivery

Η αντικατάσταση των ανθρώπων με τα ρομπότ θα μπορούσε να έχει τεράστια απόδοση σε παραδόσεις αγαθών μεταξύ καταστημάτων και σπιτιού του πελάτη.

Οι πελάτες μπορούν να δίνουν μια παραγγελία φαγητού μέσω μιας εφαρμογής και να επιλέξουν να τους τη φέρει στην πόρτα τους κάποιο ρομπότ.

Πώς μπορεί, όμως, να λειτουργήσει μία τέτοια εφαρμογή; Σύμφωνα με την εταιρεία Marble, η οποία αναπτύσσει και κατασκευάζει αντίστοιχα ρομπότ, οι πελάτες θα λαμβάνουν ένα μήνυμα κειμένου με έναν κωδικό, ο οποίος τους επιτρέπει να ξεκλειδώσουν τον κάδο του ρομπότ, όπου μέσα υπάρχει φαγητό ή άλλα προϊόντα. Το συγκεκριμένο είδος ρομπότ θα μπορούσε να φανεί εξαιρετικά χρήσιμο σε παντοπωλεία, ταχυφαγεία, φαρμακεία και άλλα τέτοια καταστήματα που εμπορεύονται είδη καθημερινής χρήσης.

Σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι τα οχήματα αυτά δεν έχουν την δυνατότητα να ανέβουν σκάλες και μέχρι στιγμής οι παραδόσεις περιορίζονται σε χώρους προσβάσιμους.

Γεννάται επίσης το ερώτημα του βανδαλισμού. Τι θα μπορούσε να σταματήσει έναν περαστικό που θα ήθελε να καταστρέψει το συγκεκριμένο ρομπότ; Αυτό που μέχρι στιγμής απαντά η εταιρεία κατασκευής Marble είναι πως κάθε ρομπότ είναι εφοδιασμένο με αισθητήρες και κάμερες. Με τον τρόπο αυτό οποιοσδήποτε εγκληματίας θελήσει να βλάψει κάποιο από τα ρομπότ, θα καταγράφεται και θα εντοπίζεται σύντομα (εικόνα 10) [6].



Εικόνα 9. Ρομπότ για παράδοση φαγητού της εταιρίας Marble.

2.8.2. Οδηγός ρομπότ για τα μουσεία

Ο βασικός στόχος της αλληλεπίδρασης ανθρώπων με ρομπότ είναι να δημιουργηθεί μια αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των δύο μερών. Συγκεκριμένα, η ομιλία και οι εκφράσεις του προσώπου θεωρούνται απαραίτητοι παράγοντες για μια φυσική μορφή επικοινωνίας.

Ο στόχος είναι ένα σύστημα που παρουσιάζει βασική ορθολογική και έξυπνη συμπεριφορά [7].

Έτσι το αποτέλεσμα μιας Ελληνικής προσπάθειας είναι η δημιουργία ενός ρομποτικού ξεναγού, που ονομάζεται Indigo (εικόνα 11), το οποίο θα ενημερώνει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τον ενδιαφερόμενο επισκέπτη. Κι αυτό, όχι τόσο χάρη στα εξωτερικά του χαρακτηριστικά, όπως το ανθρωπόμορφο κεφάλι, το οποίο του δίνει δυνατότητα να αντιδρά με μορφασμούς στα εξωτερικά ερεθίσματα, όσο χάρη στον τρόπο λειτουργίας ρομπότ, το οποίο μάλιστα δέχεται φωνητικές εντολές, καταλαβαίνει τις ερωτήσεις του επισκέπτη, περίπου όπως θα τις αναγνώριζε ένας κανονικός ξεναγός και ανταποκρίνεται σε αυτές εκφωνώντας σύντομες επεξηγηματικές απαντήσεις από τα πρόσθετα στοιχεία που βρίσκονται αποθηκευμένα στον υπολογιστή του.



Εικόνα 10. Το ρομπότ ξεναγός Indigo.

Οι απαντήσεις που δίνει το ρομπότ δεν είναι προηχογραφημένα μηνύματα, αλλά γνωρίζει την δομή της ελληνικής φυσικής γλώσσας, μπορεί να συνδυάζει τα δεδομένα που διαθέτει για όλη την έκθεση, αλλά και για κάθε αντικείμενο ξεχωριστά, συνθέτοντας κάθε φορά από το μηδέν τις προτάσεις που θα λύσουν την απορία του ενδιαφερόμενου. Κάτι που σημαίνει πως ακόμη κι αν του τεθεί η ίδια ερώτηση, το ρομπότ θα αποκριθεί με διαφορετικό τρόπο κάθε φορά.

Με αυτόν τον τρόπο, όχι μόνον είναι πιο εύκολο να εισαχθούν ακόμη περισσότερα δεδομένα στο μηχάνημα, αλλά και το ίδιο το ρομπότ μπορεί να προσαρμόζει τα στοιχεία ανάλογα με το γνωστικό επίπεδο του επισκέπτη. Πριν καν ξεκινήσει την ξενάγηση, το Indigo ρωτάει τον χρήστη αν είναι ενήλικος ή παιδί, με σκοπό να σταθμίσει ανάλογα το βάθος των πληροφοριών που θα προσφέρει. Ακόμη και το ύφος των απαντήσεων του μπορεί να αλλάζει κατά το δοκούν, καθώς ο προγραμματιστής του ρομπότ επιλέγει αν αυτές θα είναι πιο τυπικές ή όχι. Έτσι ώστε, για παράδειγμα, τις πρωινές ώρες να δίδεται περισσότερο βάρος στην ενημέρωση και αργότερα στην ψυχαγωγία

Το Indigo αντιλαμβάνεται το περιβάλλον στο οποίο κινείται. Πιο συγκεκριμένα, χαρτογραφεί μόνο του τον χώρο της έκθεσης, ώστε ανά πάσα στιγμή και χωρίς καμία παρέμβαση από οποιονδήποτε χειριστή, να γνωρίζει που ακριβώς βρίσκεται και προς τα πού θα πρέπει να κατευθυνθεί για να βρεθεί μπροστά από ένα συγκεκριμένο έκθεμα [8].

Το ρομπότ INDIGO λειτουργεί δοκιμαστικά στο Κέντρο Πολιτισμού «Ελληνικός Κόσμος», σε ειδικά διαμορφωμένη πειραματική έκθεση με στοιχεία της εικονικής αναπαράστασης της Αρχαίας Αγοράς της Αθήνας.

Στο INDIGO συναντιούνται πολλοί διαφορετικοί κόσμοι τεχνολογιών: η ρομποτική, η ανάλυση και η δημιουργία φυσικής γλώσσας, η ανάγνωση και η σύνθεση φωνής, η αναγνώριση ερωτήσεων, η δημιουργία προσωπικοτήτων, η φυσική κίνηση στο χώρο, η αναγνώριση χειρονομιών και η ρεαλιστική προσομοίωση προσώπου.

Συντονιστής φορέας του έργου είναι το Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας και συμμετέχουν, εκτός από το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού και το Πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου, το Πανεπιστήμιο του Φράιμπουργκ, το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών - Τμήμα Πληροφορικής, το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», το

Πανεπιστήμιο της Γενεύης και οι εταιρείες Neobotix (Γερμανία) Hanson Robotics (ΗΠΑ) και ο Όμιλος ACAPELA (Βέλγιο) [7].

2.8.3. Σερβιτόρος - *Robotic waiter*

Η εταιρία Bear Robotics ξεκίνησε το 2017 για να αντιμετωπίσει την αυξημένη πίεση που δέχεται ο κλάδος των υπηρεσιών εστίασης γύρω από τους μισθούς, την προσφορά εργασίας και την αποδοτικότητα του κόστους. Η εταιρία έχει αναπτύξει ένα ρομπότ που ονομάζεται «Penny». Έχει τη δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης και είναι σε θέση να μεταφέρει αυτόνομα τα πιάτα με τα τρόφιμα, από την κουζίνα στα τραπέζια και να τα επιστρέψει για καθαρισμό.

Η εταιρία Bear Robotics κατασκευάζει ρομπότ προκειμένου οι πελάτες να λαμβάνουν μία βελτιωμένη γευστική εμπειρία, εφόσον οι εργαζόμενοι απαλλάσσονται από περιττά καθήκοντα και αφιερώνονται εξ ολοκλήρου στην ποιότητα παρασκευής (εικόνα 12) [9].



Εικόνα 11. Ρομπότ σερβιτόρος «Penny», της εταιρείας Bear Robotics.

Το μικρό ρομπότ «Penny», χαρτογραφεί το περιβάλλον, χρησιμοποιεί αισθητήρες για να πλοηγείτε στους στενούς χώρους ανάμεσα στην κουζίνα και τα τραπέζια. Αν αισθανθεί ότι κάτι μπλοκάρει τον δρόμο του, σταματά.

Δεν κάνει διάλειμμα για τσιγάρο. Μπορείς να το καλέσεις με το απλό πάτημα ενός κουμπιού. Επιπλέον είναι πολύ καλός συνεργάτης με τους ανθρώπινους συναδέλφους του, μιας και αυτοί δεν χρειάζεται πλέον, να πηγαίνουν από την κουζίνα στα τραπέζια και πίσω.

Η εταιρία Bear Robotics, έχει αρχίσει να δοκιμάζει το συγκεκριμένο ρομπότ και σε άλλα ρεστοράν. Δοκιμάζει τη συμπεριφορά του σε διαφορετικά περιβάλλοντα, καθώς και το πώς να χειρίζεται διάφορα «πιάτα» στο σερβίρισμα [10].

2.8.4. Ρομποτικός Αχθοφόρος

Η ιδέα για την δημιουργία ενός ρομπότ που να εξυπηρετεί καθημερινές ανάγκες μεταφοράς υλικών, π.χ. από τον χώρο εργασίας στο αυτοκίνητο, ή από το super market στο σπίτι, υλοποιήθηκε από την εταιρία Ubiquity Robotics, με το ρομπότ Magni.

Η μεγάλη δυνατότητα ωφέλιμου φορτίου του ρομπότ Magni του επιτρέπει αυτήν την εφαρμογή.

Το ρομπότ μπορεί να παρακολουθεί τον χρήστη μέσω αναγνώρισης προσώπου, ή φωνής, μεταφέροντας αντικείμενα με βάρος έως 100 Kg (εικόνα 13) [11].



Εικόνα 12. Ρομπότ αχθοφόρος (Magni).

2.8.5. Ρομπότ Αστυνομικός - Φύλακας.

Η κατηγορία ρομπότ που αναπτύσσεται με μεγάλους ρυθμούς, είναι αυτή που σκοπό έχει την οικιακή χρήση. Έξυπνες μηχανές, κρατούν συντροφιά ανθρώπους, τους βοηθούν σε δουλειές του σπιτιού, υπενθυμίζουν υποχρεώσεις στους ιδιοκτήτες και λειτουργούν ταυτόχρονα και σαν φύλακες

Ένα αυτόνομο ρομπότ το οποίο θα προσφέρει ασφάλεια σε ιδιωτικές εγκαταστάσεις (οικιακές-επαγγελματικές) και κοινόχρηστους χώρους, διατίθεται στην αγορά της Αμερικής, σύμφωνα με την εταιρεία Knightscope.

Η εταιρεία, κατασκεύασε αυτό το ρομπότ ώστε να βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλα εργοστάσια, υπαίθρια πάρκινγκ και γκαράζ, νοσοκομεία, καζίνο, βενζινάδικα, αεροδρόμια κ.α.

Πρόκειται για το «K5» το οποίο είναι εξοπλισμένο με θερμικές κάμερες υψηλής ευκρίνειας, σειρήνα και αισθητήρες κίνησης. Είναι πλήρως αυτόνομο και διαθέτει δική του βάση δεδομένων. Μόλις αντιληφθεί παραβίαση σε κάποιο όχημα ή σε χώρο από άτομο που δεν είναι εξουσιοδοτημένο, σπεύδει στο σημείο, τραβάει φωτογραφίες του δράστη, θέτει σε λειτουργία τη σειρήνα και ειδοποιεί την αστυνομία. Λειτουργεί 24 ώρες το εικοσιτετράωρο από μόνο του, συμπεριλαμβανομένης και της αυτόνομης επαναφόρτισης του χωρίς καμία ανθρώπινη παρέμβαση (εικόνα 14) [12].



Εικόνα 13. Ρομπότ φύλακας.

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η δημιουργική σκέψη ενός μηχανικού μπορεί να αποτυπωθεί με το σχέδιο.

Το μηχανολογικό σχέδιο είναι μια διεθνής τεχνική γλώσσα η οποία επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων, για την κατασκευή ενός μηχανήματος ή ενός εξαρτήματος.

Η διδιάστατη ή τρισδιάστατη αποτύπωση των σχεδίων με την βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή, έχει επιφέρει επανάσταση στην σχεδίαση. Δίνει την δυνατότητα στον μηχανικό να βελτιώσει ένα μοντέλο, προτού μπει σε διαδικασία παραγωγής.

3.1 Σχέδιο

Σχέδιο ονομάζεται η απεικόνιση ενός πράγματος ή μιας κατασκευής με γραφική ύλη σε χαρτί. Το σχέδιο επίσης μπορεί να είναι και σε ηλεκτρονική μορφή. Ανάλογα στο που αναφέρεται το σχέδιο υπακούει σε κανόνες ώστε να υπάρχει ένας κοινός κώδικας επικοινωνίας [13].

Ο σχεδιασμός απαιτεί να εξεταστούν οι αισθητικές, λειτουργικές, οικονομικές και κοινωνικοπολιτικές διαστάσεις του σχεδιασμού του αντικειμένου. Μπορεί να περιλαμβάνει σημαντική έρευνα, σκέψη, μοντελοποίηση, διαλογική προσαρμογή και επανασχεδιασμό [14].

3.2 Μηχανολογικό σχέδιο

Το μηχανολογικό σχέδιο είναι μια διεθνής τεχνική γλώσσα η οποία επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων για την κατασκευή, τον ποιοτικό έλεγχο και τη συναρμολόγηση προϊόντων.

Απαραίτητες γνώσεις σχεδιαστή για τη σχεδίαση ενός προϊόντος που θα κατασκευάζεται και θα έχει χαμηλό κόστος είναι τα παρακάτω:

- Κανόνες μηχανολογικού σχεδίου
- Τυποποίηση εξαρτημάτων
- Δυνατότητες διαμόρφωσης και κατεργασίας των διαφόρων υλικών

- Δυνατότητες κατασκευής του εργοστασίου που θα κατασκευαστεί το εξάρτημα
- Γνώση κοστολόγησης κατασκευής [15].

3.3 Τρισδιάστατη σχεδίαση σε υπολογιστή (3D Computer aided design)

Ο σχεδιασμός με τη βοήθεια υπολογιστών (CAD) είναι η χρήση συστημάτων πληροφορικής (ή σταθμών εργασίας) για τη δημιουργία, τροποποίηση, ανάλυση ή βελτιστοποίηση ενός σχεδίου. Το λογισμικό CAD χρησιμοποιείται για να αυξήσει την παραγωγικότητα του σχεδιαστή, να βελτιώσει την ποιότητα του σχεδιασμού, να βελτιώσει τις επικοινωνίες μέσω τεκμηρίωσης και να δημιουργήσει μια βάση δεδομένων για την κατασκευή. Η έξοδος CAD είναι συχνά με τη μορφή ηλεκτρονικών αρχείων για εκτύπωση, μηχανική κατεργασία ή άλλες διαδικασίες κατασκευής. Χρησιμοποιείται επίσης ο όρος CADD (Computer Aided Design and Drafting).

Η χρήση του στο σχεδιασμό ηλεκτρονικών συστημάτων είναι γνωστή ως ηλεκτρονική αυτοματοποίηση σχεδιασμού EDA (electronic design automation). Στον μηχανικό σχεδιασμό είναι γνωστή ως μηχανική αυτοματοποίηση σχεδιασμού MDA (computer-aided drafting) ή σχεδίαση με υπολογιστή (CAD), η οποία περιλαμβάνει τη διαδικασία δημιουργίας ενός τεχνικού σχεδίου με τη χρήση λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Το λογισμικό CAD για μηχανικό σχεδιασμό χρησιμοποιεί είτε διανυσματικά γραφικά για την απεικόνιση των αντικειμένων της παραδοσιακής σύνταξης, είτε μπορεί επίσης να παράγει ράστερ γραφικά που δείχνει τη συνολική εμφάνιση των σχεδιαζόμενων αντικειμένων. Εντούτοις, περιλαμβάνει περισσότερα από απλά σχήματα. Όπως και στη χειροκίνητη σύνταξη τεχνικών και μηχανικών σχεδίων, η παραγωγή CAD πρέπει να μεταφέρει πληροφορίες, όπως υλικά, διεργασίες, διαστάσεις και ανοχές, σύμφωνα με συγκεκριμένες συμβάσεις εφαρμογής.

Το CAD μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον σχεδιασμό καμπυλών και σχημάτων σε δισδιάστατο (2D) χώρο ή καμπύλες, επιφάνειες και στερεά σε τρισδιάστατο (3D) χώρο.

Το CAD είναι μια σημαντική βιομηχανική τέχνη που χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές εφαρμογές, όπως οι αυτοκινητοβιομηχανίες, η ναυπηγική βιομηχανία και οι αεροδιαστημικές βιομηχανίες, ο βιομηχανικός και αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, η προσθετική και πολλά άλλα.

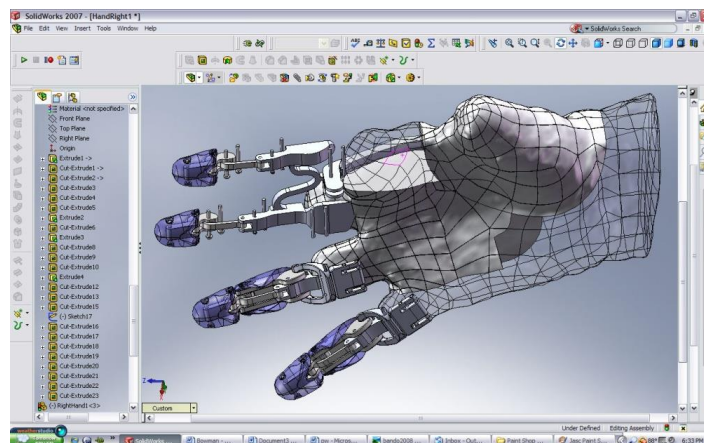
Το CAD χρησιμοποιείται επίσης ευρέως για την παραγωγή κινούμενων εικόνων στον υπολογιστή για ειδικά εφέ σε ταινίες, διαφημιστικά και τεχνικά εγχειρίδια, συχνά αποκαλούμενα δημιουργία ψηφιακού περιεχομένου DCC (digital content creation) [15].

3.4 Solidworks 3D Cad Software

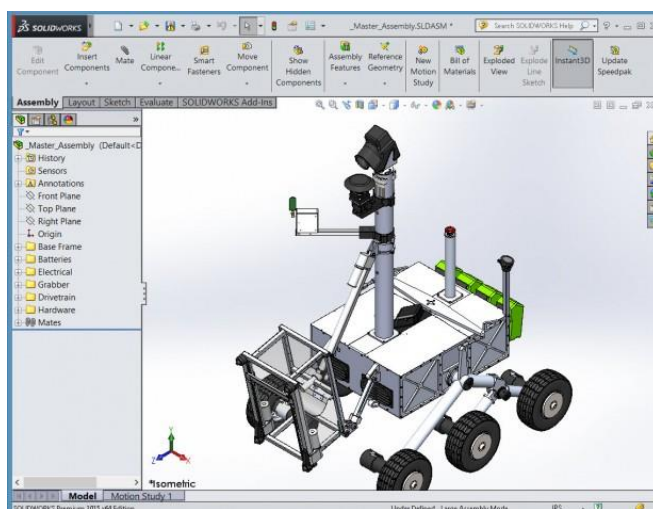
Το SOLIDWORKS είναι το πλέον καταξιωμένο λογισμικό παγκοσμίως, στο χώρο του τρισδιάστατου μηχανολογικού σχεδιασμού, εφόσον στις αρχές του 2016 περισσότεροι των 3.000.000 σχεδιαστών προϊόντων και μηχανικών, οι οποίοι εκπροσωπούν 230.000 οργανισμούς, χρησιμοποιούν το SOLIDWORKS.

Το Solidworks είναι ένα 3D σχεδιαστικό πακέτο το οποίο δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να παράγει τρισδιάστατα μοντέλα σε πραγματική κλίμακα, χρησιμοποιώντας ένα περιβάλλον προσομοίωσης με ικανότητα σχεδιασμού και ανάλυσης.

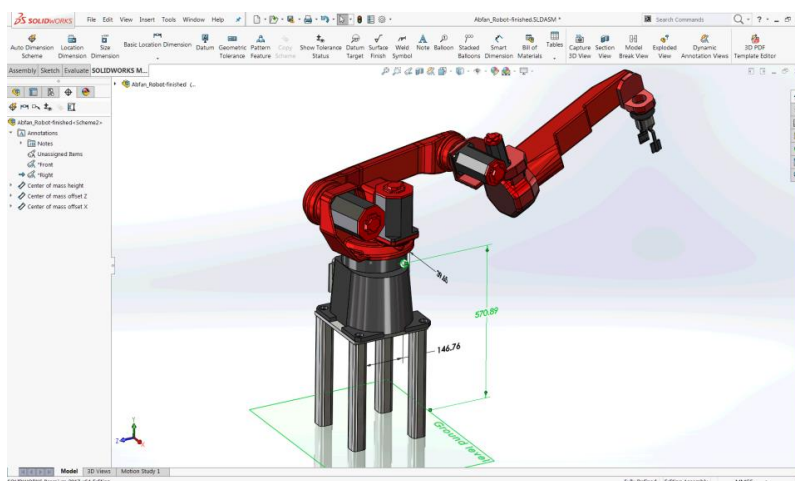
Με το συγκεκριμένο πρόγραμμα ο χρήστης μπορεί να παράγει τρισδιάστατα απλά μοντέλα, σύνθετα εξαρτήματα με την τεχνική της συναρμολόγησης (assembly), κατασκευαστικά σχέδια, κινηματική προσομοίωση, ανάλυση με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων κ.α. (εικόνα 15, εικόνα 16, εικόνα 17) [16].



Εικόνα 14. 3D σχεδίαση ρομποτικού χεριού με το SolidWorks.



Εικόνα 15. 3D σχεδίαση ρομποτικού χεριού με το SolidWorks.



Εικόνα 16. 3D σχεδίαση ρομποτικού χεριού με το SolidWorks.

3.5 Ιστορία του SolidWorks

Η SolidWorks Corporation ιδρύθηκε το Δεκέμβριο του 1993 από το Massachusetts Institute of Technology από τον μεταπτυχιακό Jon Hirschtick. Ο Hirschtick είναι μέλος του Blackjack Team MIT. Αρχικά με έδρα το Waltham της Μασαχουσέτη (Ηνωμένες Πολιτείες), ο Hirschtick προσλήφθηκε σε μια ομάδα μηχανικών με στόχο την οικοδόμηση ενός 3D CAD λογισμικού, το οποίο θα ήταν εύκολο στη χρήση, προσιτό στην τιμή, και διαθέσιμο στην επιφάνεια εργασίας των Windows. Το πρώτο SolidWorks κυκλοφόρησε το Νοέμβριο του 1995. Το 1997 η Dassault, γνωστή για τα λογισμικά CAD, απέκτησε το SolidWorks για 310 εκατομμύρια δολάρια. Ο Jon Hirschtick έμεινε στην διοίκηση

για τα επόμενα 14 χρόνια σε διάφορους ρόλους. Υπό την ηγεσία του, το SolidWorks αύξησε τα έσοδα της εταιρίας σε 100 εκατομμύρια .

Η Dassault εμπορεύεται σήμερα διάφορες εκδόσεις του λογισμικού CAD SolidWorks (εικόνα 18) [17].



Εικόνα 17. Το λογότυπο του λογισμικού SolidWorks.

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η δημιουργία ενός επιτυχημένου μοντέλου απαιτεί τη διατύπωση των τεχνικών προδιαγραφών. Αυτές καθορίζονται από το είδος της εργασίας και από το πεδίο λειτουργίας και εφαρμογής.

4.1 Σύλληψη της ιδέας

Η σύλληψη της ιδέας αποτελεί την πρώτη φάση της διαδικασίας σχεδίασης και ανάπτυξης μιας ρομποτικής πλατφόρμας, με βάση το είδος της εργασίας που θα εκτελεί, τις ανάγκες του πεδίου εφαρμογής της, παρατηρώντας το περιβάλλον στο οποίο θα κινείται και τα δεδομένα τα οποία θα συλλέγει, θα αναλύει και θα μεταφέρει.

Έτσι, αρχική ιδέα ήταν η δημιουργία ενός τροχοφόρου ρομποτικού οχήματος βάσης, με δυνατότητα κίνησης σε εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον και με στιβαρή κατασκευή ώστε να αντέχει σε καταπονήσεις και μεταφορά φορτίου. Να είναι εύκολο στην συναρμολόγηση και στην τοποθέτηση των εξαρτημάτων και τέλος να είναι ευμετάβλητο, ώστε να διευρύνει τα είδη της εργασίας που θα εκτελεί.

4.2 Πεδίο εφαρμογής

Γίνεται μία καταγραφή των έργων που πρέπει να επιτελέσει και με βάση αυτή αναπτύσσουμε καινοτόμες και πρωτοποριακές ιδέες σχεδίασης και υλοποίησης. Λαμβάνοντας υπόψη, το σύνολο των έργων προς εκτέλεση, έχουμε ως αποτέλεσμα την εύκολη και γρήγορη προσαρμοστικότητα σε πολλαπλές εφαρμογές της κατασκευής.

Σαν πεδίο εφαρμογής ορίστηκε η λειτουργία του σε οικίες, σε επαγγελματικούς ή δημόσιους χώρους, εσωτερικούς ή εξωτερικούς με ομαλή οδόστρωση.

4.3 Τεχνικές προδιαγραφές

Όπως έχει αναφερθεί σκοπός της εργασίας είναι να κατασκευαστεί ένα ρομπότ βάσης πάνω στο οποίο θα υπάρχει η δυνατότητα προσαρμογής, εξαρτημάτων και υλικών ώστε να επεκτείνουν το εύρος των εφαρμογών και λειτουργιών του.

Αφού οριστούν τα πεδία εφαρμογής, πρέπει να συνταχθούν οι τεχνικές προδιαγραφές, σύμφωνα με τα δεδομένα υλοποίησης της κατασκευής. Οι τεχνικές προδιαγραφές θα καθορίσουν το φάσμα των λειτουργιών, τις δυνατότητες, τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τις διαστάσεις, το design και την τελική μορφή της ρομποτικής πλατφόρμας.

- Ως πρωτεύουσα προδιαγραφή, ορίστηκε, η αυτόνομη κίνηση του ρομπότ, με την αποφυγή εμποδίων και την χαρτογράφηση του περιβάλλοντος, γνωρίζοντας ανά πάσα στιγμή την θέση του στον χώρο που κινείται.
- Για να μπορεί να οδηγείται σε χώρους όπου απαιτείται ευελιξία κινήσεων, επιλέγεται η διαφορική κίνηση με τέσσερις τροχούς, εκ των οποίων στους δύο θα είναι προσαρμοσμένοι δύο ηλεκτροκινητήρες.
- Ο σχεδιασμός, και η κατασκευή δεν πρέπει να είναι πολύπλοκα. Να είναι εύκολο στην συναρμολόγηση, στην τοποθέτηση και αντικατάσταση των εξαρτημάτων εάν χρειαστεί, ώστε να καθίσταται εμπορεύσιμο, για ιδιωτική ή επαγγελματική χρήση, ή ακόμη και για εκπαιδευτικούς σκοπούς σε διάφορα ιδρύματα.
- Τα υλικά και εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται θα πρέπει να είναι ευρέως διαθέσιμα στην αγορά, με χαμηλό κόστος προμήθειας.
- Το υλικό κατασκευής είναι ανοξείδωτος χάλυβας (inox) το οποίο του προσδίδει στιβαρότητα, μηχανική αντοχή για μεταφορά φορτίου και αντοχή σε διάβρωση και καταπονήσεις.
- Σύμφωνα με τις εργασίες και εφαρμογές που θα εκπονεί, οι διαστάσεις του θα πρέπει να είναι περίπου 500mm μήκος, 300mm πλάτος και 400 mm ύψος.
- Η στιβαρότητα της κατασκευής, θα του δίνει την δυνατότητα μεταφοράς φορτίου τουλάχιστον 40 έως 50 κιλά.

- Ένας μικροελεγκτής (Arduino Uno) θα λαμβάνει δεδομένα από τους αισθητήρες που θα είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία επάνω στην ρομποτική πλατφόρμα (χαμηλού επιπέδου προγραμματισμός). Τα αποτελέσματα θα αναλύονται και θα επεξεργάζονται από έναν μικροϋπολογιστή (Raspberry Pi 3), ο οποίος θα είναι σε επικοινωνία με τον χρήστη μέσω του λειτουργικού συστήματος ROS (προγραμματισμός υψηλού επιπέδου).
- Θα υπάρχει συνεχής επικοινωνία με τον χρήστη, λαμβάνοντας και μεταφέροντας δεδομένα μέσω ασύρματου δικτύου WiFi.
- Η αυτονομία του σε ενέργεια θα παρέχεται από μία συστοιχία μπαταριών Μολύβδου ή Λιθίου, της οποίας ο χρόνος λειτουργίας εξαρτάται από το είδος και την συχνότητα της εργασίας που θα εκτελεί (τουλάχιστον 5 με 6 ώρες αυτονομία).
- Θα υπάρχουν ένας ανιχνευτής κίνησης και τουλάχιστον δύο κάμερες για οπτική επαφή του χρήστη με το περιβάλλον λειτουργίας του ρομπότ.
- Θα υπάρχει μελλοντική θέση για μία οθόνη LCD προβολής δεδομένων και για ένα Laser Distance Scanner.
- Οπές θα υπάρχουν σε διάφορα σημεία, ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν μελλοντικά αισθητήρες ή υπολογιστικές μονάδες για την αναβάθμιση του συστήματος.

4.4 Αναλυτικά ο τεχνικές προδιαγραφές

4.4.1 Αυτόνομη κίνηση

Με την αυτόνομη κίνηση του ρομπότ υπάρχει η δυνατότητα χαρτογράφησης και αντίληψης θέσης στο χώρο, καθώς και σχεδιασμού του δρόμου και της διαδρομής.

Πρέπει να έχει αντίληψη του περιβάλλοντος, να λαμβάνει αποφάσεις με βάση αυτό που αντιλαμβάνεται και αναγνωρίζει και στη συνέχεια να εκτελεί μια κίνηση ή έναν χειρισμό στο περιβάλλον του.

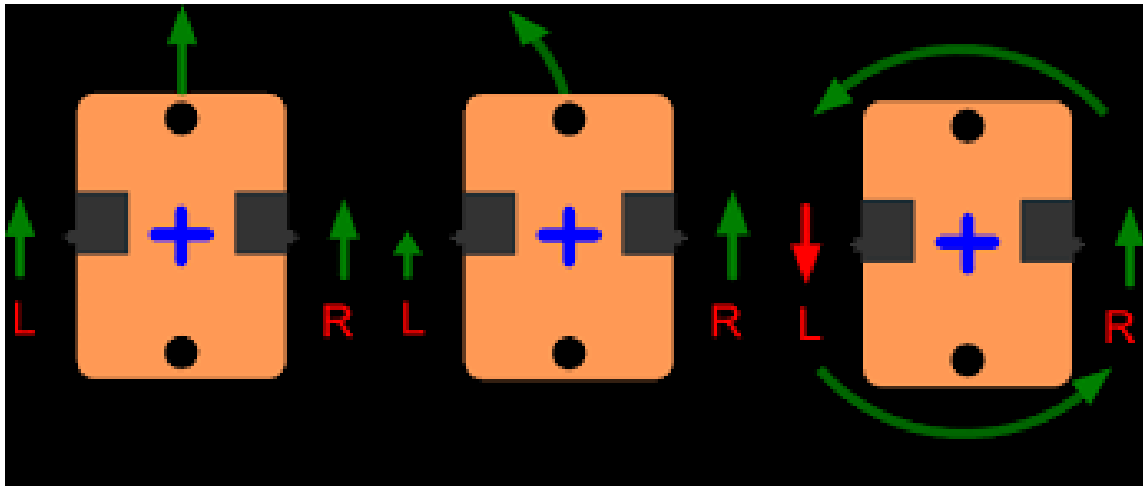
Ο στόχος για ένα αυτόνομο ρομπότ είναι, να είναι σε θέση να κατασκευάσει (ή να χρησιμοποιήσει) έναν χάρτη (εξωτερική χρήση), ή ένα σχέδιο ορόφου (εσωτερική χρήση) και να εντοπίσει τον εαυτό του και τις βάσεις

επαναφόρτισης. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τον συνδυασμό υπολογιστικής μονάδας και διάφορους αισθητήρες (κάμερες, σαρωτές laser κτλ) Σαν αυτόνομο ρομπότ πρέπει να διαθέτει μια σειρά περιβαλλοντικών αισθητήρων για την εκτέλεση των εργασιών του [18].

4.4.2 Κίνηση του ρομπότ.

Η κίνηση σε ένα ρομπότ μπορεί να επιτυγχάνεται μέσω διάφορων τρόπων, όπως πόδια, φτερά, πτερύγια, κ.τ.λ. Ο συχνότερος τρόπος κίνησης ενός ρομπότ είναι οι τροχοί, μιας και προσφέρουν ευκολία στο χειρισμό τους αλλά και απλότητα στη συνολική κατασκευή του. Για να κινηθεί ένα ρομπότ με τροχούς είτε θα έχει ταυτόχρονη κίνηση και των δυο τροχών είτε θα μπορεί να κινεί ανεξάρτητα τον καθένα. Στην πρώτη περίπτωση χρειάζεται ένα επιπλέον σύστημα για την αλλαγή της κατεύθυνσης του οχήματος, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η αλλαγή της κατεύθυνσης επιτυγχάνεται με αυξομείωση της ταχύτητας ή αλλαγή της κατεύθυνσης περιστροφής των τροχών. Η δεύτερη περίπτωση ονομάζεται διαφορική οδήγηση.

Η διαφορική οδήγηση χαρακτηρίζεται από την ανεξάρτητη κίνηση των δυο τροχών, που όμως έχουν κοινό άξονα περιστροφής. Για να κινηθεί το όχημα ευθεία, θα πρέπει να περιστραφούν και οι δύο τροχοί του με την ίδια ταχύτητα. Για να στρίψει δεξιά θα πρέπει να περιστραφεί ο αριστερός τροχός με μεγαλύτερη ταχύτητα από τον δεξιό. Για να περιστραφεί δεξιά γύρω από τον κατακόρυφο άξονα του, θα πρέπει ο δεξιός τροχός να περιστραφεί προς τα πίσω και ο αριστερός προς τα εμπρός. Παρακάτω παρουσιάζονται σχηματικά ο τρόπος κατεύθυνσης ενός ρομπότ με διαφορική οδήγηση. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως υπάρχει η δυνατότητα να επιτύχουμε δεξιά ή αριστερή στροφή επιταχύνοντας ή επιβραδύνοντας έναν από τους δυο τροχούς. Στην εικόνα παρακάτω μπορούμε να δούμε αριστερή στροφή με επιβράδυνση του αριστερού τροχού ή επιτάχυνση του δεξιού τροχού. Και στα δυο σχήματα τα βέλη πάνω στους τροχούς αντιπροσωπεύουν την ταχύτητα και την φορά περιστροφής της συγκεκριμένης ρόδας, ενώ τα βέλη μπροστά ή πίσω από το όχημα αντιπροσωπεύουν την τελική κίνηση του οχήματος δεδομένης της εφαρμογής των συγκεκριμένων ταχυτήτων στους τροχούς (εικόνα 19) [19].



Εικόνα 18. Διαφορική οδήγηση.

4.4.3 Σχεδιαστικοί παράγοντες

Προκειμένου να παραχθεί ένα επιτυχές αποτέλεσμα, στόχος στην σχεδίαση είναι η κατασκευή να μην είναι πολύπλοκη. Η συναρμολόγηση να μπορεί να είναι πραγματοποιήσιμη από τον καθένα. Η δομή, η διάταξη των μηχανισμών, η επεξεργασία των υλικών και η αντικατάσταση τους να είναι πρακτικά και λειτουργικά εφαρμόσιμα.

Η σχεδιαστική και τεχνική επιτυχία της ρομποτικής πλατφόρμας εξαρτάται και από άλλους παράγοντες, όπως είναι η χρησιμότητα της, η ευελιξία για μελλοντικές τροποποιήσεις και προσθήκες και το χαμηλό κόστος κατασκευής ώστε να την καθιστά παραγωγική και εμπορεύσιμη.

4.4.4 Υλικά και εξαρτήματα

Τα υλικά και εξαρτήματα πρέπει να είναι ευρέως διαθέσιμα. Το χαμηλό κόστος προμήθειας εξαρτάται από την έρευνα αγοράς που θα πραγματοποιηθεί από τον καθένα.

4.4.5 Υλικό κατασκευής

Σαν υλικό κατασκευής ορίστηκε ο ανοξειδωτος χάλυβας.

Ο ανοξειδωτος χάλυβας είναι κράμα σιδήρου-άνθρακα-χρωμίου.

Η κύρια πρόσμιξη στον ανοξειδωτο χάλυβα είναι το χρώμιο, στην ύπαρξη του οποίου οφείλεται η υψηλή αντοχή σε διάβρωση που παρουσιάζει το υλικό.

Γενικά ο ανοξειδωτος χάλυβας έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και σε χρώμιο 11% ελάχιστη και 30% μέγιστη κατά βάρος. Το 11% είναι η καθοριστική ελάχιστη περιεκτικότητα όπου ο χάλυβας αρχίζει να ανθίσταται στην ατμοσφαιρική οξείδωση. Το χρώμιο σχηματίζει επιφανειακό στρώμα οξειδίου, το οποίο προστατεύει την επιφάνεια του χάλυβα και λειτουργεί ως εμπόδιο στην περαιτέρω οξείδωση και διάβρωση του. Φυσικά, μεγαλύτερη περιεκτικότητα χρωμίου αυξάνει την αντίσταση στην οξείδωση σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας. Οι χάλυβες που περιέχουν μόνο χρώμιο είναι γνωστοί σαν αυθεντικοί ανοξειδωτοι ή τύπου χρωμίου. Έχουν μεγάλη εφαρμογή στην βιομηχανία, στην αρχιτεκτονική, στην ναυπηγική σε βιοτεχνίες παρασκευής τροφίμων κ.α.

Σε σχέση με τους κοινούς χάλυβες έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα, άρα και μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Επίσης είναι και πιο δύσκολοι στην κατεργασία τους [20].

4.4.6 Διαστάσεις

Οι διαστάσεις που θα δοθούν στην κατασκευή εξαρτώνται από τις εργασίες και εφαρμογές που καλείται ολοκληρώσει το όχημα. Οι παράγοντες που καθορίζουν το μήκος το πλάτος και το ύψος είναι η εύκολη πρόσβαση η ευελιξία και η κίνηση σε “κλειστά” σημεία, το πλήθος των εξαρτημάτων που είναι τοποθετημένα επάνω (ή και κάποια που πρόκειται να τοποθετηθούν μελλοντικά), το φορτίο που θα μεταφέρει και το χαμηλό κέντρο βάρους ώστε να του προσδίδει σταθερότητα.

Σύμφωνα με αυτά τα κριτήρια, οι διαστάσεις θα πρέπει να κυμαίνονται περίπου στα 500mm μήκος, 300mm πλάτος και 400 mm ύψος .

4.4.7 Φορτίο

Σημαντικός παράγοντας στην μεταφορά φορτίου είναι η στιβαρότητα της ρομποτικής πλατφόρμας. Αυτή εξαρτάται από το υλικό κατασκευής

(ανοξειδωτος χάλυβας), τις διαστάσεις (500mm μήκος, 300mm πλάτος και 400 mm ύψος) και την μηχανική αντοχή (αντοχή σε κρούσεις, ταλαντώσεις, φορτίο κ.α.). Ο στόχος είναι το εφαρμόσιμο φορτίο λειτουργίας να είναι 40 έως 50 κιλά.

4.4.8 Ηλεκτρονικά εξαρτήματα που θα τοποθετηθούν στο όχημα.

Μικροελεγκτής

Το όχημα θα περιλαμβάνει μικροελεγκτή (Arduino Uno). Λειτουργεί με διάφορους εξωτερικούς αισθητήρες. Είναι πλατφόρμα ανοιχτού υλικού με διαστάσεις 7.5 cm x 5.8 cm. Έχει ληφθεί πρόβλεψη για την τοποθέτηση του Arduino Uno σε τρεις συγκεκριμένες θέσεις επάνω σε βάση, ανάλογα με τα κριτήρια επιλογής του κάθε χρήστη.

Υπολογιστής μονής πλακέτας

Το όχημα θα περιλαμβάνει υπολογιστή μονής κάρτας (single board computer) Raspberry Pi 3. Ανήκει στην κατηγορία των ενσωματωμένων συστημάτων και σκοπό έχει την επικοινωνία και τον έλεγχο μεταξύ των συσκευών. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε πολλές εφαρμογές και ειδικά στην ρομποτική. Είναι ένας μικρός σε μέγεθος υπολογιστής με πολλές δυνατότητες, με χαμηλό κόστος αγοράς προγραμματίζεται εύκολα και έχει μικρή κατανάλωση σε ισχύ. Οι διαστάσεις του είναι 8.7 cm x 5.6 cm. Έχει ληφθεί πρόβλεψη για την τοποθέτηση του Raspberry Pi 3 σε πέντε συγκεκριμένες θέσεις επάνω σε βάση, ανάλογα με τα κριτήρια επιλογής του κάθε χρήστη.

4.4.9 Παροχή ενέργειας

Η αυτονομία ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι ο τύπος και το είδος της μπαταρίας, το βάρος της ολικής κατασκευής και το συνολικό φορτίο που πρόκειται να μεταφέρει, οι συνθήκες περιβάλλοντος (ζέστη, κρύο, υγρασία), η ποιότητα του οδοστρώματος, η συχνότητα εκκίνησης και τερματισμού της λειτουργίας, ο χρόνος χρήσης της και η ενέργεια την οποία καταναλώνουν τα διάφορα περιφερειακά εξαρτήματα.

Η αυτονομία του σε ενέργεια θα παρέχεται από μία συστοιχία τριών μπαταριών Μολύβδου 12V 5 Ah, (τουλάχιστον 5 με 6 ώρες αυτονομία).

Η κάθε μπαταρία θα έχει τις εξής εξωτερικές διαστάσεις:

Μήκος : 70 mm

Πλάτος : 90 mm

Ύψος : 101 mm

Ολικό Ύψος : 107 mm

Η τοποθέτηση τους θα γίνει στην βάση του οχήματος, σε σημείο ώστε να εύκολα ελεγχόμενες και να διευκολύνεται η επαναφόρτιση τους.

4.4.10 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες είναι συσκευές που συνδυάζουν δυνατότητες επεξεργασίας, αίσθησης και επικοινωνίας ασύρματης ή ενσύρματης. Η προσαρμογή ενός συνόλου από αισθητήρες, σε μερικές περιπτώσεις αλληλένδετους μεταξύ τους, αυξάνουν τις δυνατότητες της κατασκευής. Είναι απαραίτητοι για να ελέγχουν τις φυσικές, εσωτερικές ή εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως είναι ο ήχος, η υγρασία, η θερμοκρασία, η δόνηση, τα εμπόδια, η κίνηση, η απόσταση, η κατεύθυνση, η κλίση κ.α. Οι διαστάσεις τους κυμαίνονται από μερικά χιλιοστά μέχρι το μέγεθος μιας παλάμης (εικόνα 20).

Επάνω στο σώμα της ρομποτικής πλατφόρμας θα είναι τοποθετημένοι διάφοροι αισθητήρες.

Θα υπάρχουν ένας ανιχνευτής κίνησης και τουλάχιστον δύο κάμερες για οπτική επαφή του χρήστη με το περιβάλλον λειτουργίας του ρομπότ.



Εικόνα 19. Διάφοροι αισθητήρες.

4.4.11 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΡΛΕΨΕΙΣ

Θα υπάρχει μελλοντική θέση μίας οθόνης LCD για την οπτική παρακολούθηση δεδομένων από τους χρήστες, με διαστάσεις 71mm μήκος και 23,8 mm πλάτος (εικόνα 21).



Εικόνα 20. Οθόνη LCD 2x16.

Επίσης θα υπάρχει πρόβλεψη και για ένα Laser Distance Scanner.

Ο αισθητήρας απόστασης λέιζερ (LDS) είναι ένας 2D σαρωτής λέιζερ ικανός να ανιχνεύει 360 μοίρες και να συλλέγει ένα σύνολο δεδομένων γύρω από το ρομπότ για χρήση SLAM (ταυτόχρονος εντοπισμός και χαρτογράφηση) και πλοήγηση (εικόνα 22).

Το LDS χρησιμοποιείται για μοντέλα TurtleBot3 Burger, Waffle και Waffle Pi.

Υποστηρίζει διασύνδεση USB (USB2LDS) και είναι εύκολο στην εγκατάσταση σε υπολογιστή [21].



Εικόνα 21. Σαρωτής LDS.

4.4.12 Μελλοντική προσαρμογή εξαρτημάτων

Οπές θα υπάρχουν σε διάφορα σημεία, ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν μελλοντικά αισθητήρες ή υπολογιστικές μονάδες για την αναβάθμιση του συστήματος.

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΡΟΜΠΟΤ

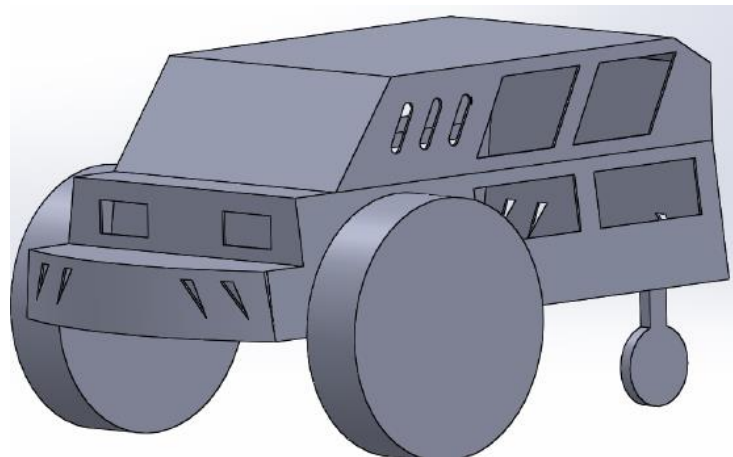
Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κριτήρια και παραμέτρους για τις λειτουργικές δυνατότητες, τα πεδία εφαρμογών, το περιβάλλον λειτουργίας και το υλικό, στην συνέχεια, ταξινομούνται ιεραρχικά και εφαρμόζονται τα πρώτα σκαριφήματα.

5.1 Τα πρώτα σκαριφήματα

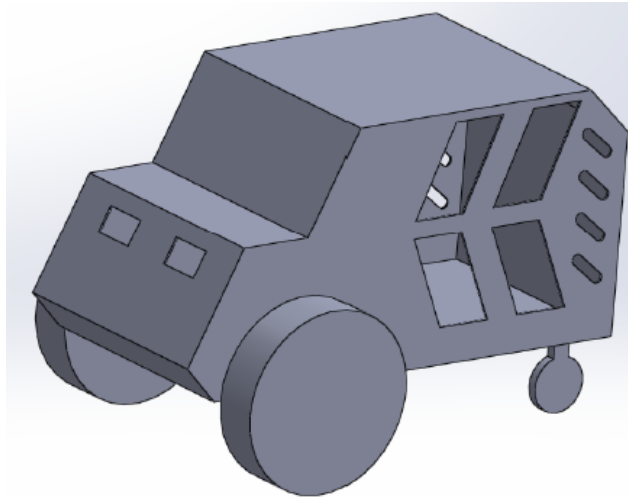
Αρχικά, γνωρίζοντας τις ανάγκες των περιφερειακών εξαρτημάτων που θα τοποθετηθούν, γίνεται μία πρόχειρη διαστασιολόγηση της κατασκευής.

Με αυτό δημιουργείται μια πρώτη εικόνα του μεγέθους της. Οι διαστάσεις μεταβάλλονται στην πορεία σχεδίασης, λόγω του ότι γίνεται καλύτερη ταξινόμηση και τοποθέτηση των εξαρτημάτων, μελλοντική πρόβλεψη για καινούργια εξαρτήματα και τεχνολογίες, τα οποία καθιστούν την κατασκευή επεκτάσιμη. Η πρόβλεψη της επεκτασιμότητας είναι σημαντική, γιατί ευρύνουν το πεδίο εφαρμογών, και δίνουν την δυνατότητα αναβάθμισης, στις είδη υπάρχουσες λειτουργίες.

Παρακάτω φαίνονται μερικές σχεδιαστικές προτάσεις (εικόνες 24, 25) οι οποίες απορρίφθηκαν για τον λόγω της έλλειψης χώρου και για την δύσκολη πρόσβαση στο εσωτερικό .

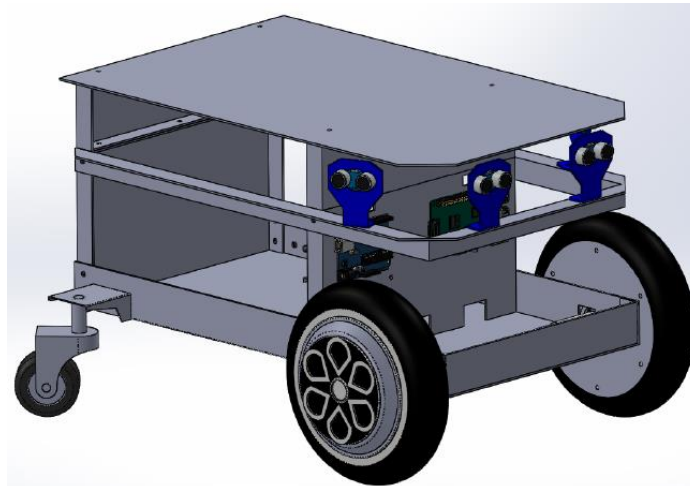


Εικόνα 22. Αρχικό σχέδιο 1.

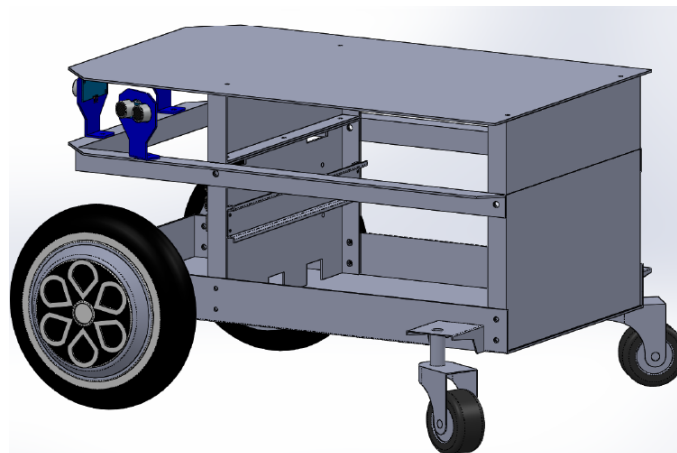


Εικόνα 23. Αρχικό σχέδιο 2.

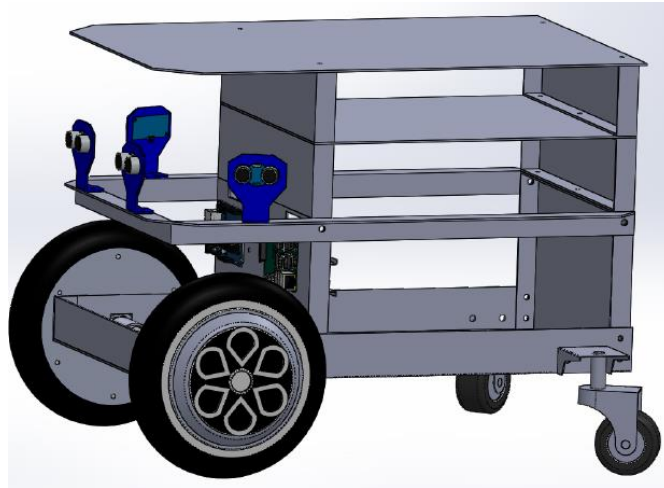
Λαμβάνοντας υπόψη την εύκολη πρόσβαση, έγινε επανασχεδιασμός του μοντέλου με μία διαφορετική έκδοση όπως φαίνεται παρακάτω (εικόνες 26, 27).



Εικόνα 24. Επανασχεδιασμός του μοντέλου εμπρός όψη.



Εικόνα 25. Επανασχεδιασμός του μοντέλου πίσω όψη.

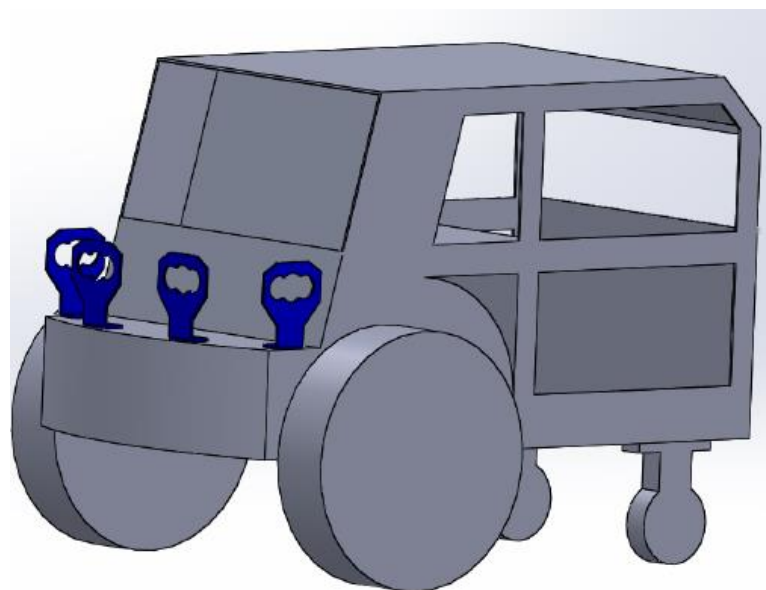


Εικόνα 26. Προσθήκη δεύτερου ορόφου στο ίδιο μοντέλο.

Σε αυτήν την έκδοση που προστέθηκε ακόμη ένα επίπεδο (όροφος), να μεν υπάρχει αρκετός χώρος και ευκολία επικοινωνίας με το εσωτερικό, από την άλλη όμως δημιουργείται πρόβλημα με την χαμηλή στιβαρότητα και τις ταλαντώσεις της κατασκευής (εικόνα 28).

Αποτέλεσμα της χαμηλής στιβαρότητας είναι το μειωμένο φορτίο το οποίο καλείται να αντέχει η κατασκευή και οι ταλαντώσεις που δημιουργούνται λόγω έλλειψης νευρώσεων. Η αποφυγή των ταλαντώσεων είναι μία σημαντική παράμετρος, γιατί λαμβάνονται και μεταδίδονται λανθασμένα δεδομένα από τους διάφορους αισθητήρες (π.χ. η θέση στον χώρο).

Το τελικό σκαρίφημα φαίνεται παρακάτω (εικόνα 29). Πάνω σε αυτό το μοντέλο έγινε όλος ο σχεδιασμός της κατασκευής.



Εικόνα 27. Το τελικό σκαρίφημα.

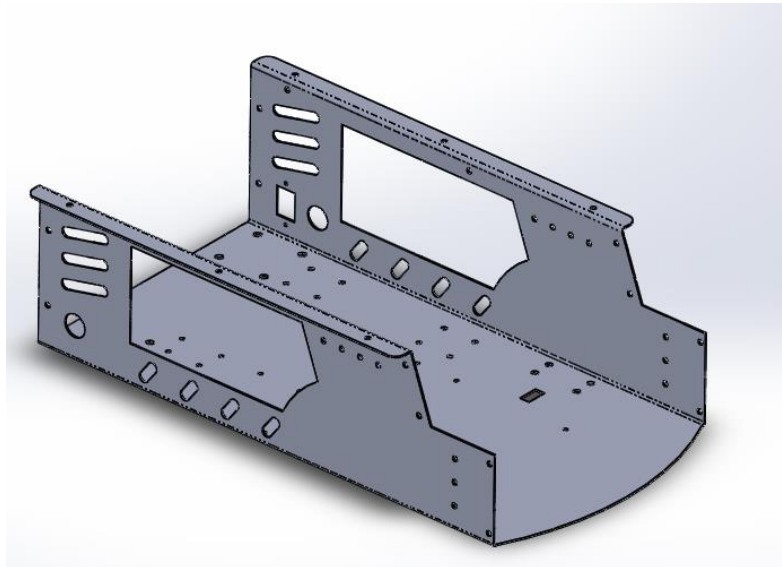
5.2 Μοντελοποίηση

Έχοντας καταλήξει στο τελικό σκαρίφημα, το επόμενο βήμα είναι οι σχεδιαστικές μετατροπές και βελτιώσεις, ώστε να τοποθετηθούν με ακρίβεια τα διάφορα περιφερειακά. Η λειτουργική ταξινόμηση και οι διαστάσεις τους καθορίζουν τα σημεία τοποθέτησης.

Το σχέδιο όπως προαναφέρθηκε έγινε με το λογισμικό 3D CAM Solid Works και ειδικότερα με την σχεδίαση λαμαρίνας (Sheet Metal).

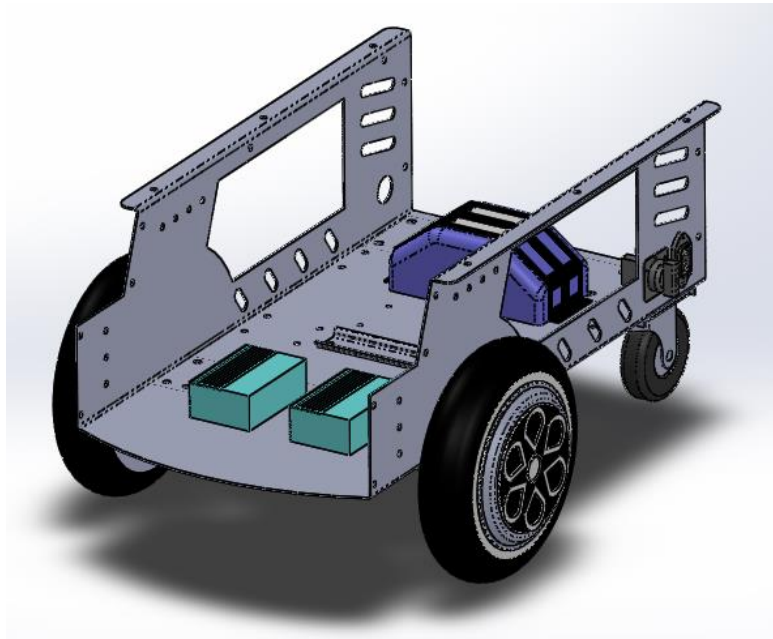
Έγιναν αρκετά προσχέδια, και επανασχεδιασμοί, προσθέτοντας ή αφαιρώντας, άλλοτε διαστάσεις και άλλοτε εξαρτήματα έως ότου το μοντέλο πάρει την τελική του μορφή.

Αρχικά σχεδιάστηκε η βάση, πάνω στην οποία εφαρμόζονται τα υπόλοιπα κομμάτια της κατασκευής (εικόνα 30).

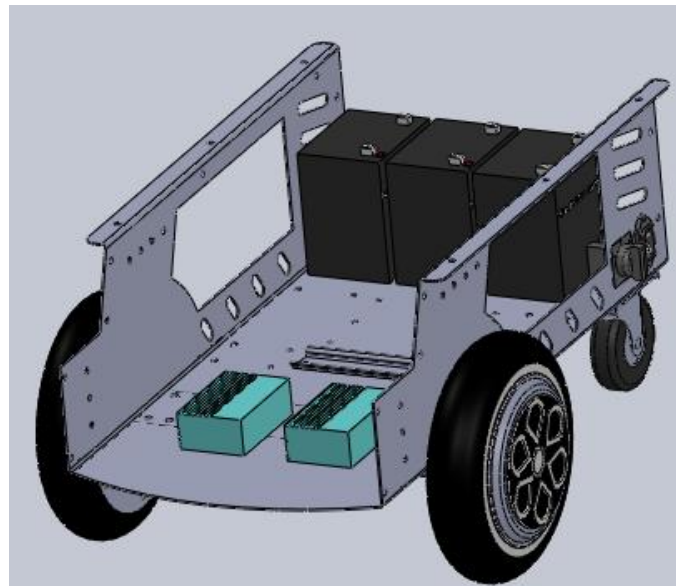


Εικόνα 28. Βάση.

Τοποθετούνται οι ρόδες, οι μπαταρίες (Λιθίου ή Μολύβδου), οι controllers, μία ράγα για διάφορα ρελέ, ο διακόπτης έναυσης και ο ρευματολήπτης για την φόρτιση των μπαταριών. Για την στήριξή τους έχουν ανοιχτεί οπές ακριβώς στις διαστάσεις τους, αλλά και με την πρόβλεψη να μπορούν να μετακινηθούν ελάχιστα εκατοστά. Στην βάση και σε όλη την κατασκευή έχουν αφαιρεθεί κάποια κομμάτια μετάλλου για να μειωθεί το βάρος, χωρίς να χάσει την στιβαρότητα του (εικόνες 31, 32).



Εικόνα 29. Η βάση με μπαταρίες Λιθίου.

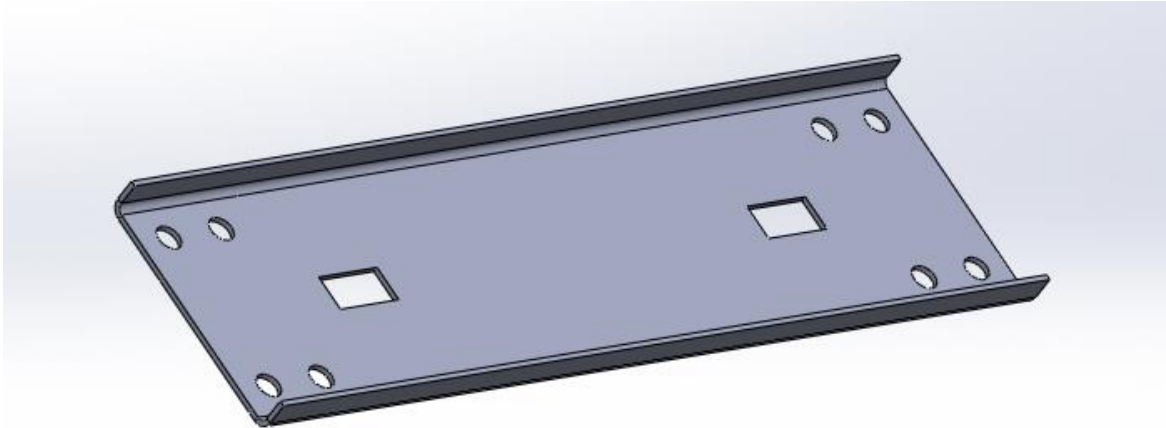


Εικόνα 30. Η βάση με μπαταρίες Μολύβδου.

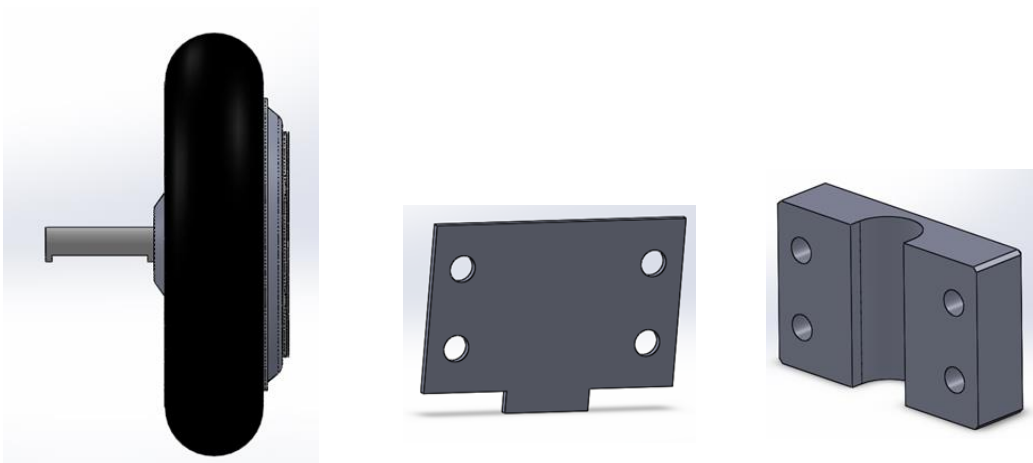
Στην κάτω μέρος της βάσης, τοποθετήθηκαν δύο λάμες σε σχήμα πι με πάχος 1,5 mm πάνω στις οποίες εφαρμόστηκαν οι ρόδες. Ο ρόλος τους είναι να δημιουργήσουν κάθετες νευρώσεις, ώστε να μην υπάρχει ελαστικότητα στην βάση λόγω βάρους (εικόνα 33).

Επειδή οι μπροστινές ρόδες είναι αυτές που δίνουν κίνηση στην κατασκευή, σταθεροποιήθηκαν επάνω στην λάμα με ένα ωμέγα, το οποίο σχεδιάστηκε έτσι ώστε να τις κρατάει με σφιχτή συναρμογή επάνω στην βάση, για την αποφυγή

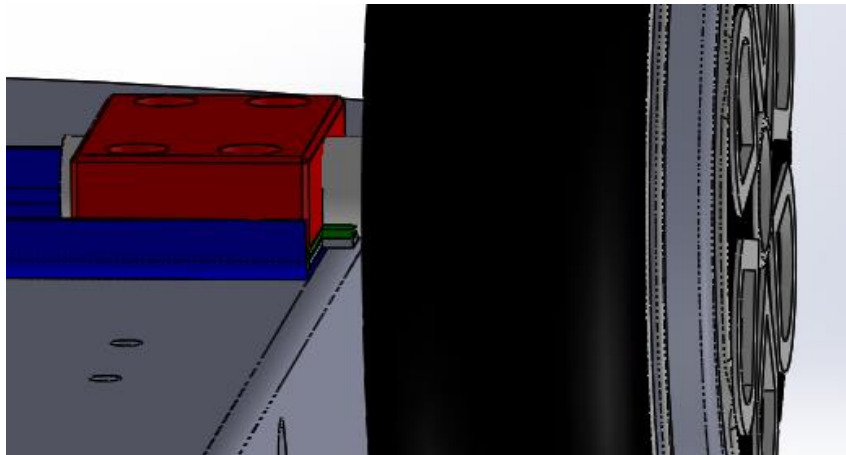
ανεπιθύμητων μεταβολών στην κατεύθυνση. Ανάμεσα στον άξονα κάθε μπροστινής ρόδας και της λάμας πι, τοποθετήθηκε ένα έλασμα με πάχος 1,5 mm, για να τις διατηρεί σε μια σταθερή απόσταση 5 χιλιοστών από την βάση (εικόνες 34, 35).



Εικόνα 31. Λάμα σχήματος Πι για την συγκράτηση των εμπρός τροχών.

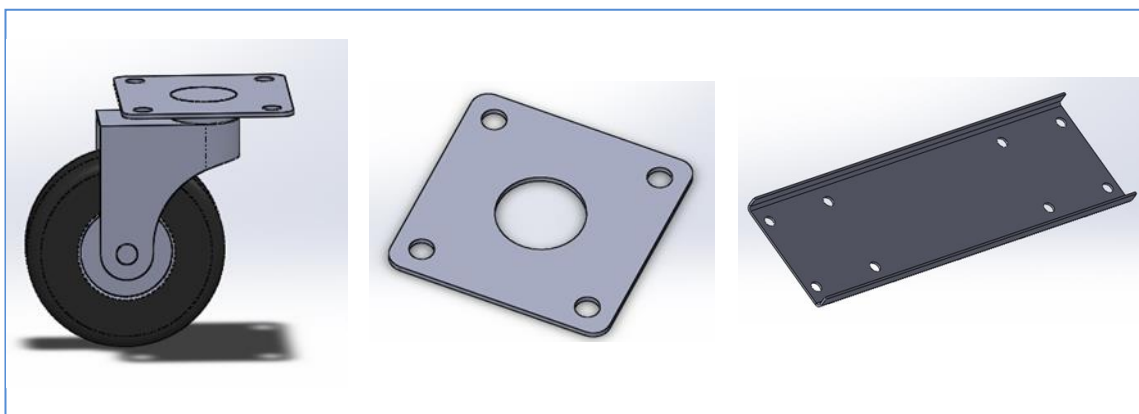


Εικόνα 32. Η λάμα και το ωμέγα για την συγκράτηση του εμπρός τροχού.

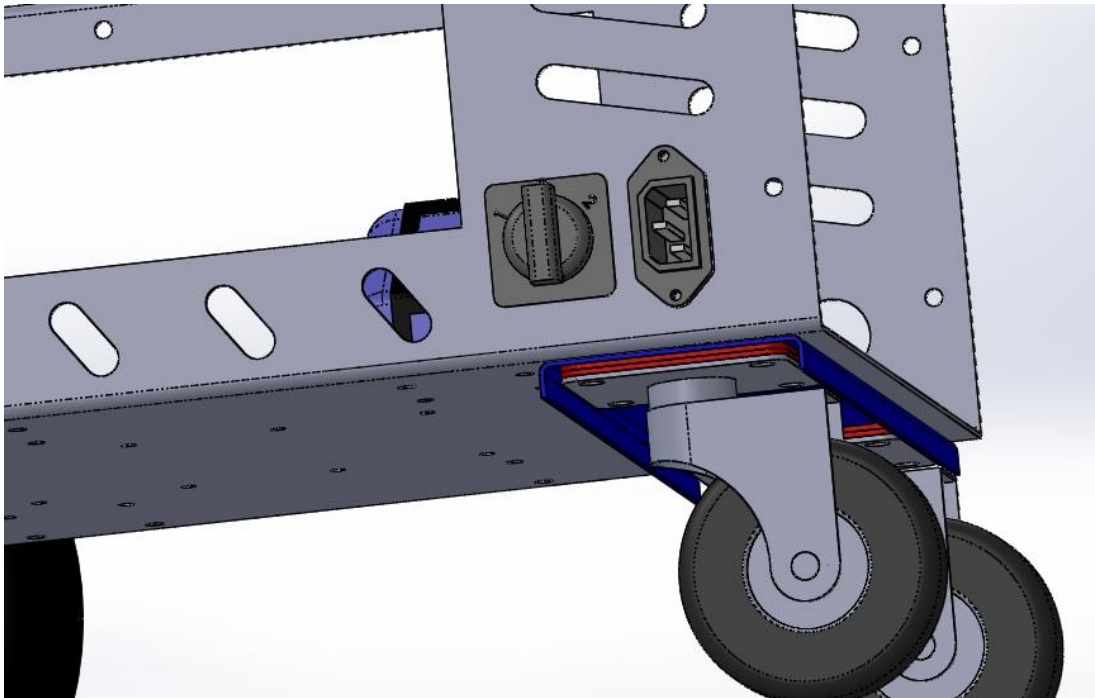


Εικόνα 33. Συγκράτηση του εμπρός τροχού. Πράσινο η λάμα. Κόκκινο το ωμέγα. Μπλε η λάμα Πι.

Οι πίσω ρόδες είναι πανκατευθυντικές τύπου castor. Ανάμεσα στην βάση τους και στην λάμα πι τοποθετήθηκε ένα έλασμα με πάχος 1,5 mm για καλύτερη σύσφιξη και εφαρμογή με την βάση (εικόνες 36, 37).

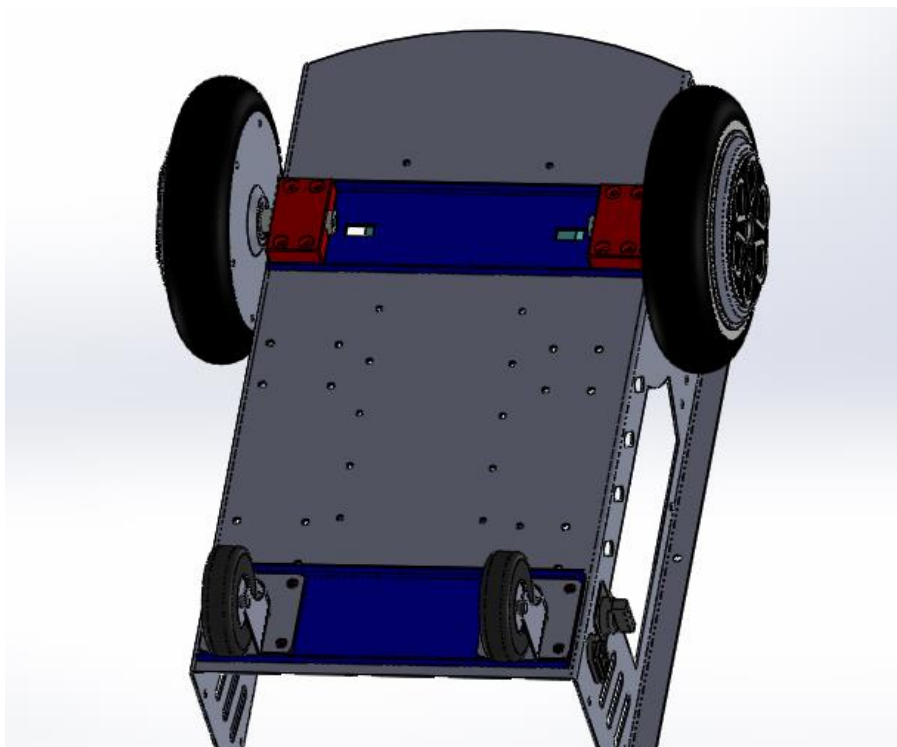


Εικόνα 34. Η λάμα Πι και το έλασμα για την συγκράτηση των πίσω τροχών.



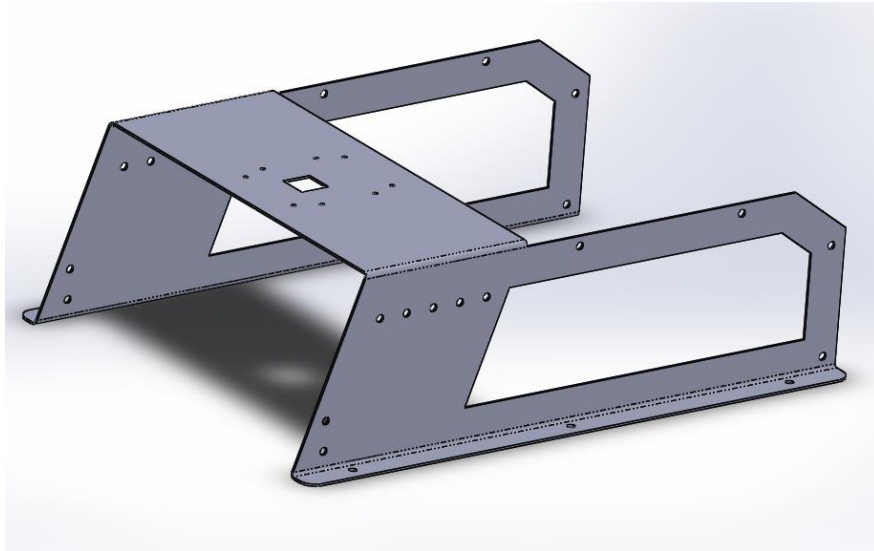
Εικόνα 35. Συγκράτηση των πίσω τροχών. Μπλε η λάμα Πι. Κόκκινο το έλασμα.

Παρακάτω φαίνεται η συναρμογή των εμπρός και πίσω τροχών (εικόνα 38)

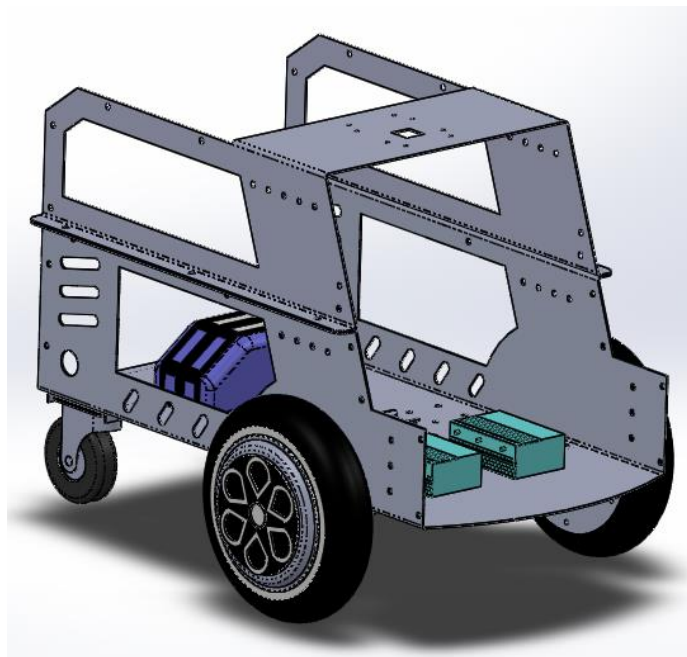


Εικόνα 36. Συγκράτηση των εμπρός και πίσω τροχών.

Στην συνέχεια σχεδιάστηκε το επάνω μέρος της βάσης με τέτοια πρόβλεψη ώστε να σταθεροποιηθεί με βίδες από την εξωτερική πλευρά, για λόγους ευκολίας στην τοποθέτηση. Στο επάνω τμήμα έχουν ανοιχτεί οπές σε συγκεκριμένες διαστάσεις για να τοποθετηθεί ένας αισθητήρας LDS (εικόνες 39, 40).



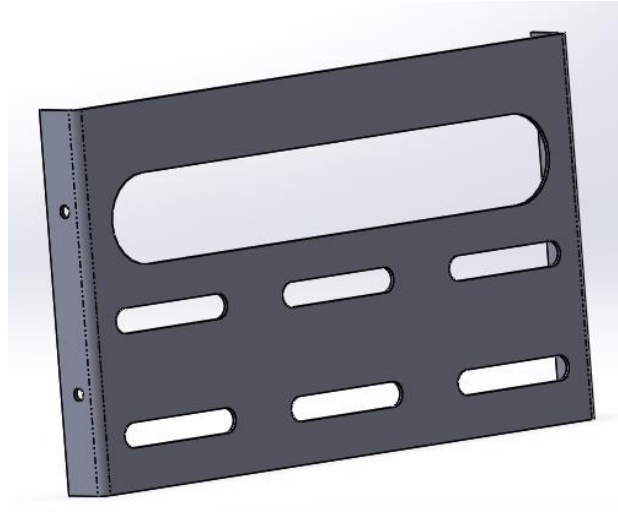
Εικόνα 37. Το επάνω μέρος της βάσης.



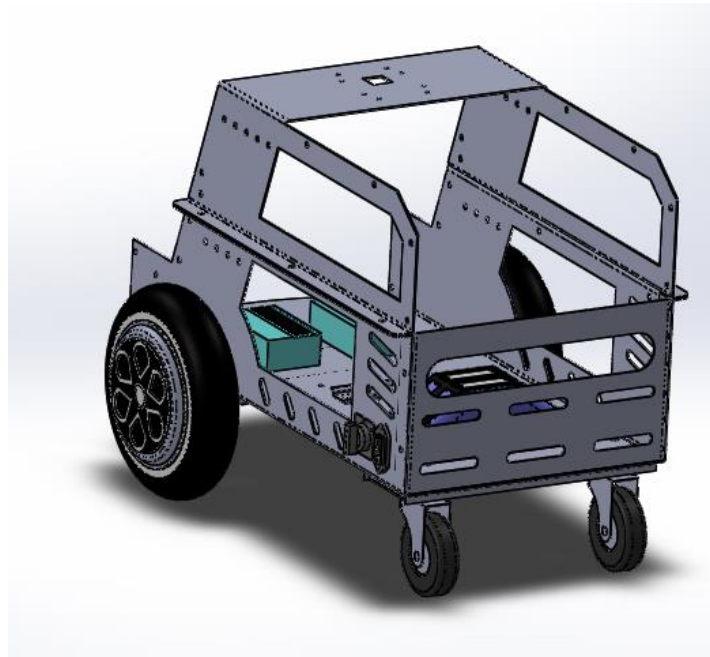
Εικόνα 38. Τοποθέτηση του επάνω μέρους.

Το πίσω μέρος (πλάτη) εφαρμόζει εσωτερικά στην βάση. Με την εφαρμογή αυτού του τμήματος, μειώνονται σε μεγάλο ποσοστό οι ταλαντώσεις.

Έχει αφαιρεθεί ένα μεγάλο κομμάτι ώστε να υπάρχει δυνατότητα να τοποθετηθούν αισθητήρας-ες υπερήχων για την αποφυγή εμποδίων σε κίνηση προς τα πίσω (εικόνες 41, 42).



Εικόνα 39. Το πίσω μέρος (πλάτη).



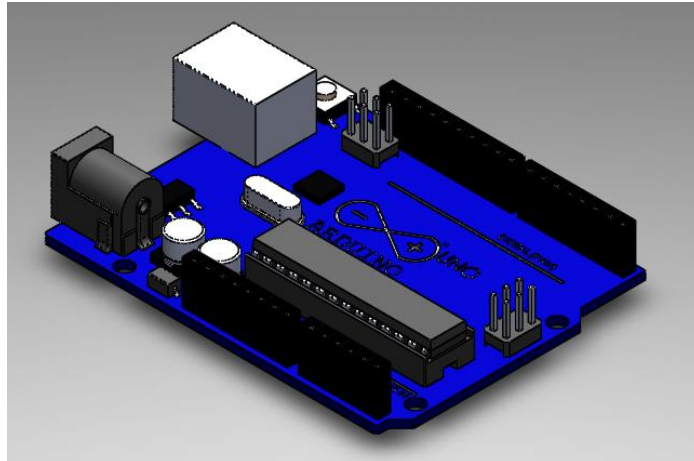
Εικόνα 40. Τοποθέτηση του πίσω μέρους.

Στην βάση (εικόνα 45) στην οποία θα τοποθετηθούν ο μικροελεγκτής Arduino Uno (εικόνα 43) και ο μικροεπεξεργαστής Raspberry Pi 3 (εικόνα 43), ανοίχτηκαν οπές σε συγκεκριμένα σημεία σύμφωνα με τις διαστάσεις τους, με

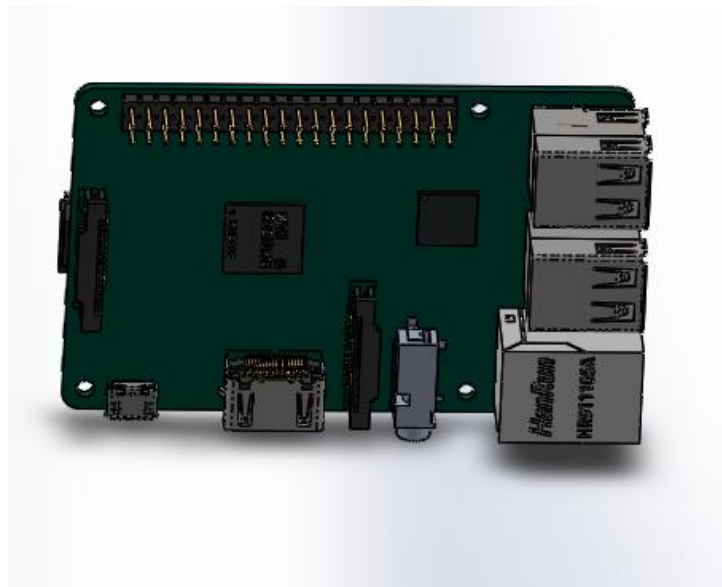
πρόβλεψη να μπορούν να μετακινηθούν σε διάφορες θέσεις (οριζόντιες ή κάθετες) ανάλογα με την διάταξη που επιθυμεί ο χρήστης (εικόνες 46, 47)

Στο επάνω μέρος αφαιρέθηκε ένα τμήμα για την διέλευση των καλωδίων σύνδεσης.

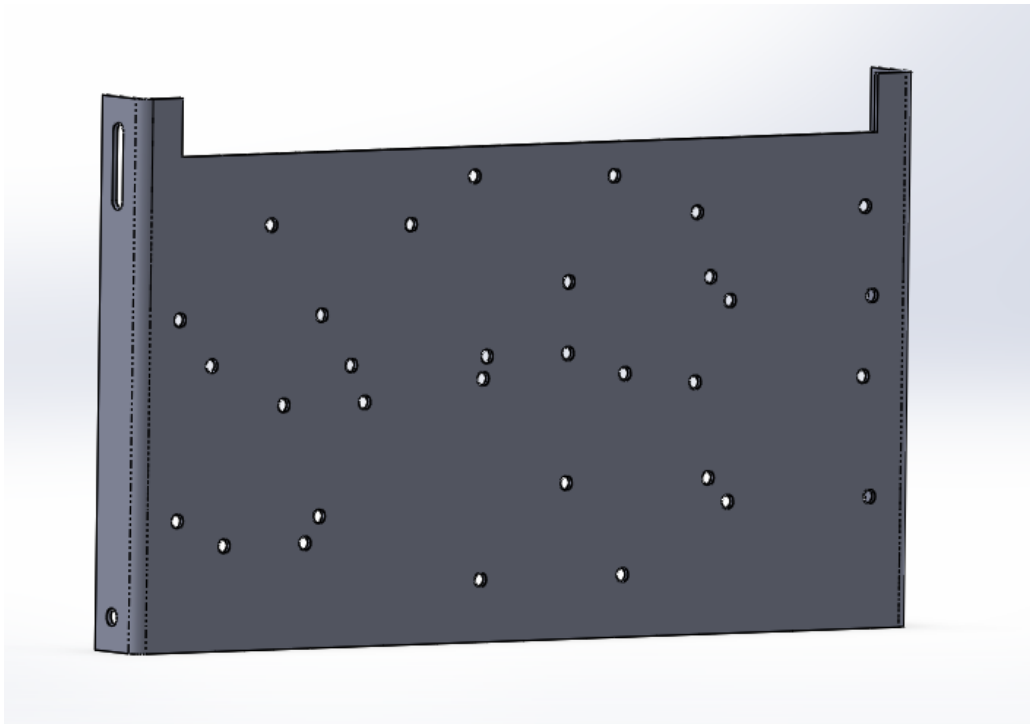
Ανάλογα με την επιθυμητή κλίση τοποθέτησης της βάσης έχουν ανοιχτεί δύο οπές slot στο επάνω δεξιά και αριστερό μέρος της (εικόνα 48).



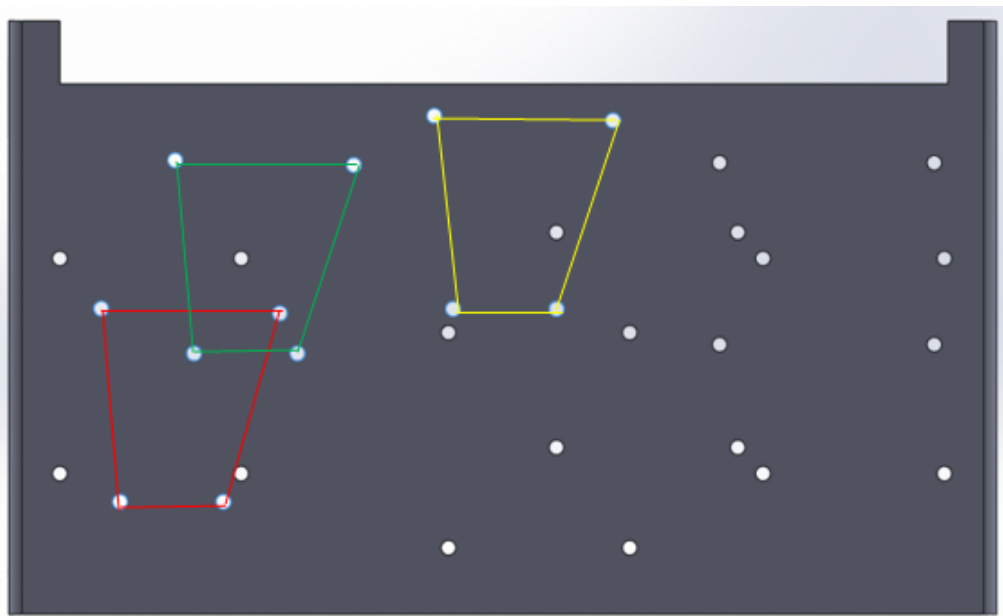
Εικόνα 41. Μικροελεγκτής Arduino Uno.



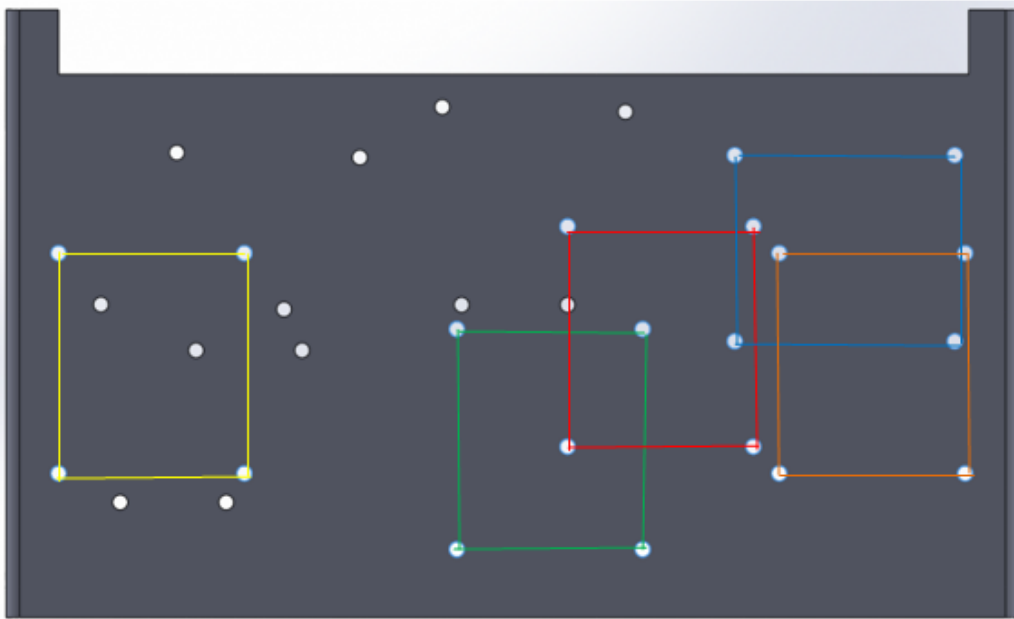
Εικόνα 42. Μικροπεξεργαστής Raspberry Pi 3.



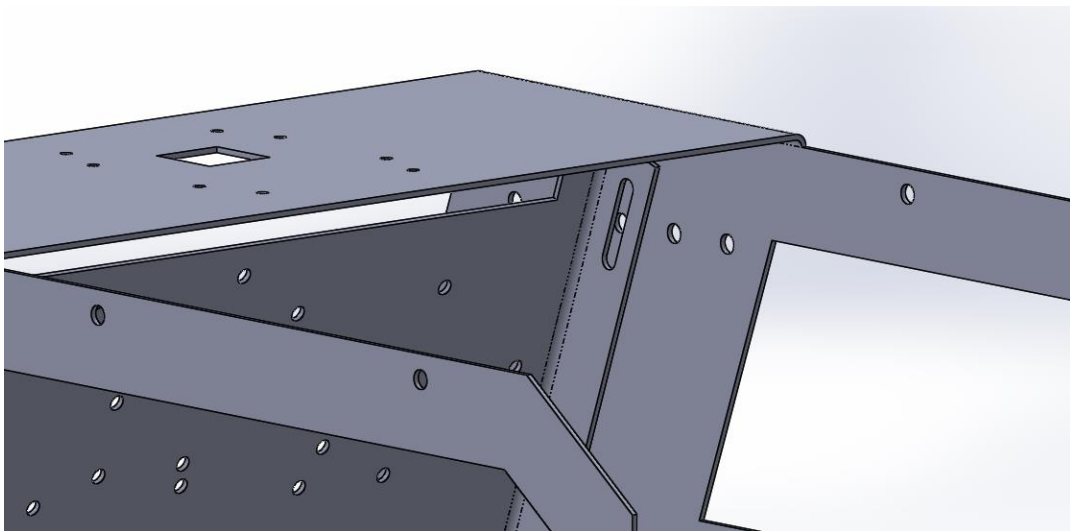
Εικόνα 43. Πλάτη για την τοποθέτηση του Arduino Uno και του Raspberry Pi 3.



Εικόνα 44. Τρεις θέσεις επιλογής για την στήριξη του Arduino Uno.

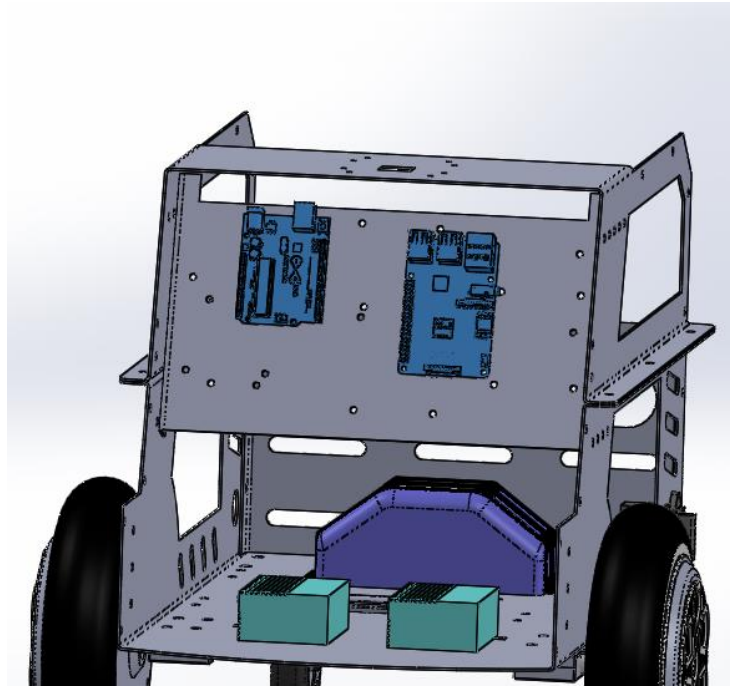


Εικόνα 45. Πέντε θέσεις επιλογής για την στήριξη του Raspberry Pi 3.



Εικόνα 46. Οπή Slot για την επιθυμητή κλίση της πλάτης στήριξης του Arduino Uno και Raspberry Pi 3.

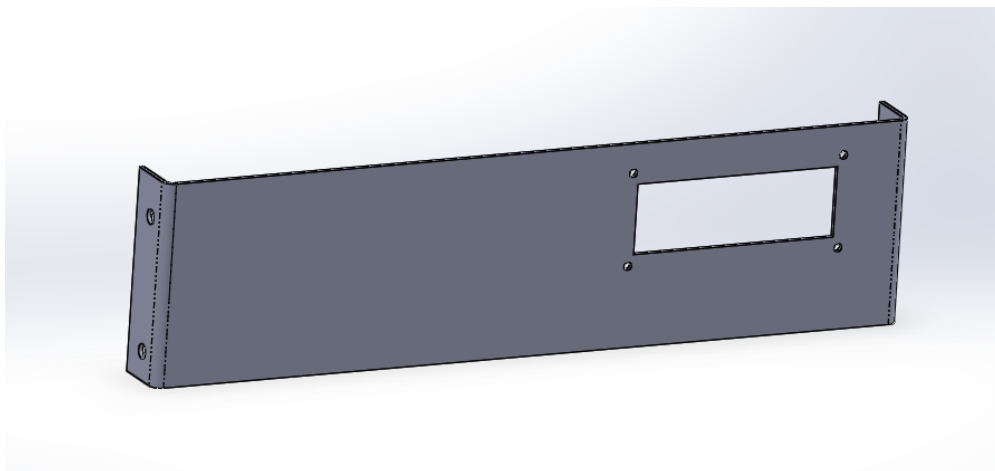
Παρακάτω φαίνεται η πλάτη με το Arduino Uno και το Raspberry Pi3, τοποθετημένη επάνω στην βάση (εικόνα 49).



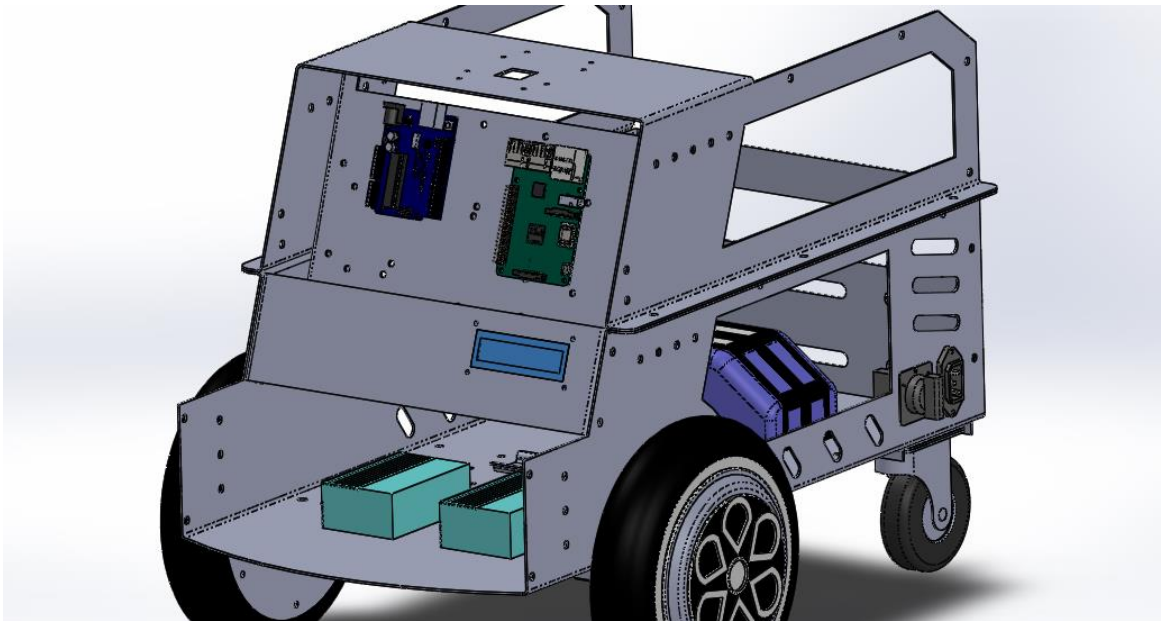
Εικόνα 47. Τοποθέτηση της πλάτης με το Arduino Uno και Raspberry Pi 3.

Τοποθετώντας το μπροστινό τμήμα (πρόσοψη), και σε συνεργασία με το πίσω μέρος (πλάτη), η κατασκευή αποκτά περισσότερη σταθερότητα.

Επάνω στην πρόσοψη αφαιρέθηκε ένα μέρος του για να φιλοξενήσει μία οθόνη LCD 16x2 στοιχείων με διαστάσεις 71x24 mm για την απεικόνιση δεδομένων (εικόνες 50, 51).

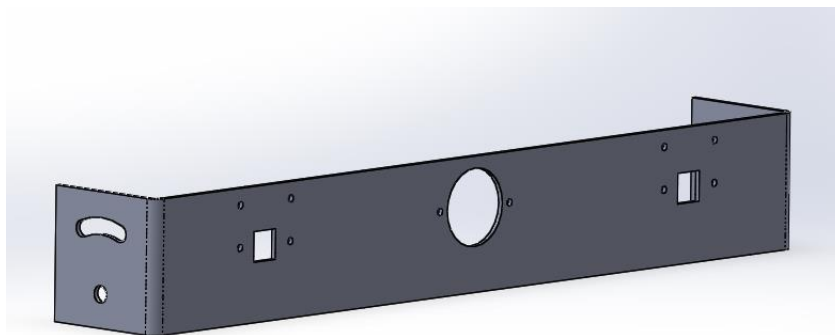


Εικόνα 48. Η πρόσοψη με θέση για οθόνη LCD 2x16.

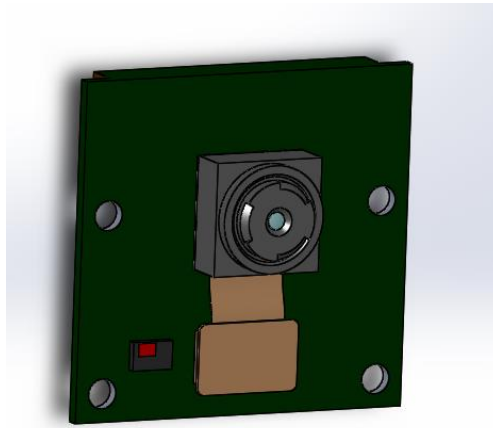


Εικόνα 49. Τοποθέτηση της πρόσοψης με την οθόνη.

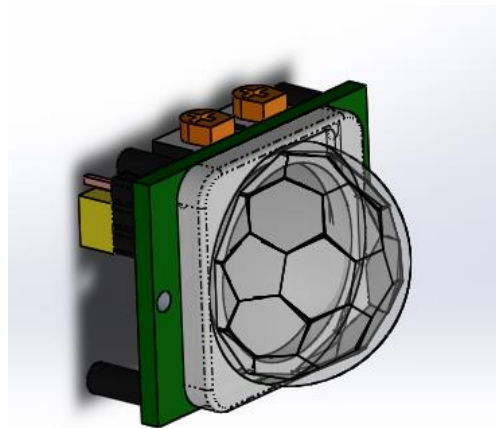
Στην συνέχεια σχεδιάστηκε μία βάση (εικόνα 52), η οποία θα υποδεχτεί δύο κάμερες τύπου Raspberry Pi Camera Module V2 8MP,1080p (εικόνα 53) και έναν αισθητήρα ανιχνευτή κίνησης τύπου HC-SR501 (εικόνα 54). Δημιουργήθηκαν ανάλογες οπές σύμφωνα με τις διαστάσεις τους. Η στήριξη της βάσης εφαρμόζεται με δύο σταθερές βίδες στις οπές δεξιά και αριστερά (εικόνα 55) και δύο οπές slot ώστε να μπορεί να παίρνει την επιθυμητή κλίση καταγραφής για τις κάμερες (εικόνα 56). Μελλοντικά, για την κίνηση τουλάχιστον μιας κάμερας, μπορεί να τοποθετηθεί επάνω σε σερβομοτέρ, με δυνατότητα να την χειρίζεται ο χρήστης από απόσταση ή να ακολουθεί κάποια χαρακτηριστικά στοιχεία.



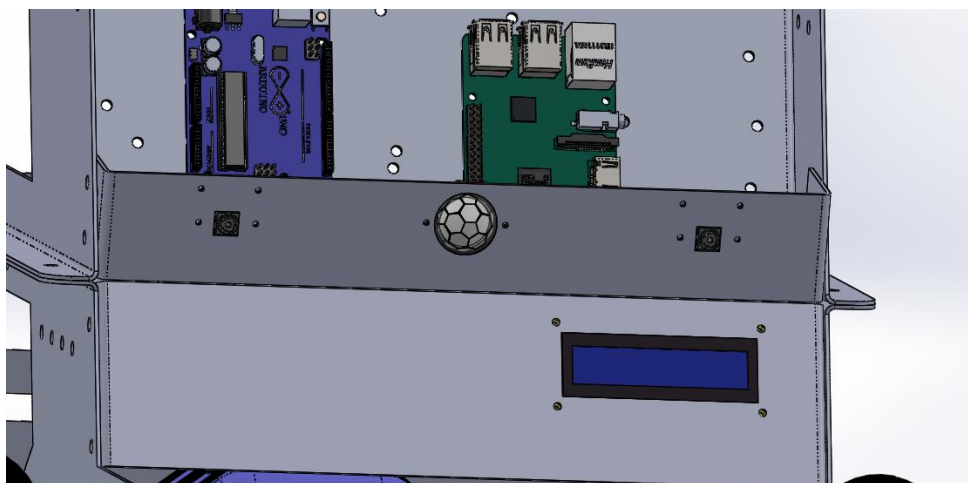
Εικόνα 50. Βάση με θέσεις για δύο κάμερες και έναν ανιχνευτή κίνησης.



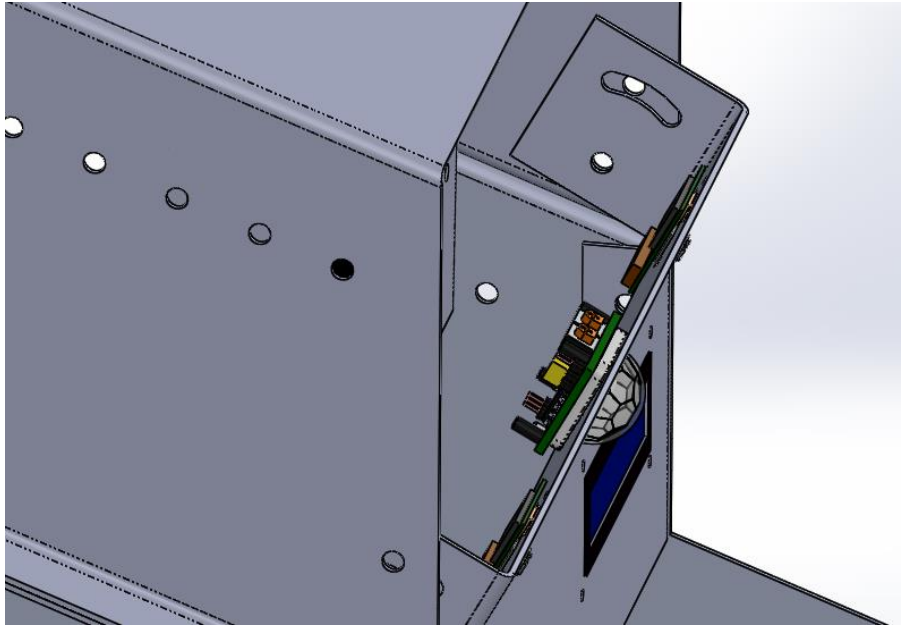
Εικόνα 51. Camera Module V2 (8MP, 1080p).



Εικόνα 52. Ανιχνευτής κίνησης τύπου HC-SR501.

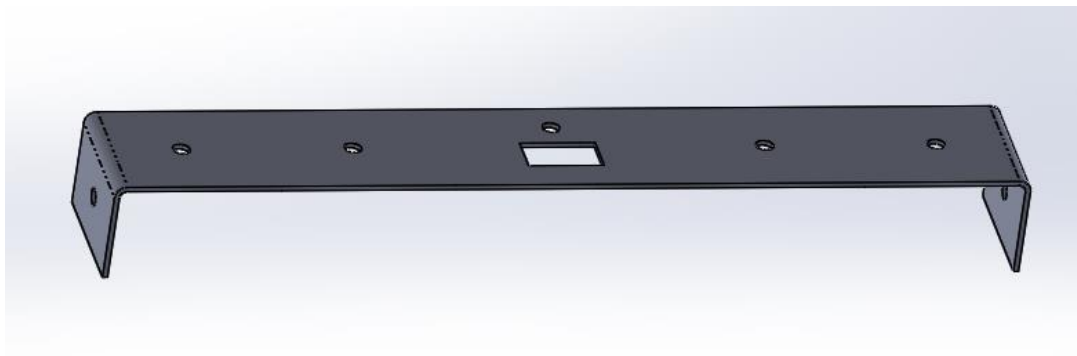


Εικόνα 53. Τοποθέτηση της βάσης με τις δύο κάμερες και τον ανιχνευτή κίνησης.

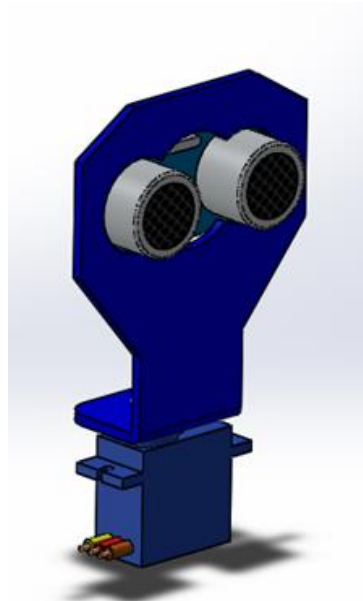


Εικόνα 54. Οπές Slot για την επιθυμητή κλίση της βάσης.

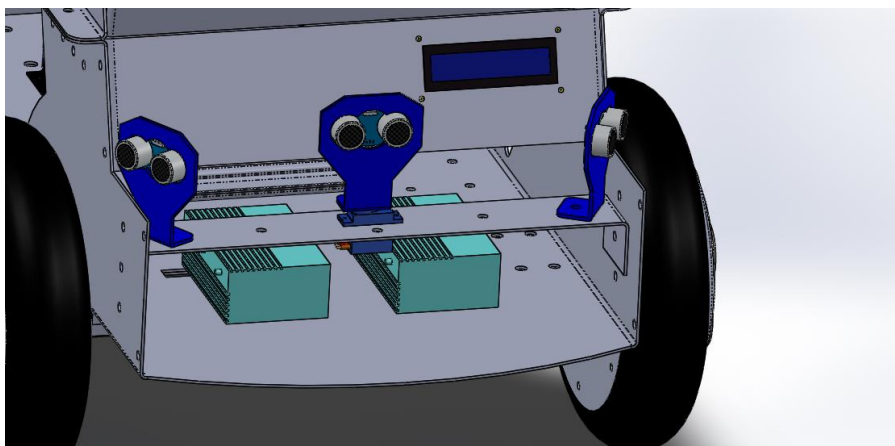
Υπάρχει δυνατότητα να τοποθετηθεί ένα αποστασιόμετρο αποφυγής εμποδίων πάνω σε σερβομοτέρ (εικόνα 58), ή να τοποθετηθούν τρία σταθερά αποστασιόμετρα. Η δυνατότητα αυτή δημιουργείται με την τοποθέτηση μιας βάσης στο μπροστινό τμήμα (εικόνα 57). Η βάση εφαρμόζεται εσωτερικά με επιλογή σταθεροποίησής σε επιθυμητό ύψος, ανάλογα με το είδος των αισθητήρων (εικόνα 59). Ο τύπος των αποστασιόμετρων για τον οποίο έγινε η συγκεκριμένη μελέτη είναι ο αισθητήρας υπερήχων 2 – 400cm SR04, και ο κινητήρας Servo Micro 1.5kg.cm Plastic Gears



Εικόνα 55. Βάση για την τοποθέτηση τριών αποστασιόμετρων ή ενός πάνω σε σερβομοτέρ.

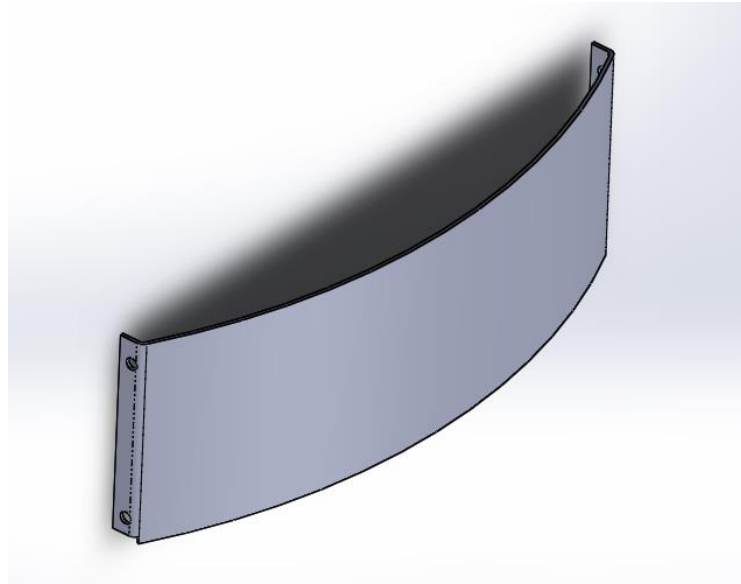


Εικόνα 56. Αισθητήρας υπερήχων 2 – 400cm SR04, με σερβομοτέρ.

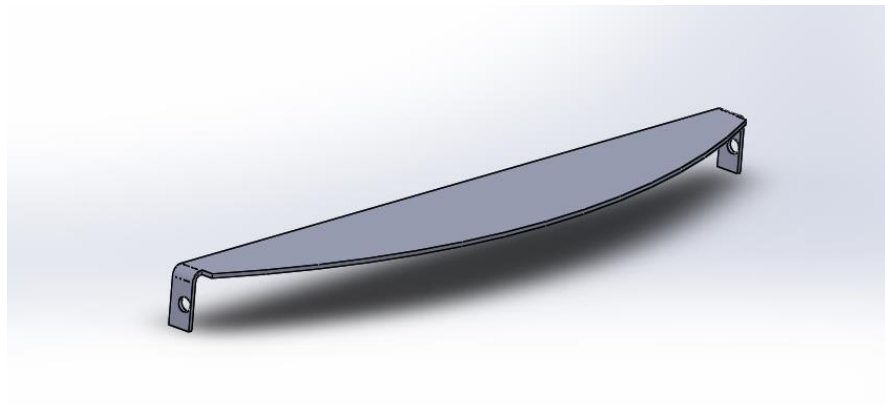


Εικόνα 57. Τοποθέτηση της βάσης στήριξης των αισθητήρων υπερήχων. Κεντρικά τοποθετείται με σερβομοτέρ και στις άκρες με βίδες.

Η πρόσοψη επιλέχθηκε να είναι καμπυλωτή για να μειωθούν οι γωνίες δίνοντας, μία πιο όμορφη εικόνα της κατασκευής (εικόνα 60). Αποτελείται από δύο μέρη, το μπροστά καμπυλωτό τμήμα, στο οποίο χαραχτηκε και το όνομα KELM 18 (εικόνα 62) και ένα καπάκι στο πάνω μέρος (εικόνα 61).



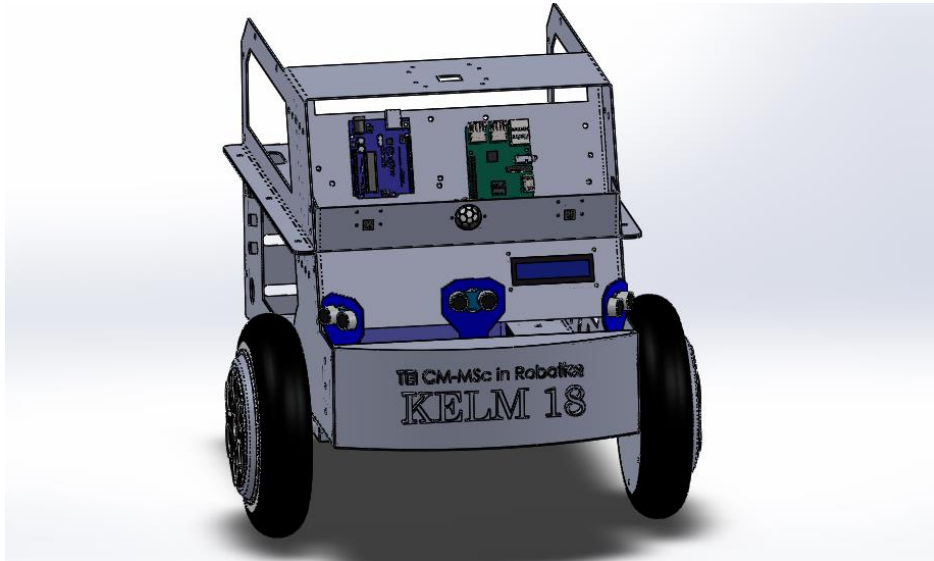
Εικόνα 58. Καμπυλωτό εμπρός τμήμα.



Εικόνα 59. Το καπάκι του καμπυλωτού τμήματος.



Εικόνα 60. Το εμπρός τμήμα με το όνομα.

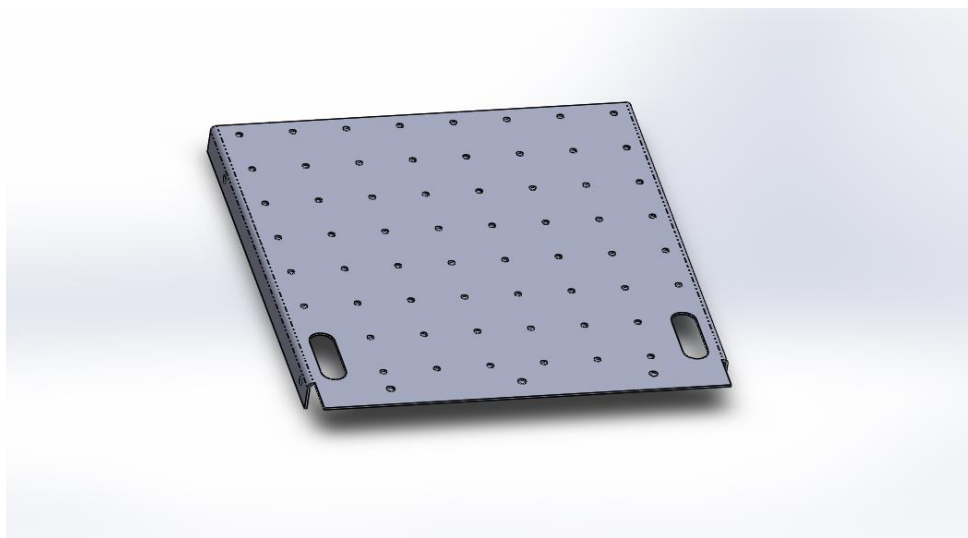


Εικόνα 61. Τοποθέτηση του μπροστινού τμήματος με την χάραξη του ονόματος.

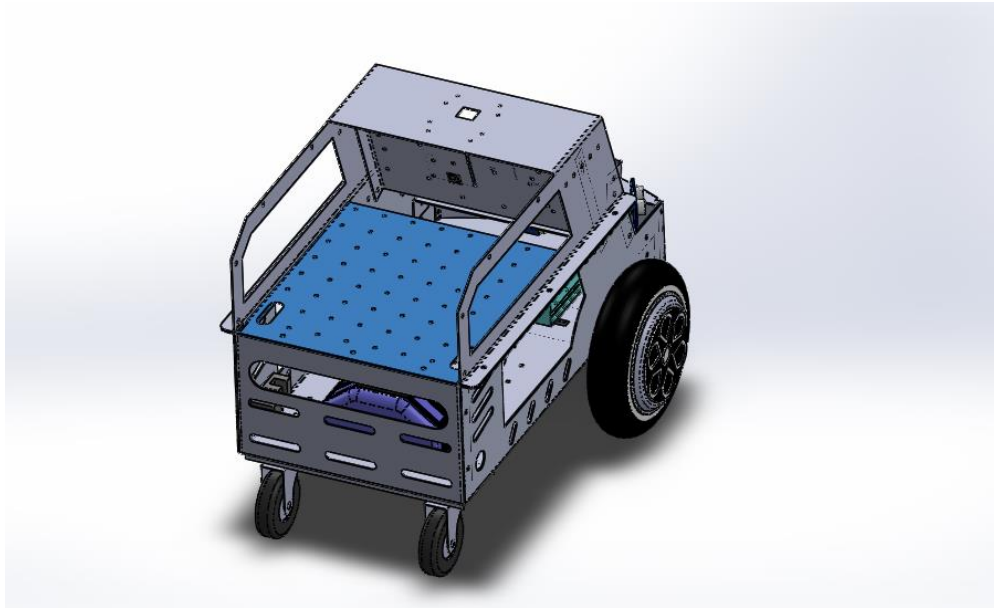
Ένα δεύτερο επίπεδο τοποθετήθηκε ανάμεσα στο κάτω και στο επάνω μέρος της βάσης. Σταθεροποιείται με τέσσερις βίδες με αποτέλεσμα να δένονται καλύτερα τα μέρη της βάσης μειώνοντας τις ταλαντώσεις (εικόνα 64).

Πάνω σε αυτήν μεταλλική πλάκα ανοίχτηκαν αρκετές οπές για την στήριξη διαφόρων εξαρτημάτων (εάν χρειάζεται) και δύο μεγαλύτερες για την διέλευση καλωδίων (εικόνα 65).

Επίσης ένας άλλος ρόλος αυτού του επιπέδου είναι η τοποθέτηση φορτίου για μεταφορά.

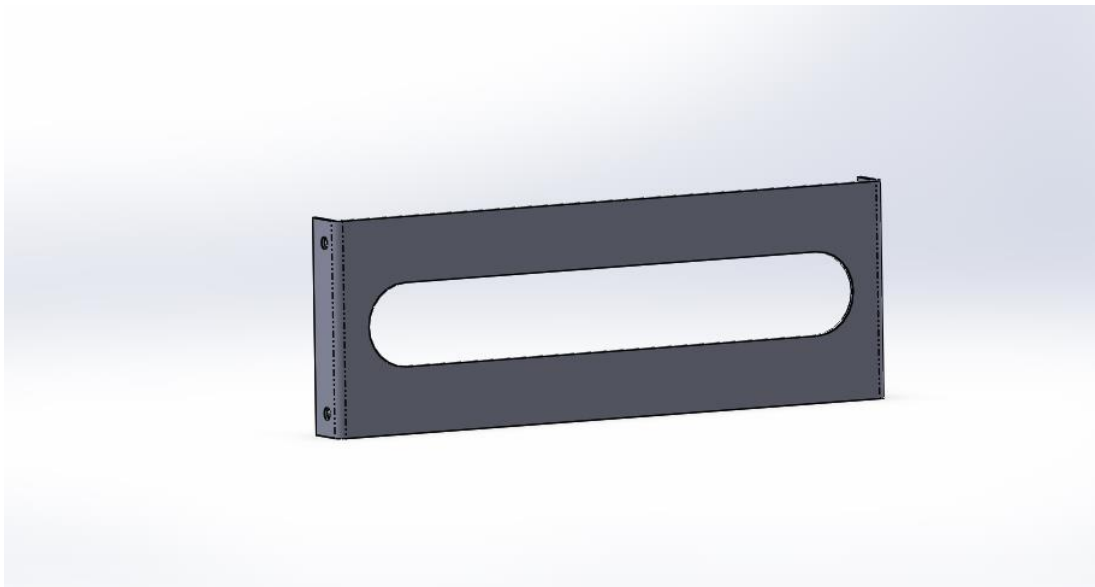


Εικόνα 62. Δεύτερο επίπεδο.

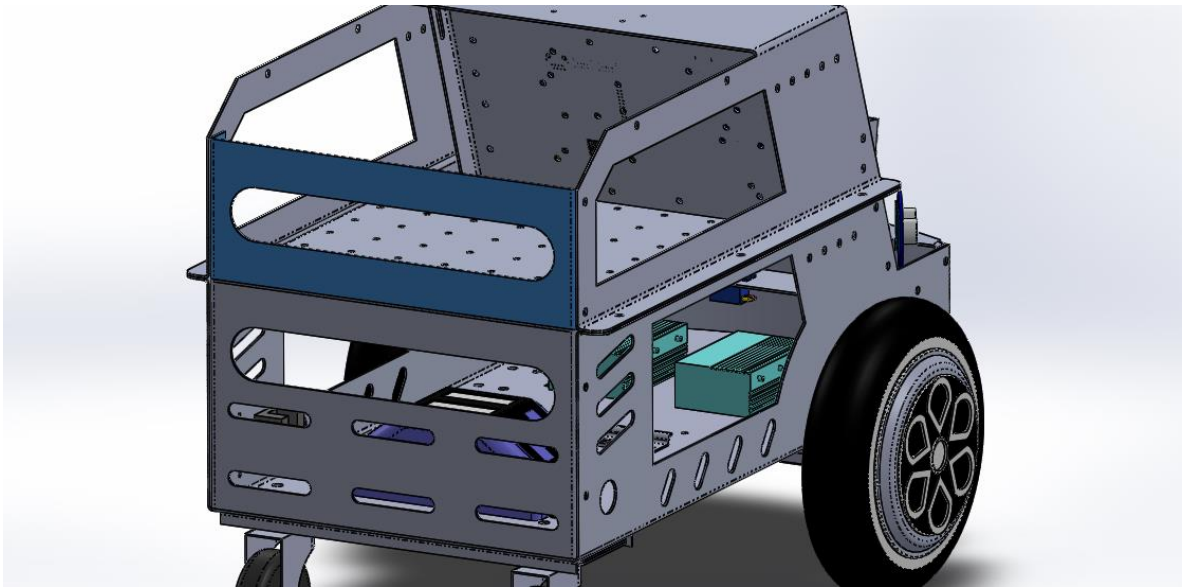


Εικόνα 63. Τοποθέτηση δεύτερου επιπέδου.

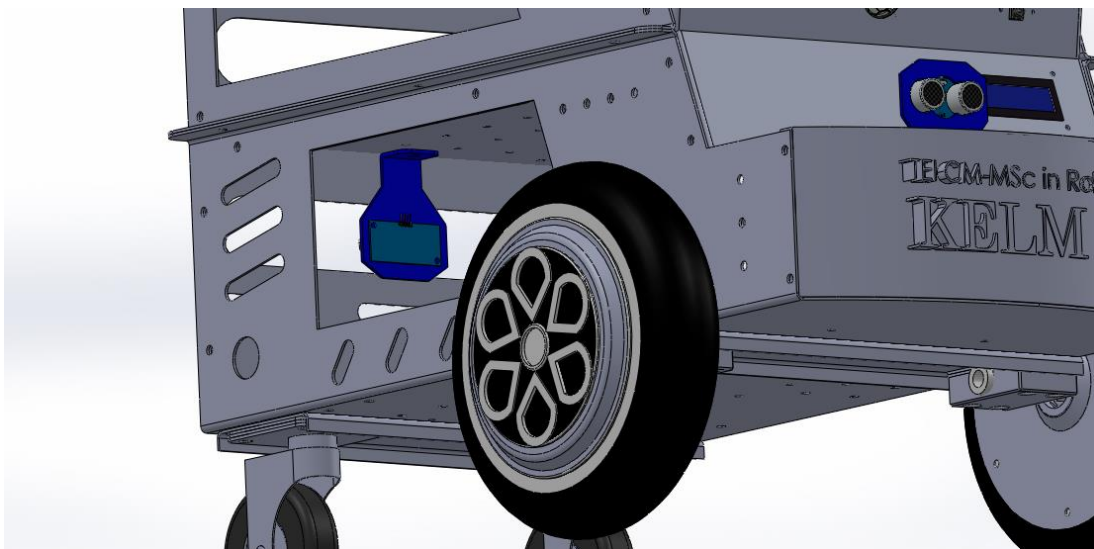
Στο πίσω μέρος (πλάτη) της επάνω βάσης (εικόνες 66, 67), αφαιρέθηκε ένα μεγάλο τμήμα υλικού. Αυτό σε συνδυασμό με την πλάτη της βάσης δίνει το πλεονέκτημα επιλογής για την τοποθέτηση ενός ακόμη αισθητήρα απόστασης για την αποφυγή εμποδίων σε κίνηση προς τα πίσω. Η τοποθέτηση του αισθητήρα μπορεί να γίνει με κατεύθυνση προς τα κάτω ή επάνω (εικόνα 68).



Εικόνα 64. Πλάτη δεύτερου επιπέδου.

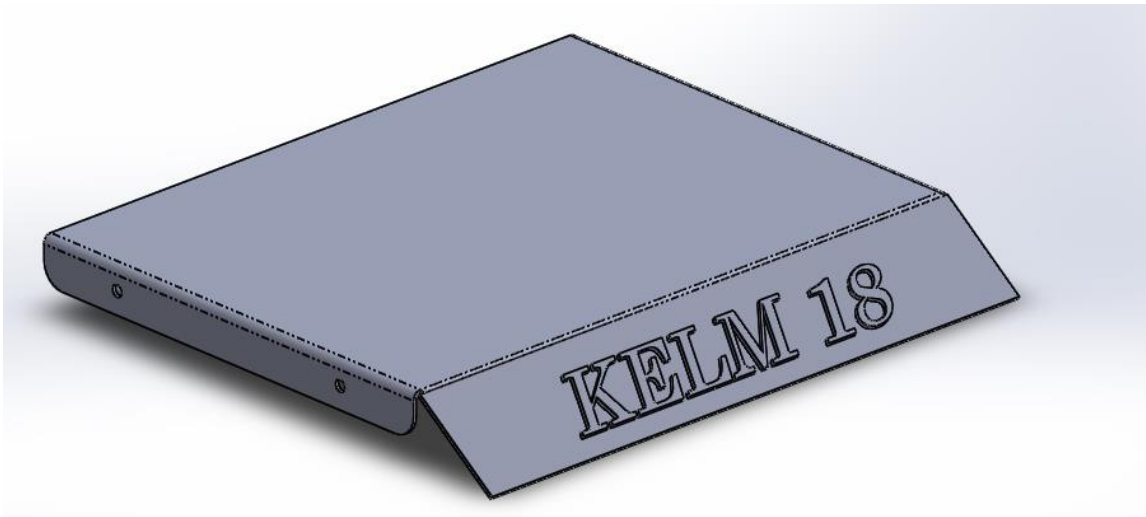


Εικόνα 65. Τοποθέτηση της πλάτης.

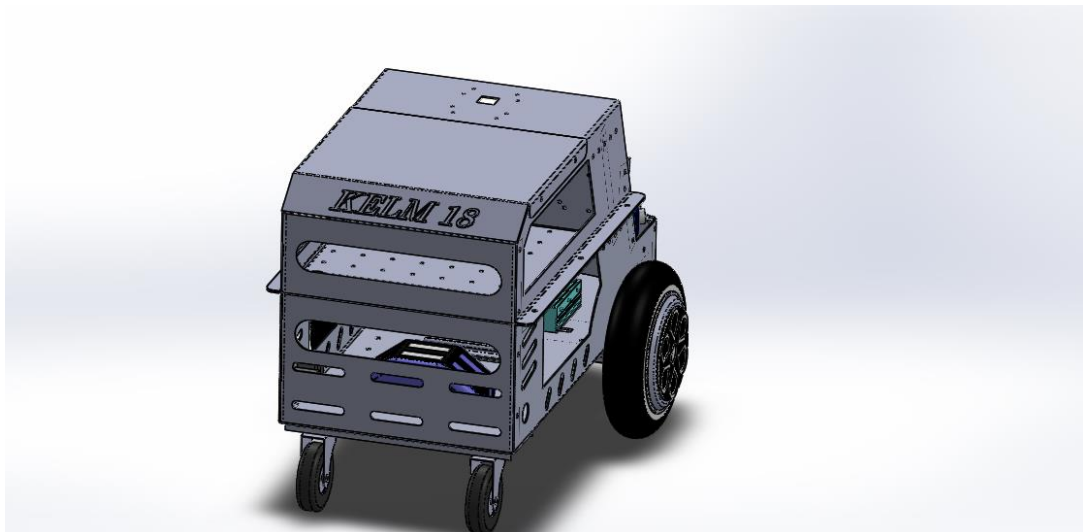


Εικόνα 66. Επιλογή τοποθέτησης από επάνω ή κάτω του αποστασιόμετρου υπερήχων.

Τελευταίο κομμάτι της κατασκευής είναι το καπάκι της επάνω βάσης (εικόνα 69). Αυτό στερεώνεται με τέσσερις βίδες από την έξω πλευρά ώστε να είναι εύκολο να αφαιρεθεί εάν χρειαστεί, για τον έλεγχο, την τοποθέτηση ή την αντικατάσταση των εξαρτημάτων, ή ακόμη και για την μεταφορά φορτίου. Στο πίσω μέρος έχει χαραχτεί και το όνομα KELM 18 (εικόνα 70).

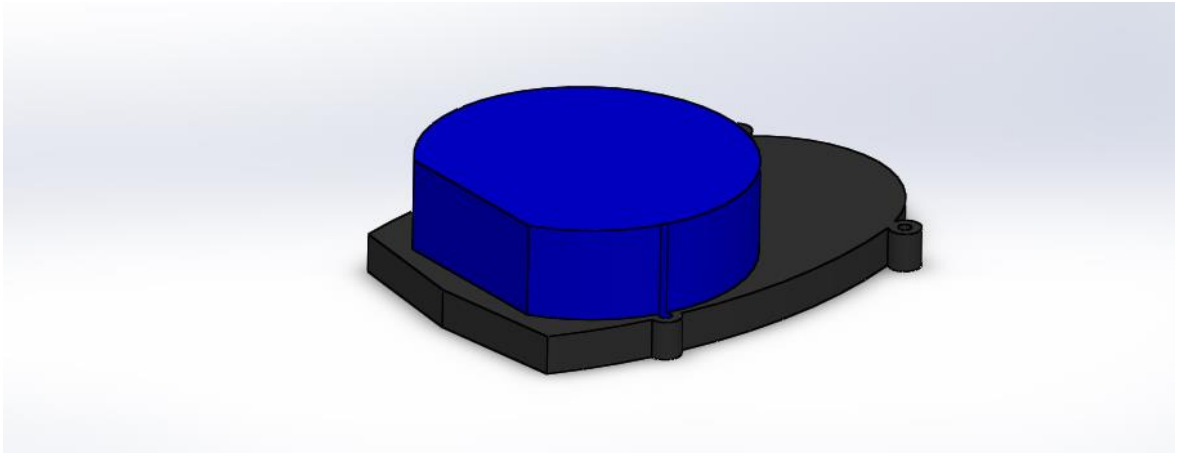


Εικόνα 67. Το επάνω καπάκι με την χάραξη του ονόματος.

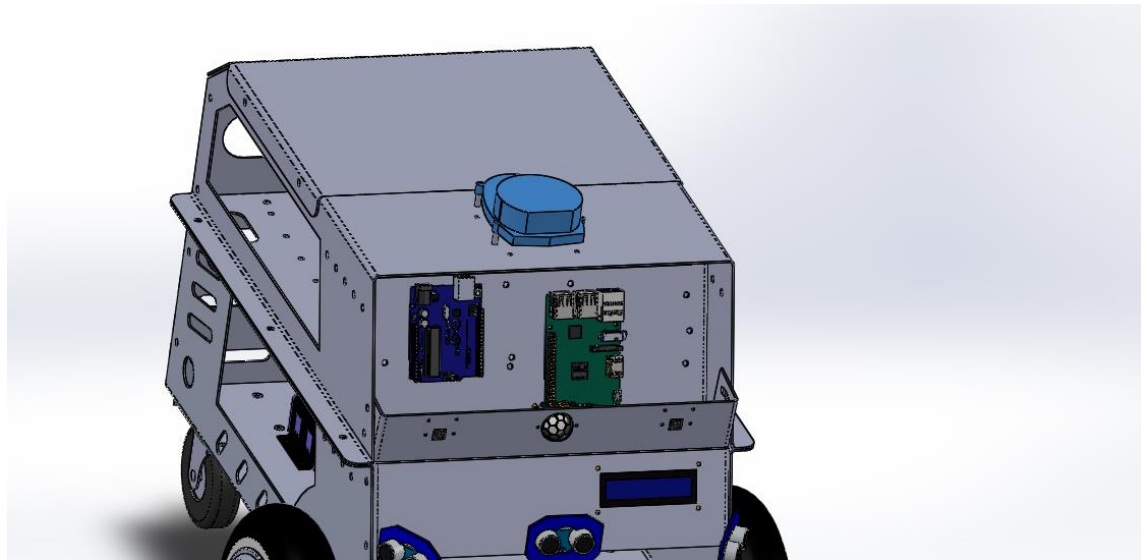


Εικόνα 68. Τοποθέτηση του επάνω τμήματος.

Όπως έχει αναφερθεί, στο επάνω μέρος της βάσης έχουν ανοιχτεί οπές σε συγκεκριμένες διαστάσεις ώστε να τοποθετηθεί εάν είναι αναγκαίο ένας Laser distance sensor (LDS) (εικόνες 71, 72).

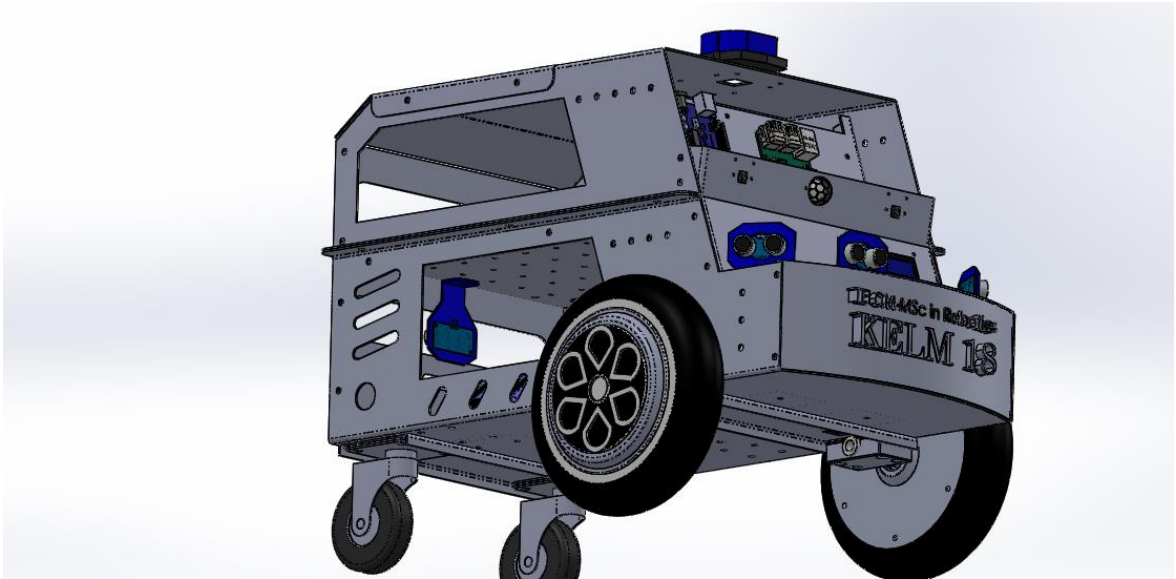


Εικόνα 69. Σχεδίαση του Laser distance sensor (LDS) στο Solid Works για τις ανάγκες της κατασκευής.

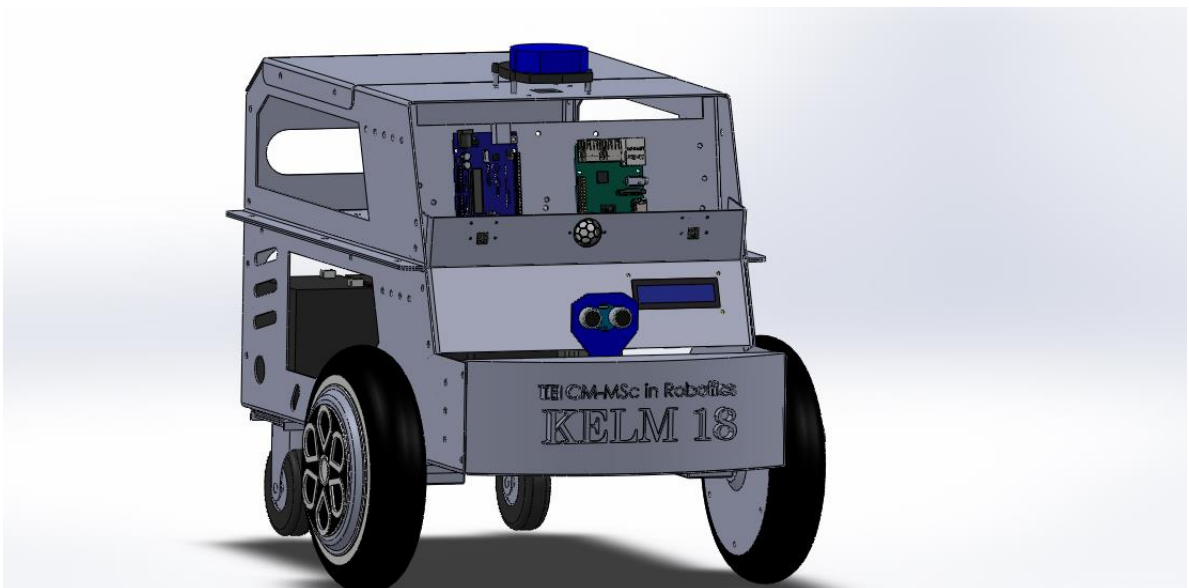


Εικόνα 70. Τοποθέτηση του Laser distance sensor (LDS).

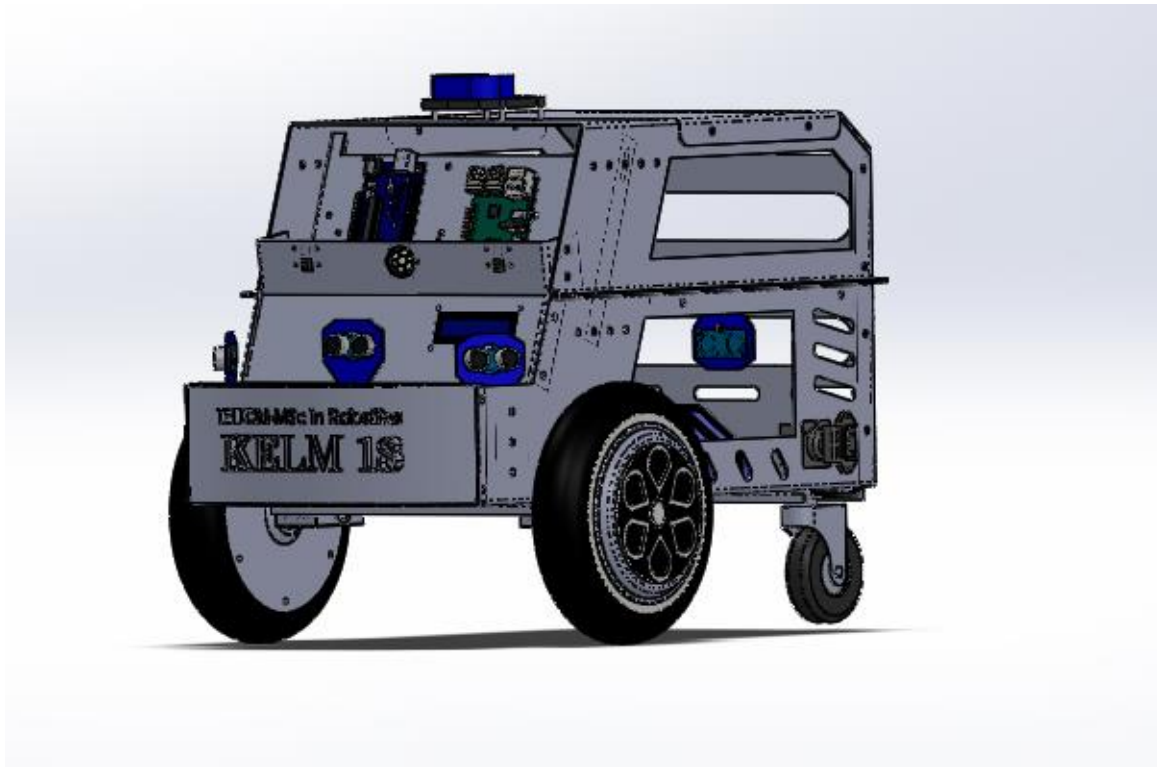
Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται το τελικό στάδιο σχεδίασης του ρομποτικού οχήματος (εικόνες 73, 74, 75).



Εικόνα 71. Τελικό στάδιο σχεδίασης. Όψη 1.



Εικόνα 72. Τελικό στάδιο σχεδίασης. Όψη 2.



Εικόνα 73. Τελικό στάδιο σχεδίασης. Όψη 3.



Εικόνα 74. Επεξεργασία (render) στο πρόγραμμα keyshot 6.



Εικόνα 75. Επεξεργασία (render) στο πρόγραμμα keyshot 6.

5.3 Αρχεία DXF

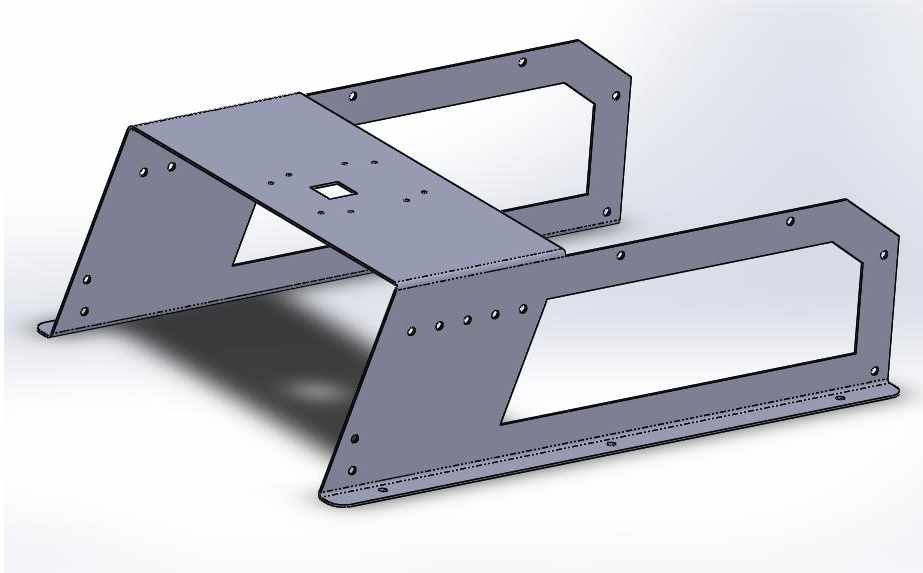
Μετά την ολοκλήρωση των σχεδίων, επόμενο βήμα είναι η κατεργασία των υλικών. Το κάθε τμήμα έχει σχεδιαστεί μεμονωμένα. Η κατεργασία ολοκληρώνεται σε μηχανή CNC. Αυτό απαιτεί την μετατροπή των σχεδίων CAD σε αρχεία DXF.

Το AutoCAD DXF είναι μία φόρμα αρχείου δεδομένων CAD που αναπτύχθηκε από την Autodesk για τη διευκόλυνση της ανταλλαγής (μετάφρασης) δεδομένων μεταξύ του AutoCAD και άλλων προγραμμάτων.

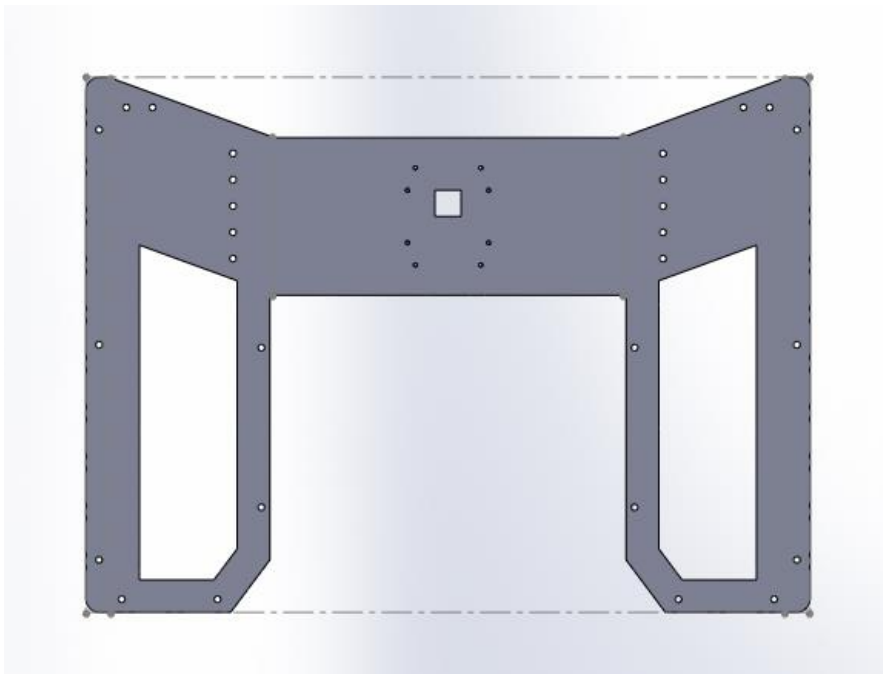
Οι συντεταγμένες DXF είναι πάντα χωρίς διαστάσεις, έτσι ώστε ο αναγνώστης ή ο χρήστης πρέπει να γνωρίζει τη μονάδα σχεδίασης ή πρέπει να το εξαγάγει από τα σχόλια των κειμένων στα σχεδιαστικά φύλλα [22].

Όπως έχει αναφερθεί, η σχεδίαση στο Solid Works έγινε μέσω της εφαρμογής σχεδίασης λαμαρίνας (Sheet Metal). Το πλεονέκτημα αυτής της εφαρμογής είναι ότι αφού ολοκληρωθεί η τρισδιάστατη σχεδίαση ενός τμήματος, με γωνίες, ακμές και καμπύλες, στην συνέχεια μπαίνοντας στο υπομενού Flatten, μας μετατρέπει το τμήμα έτσι όπως θα είναι σε ανάπτυξη. Για

παράδειγμα, το αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω, στο επάνω μέρος της βάσης (εικόνες 78, 79).

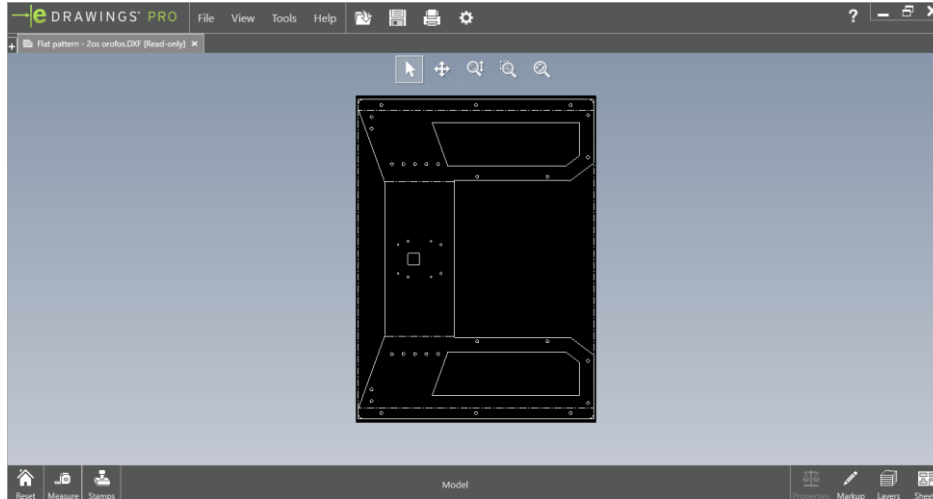


Εικόνα 76. Το επάνω τμήμα.



Εικόνα 77. Το επάνω τμήμα σε ανάπτυξη.

Αφού δημιουργηθούν όλα τα σχέδια των τμημάτων σε ανάπτυξη, στην συνέχεια μέσω του Save As γίνεται κατευθείαν η μετατροπή τους σε αρχεία DXF (*.prt*.sldprt → *.dxf) (εικόνα 80) .



Εικόνα 78. Μετατροπή σε αρχείο DXF.

Έτσι φορτώνοντας τα αρχεία στην μηχανή CNC ξεκινάει η κατεργασία.

6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.1 Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση των σχεδίων και την μεταφορά τους σε κέντρο κατεργασίας CNC, ολοκληρώνεται το σχεδιαστικό μέρος της ρομποτικής πλατφόρμας.

Η εξαγωγή των αποτελεσμάτων γίνεται κάνοντας μια ανασκόπηση της πορείας εργασίας.

Η έρευνα της αγοράς που πραγματοποιήθηκε και τα στοιχεία που συλλέχτηκαν ήταν αφορμή για την σύλληψη της ιδέας. Μέσα από αυτά σχεδιάστηκε το πεδίο δράσεων και εφαρμογών της κατασκευής.

Είναι ουσιαστικά ένα ρομπότ βάσης, το οποίο με μερικές κατασκευαστικές μετατροπές, διευρύνει το φάσμα των εργασιών του.

Η μελλοντική επέκταση και αναβάθμιση του, η εύκολη πρόσβαση στην προσθήκη και αντικατάσταση των εξαρτημάτων του, οι λειτουργικές του δυνατότητες και το χαμηλό κόστος θα καθορίσουν την εμπορευσιμότητα του .

Έχοντας σαν αρχή τις τεχνικές προδιαγραφές σε όλη την πορεία σχεδίασης, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο, που μπορεί να βρει πολλές επιχειρησιακές και εκπαιδευτικές εφαρμογές. Μπορεί ο χρήστης να πραγματοποιήσει κατ' επιλογή προσθήκες και μετατροπές έχοντας αρκετούς και εύκολα προσβάσιμους χώρους.

Το υλικό κατασκευής του προσδίδει στιβαρότητα και αντοχή σε κρούσεις και φορτία. Δεν έχει εξωτερική βαφή η οποία μπορεί να φθαρεί ή να χαραχτεί με τον καιρό ή με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Έχει υψηλή αντοχή σε διάβρωση.

Με βάση τα παραπάνω, τις τεχνικές προδιαγραφές που ορίστηκαν και τα τελικά σχέδια που δημιουργήθηκαν, βγάζουμε το συμπέρασμα ότι η τελική ρομποτική πλατφόρμα είναι ένα αξιόπιστο εργαλείο για την δοκιμή πολλών σχεδίων ρομποτικής. Τέτοια σχέδια μπορεί να είναι στο πεδίο της εκπαίδευσης, των υπηρεσιών, της έρευνας κ.τ.λ.

6.2 Νέα προϊόντα που μπορούν να παραχθούν

Η αρχική ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένα αυτόνομο ρομπότ βάσης με όσο το δυνατόν ευρύτερο πεδίο εφαρμογών

Με τον όρο αυτόν εννοούμε την σχεδιομελέτη μιας ρομποτικής πλατφόρμας η οποία θα είναι αυτόνομη, θα μπορεί να προσαρμόζεται στο περιβάλλον, θα εκτελεί καταγραφή του χώρου, θα μπορεί να αποφεύγει εμπόδια, θα εκτελεί εντολές κάποιου χρήστη και πολλά άλλα που έχουν αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια.

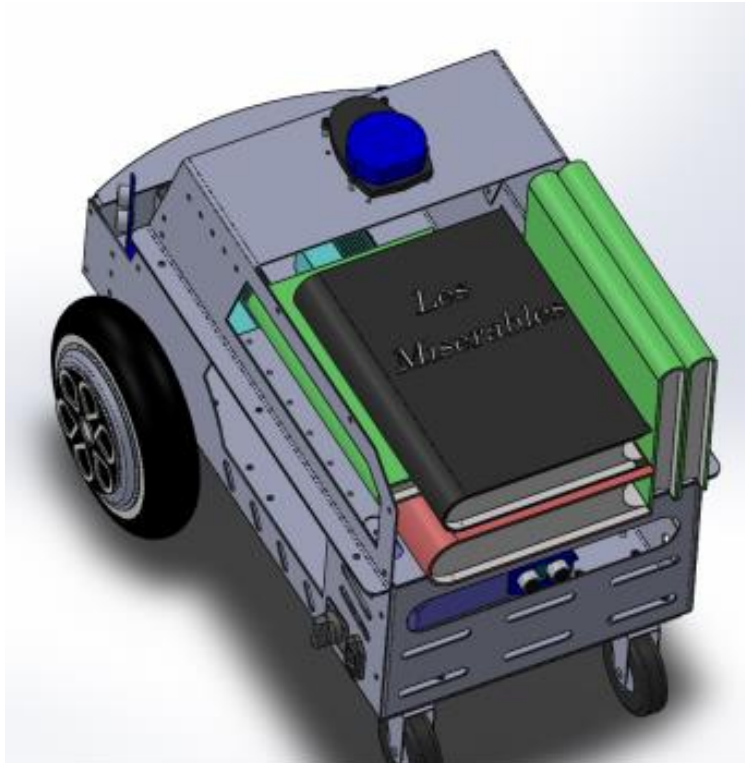
Σε ότι αφορά το πεδίο εφαρμογών, δημιουργήθηκαν κάποιες σχεδιαστικές προτάσεις.

Παρακάτω φαίνονται σχέδια από μερικές εφαρμογές που θα μπορεί να υλοποιεί μετά από κατάλληλη προσαρμογή.

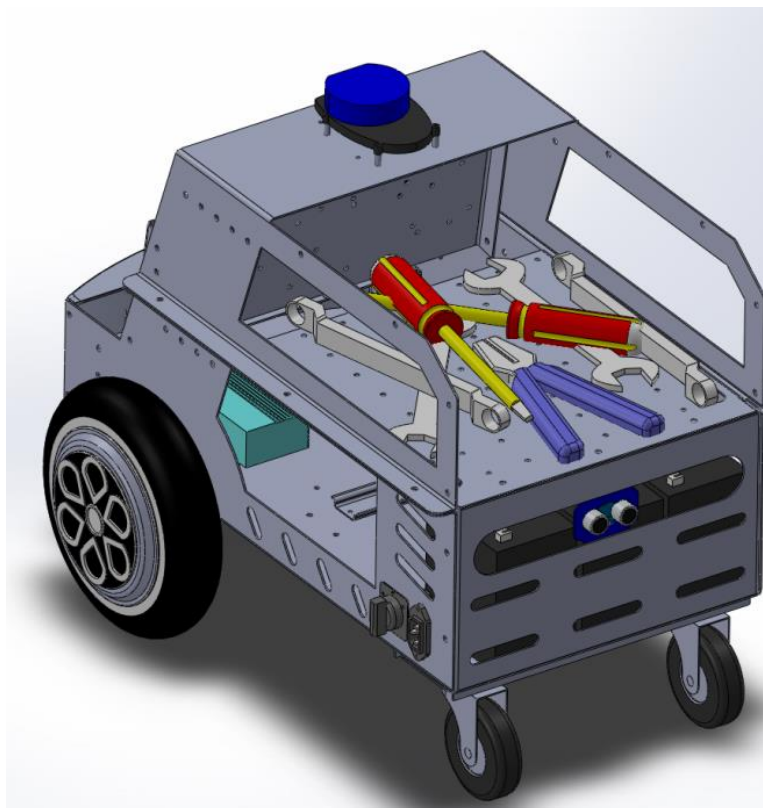
6.2.1 Μεταφορά φορτίου

Μπορεί να μεταφέρει ένα φορτίο μεγάλου βάρους (περίπου 50 με 60 κιλά).

- Έτσι μπορεί να είναι βοηθός βιβλιοθηκονόμου μεταφέροντας βιβλία και ακολουθώντας τον υπάλληλο (εικόνα 81) .
- Μπορεί να μεταφέρει κάποιες αποσκευές από το αυτοκίνητο προς το σπίτι ή και αντίθετα.
- Διανομή εγγράφων σε χώρους με γραφεία.
- Μεταφορά και διανομή υλικών ανάμεσα σε διαδρόμους βιοτεχνιών, ώστε να μην μετακινούνται οι εργαζόμενοι από την θέση τους.
- Ακόμη, να μεταφέρει εργαλεία και υλικά σε συνεργείο αυτοκινήτων ακολουθώντας τον υπάλληλο (εικόνα 82), και αρκετές άλλες εφαρμογές ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.



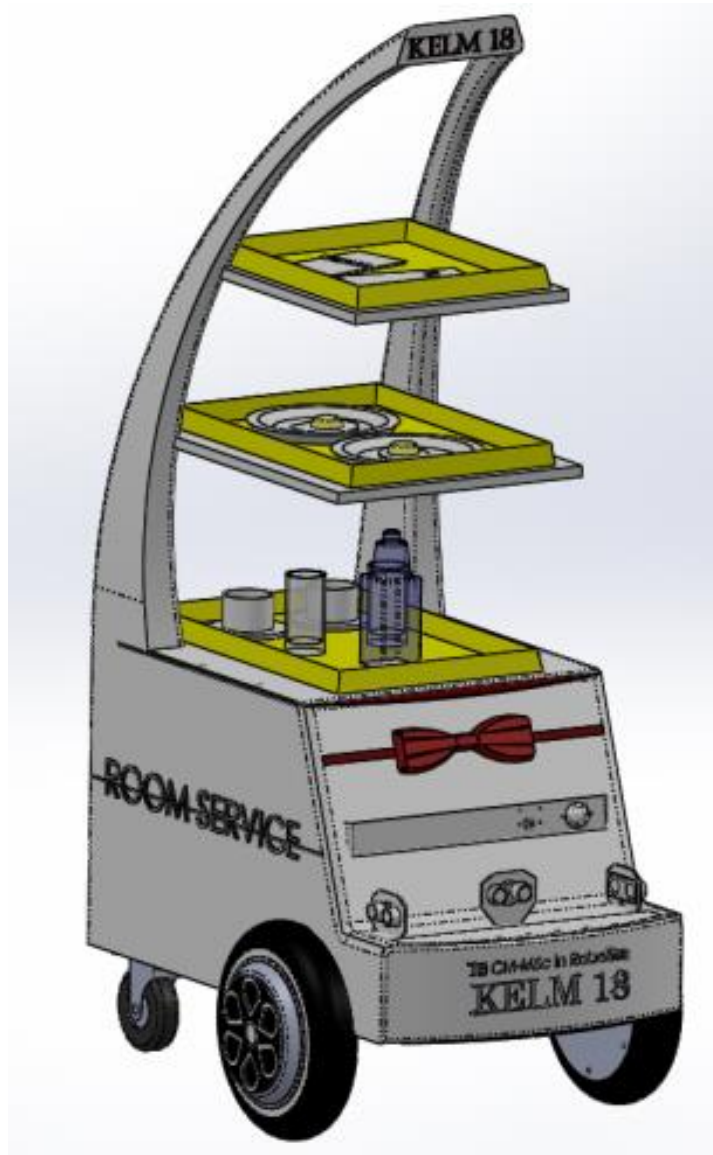
Εικόνα 79. Μεταφορά βιβλίων.



Εικόνα 80. Μεταφορά εργαλείων.

6.2.2 Room service ή σερβιτόρος

Μπορεί να προσφέρει τις υπηρεσίες του σε ξενοδοχεία ή εστιατόρια μεταφέροντας δίσκους με πρωινό, καφέ, φαγητό, ποτό και άλλα, ακολουθώντας μια συγκεκριμένη πορεία, ή κινούμενο αυτόνομα με βάση τα χαρακτηριστικά του χώρου (εικόνα 83).



Εικόνα 81. Room Service ή σερβιτόρος.

6.2.3 Delivery

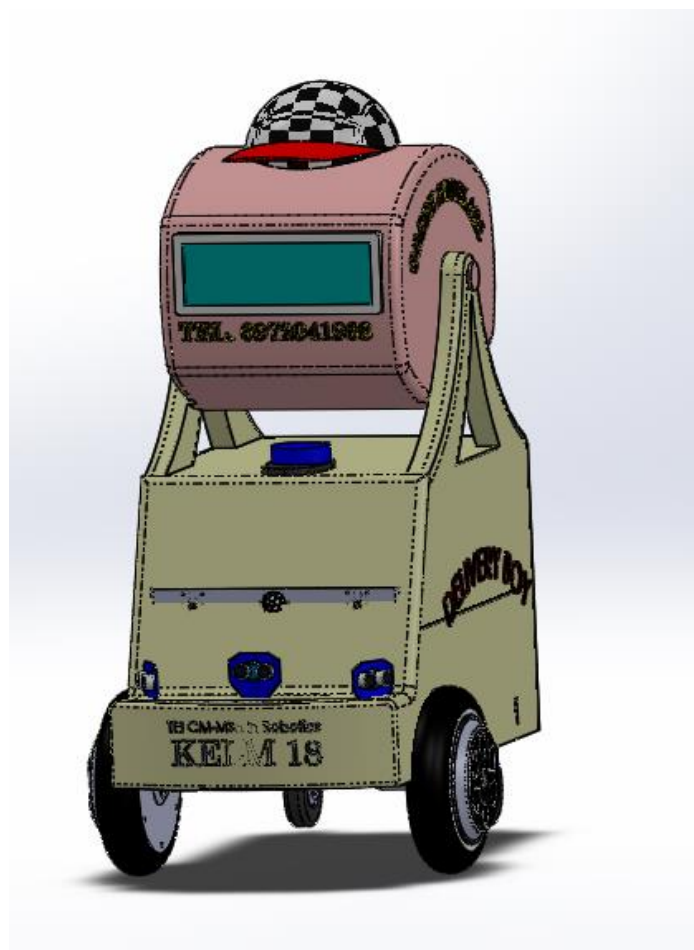
Να εκτελεί μεταφορά φαγητού

Μέσω μιας εφαρμογής οι πελάτες θα λαμβάνουν ένα κωδικό σε μήνυμα στο κινητό τους, με τον οποίο θα έχουν την δυνατότητα να ξεκλειδώσουν τον χώρο όπου θα φυλάγεται το φαγητό (εικόνα 84).

Φυσικά δεν θα μπορεί να κάνει παράδοση σε σπίτια όπου θα υπάρχουν σκαλοπάτια.

Θα είναι εφοδιασμένο με κάμερες καταγραφής ώστε να βιντεοσκοπεί τυχόν προσπάθεια βανδαλισμού της πλατφόρμας.

Εκτός από την μεταφορά φαγητού θα μπορούσε να φανεί πολύ χρήσιμο και σε άλλα καταστήματα, όπως φαρμακεία, παντοπωλεία και άλλα.



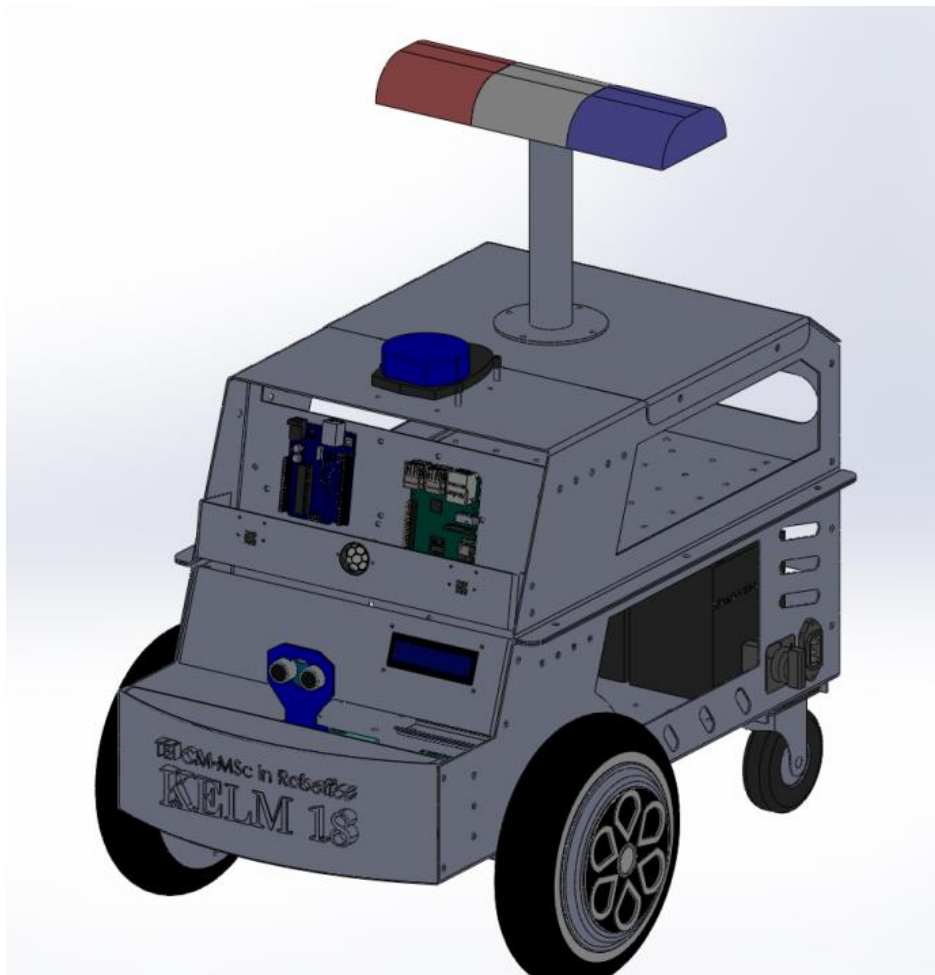
Εικόνα 82. Delivery.

6.2.4 Φύλακας-Security

Με αισθητήρες κίνησης, θορύβου και δύο κάμερες θα μπορεί να επιβλέπει χώρους εσωτερικά του σπιτιού όταν λείπουν οι ένοικοι, να γίνεται καταγραφή των γεγονότων και να ειδοποιεί την εταιρεία φύλαξης, όταν υπάρχει κάποια παραβίαση.

Έλεγχος σε χώρους όπου υπάρχουν άτομα που χρειάζονται παρακολούθηση, όπως παιδιά, ηλικιωμένοι, άτομα με κινητικά προβλήματα και άλλα.

Επίσης να επιβλέπει χώρους στάθμευσης, με συνεχή καταγραφή ώστε να αποφεύγονται παραβιάσεις των οχημάτων (εικόνα 85).



Εικόνα 83. Φύλακας – Security.

7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Πλεονεκτήματα

Ολοκληρώνοντας την σχεδιομελέτη της ρομποτικής πλατφόρμας, τίθεται το ερώτημα, ποια είναι αυτά τα στοιχεία στα οποία υπερτερεί η κατασκευή; Τι μπορεί να είναι αυτό που την κάνει μοναδική και εμπορικά εκμεταλλεύσιμη;

Παραθέτοντας και συγκρίνοντας τα χαρακτηριστικά με άλλες ρομποτικές κατασκευές της ίδιας φιλοσοφίας και κατηγορίας, διακρίνουμε αρκετά πλεονεκτήματα.

- Η αρχική σκέψη ήταν να δημιουργηθεί, όπως έχει αναφερθεί ένα ρομπότ βάσης πάνω στο οποίο θα υπάρχει η δυνατότητα να προσαρμοστούν διάφορα εξαρτήματα. Να μπορεί να αντέχει αρκετό φορτίο, να παραμένει αμετάβλητο στο χρόνο και στις καταπονήσεις. Έτσι επιλέχτηκε ως υλικό κατασκευής, ο ανοξείδωτος χάλυβας με πάχος 1,5 mm. Το υλικό αυτό έχει πολύ μεγάλη σκληρότητα, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια στιβαρή κατασκευή, με αντοχή σε φορτίο και μηχανικές κρούσεις, εξαλείφοντας την πιθανότητα ταλαντώσεων. Έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, μεγάλη αντίσταση στην διάβρωση, δεν οξειδώνεται και δεν χαράζεται εύκολα, σε σύγκριση με το σίδηρο, το αλουμίνιο ή το πλαστικό. Το σχετικά χαμηλό κόστος παραγωγής και το σχεδόν ανύπαρκτο κόστος συντήρησης, το κατατάσσουν ως αναντικατάστατο σε πολλές κατασκευές. Επίσης ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό στοιχείο, που αποτελεί πλεονέκτημα στην συγκεκριμένη εργασία, είναι ότι ο ανοξείδωτος χάλυβας δεν μαγνητίζεται.
- Όλα τα υλικά και εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται είναι ευρέως διαθέσιμα στην αγορά με χαμηλό κόστος αγοράς.
- Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί εύκολα ο χρήστης να προσαρμόσει ή να αντικαταστήσει διάφορα εξαρτήματα. Αυτό το κάνει

ευμετάβλητο και επεκτάσιμο σε νέες ιδέες, αυξάνοντας το πεδίο εφαρμογών του.

- Ο μικροελεγκτής και ο μικροεπεξεργαστής που τοποθετούνται επάνω, και η χρήση του λειτουργικού συστήματος ROS του δίνουν την δυνατότητα εξέλιξης και προσαρμογής στις ανάγκες των αγοραστών, για εκπαιδευτικούς ή επαγγελματικούς σκοπούς.

7.2 Μειονεκτήματα

Σε όλη την πορεία σχεδίασης και υλοποίησης της κατασκευής είναι φυσικό ότι υπήρχαν αρκετά προβλήματα. Ορισμένα από αυτά αντιμετωπίστηκαν εγκαίρως χωρίς να χρειάζεται να γίνουν επαναλήψεις σχεδιασμού. Ορισμένα όμως προβλήματα ήταν δύσκολο να αντιμετωπιστούν. Μετά όμως από αρκετή σκέψη, επανασχεδιασμό και προσομοίωση ελαχιστοποιήθηκαν σε μεγάλο ποσοστό.

Παρακάτω γίνεται αναφορά σε κάποια, για τα οποία στο μέλλον ευελπιστούμε να δοθούν καλύτερες λύσεις.

- Θέλοντας να γίνει μια κατασκευή στιβαρή και με αντοχή στον χρόνο, επιλέξαμε ένα υλικό ώστε να μπορεί να κατεργαστεί σχετικά εύκολα και να του δώσει όλες τις παραπάνω ιδιότητες. Το μειονέκτημα όμως είναι ότι αυξήθηκε σημαντικά το βάρος, με αποτέλεσμα να μειώνεται το φορτίο μεταφοράς και εργασίας.
- Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε στο μέλλον είναι, η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αυτονομία λειτουργίας. Οι μπαταρίες κατέχουν το πιο μεγάλο βάρος από όλα τα εξαρτήματα της κατασκευής. Όσο μεγαλύτερες είναι, ναι μεν κερδίζει σε αυτονομία αλλά αυξάνεται σημαντικά το βάρος. Έτσι είναι αναγκαίος ο επαναπροσδιορισμός των μπαταριών χωρίς όμως να αυξάνεται κατά πολύ το κόστος αγοράς.

7.3 Τι μπορούμε να κάνουμε στο μέλλον για καλύτερα αποτελέσματα.

- Ένα σημαντικό στοιχείο το οποίο πρέπει να μελετηθεί μελλοντικά είναι η προστασία των ευαίσθητων ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών στοιχείων από την υγρασία. Με αυτό αποκτά την δυνατότητα λειτουργίας σε εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο όπου επικρατούν συνθήκες βροχής ή σε χώρους όπου υπάρχουν αυξημένα ποσοστά υγρασίας.
- Επίσης μπορεί να τοποθετηθεί κάποιο σύστημα ανάρτησης ώστε να μειώνονται σημαντικά οι απότομοι κραδασμοί κατά την πορεία κίνησης όταν το οδόστρωμα είναι ανώμαλο και απαιτείται σταθερότητα.
- Μια δεύτερη ασφαλιστική διάταξη, μπορεί να τοποθετηθεί μπροστά. Ένας προφυλακτήρας με επαναφορά, σε χαμηλό ύψος από το έδαφος όπου θα ενεργοποιεί έναν διακόπτη, για τον τερματισμό της κίνησης μπροστά, όταν παρουσιαστεί κάποιο εμπόδιο με χαμηλό ύψος σε περιπτώσεις όπου δεν θα αντιλαμβάνεται από τους αισθητήρες εμποδίων.
- Σε ένα επανασχεδιασμό θα ήταν λειτουργικό και πολύ χρήσιμο να μπορεί να προσαρμοστεί επάνω ένας ή δύο ρομποτικοί βραχίονες με gripper. Αυτό θα αύξαινε την αυτονομία του έχοντας την δυνατότητα να μπορεί να πιάσει και να μεταφέρει αντικείμενα με ασφάλεια.
- Μία οθόνη αφής, για μεταφορά δεδομένων ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες των καταναλωτών.
- Μία οθόνη, όπου θα απεικονίζεται ένα ψηφιακό πρόσωπο για αλληλεπίδραση με τον χρήστη, σε συνδυασμό με φωνητική επικοινωνία, ή αναγνώριση φωνής.
- Ένας μεγαλύτερος επεξεργαστής δεδομένων ώστε να αυξηθούν οι δυνατότητες προγραμματισμού (Pynq-Z1, Zynq-7000 ARM/FPGA SoC).

7.4 Η συμβολή της διπλωματικής εργασίας

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκαν η μελέτη προδιαγραφών και η μηχανολογική σχεδίαση μιας αυτόνομης ρομποτικής

πλατφόρμας βάσης, με δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες των καταναλωτών σε όσο το δυνατόν ευρύτερο πεδίο εφαρμογών.

Μέσα από την κατάσταση της τέχνης παρουσιάστηκαν μοντέλα της ίδιας κατηγορίας, με διάφορες και πολύπλοκες εφαρμογές. Αφού έγινε μια καταγραφή αυτών, μελετήθηκαν και συνοψίστηκαν ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να εκτελεστούν από ένα μόνο ευμετάβλητο μοντέλο.

Στην συνέχεια τέθηκαν οι τεχνικές προδιαγραφές του ρομποτικού οχήματος, με κύριο κριτήριο την αυτονομία του.

Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στη στιβαρότητα και στην αντοχή της κατασκευής σε φορτία. Στην μείωση του βάρους, όσο αυτό ήταν εφικτό και στη μείωση των ταλαντώσεων λόγω των ευαίσθητων πληροφοριών που θα δέχεται και θα μεταφέρει. Την εύκολη προσαρμογή και αντικατάσταση των εξαρτημάτων. Την προστασία των ηλεκτρονικών στοιχείων στο εσωτερικό και τέλος, στην καλαισθησία της κατασκευής, με προοπτική επέκτασης σε διάφορες σχεδιαστικές προτάσεις.

Αναπτύχθηκε ο τρισδιάστατος σχεδιασμός όλων των εξαρτημάτων της κατασκευής, χρησιμοποιώντας το λογισμικό σχεδιασμού Solid Works (3D-Computer aided design-CAD).

Μέσα από όλη την πορεία της σχεδιομελέτης και τον πειραματισμό αποκτήθηκαν σημαντικές γνώσεις για το αντικείμενο. Τέθηκαν συλλογισμοί και προβλήματα, τα οποία αντιμετωπίστηκαν με λύσεις πρωτότυπες και καινοτόμες ιδέες.

Έγιναν προτάσεις για μελλοντική επέκταση και παρουσιάστηκαν διάφορες σχεδιαστικές εκδοχές εφαρμογών.

Συνοψίζοντας, ο κύριος σκοπός της εργασίας επιτεύχθηκε με πολύ καλά αποτελέσματα και την δυνατότητα μελλοντικής αναβάθμισης και βελτίωσης.

7.5 Επίλογος – Το όνομα του οχήματος

Η δημιουργία του αυτόνομου ρομποτικού οχήματος KELM, δηλαδή η σύλληψη της ιδέας, ο σχεδιασμός, η κατεργασία, ο προγραμματισμός χαμηλού επιπέδου και τέλος ο προγραμματισμός υψηλού επιπέδου είναι αποτέλεσμα τεσσάρων ξεχωριστών διπλωματικών εργασιών. Τέσσερα άτομα εργαστήκαμε συλλογικά σαν μία ομάδα, αλλά και ατομικά ο καθένας, σεβόμενοι απόψεις και αντιμετωπίζοντας δυσκολίες, με μοναδικό σκοπό την επίτευξη του στόχου μας.

Κατά συνέπεια η απόδοση του ονόματος έγινε με βάση τα αρχικά των επωνύμων μας και το έτος κατασκευής.

K: Konstantinidis A.

E: Evelzaman J.

L: Liouzas B.

M: Mpeka P.

2018

.
.

Μέσα από την λειτουργία το πείραμα, και τον προβληματισμό μπορεί να γεννηθούν και άλλες ιδέες. Δεν έχει σημασία εάν μπορούν να εφαρμοστούν ή όχι. Σημασία έχει η μετάδοση των γνώσεων και της εμπειρίας. Κάποιος, κάπου, κάποια στιγμή θα έχει την δυνατότητα να αξιοποιήσει όλα αυτά τα δεδομένα ώστε να μπορεί να τα υλοποιήσει.

«Η γνώση δεν έχει καμιά αξία, εκτός αν την εφαρμόσεις κάπου».
Άντον Τσέχωφ, 1860-1904, Ρώσος συγγραφέας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/robotics>
- [2] <http://www.hellenic-college.gr/works/helcolpedia/projects/life/etc/robots/2013-2014/robots-bogdani-2013.pdf>
- [3] « Ρομποτική - Μοντελοποίηση, Σχεδιασμός, και Έλεγχος» Σύγγραμμα - BRUNO CICILIANO, LORENZO SCIAVICCO, LUIGI VLLANI, GIUSEPPE ORIOLO
- [4] <https://arduinobots.wordpress.com/ρομποτική/είδη-ρομπότ/>
- [5] *Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2nd Edition*, Siegwart, Nourbakhsh, Scaramuzza, The MIT Press, 2011
- [6] <https://www.marble.io>, <http://www.insider.gr/epiheiriseis/tehnologia/45425/tanea-delivery-boy-einai-rompot>
- [7] <http://indigo.hellenic-cosmos.gr/gr/info.html>
- [8] <http://www.kathimerini.gr/381479/article/epikairothta/kosmos/3enagos---rompot-lynei-apories>.
- [9] <https://www.linkedin.com/company/bear-robotics-inc>
- [10] <https://www.iefimerida.gr/news/410572/i-penny-kanei-thraysi-sti-silikon-valei-mia-apotelesmatiki-servitora-rompot-vinteo>
- [11] <https://blog.hackster.io/ubiquity-robotics-magni-is-a-practical-robot-designed-for-heavy-payloads-a09d47baff9e>
- [12] <https://www.knightscope.com/knightscope-k5>
- [13] <https://el.wikipedia.org/wiki/Σχέδιο>

[14] <https://en.wikipedia.org/wiki/Design>

[15] <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/BSMM136/Μηχανολογικό%20Σχέδιο%20I.pdf>

[16] <https://www.solidworks.com/product/solidworks-3d-cad>

[17] <https://en.wikipedia.org/wiki/SolidWorks&prev=search>

[18] https://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_robot&prev=search

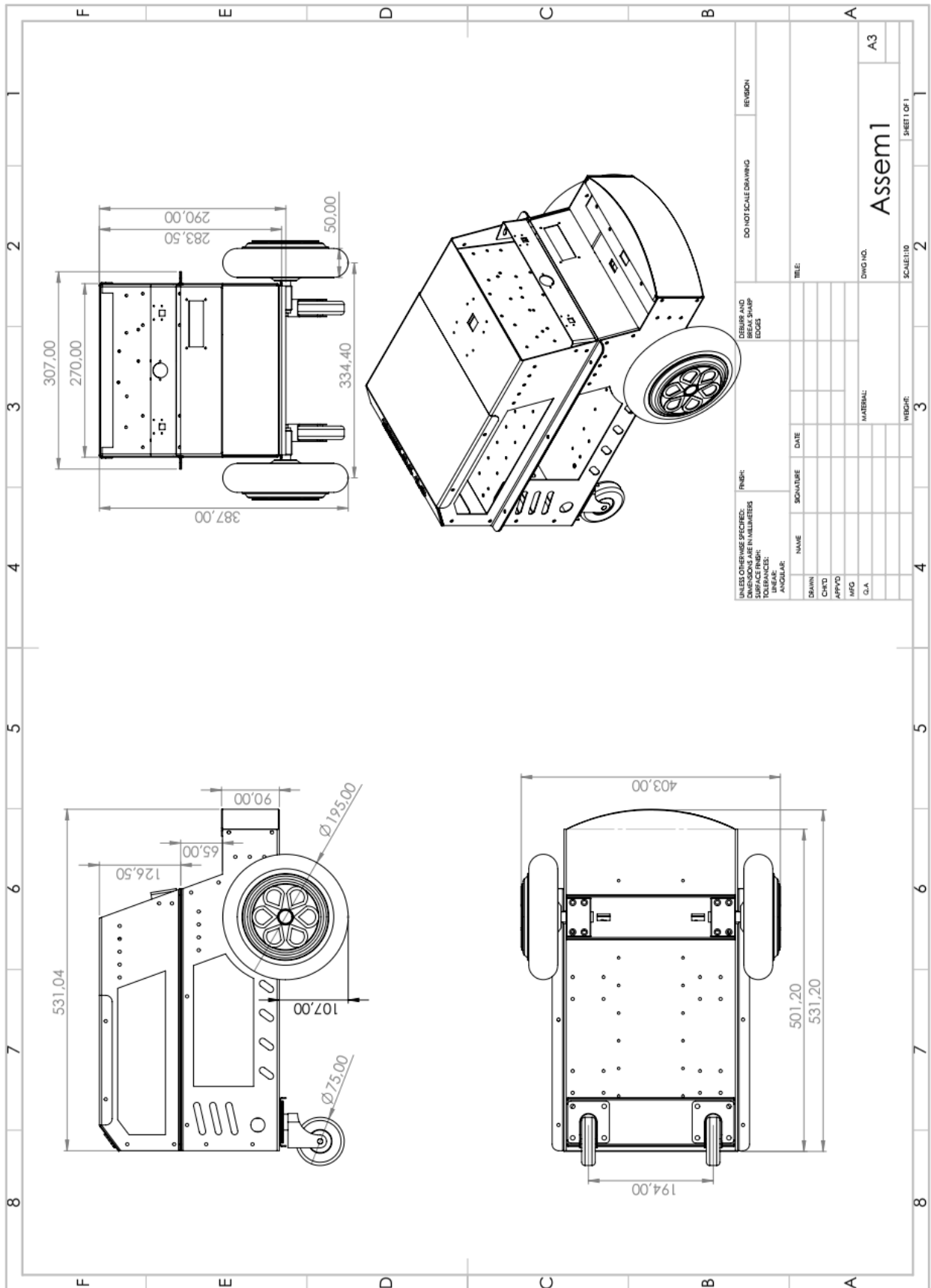
[19] [https://Psomatakis_Georgios_Dip_2016%20\(1\).pdf](https://Psomatakis_Georgios_Dip_2016%20(1).pdf)

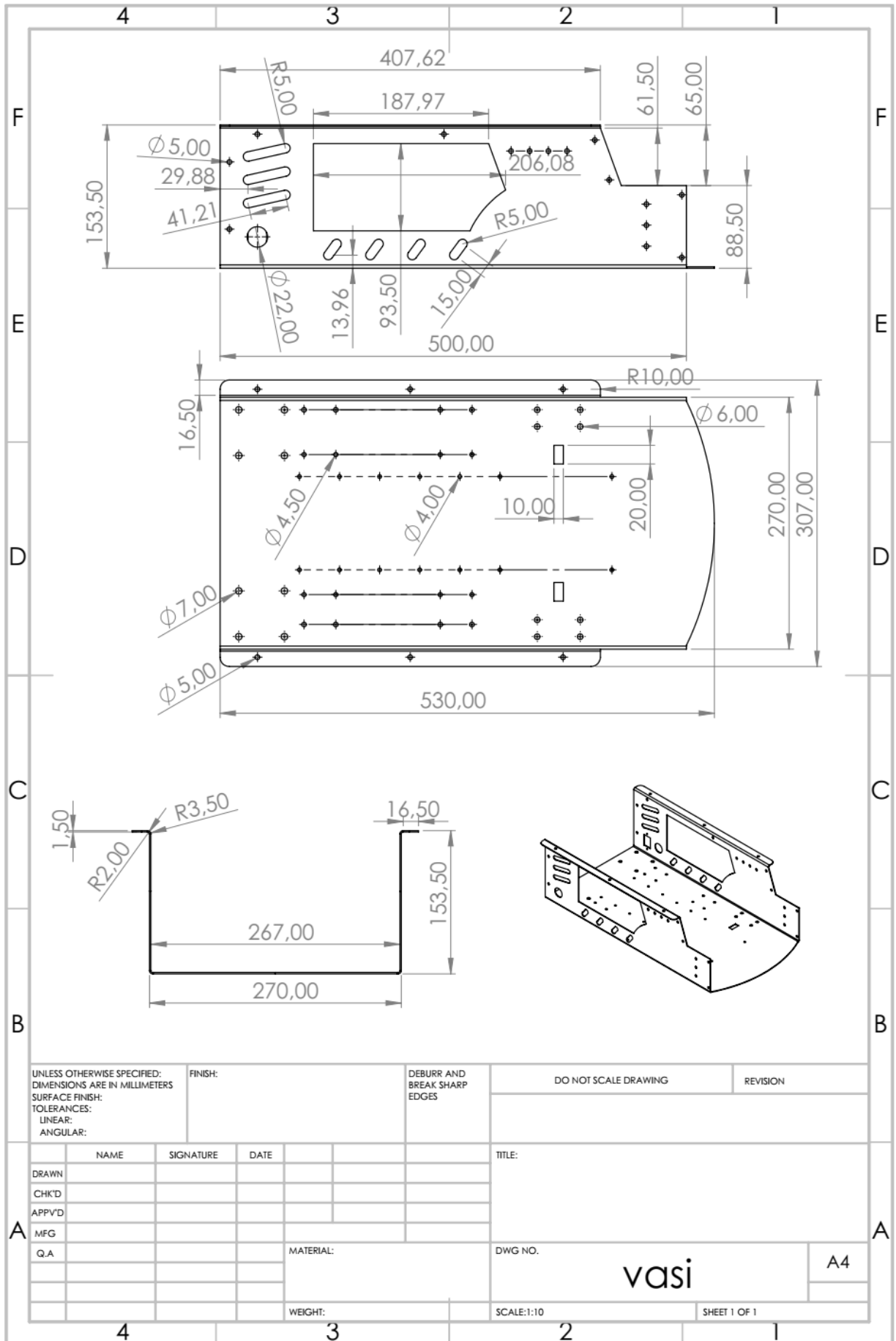
[20] *Τεχνολογία Μηχανολογικών Υλικών, Σημειώσεις, Οκτώβριος 2013, ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών*

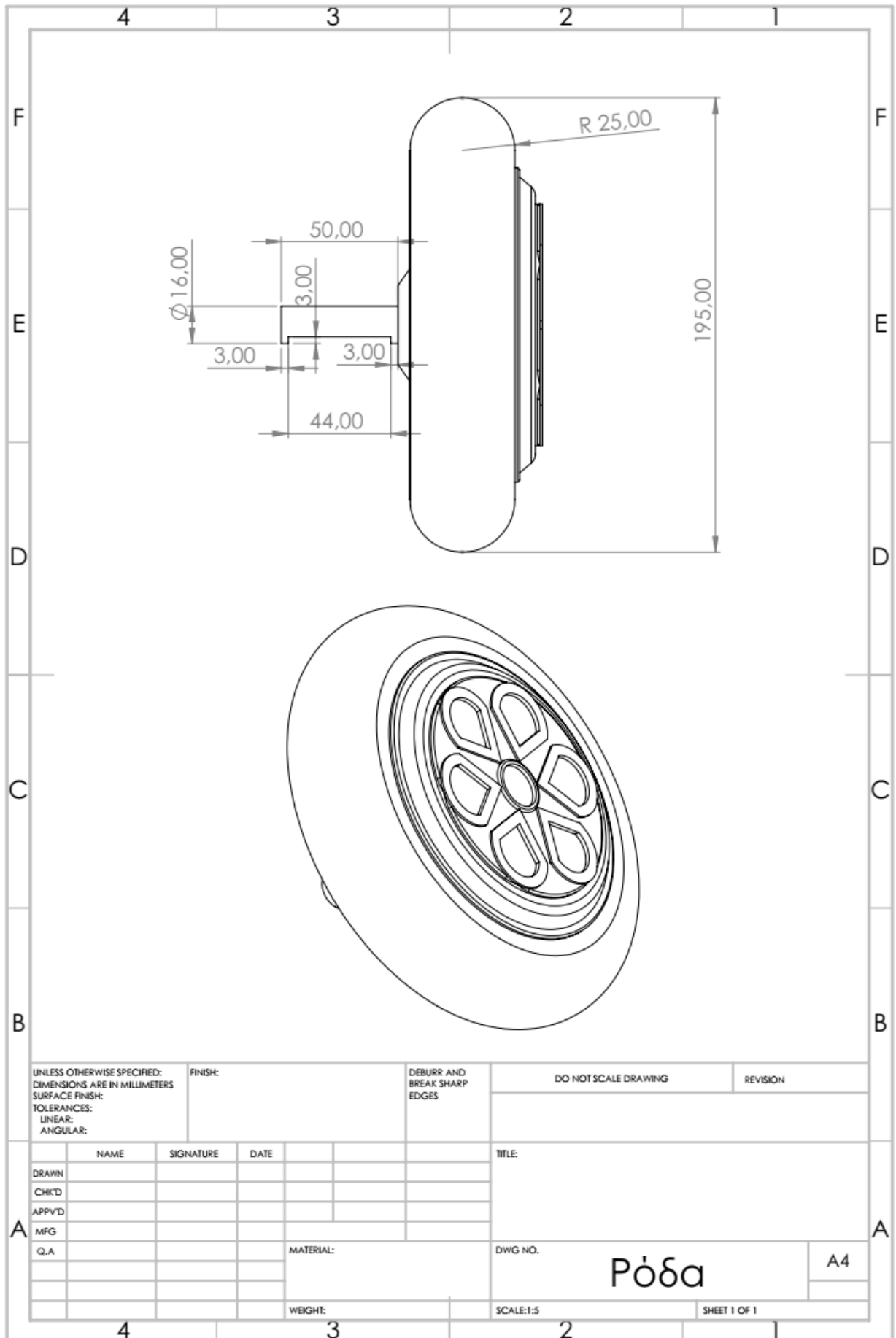
[21] http://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/appendix_lds_01/

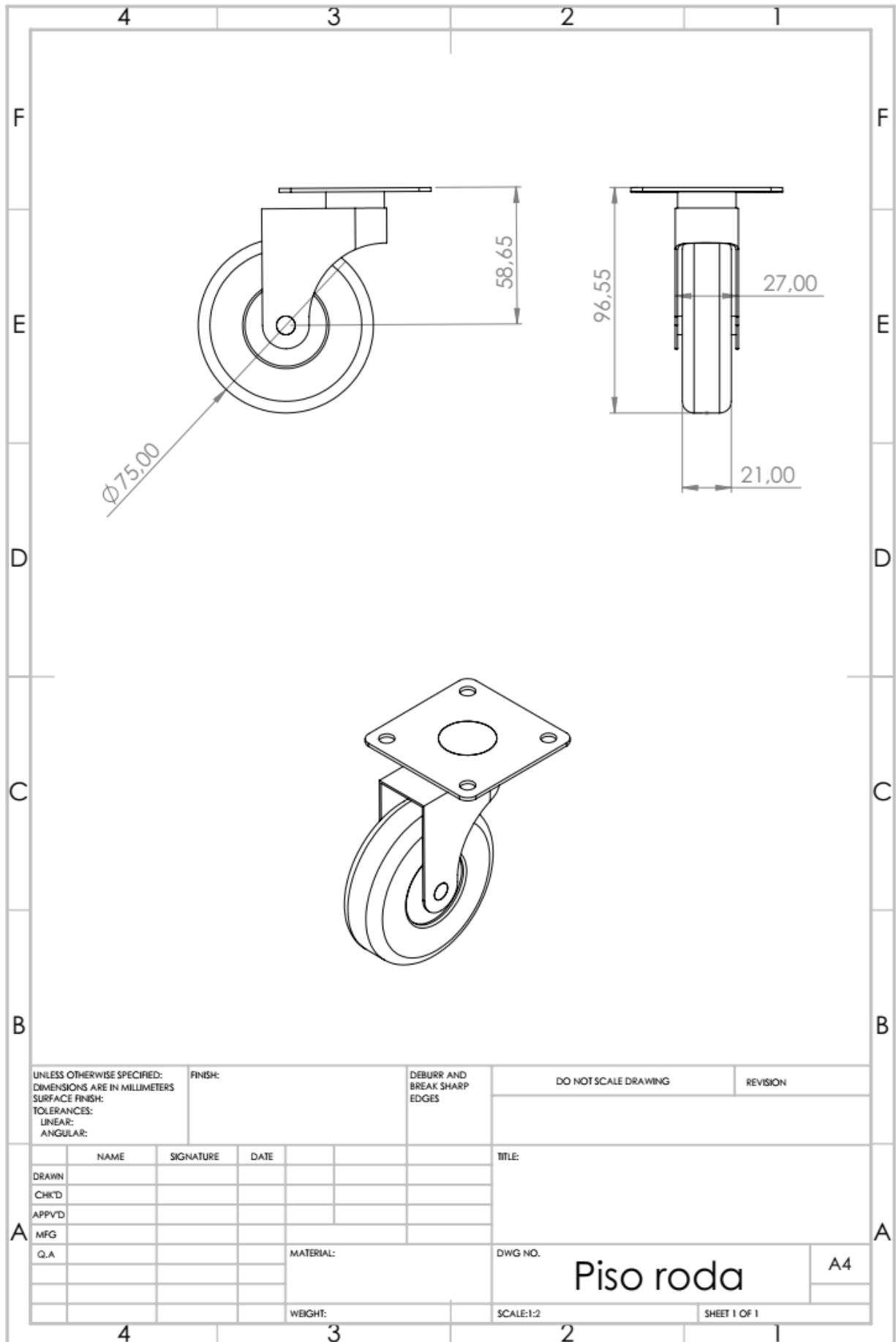
[22] https://en.wikipedia.org/wiki/AutoCAD_DXF&prev=search

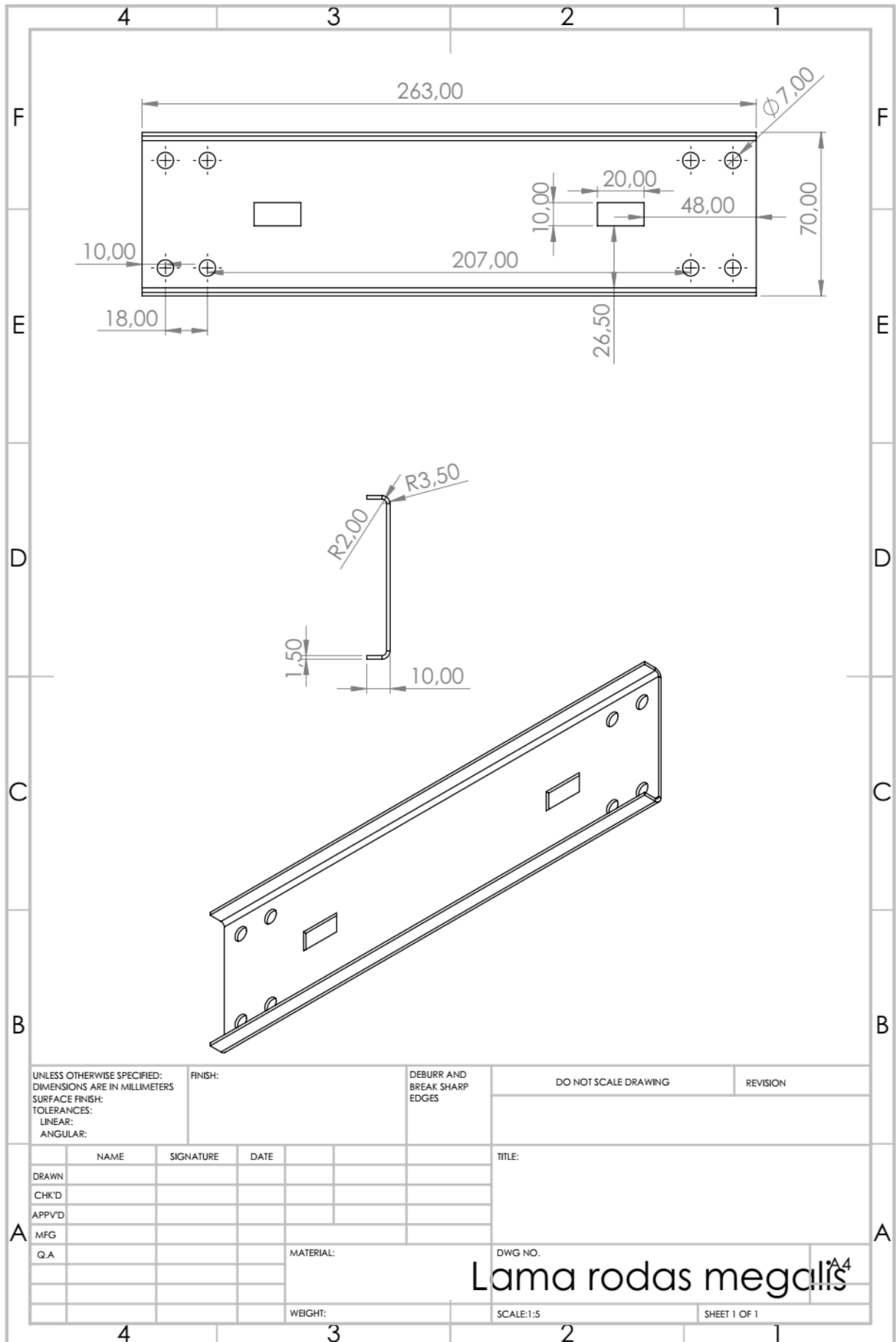
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

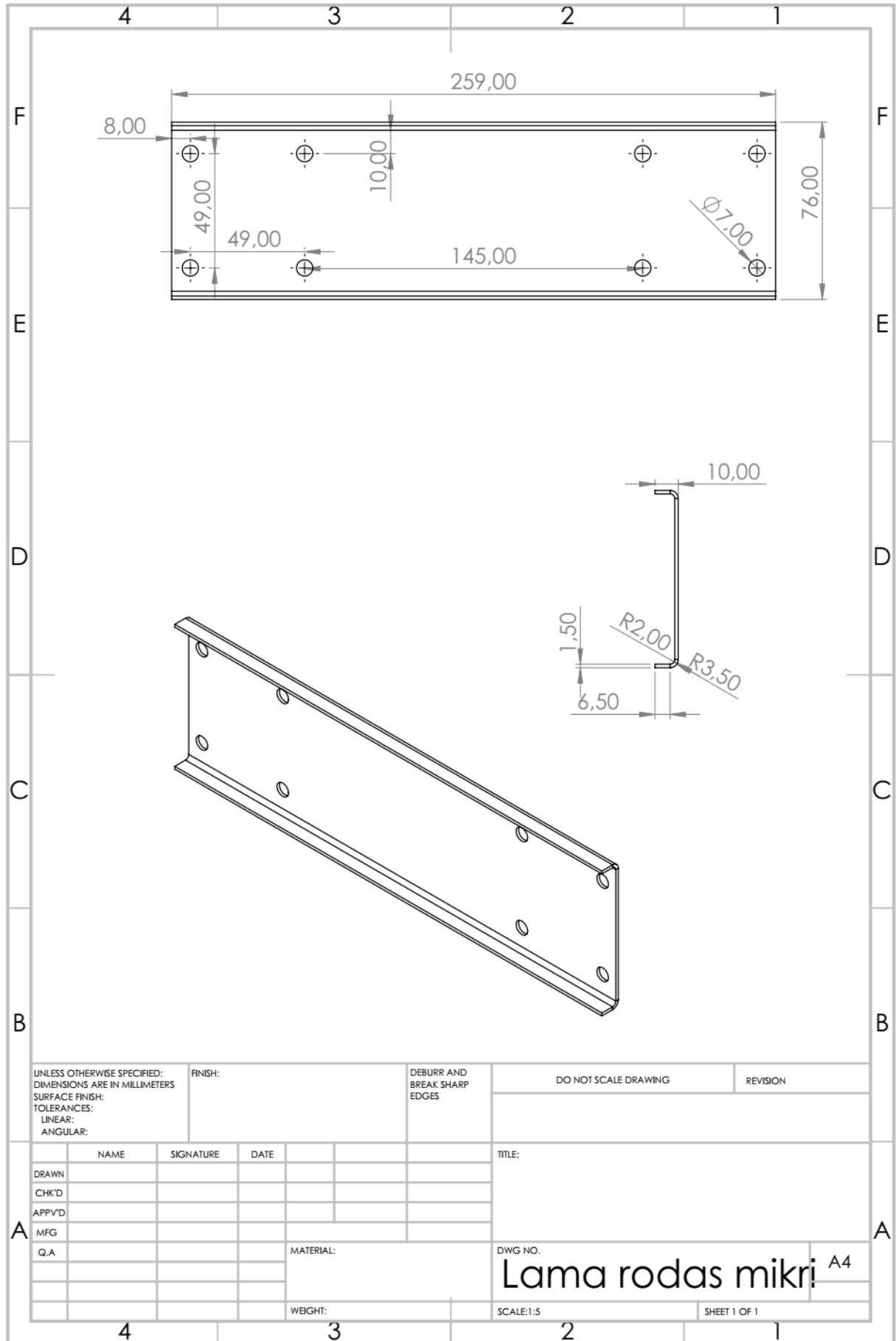


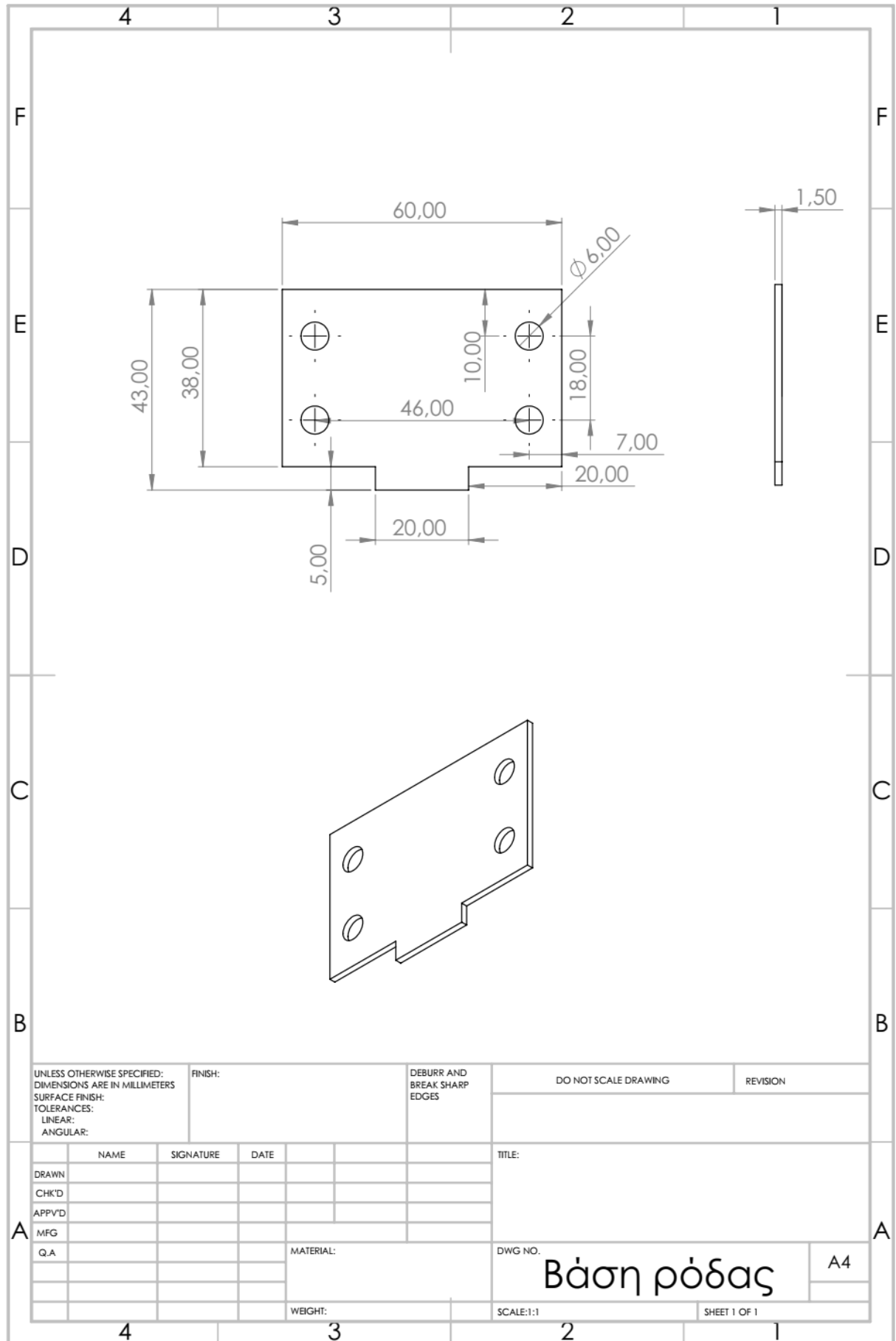


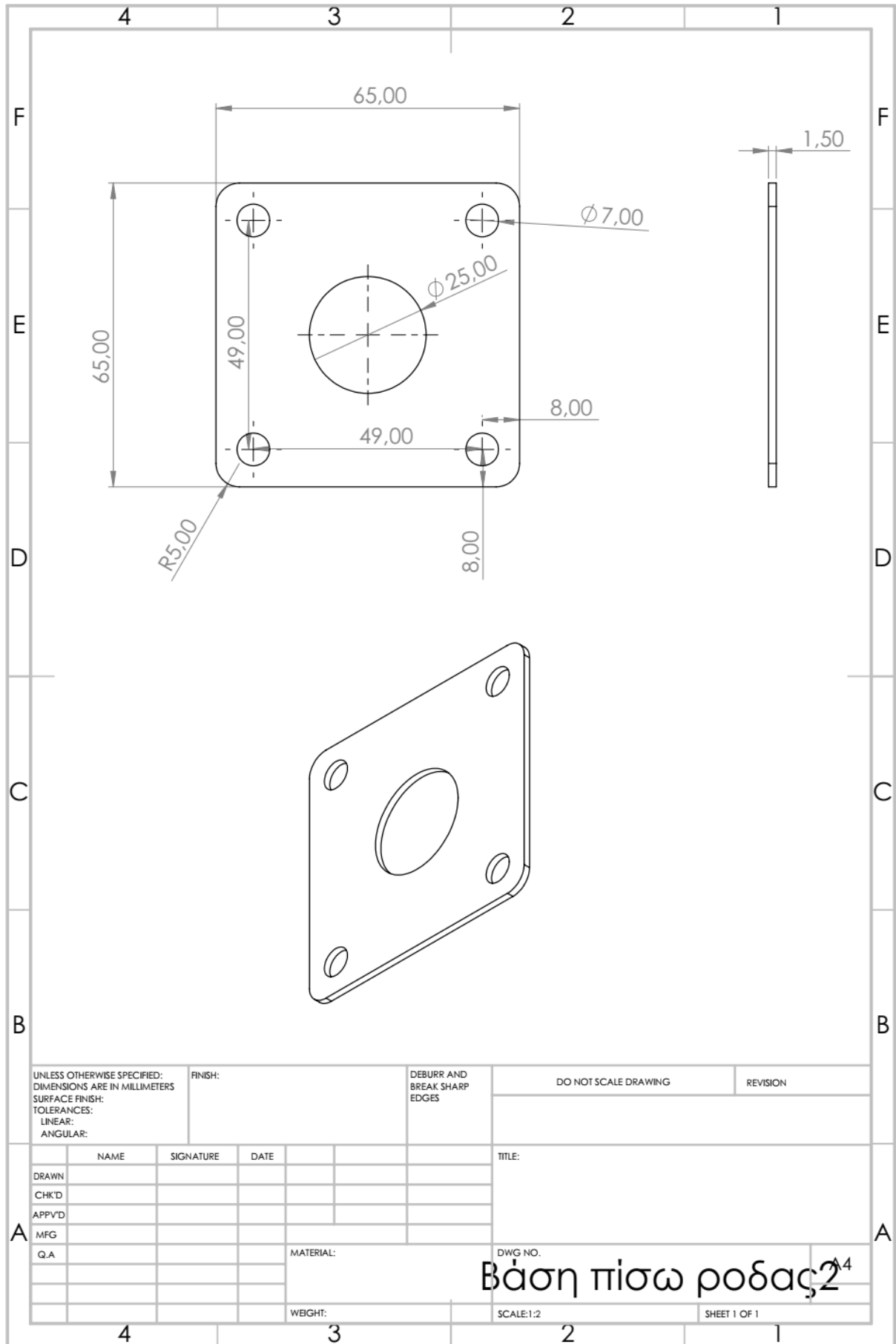


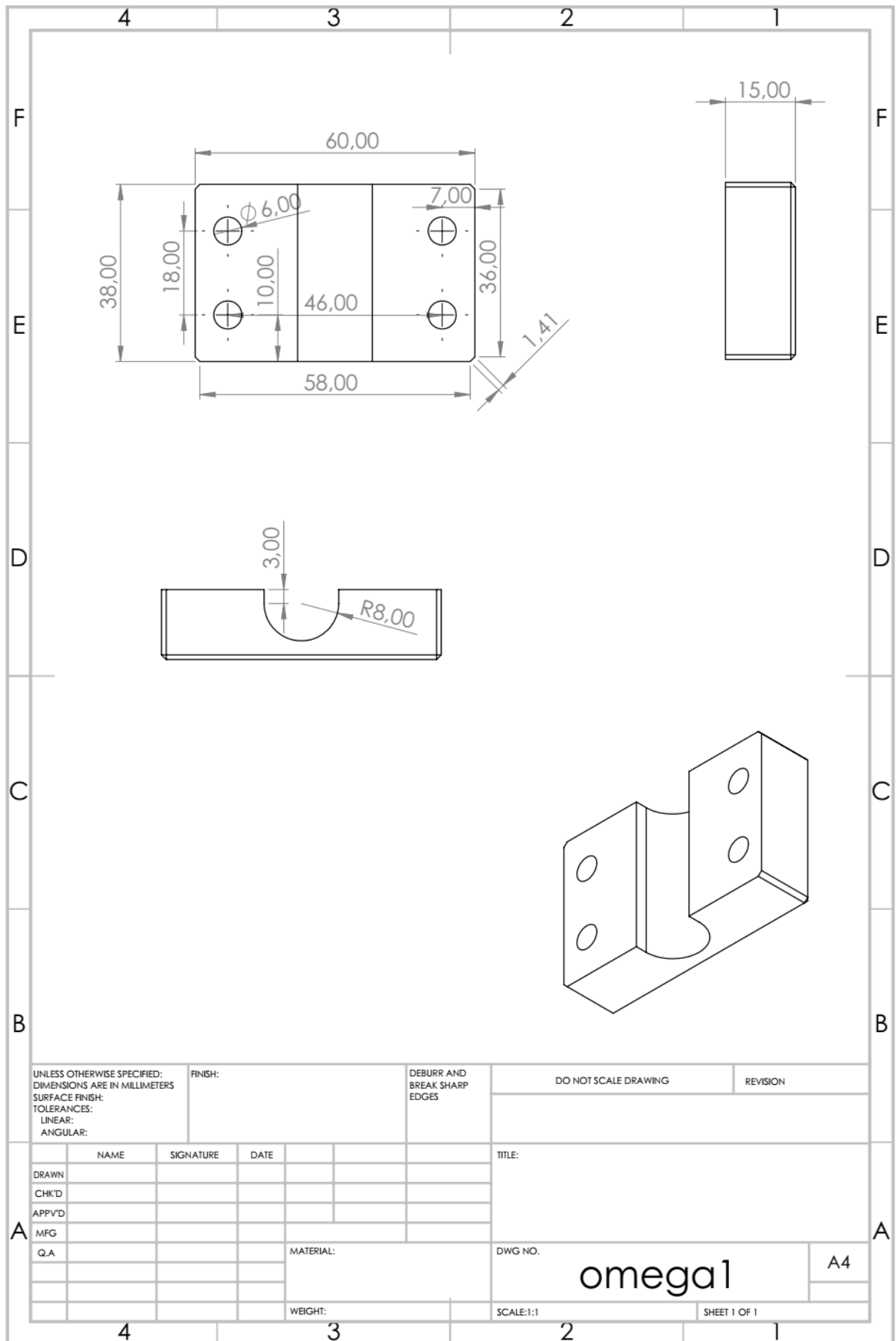


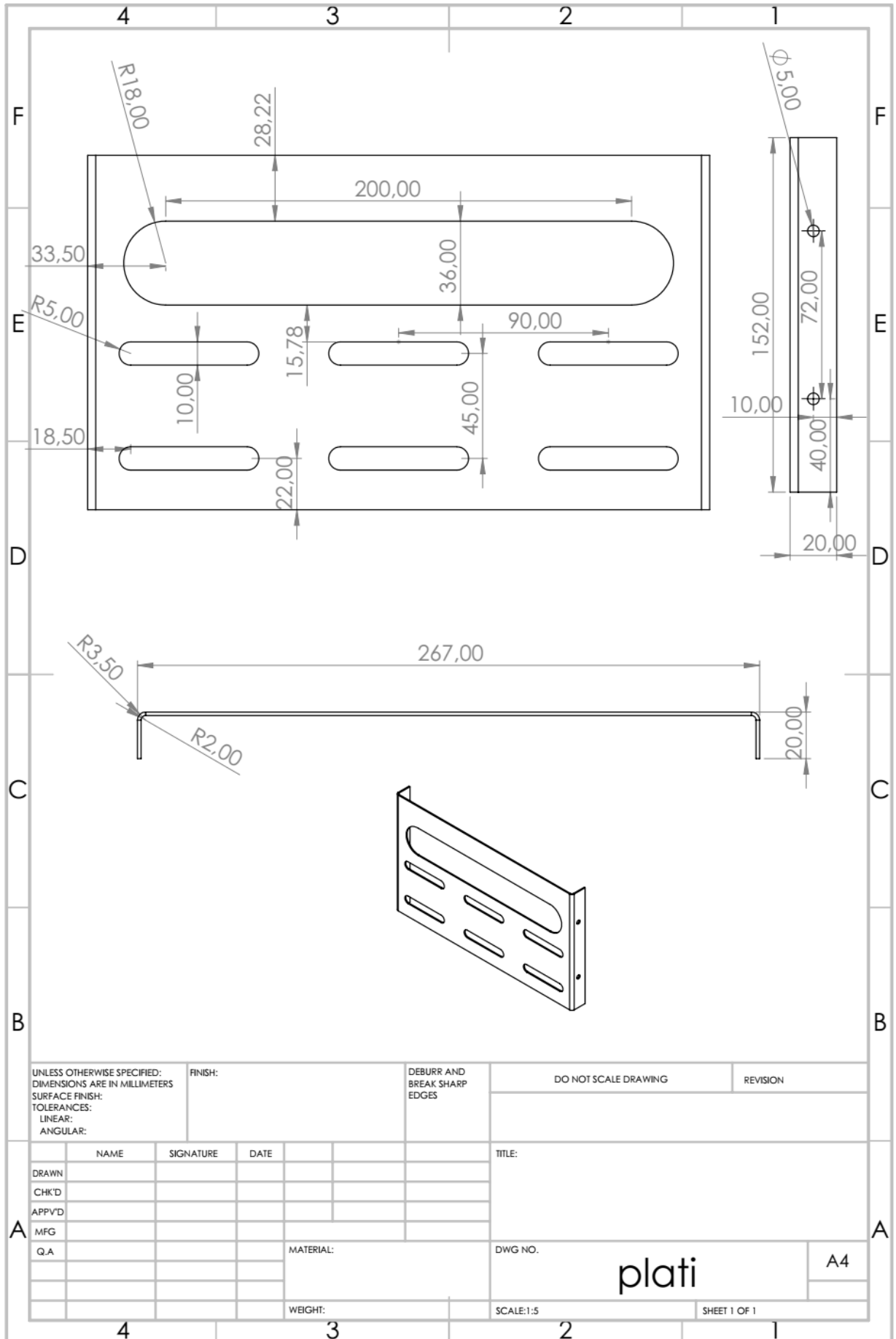












UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN			
CHK'D			
APP'VD			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

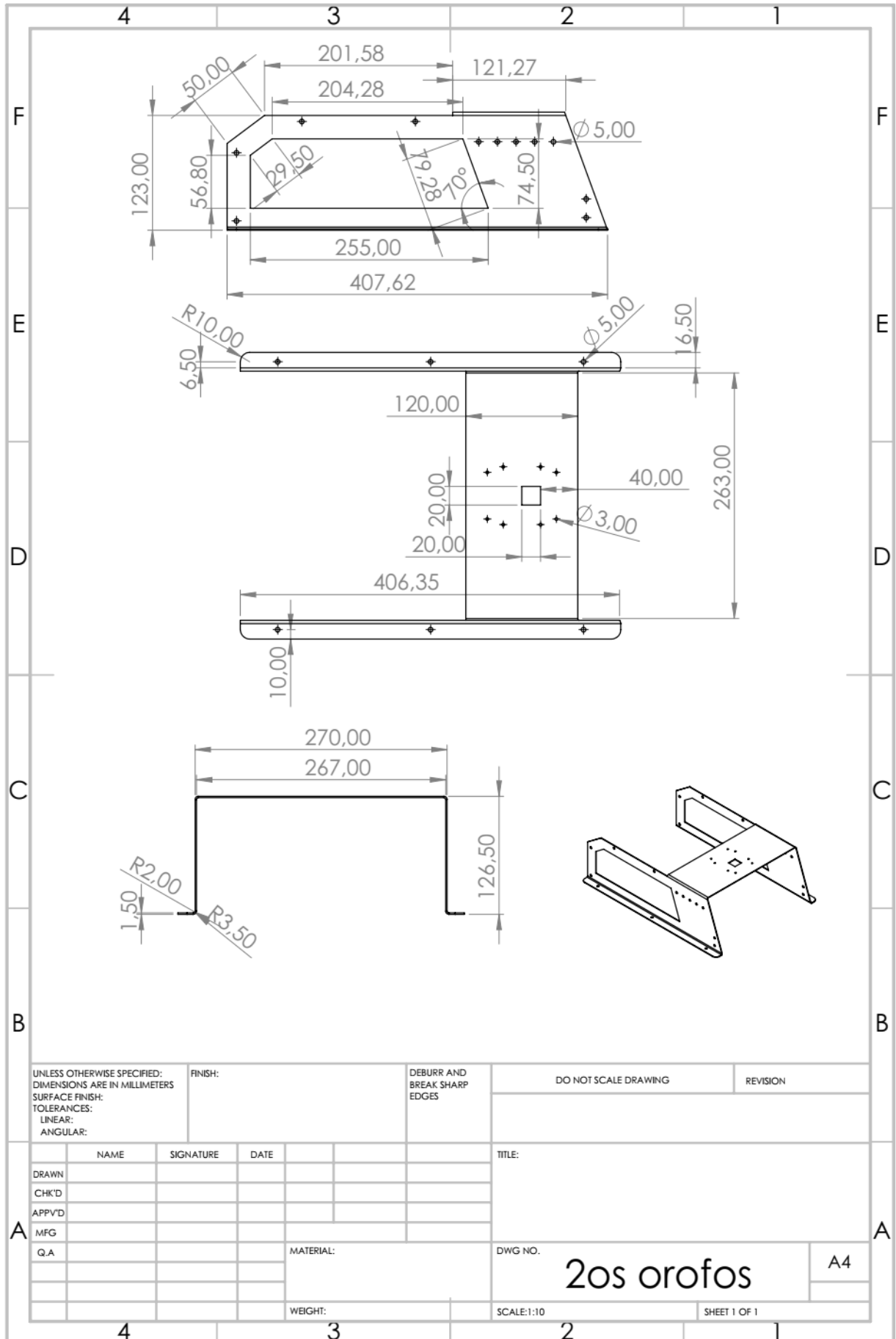
plati

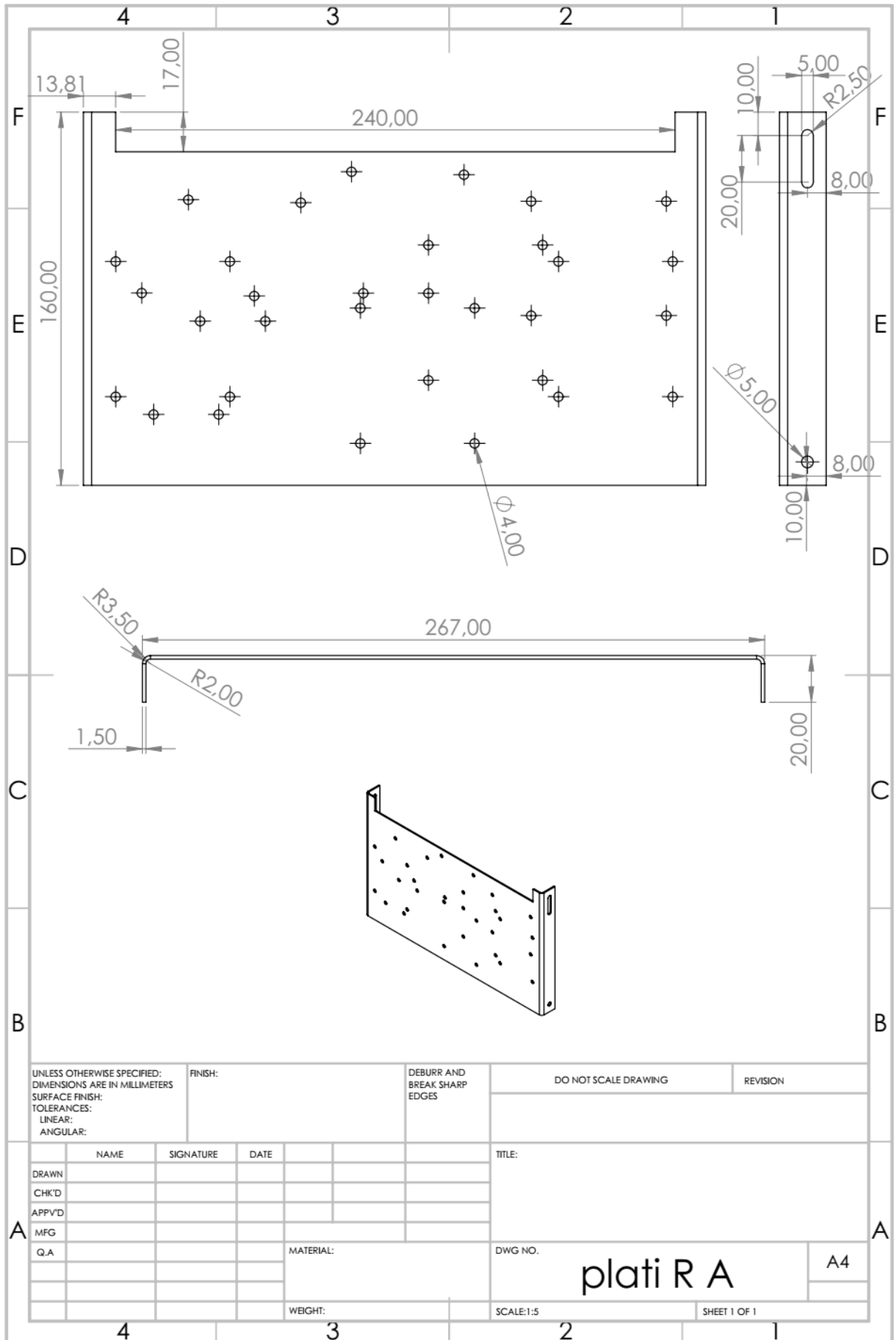
A4

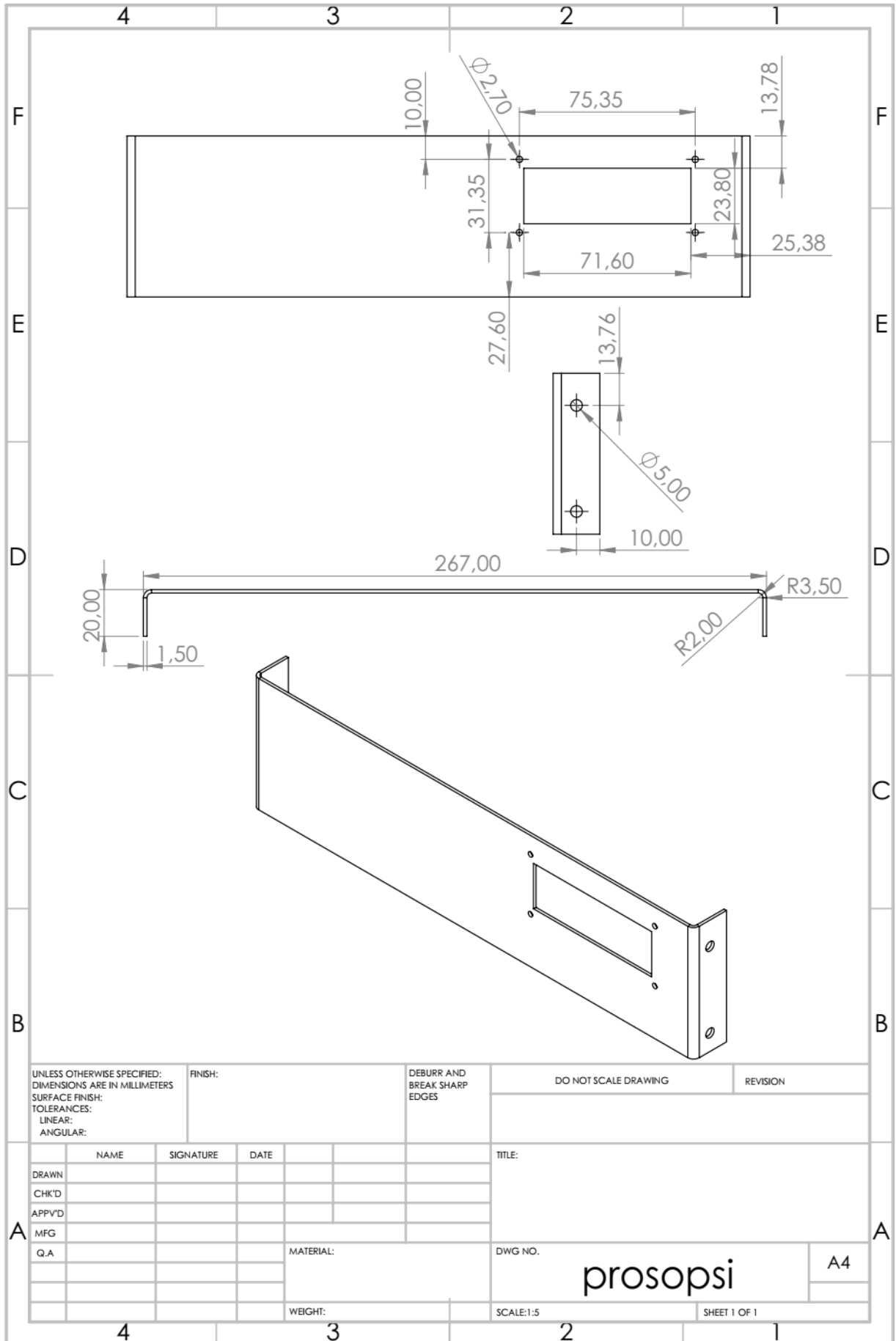
WEIGHT:

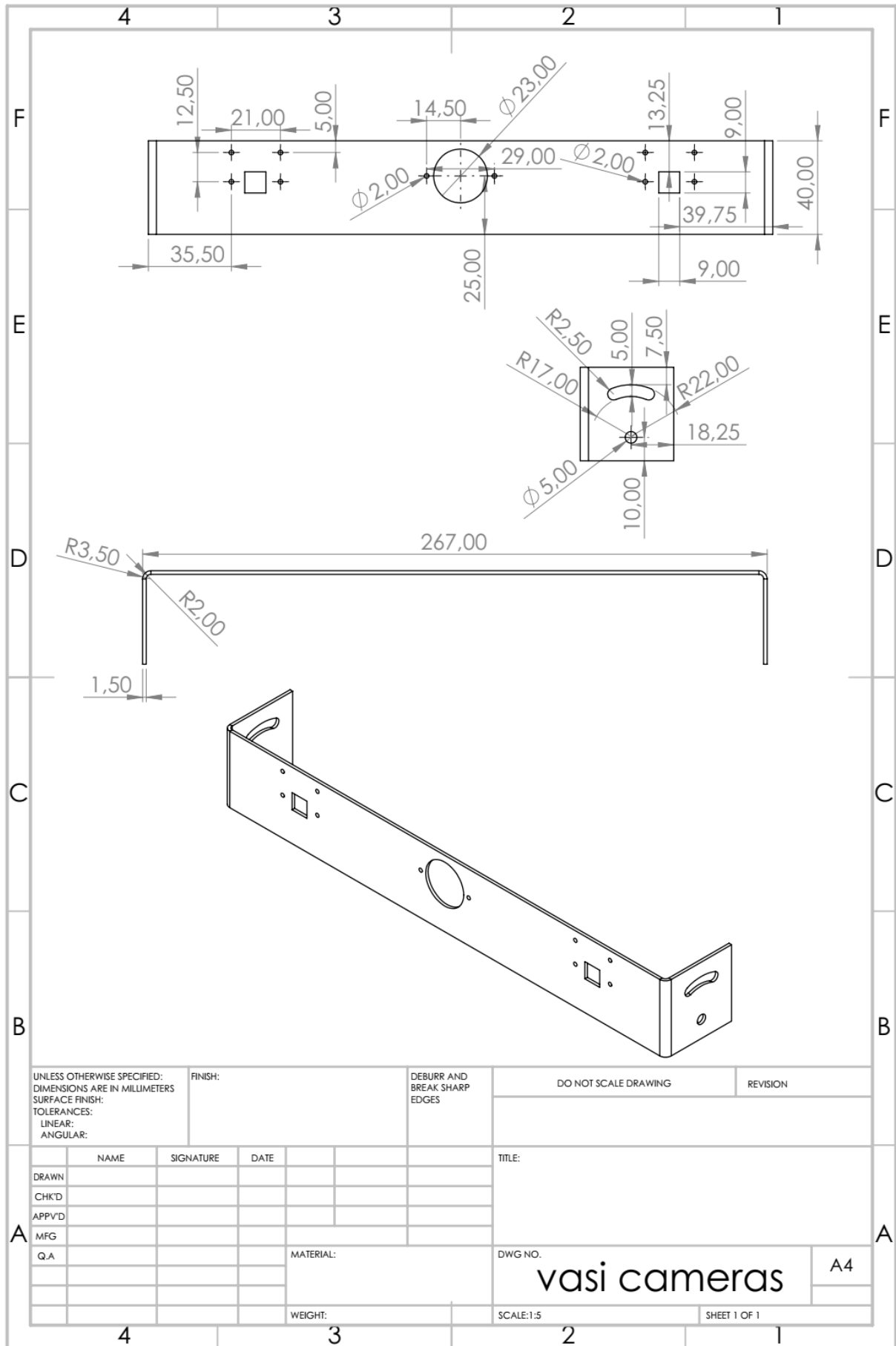
SCALE:1:5

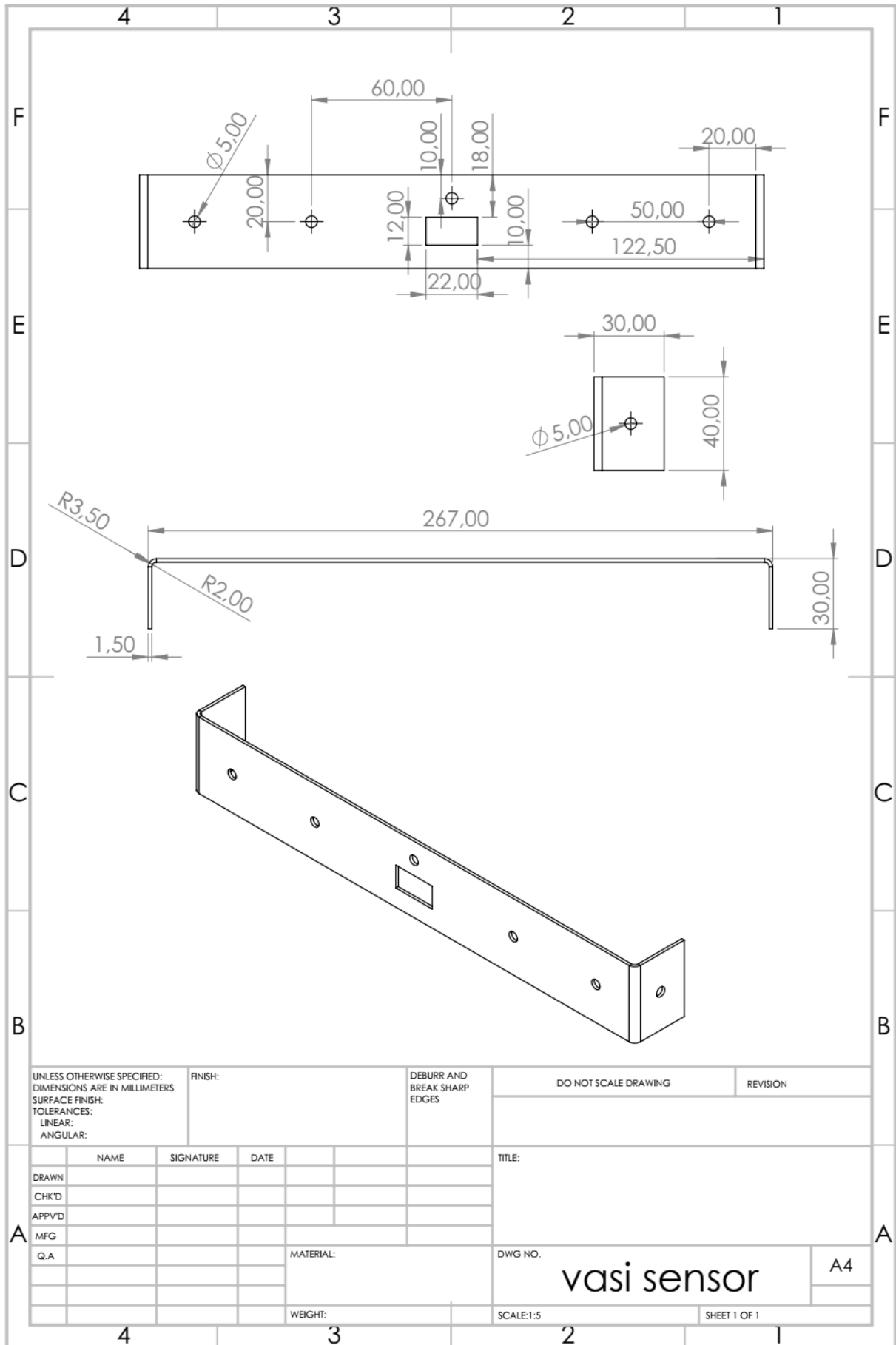
SHEET 1 OF 1

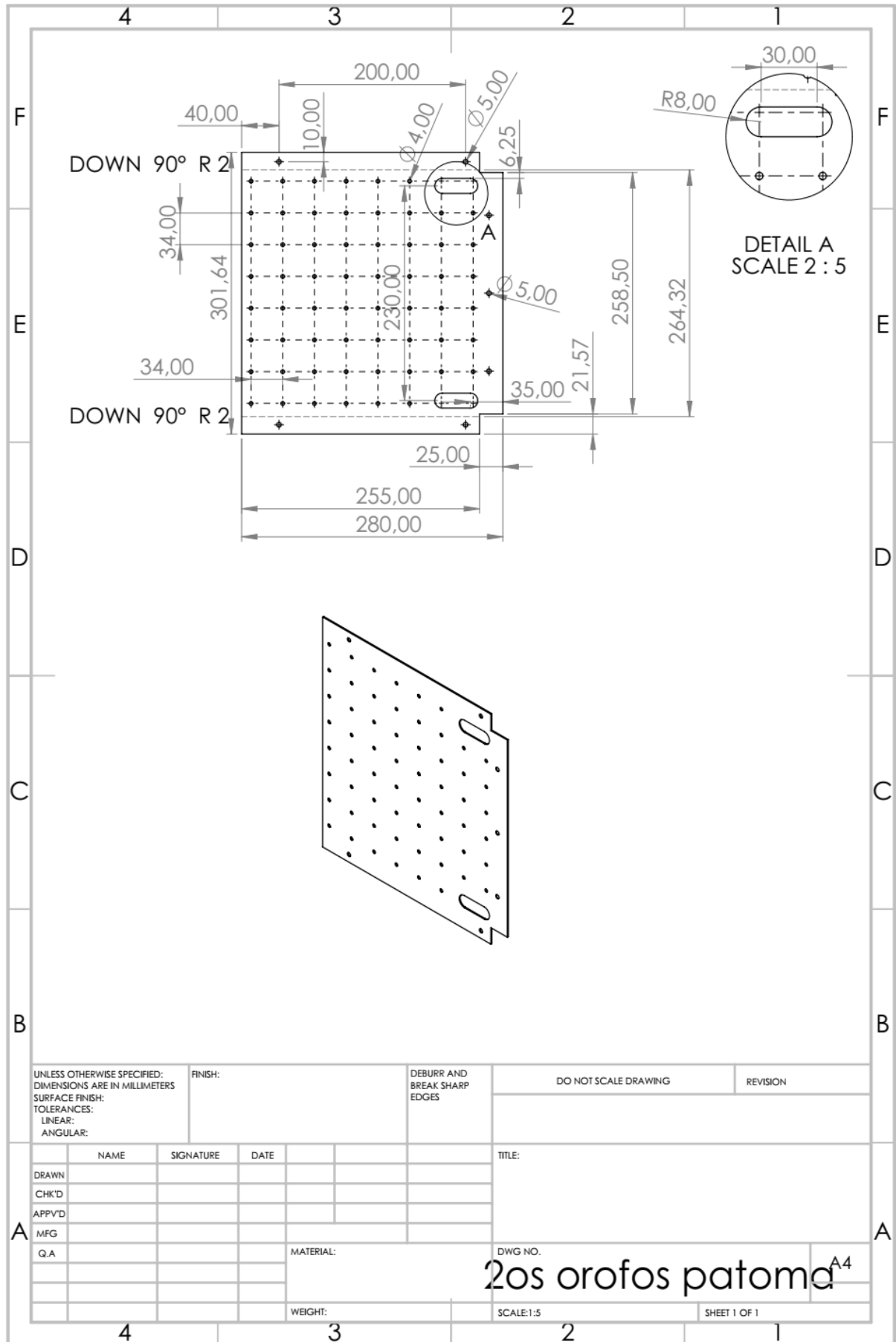






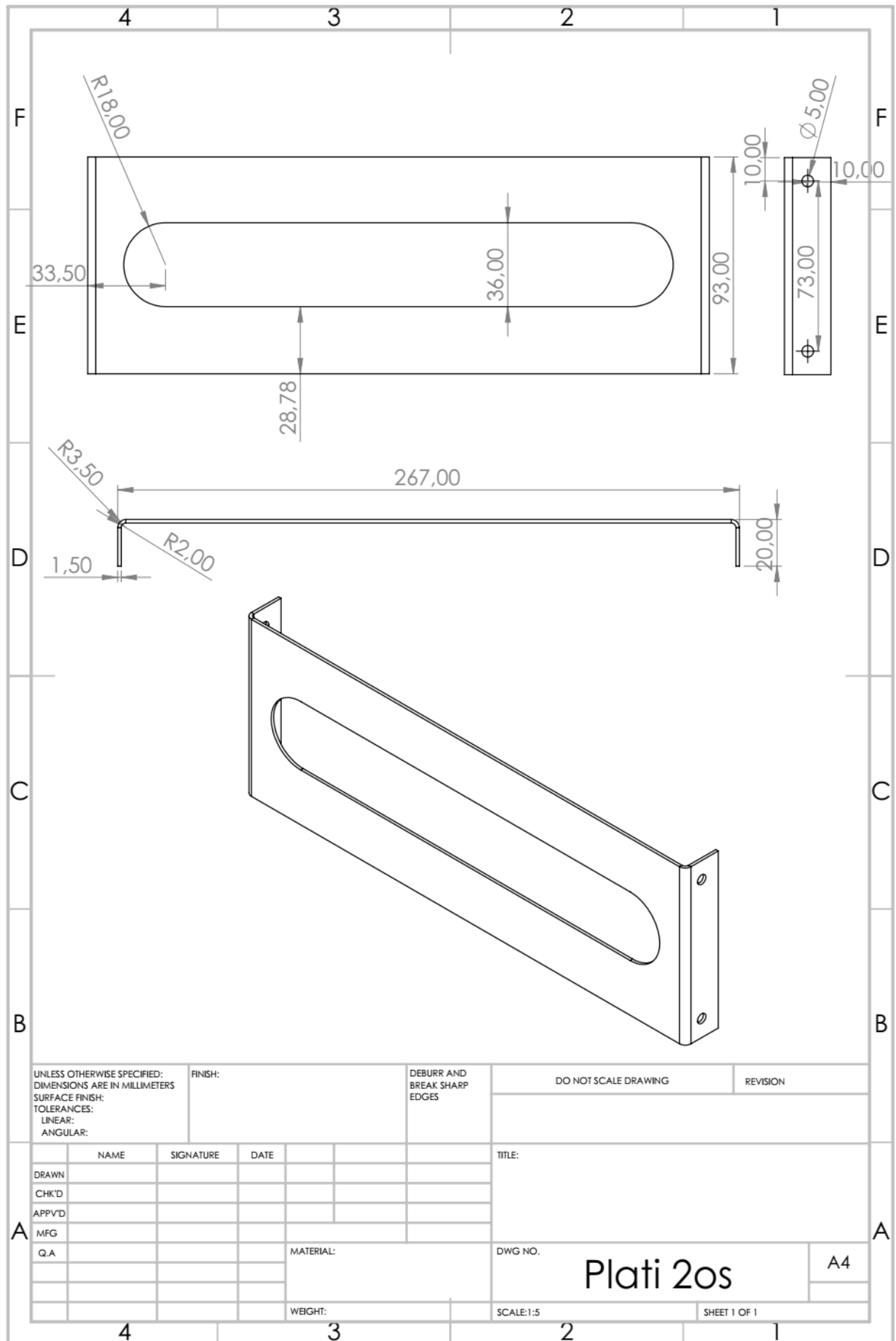


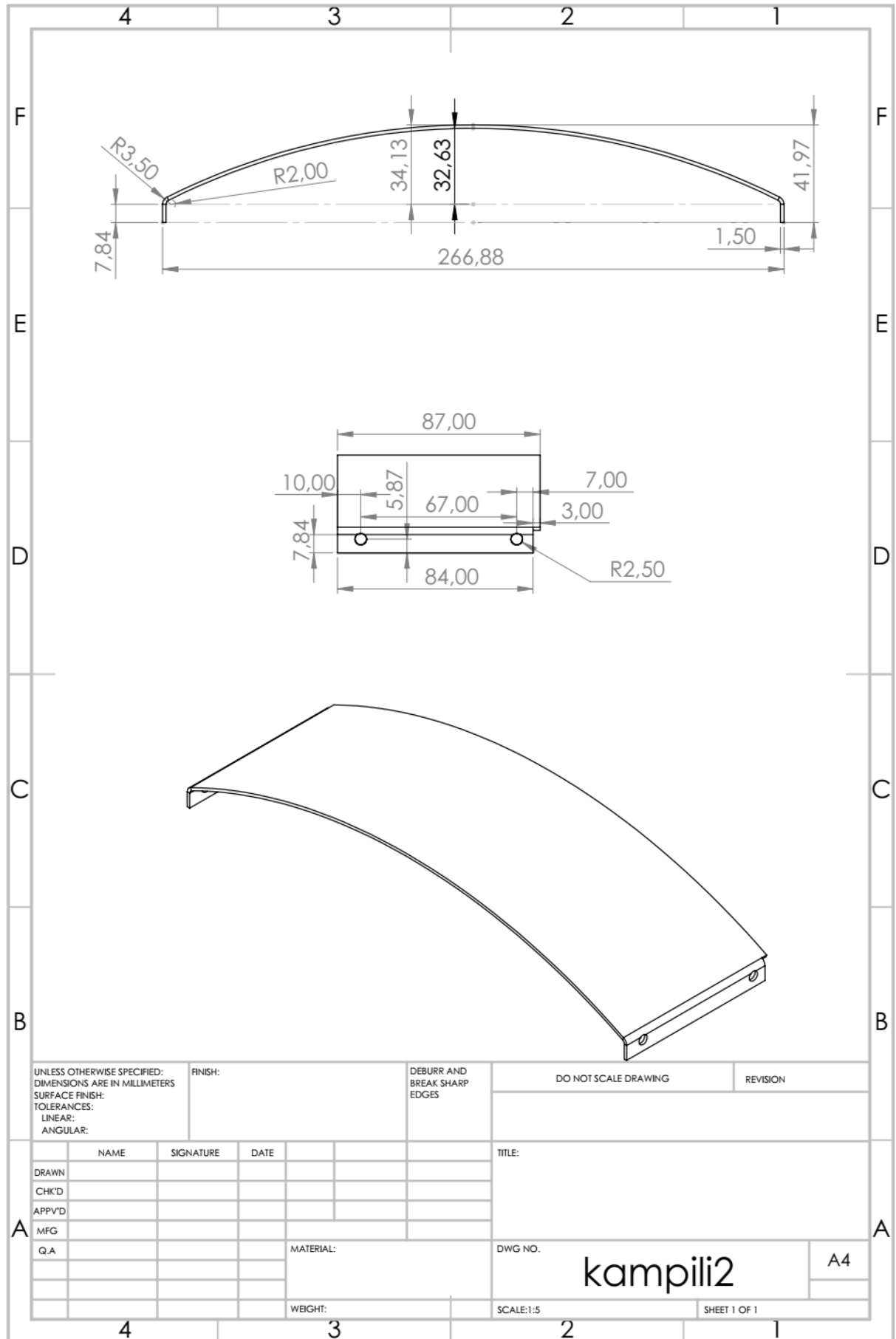


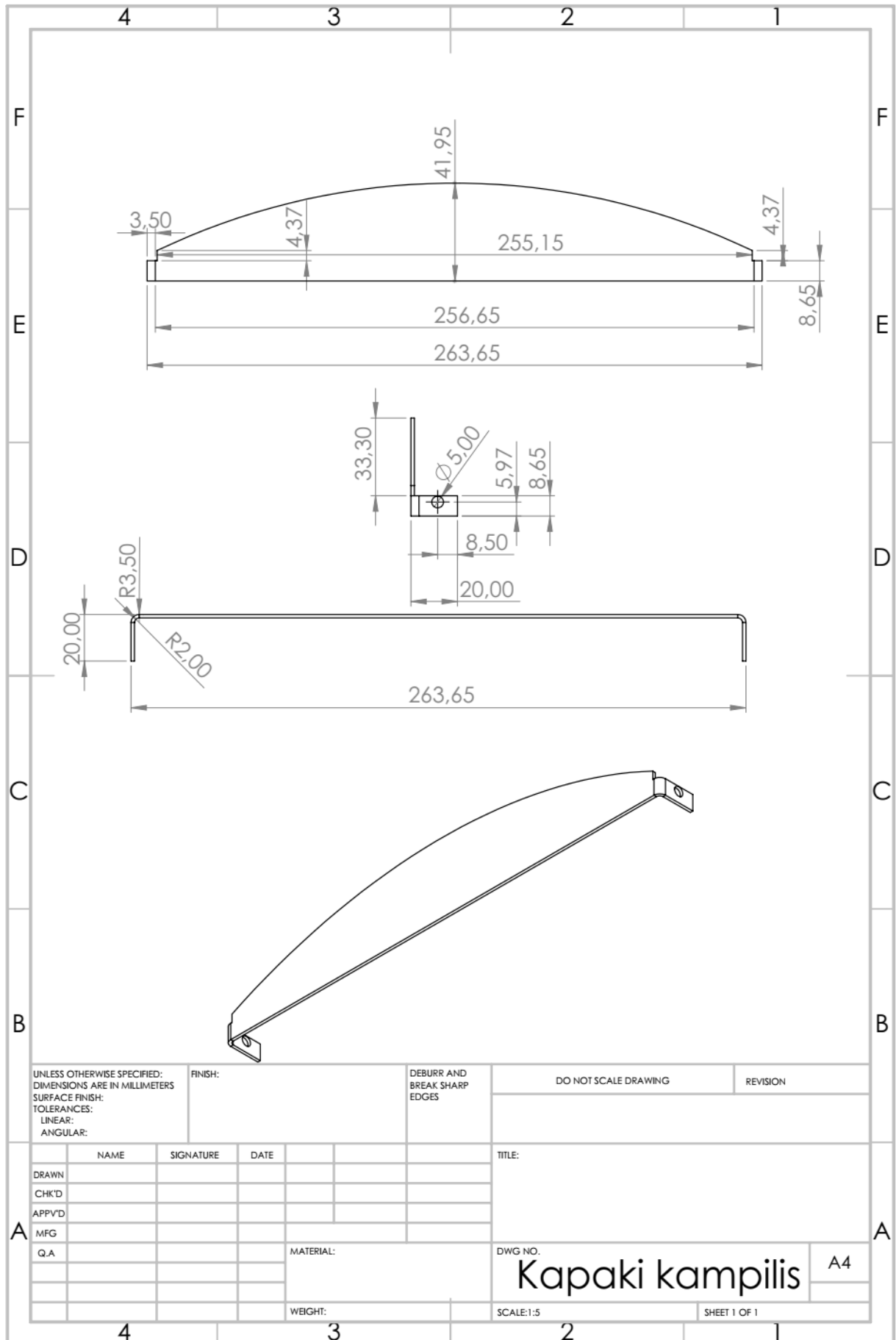


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:										
TOLERANCES:										
LINEAR:										
ANGULAR:										
DRAWN			NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D										
APP'VD										
MFG										
Q.A										
					MATERIAL:		DWG NO.		A4	
							SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	

2ος οροφος patoma A4







UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN				NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
CHK'D											
APP'VD											
MFG											
Q.A								MATERIAL:		DWG NO.	
										Karaki kampilis	
								WEIGHT:		SCALE:1:5	
										SHEET 1 OF 1	

