



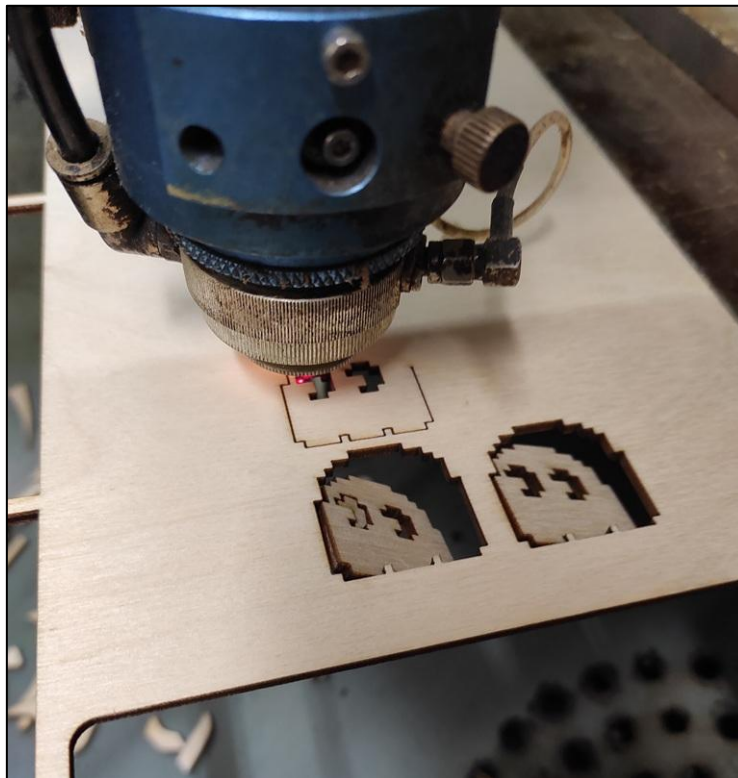
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας  
Πολυτεχνική Σχολή  
πρώην Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Βιομηχανικού Σχεδιασμού  
(Εισαγωγική Κατεύθυνση Βιομηχανικού Σχεδιασμού)

Πτυχιακή Εργασία με τίτλο:

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΟΠΗΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΞΗΣ ΜΕ LASER CO2**

**PRODUCT DESIGN AND PROTOTYPING USING CO2 LASER CUTTING  
AND ENGRAVING TECHNOLOGY**

**ΑΛΜΠΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΝΑ BS04316**



Επιβλέπων Καθηγητές: *Παναγιώτης Κυράτσης και Νικόλαος Ενκολίδης*

Κοζάνη 2021

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Φτάνοντας στο τέλος και ολοκληρώνοντας ένα κύκλο σπουδών με αυτή την πτυχιακή εργασία, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, που με στήριξε σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κο. Κυράτση Παναγιώτη και κο. Ευκολίδη Νικόλαο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχαν κατά την διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής μου.

Επιπρόσθετα, θέλω να ευχαριστήσω την Εταιρία Ξύλου Έργα και τον ιδιοκτήτη κο. Μουμτζή Αναστάσιο για την εξαιρετική συνεργασία στην κατασκευή των μακετών.

Τέλος, θα ήθελα να επισημάνω ότι είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων για την βοήθεια που μου προσέφεραν απλόχερα η αδερφή μου Αλέξια και ο θείος μου Ρόκκος.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	5
1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ LASER.....	5
1.2. ΔΕΣΜΗ LASER.....	6
1.2.1. ΜΟΝΟΧΡΩΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	7
1.2.2. ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	7
1.2.3. ΛΑΜΠΡΟΤΗΤΑ.....	7
1.2.4. ΣΥΜΦΩΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.....	7
1.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΟΣ LASER.....	8
1.4. ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΕΣ LASER.....	9
1.4.1. LASER ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	9
1.4.2. LASER ΑΕΡΙΩΝ.....	10
1.4.3. LASER ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ.....	10
1.4.4. LASER ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ.....	10
1.5. LASER ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO <sub>2</sub> ).....	11
1.5.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASER CO <sub>2</sub> .....	14
1.5.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASER CO <sub>2</sub> .....	14
1.6. ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ.....	14
1.6.1. ΦΥΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	15
1.6.2. ΠΟΛΥΜΕΡΗ.....	15
1.6.3. ΜΕΤΑΛΛΑ ΜΕ Η ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ.....	15
1.6.4. ΠΕΤΡΑ ΚΑΙ ΓΥΑΛΙ.....	16
1.7. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΟ ΞΥΛΟ.....	16
1.7.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΞΥΛΟΥ ΜΕ LASER.....	17
1.7.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΞΥΛΟΥ ΜΕ LASER.....	18
1.8. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΜΕ LASER.....	18
1.8.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΜΕ LASER.....	18
1.8.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΜΕ LASER.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	20
2.1. ΑΡΧΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ - ΣΚΙΤΣΑ.....	20
2.2. ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ.....	26
2.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΛΕΙΖΕΡ.....	32
2.4. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΚΟΠΗ.....	41
2.5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	53
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Θέμα της πτυχιακής μου εργασίας, είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή προϊόντων με την χρήση τεχνολογίας κοπής και χάραξης με Laser διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Η εργασία αποτελείται από δύο βασικά μέρη, το ερευνητικό και το κατασκευαστικό μέρος.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας, γίνεται μια γενική έρευνα όσον αφορά τα ιστορικά στοιχεία, τις εφαρμογές, τα κατεργάσιμα υλικά και άλλες γενικότερες πληροφορίες για τα μηχανήματα Laser. Επίσης γίνεται αναλυτική περιγραφή, για την μηχανή Laser διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και για το υλικό το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή των προϊόντων που είναι το ξύλο.

Τέλος όσον αφορά το δεύτερο μέρος, πραγματοποιείται ο σχεδιασμός και η κατασκευή των προϊόντων με κυρίαρχο υλικό το ξύλο χρησιμοποιώντας τεχνικές κοπής και χάραξης που διαθέτει η μηχανή Laser διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΤΟΥ LASER

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, συγκεκριμένα το 1917, ο Albert Einstein εμπνευσμένος από τον νόμο της ακτινοβολίας, ο οποίος διεξήχθη από τον φυσικό Max Plank το 1894, δημοσίευσε την έρευνα του με τίτλο «Zur Quantentheorie der Strahlung» (Η κβαντική θεωρία της ακτινοβολίας), στην οποία επισήμανε πως τα ηλεκτρόνια, εκτός από την αυθόρμητη εκπομπή και την απορρόφηση μπορούν να διεγερθούν και να εκπέμπουν φως σε συγκεκριμένο μήκος κύματος. Παρόλη την μεγάλη αμφισβήτηση που δέχθηκε το πρόσωπο του Einstein εξαιτίας αυτής του της έρευνας, τα θεμέλια για την κατασκευή του Laser είχαν πλέον τεθεί.

Μπορεί η αρχή λειτουργίας αλλά και η τεχνολογία κατασκευής να ήταν ήδη γνωστή, όμως η ιδέα για την κατασκευή ενός Laser παρέμενε παραμελημένη μέχρι τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

Η κατασκευή του πρώτου Μείζερ (Maser) αμμωνίας, πραγματοποιήθηκε το 1954 από τον Αμερικανό επιστήμονα Charles Hard Townes. Το μείζερ αμμωνίας αποτελούσε έναν ενισχυτή ακτινοβολίας μικροκυμάτων του οποίου η λειτουργία στηριζόταν στην ίδια βασική αρχή με αυτή του Laser. Έναν χρόνο μετά οι Σοβιετικοί επιστήμονες Alexander Prokhorov και Nikolai Basov, κατασκεύασαν έναν παρόμοιο με αυτόν του επιστήμονα Charles Hard Townes, ενισχυτή ακτινοβολίας μικροκυμάτων ο οποίος χρησιμοποιούσε επίσης ως μέσο δράσης την αμμωνία. Για αυτή τους την ανακάλυψη βραβεύτηκαν και οι τρεις το 1964 με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής.

Λίγα χρόνια αργότερα, το 1959, ο μεταπτυχιακός φοιτητής Gordon Gould του Columbia University, δημοσιοποίησε την έρευνα του, με τον τίτλο «LASER» (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) στην οποία αναλύει την δυνατότητα ενίσχυσης του φωτός μέσω εξαναγκασμένης εκπομπής ακτινοβολίας. Με την κοινοποίηση της έρευνας του, ο Gould υποβάλλει αίτηση για την απονομή του διπλώματος ευρεσιτεχνίας, έχοντας δώσει την ονομασία «LASER» στην ιδέα του. Όμως παρά την μεγάλη του προσπάθεια, η αίτηση του απορρίφθηκε και η ευρεσιτεχνία δόθηκε στους ερευνητές Charles Hard Townes και Arthur Leonard Schawlow των Bell Labs. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού ήταν να ξεκινήσει μία από τις μεγαλύτερες διαμάχες, διότι η κατοχή του διπλώματος ευρεσιτεχνίας επέφερε τεράστιες χρηματικές αποζημιώσεις. Τελικά η διαμάχη έληξε υπέρ του Gould το 1977 με την απονομή του πρώτου του διπλώματος ευρεσιτεχνίας δικαιωμάτων.

Ο Αμερικανός επιστήμονας Theodore Maiman στις 16 Μαΐου του 1960, έθεσε σε λειτουργία το πρώτο Laser ρουμπινίου, ξεπερνώντας με αυτόν τον τρόπο τις προσπάθειες των Gould, Schawlow και Townes. Ένας κύλινδρος από αυθεντικό

ρουμπίνι χρησιμοποιούνταν σαν ενεργό μέσο στο Laser ρουμπινίου του Maiman, ο οποίος είχε μήκος 2cm και διάμετρο 1cm και παρήγαγε μια κόκκινη φωτεινή δέσμη με μήκος κύματος 694,3nm.

Από το 1960 και έπειτα η ανάπτυξη του Laser είχε ραγδαία εξέλιξη, ενώ η εφεύρεση του αποτελεί μια από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

Συμπληρωματικά, αξίζει να αναφέρουμε την επίτευξη του Kumar Patel. Ο ηλεκτρολόγος μηχανικός Kumar Patel ήταν εκείνος που κατασκεύασε το πρώτο Laser Διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) το 1964 στα εργαστήρια της AT&T Bell Labs. Εξαιτίας του χαμηλού του κόστους και της υψηλότερης απόδοσης του, σε αντίθεση με το Laser Ρουμπινίου, το Laser Διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιείται έως και σήμερα μαζικά σε μεγάλο εύρος βιομηχανικών εφαρμογών.

## **1.2. ΔΕΣΜΗ LASER**

Ο όρος «λείζερ» προέρχεται από την αγγλική λέξη LASER, η οποία έχει σχηματιστεί από τα αρχικά της φράσης «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation», η οποία στα ελληνικά αποδίδεται ως «Ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας». Η λέξη λείζερ χρησιμοποιείται για να περιγράψει τόσο τις συσκευές όσο και την αντίστοιχη ακτινοβολία που αυτές παράγουν.

Τα Laser αποτελούν μία από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις της επιστήμης. Πρόκειται για μία διάταξη η οποία εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που διαφέρει από όλα τα άλλα είδη φυσικού ή τεχνικού φωτός, καθώς είναι αποτέλεσμα εξαναγκασμένης εκπομπής και όχι αυθόρμητης. Ορισμένες μοναδικές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν μία ακτίνα λείζερ αποτελούν και τον κύριο λόγο για τον οποίο διαφοροποιείται από το συνηθισμένο φως. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων, τα Laser χρησιμοποιούνται σε πλήθος εφαρμογών. Όταν γίνεται αναφορά στις μοναδικές ιδιότητες των ακτίνων λείζερ, συνήθως αφορά την μονοχρωματικότητα της ακτινοβολίας, την κατευθυντικότητα και την λαμπρότητα της δέσμης και τέλος την σύμφωνη ακτινοβολία.

### **1.2.1. ΜΟΝΟΧΡΩΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Η μονοχρωματικότητα αποτελεί την πιο ενδιαφέρουσα ιδιότητα της ακτινοβολίας των Laser. Παρόλο που στην φύση δεν υπάρχει μονοχρωματική ακτινοβολία, τα Laser δίνουν την καλύτερη υπαρκτή προσέγγιση προς το ιδανικό μονοχρωματικό φως. Η βασική διαφορά που παρουσιάζεται ανάμεσα στην ακτίνα Laser και στο φως είναι ότι το Laser διαθέτει την ικανότητα να εκπέμπει σε ευθεία γραμμή σε αντίθεση με το απλό φως που διαχέεται.

Επιπρόσθετα, το Laser δεν αποτελεί συνδυασμό πολλών χρωμάτων (μήκος κύματος), όπως ακριβώς συμβαίνει με το απλό φως, αλλά αποτελείται από ένα μόνο χρώμα-μήκος κύματος. Με λίγα λόγια, όσο πιο στενή είναι η κατανομή της έντασης μιας ακτινοβολίας γύρω από το κεντρικό μήκος κύματος τόσο περισσότερο μονοχρωματική είναι. Εξαιτίας αυτού, οι ακτίνες Laser χαρακτηρίζονται ως μονοχρωματικές.

### **1.2.2. ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Οι ακτίνες Laser έχουν την δυνατότητα να μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς να έχουν απώλεια ισχύος, ενώ παράλληλα, με την χρήση κατάλληλου συστήματος κατόπτρων, μπορούν να εστιάσουν σε ένα ιδιαίτερα μικρό σημείο. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο, οι ακτίνες Laser χαρακτηρίζονται από μεγάλη κατευθυντικότητα, σε αντίθεση με τα άλλα είδη φωτός.

### **1.2.3. ΛΑΜΠΡΟΤΗΤΑ**

Δύο από τα πιο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των πηγών Laser αποτελούν, η μεγάλη ένταση ακτινοβολίας και η λαμπρότητα. Η λαμπρότητα μιας δέσμης Laser μπορεί να υπάρξει πολύ μεγαλύτερη και από την λαμπρότητα του ήλιου. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην μεγάλη συγκέντρωση οπτικής ισχύς καθώς επίσης και στο ότι μια δέσμη Laser είναι εξαιρετικά λεπτή. Συνεπώς, για τον λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να λαμβάνονται πάντοτε οι κατάλληλες προφυλάξεις έτσι ώστε να αποφευχθεί η κατεύθυνση της δέσμης στα μάτια.

### **1.2.4. ΣΥΜΦΩΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ**

Σε αντίθεση με οποιαδήποτε άλλη φωτεινή πηγή, τον υψηλότερο βαθμό συμφωνίας τον βρίσκουμε στα Laser. Όμως, η ιδιότητα της συμφωνίας δεν είναι τόσο προφανής όπως είναι οι υπόλοιπες ιδιότητες των ακτίνων Laser. Η συμφωνία πρόκειται για μια εξαναγκασμένη εκπομπή φωτονίων, κατά την οποία ένα φωτόνιο πέφτει στο διεγερμένο άτομο εξαναγκάζοντας με αυτόν τον τρόπο το ηλεκτρόνιο να επιστρέψει στην βασική του κατάσταση. Το φωτόνιο που προκύπτει αποτελεί μια ακριβής αντιγραφή του φωτονίου που προκάλεσε την υποδιέγερση.

### 1.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΟΣ LASER

Μετά την ραγδαία ανάπτυξη και την ταχεία εξέλιξη πολλών ετών, είναι αναμενόμενο στις μέρες μας να υπάρχουν πολλών ειδών μηχανές Laser. Κάθε τύπος Laser έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και τις δικές του κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Παρά ταύτα όλοι οι τύποι λειτουργούν βάσει κάποιων σταθερών αρχών που είναι κοινοί για όλους. Συνεπώς, ο πυρήνας κάθε τύπου Laser συντίθεται από τα εξής τμήματα τα οποία παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα 1, το ενεργό υλικό και την οπτική κοιλότητα.

Το ενεργό υλικό περιέχεται μέσα στο σωλήνα του Laser και συμμετέχει στην διαδικασία εξαναγκασμένης εκπομπής με σκοπό την παραγωγή φωτός. Επίσης μπορεί να βρίσκεται σε αέρια, υγρή και στερεή μορφή, ενώ πολύ συχνά χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένο μέγεθος, καθαρότητα και σύσταση. Πρωτίστως, το ενεργό υλικό αντλεί την ενέργεια του από μια εξωτερική πηγή, η οποία μπορεί να αποτελείται είτε από μία λυχνία έκλαμψης (Flash lamp) είτε από κάποια άλλη πηγή Laser. Στην συνέχεια, διοχετεύει την ενέργεια που άντλησε, από την εξωτερική πηγή, στα σωματίδια του μέχρι την στιγμή που αυτά θα φτάσουν σε μια διεγερμένη κατάσταση. Μόλις ο αριθμός των σωματιδίων που βρίσκονται σε διεγερμένη κατάσταση ξεπεράσει τον αριθμό αυτών που βρίσκονται σε ενεργειακά χαμηλότερη, τότε επιτυγχάνεται η αντιστροφή πληθυσμού. Κατ'αυτόν τον τρόπο προκαλείται εξαναγκασμένη εκπομπή φωτονίων από την δέσμη φωτός, η οποία περνάει μέσα από το ενεργό υλικό, με αποτέλεσμα την δημιουργία δέσμης φωτός Laser, η οποία αρχικά διαδίδεται σε τυχαίες κατευθύνσεις.

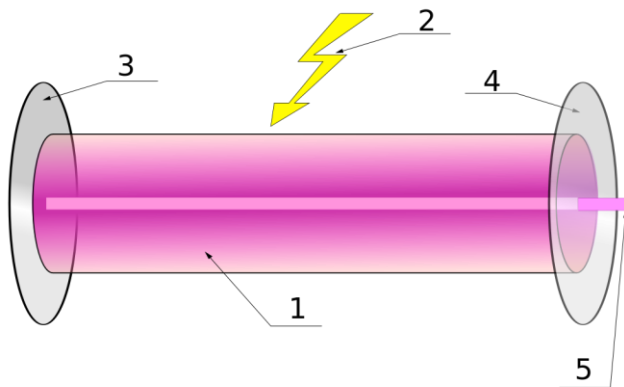
Δύο παράλληλες ανακλαστικές επιφάνειες, ή αλλιώς δύο κάτοπτρα, αποτελούν την οπτική κοιλότητα. Η μία από τις δύο ανακλαστικές επιφάνειες ανακλά πλήρως τις ακτίνες φωτός ενώ η άλλη μερικώς, αφήνοντας με αυτόν τον τρόπο μια δέσμη φωτός να φύγει από την οπή εξόδου. Αυτή η δέσμη φωτός αποτελεί την ακτινοβολία Laser. Τα δύο κάτοπτρα, για να ενισχυθεί η ακτινοβολία, φροντίζουν ώστε τα φωτόνια να διασχίζουν τουλάχιστον δύο φορές το ενεργό υλικό προτού χαθούν λόγω περίθλασης ή απορρόφησης. Ανάλογα με την γεωμετρία που έχει η οπτική κοιλότητα τα φωτόνια τα οποία είναι ευθυγραμμισμένα με αυτήν έχουν την δυνατότητα να περάσουν παραπάνω από μία φορά μέσα από το ενεργό υλικό επιτυγχάνοντας έτσι σημαντική ενίσχυση. Η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα την κατευθυντικότητα της δέσμης των ακτίνων Laser.

Στο παρακάτω σχήμα 1 παρουσιάζονται τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω.

- 1) Ενεργό υλικό
- 2) Προσφερόμενη ενέργεια
- 3) Κάτοπτρο υψηλής ανακλαστικότητας
- 4) Διάταξη εξόδου δέσμης



## 5) Δέσμη Laser



Σχήμα 1: Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία μιας συσκευής Laser [ηλεκτρονική πηγή <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%AD%CE%B9%CE%B6%CE%B5%CF%81>]

### 1.4. ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΙΣ ΜΗΧΑΝΕΣ LASER

Οι μηχανές Laser κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με τα διάφορα χαρακτηριστικά τους και το είδος του ενεργού υλικού που χρησιμοποιούν. Το ενεργό υλικό αποτελεί το πιο συνηθισμένο και βασικό χαρακτηριστικό διαχωρισμού των μηχανών Laser. Ταξινομούνται σε Laser στερεάς κατάστασης, αερίων, υγρών και ημιαγωγών.

#### 1.4.1. LASER ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Τα Laser αυτής της κατηγορίας, ως ενεργό υλικό, μεταχειρίζονται ένα μονωτικό κρύσταλλο ή μία ράβδο γυαλιού η οποία είναι διεγερμένη με ιόντα. Τα ιόντα αυτά, με την σειρά τους, προμηθεύουν τα απαιτούμενα επίπεδα ενέργειας. Οι άκρες της ράβδου καταλήγουν σε δύο ευθύγραμμες ημιανακλαστικές επιφάνειες. Τα Laser στερεάς κατάστασης πλεονεκτούν στο γεγονός ότι προσφέρουν την δυνατότητα παραγωγής μεγαλύτερης ισχύος σε αρκετά σύντομο χρόνο. Το ενεργό υλικό για να διεγερθεί εκμεταλλεύεται το φως που εκπέμπει ένας λαμπτήρας φθορισμού τύπου «Flash Lamp» (φλας). Το πιο ευρέως διαδεδομένο ενεργό υλικό που χρησιμοποιείται για αυτού του είδους Laser είναι ο γρανάτης αργιλίου – υτρίου, καθώς έχει την ικανότητα να παράγει εξαιρετικά δυνατή δέσμη laser. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί, πως τα Laser αυτής της κατηγορίας βρίσκουν κυρίως εφαρμογή σε βιομηχανικές κατεργασίες, όπως για παράδειγμα, για συγκόλληση, κοπή και χάραξη.

### **1.4.2. LASER ΑΕΡΙΩΝ**

Στα Laser αερίων, το ενεργό υλικό το οποίο παράγει την ακτινοβολία μπορεί να είναι είτε μείγμα αερίων ή καθαρού αερίου είτε υδρατμών, το οποίο περιέχεται συνήθως μέσα σε έναν κυλινδρικό σωλήνα, τα άκρα του οποίου κατακλώνονται από δύο ευθυγραμμισμένα μεταξύ τους κάτοπτρα, διαμορφώνοντας έτσι την οπτική κοιλότητα. Μέσα στον σωλήνα του Laser δημιουργείται ηλεκτρική εκκένωση ή οποία προκαλεί την οπτική άντληση του ενεργού υλικού. Τα Laser αερίων διακρίνονται σε δύο μεγάλες υποκατηγορίες, οι οποίες είναι τα ηλεκτρικά Laser και τα χημικά. Τα Laser που διαφοροποιούνται από τα υπόλοιπα είναι τα χημικά, καθώς η τροφοδότηση τους οφείλεται στις χημικές αντιδράσεις των αερίων που περιέχονται στο ενεργό υλικό, ενώ παράλληλα, χρησιμοποιούνται κυρίως για στρατιωτικούς σκοπούς. Από την άλλη μεριά, σε αντίθεση με τα χημικά, είναι πιο διαδεδομένα κυρίως για ερευνητική αλλά και εμπορική - κατασκευαστική χρήση τα ηλεκτρικά Laser, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως σε χαράξεις μη μεταλλικών υλικών, και σε διεργασίες όπως είναι οι συγκολλήσεις και οι κοπές. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της υποκατηγορίας αποτελεί το Laser του Διοξειδίου του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>), για το οποίο θα κάνουμε μια λεπτομερή αναφορά στην συνέχεια.

### **1.4.3. LASER ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ**

Τα Laser αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούν για ενεργό υλικό ένα διάλυμα σύνθετων οργανικών χρωστικών σε υγρό διαλύτη όπως είναι η αιθανόλη, η μεθανόλη και το νερό. Ένα από τα πλεονεκτήματα των χρωστικών Laser αποτελεί το γεγονός, ότι έχουν την δυνατότητα παραγωγής δέσμης laser σε μια μεγάλη περιοχή μήκων κύματος. Τα Laser αυτά, χρησιμοποιούνται κυρίως, στην μελέτη των χημικών αντιδράσεων και στην φασματοσκοπία καθώς επίσης, παρόλο που δεν είναι αρκετά διαδεδομένα, στην ιατρική, κυρίως στην θεραπεία δερματικών παθήσεων.

### **1.4.4. LASER ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ**

Για ενεργό υλικό, τα Laser ημιαγωγών, χρησιμοποιούν ημιαγώγιμα υλικά, η πλειονότητα των οποίων αποτελούν συνδυασμό στοιχείων της τρίτης (π.χ. Ga, Al, In) και πέμπτης (π.χ. N, P, As, Sb) ομάδας του περιοδικού πίνακα. Ενεργοποιούνται με την χρήση ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ ταυτόχρονα, διαθέτουν την ικανότητα να εκπέμπουν μεγάλης έντασης σύμφωνο φως, το οποίο είναι σχεδόν μονοχρωματικό. Παρόλο που τα Laser αυτής της κατηγορίας είναι μικρών διαστάσεων και ισχύος, είναι ίσως τα πλέον διαδεδομένα στο εμπόριο. Τα συναντάμε σε ποικίλες εφαρμογές όπως για

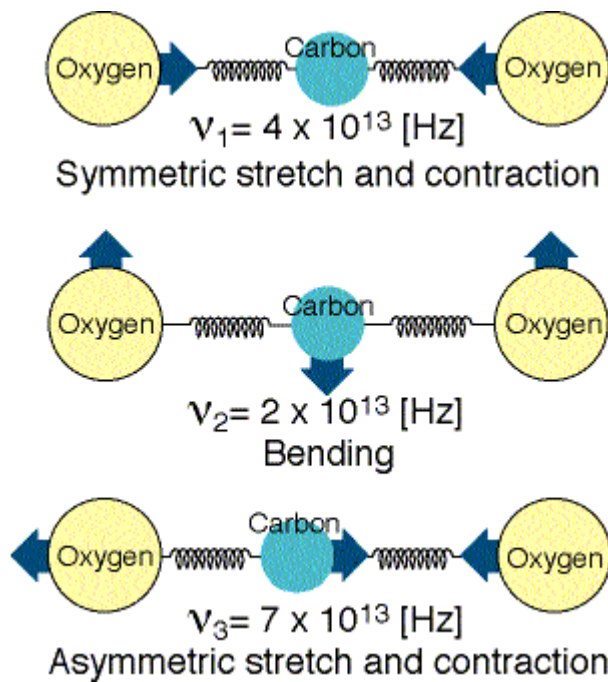
παράδειγμα στην Ιατρική (Οδοντιατρική, Χειρουργική, Αφαίρεση τριχών, κτλ.), στην Βιομηχανία για κατεργασίες όπως κοπή και συγκόλληση, στην Εκτύπωση (Laser Printers), στην Μουσική (CD Players) και σε διάφορους ακόμη παραπλήσιους κλάδους.

## 1.5. LASER ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO<sub>2</sub>)

Η πιο δημοφιλής επιλογή των Laser αερίων, για διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές, παραμένουν τα Laser διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), διότι είναι σε θέση να παράγουν εύκολα και οικονομικά μεγάλη ισχύ, έως και πολλά κιλοβάτ με υψηλή απόδοση. Το μείγμα αερίων, που χρησιμοποιούν τα Laser CO<sub>2</sub>, συνίσταται κυρίως από Ήλιο (He) για να διασφαλιστεί η απαγωγή της θερμότητας. Περιέχει επίσης, Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) το ενεργό μέσο του Laser και Άζωτο (N<sub>2</sub>) στο οποίο μια εκκένωση αερίου δημιουργεί την απαραίτητη ενέργεια για διέγερση. Το υπέρυθρο μήκος που εκπέμπεται είναι ίσο με 10,6μm και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υλικά διαφορετικού τύπου και πάχους. Επιπλέον, αξίζει να επισημανθεί, πως αποτελεί ένα από τα πιο αποδοτικά Laser καθώς μπορεί να επιτύχει απόδοση μέχρι 25%.

Το μόριο του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) είναι ένα γραμμικό και συμμετρικό μόριο το οποίο αποτελείται από δύο άτομα οξυγόνου συνδεδεμένα και στις δύο πλευρές του κεντρικού άνθρακα που αντιπροσωπεύει την θέση ισορροπίας του ατόμου . Τα άτομα του μορίου περιστρέφονται και ταλαντώνονται συνεχώς γύρω από την θέση ισορροπίας με τρεις ανεξάρτητους τρόπους (σχήμα 2):

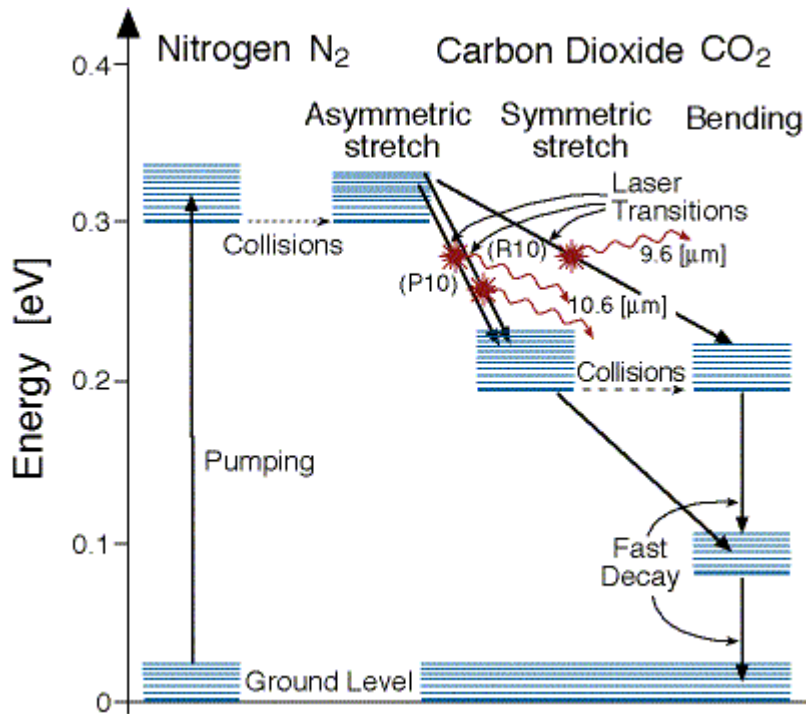
- 1) Ο συμμετρικός (Symmetric Stretching). Στον συμμετρικό τρόπο τα άτομα του άνθρακα βρίσκονται σε ηρεμία, ενώ τα άτομα οξυγόνου ταλαντεύονται συμμετρικά κατά μήκος του άξονα του μορίου (με συχνότητα  $\nu_1$ ).
- 2) Με κάμψη (Bending). Στον τρόπο αυτό, τα άτομα άνθρακα και τα άτομα οξυγόνου ταλαντεύονται κάθετα προς τον άξονα του μορίου (με συχνότητα  $\nu_2$ ).
- 3) Ο ασύμμετρος (Asymmetric Stretching). Στον ασύμμετρο τρόπο τα άτομα του άνθρακα και τα άτομα του οξυγόνου ταλαντεύονται κατά μήκος του άξονα με ασύμμετρο τρόπο, δηλαδή τα άτομα του άνθρακα κινούνται προς την αντίθετη κατεύθυνση από τα άτομα του οξυγόνου (με συχνότητα  $\nu_3$ ).



Σχήμα 2: Το μόριο του CO<sub>2</sub> με τους τρεις δυνατούς τρόπους ταλάντωσης [ηλεκτρονική πηγή <http://web.phys.ksu.edu/vqm/laserweb/Preface/HP001.htm>]

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προκαλείται από την αποδιέγερση, ξεκινά αρχικά από ένα υψηλό ενεργειακό επίπεδο του τρίτου τρόπου (Asymmetric Stretching,  $\nu_3$ ) και στη συνέχεια καταλήγει σε έναν από τους άλλους δύο τρόπους (Symmetric Stretching,  $\nu_1$  ή Bending,  $\nu_2$ ). Οι μεταπηδήσεις που συμβαίνουν είναι κάθε φορά πολλαπλές, διότι κάθε ενεργειακό επίπεδο ταλάντωσης υποδιαιρείται σε επίπεδα περιστροφής. Η ηλεκτρική εκκένωση που δημιουργείται στο Laser διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), επιτυγχάνει την μεταφορά κινητικής ενέργειας των επιταχυνόμενων ηλεκτρονίων μέσω συγκρούσεων στα μόρια του Αζώτου (N<sub>2</sub>) και του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) (σχήμα 3). Τα μόρια του Αζώτου που είναι ήδη διεγερμένα βοηθούν στην διαδικασία διέγερσης των μορίων διοξειδίου του άνθρακα.

Εξαιτίας της ομοιότητας που παρουσιάζεται στο πρώτο ενεργειακό επίπεδο ταλάντωσης του μορίου Αζώτου με τον ασύμμετρο τρόπο ταλάντωσης του μορίου CO<sub>2</sub>, γίνεται με μεγάλη ευκολία η μεταφορά ενέργειας από τα διεγερμένα μόρια του Αζώτου στα μόρια CO<sub>2</sub>. Επιπρόσθετα, τα μόρια του Ηλίου (He) βοηθούν στην σταθεροποίηση της ηλεκτρικής εκκένωσης απομακρύνοντας με αυτόν τον τρόπο τα «ενοχλητικά» ποσά θερμότητας.



Σχήμα 3: Περιγραφή της διέγερσης και αποδιέγερσης ενός τυπικού Laser CO<sub>2</sub> [ηλεκτρονική πηγή <http://web.phys.ksu.edu/vqm/laserweb/Preface/Hp001.htm>]

Συμπεραίνοντας, καταλήγουμε στο ότι το Άζωτο (N<sub>2</sub>) βοηθά, σε μεγάλο βαθμό, στην αύξηση του πληθυσμού του άνω ενεργειακού επιπέδου του Laser, ενώ ταυτόχρονα το Ήλιο (He) βοηθά στην μείωση του πληθυσμού του κάτω ενεργειακού επιπέδου του Laser.

Τυπική αναλογία αέριων όγκων: 10% CO<sub>2</sub>, 10% N<sub>2</sub>, 80% He.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι Laser CO<sub>2</sub>, με διαφορές οι οποίες εστιάζουν κυρίως στην δομή τους, στον μηχανισμό διέγερσης και στην ακτινοβολία εξόδου. Ενδεικτικά περιγράφονται παρακάτω μερικοί τύποι Laser CO<sub>2</sub>:

- Αξονικής ροής. Σε αυτόν τον τύπο Laser CO<sub>2</sub>, το αέριο μείγμα αντλείται από το ένα άκρο και κατευθύνεται προς το άλλο. Για την σωστή διατήρηση της ροής, το αέριο CO<sub>2</sub> αντλείται συνεχώς. Η παραγωγή ισχύος ανά μήκος σωλήνα, είναι συνήθως 40 με 80 Watt.
- Εγκάρσιας ροής. Τα Laser διοξειδίου του άνθρακα, σε αυτόν τον τύπο είναι σε θέση να παρέχουν υψηλότερες βαθμολογίες ισχύος λόγω της αυξανόμενης πίεσης στον σωλήνα.
- Σφραγισμένου σωλήνα. Εδώ, το αέριο διατηρείται μέσα στον σφραγισμένο σωλήνα και δεν ξαναγεμίζει κατά την χρήση του. Τη μόνη βασική διαφορά σε αυτόν τον τύπο αποτελεί το μέγεθος του σωλήνα. Η παραγωγή ισχύος κυμαίνεται από μερικά watt έως και 100 Watt (ίσως περισσότερο).

Η ροή του αερίου όπως επίσης και η διεύθυνση της εφαρμοζόμενης υψηλής τάσης μπορούν να είναι κάθετες στον άξονα του σωλήνα. Το γεγονός αυτό, οδηγεί στην αποτελεσματικότερη ψύξη του μείγματος και ταυτόχρονα στην παραγωγή πολύ υψηλής εξερχόμενης ισχύος (της τάξης των 10 KWatt), ακόμη και με μεγάλες πιέσεις των αερίων στο εσωτερικό. Η παραγόμενη, από τα Laser διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, ακτινοβολία είναι συνήθως συνεχής. Συνεπώς, το Laser CO<sub>2</sub>, αποτελεί ένα από τα αποτελεσματικότερα και πιο χρήσιμα Laser αερίου που έχουν ανακαλυφθεί έως σήμερα. Εξαιτίας αυτού, χρησιμοποιούνται σε ποικίλες βιομηχανικές εφαρμογές (κοπή μετάλλων, συγκολλήσεις κτλ.) καθώς επίσης και στην χειρουργική (κοπή και ανάπλαση δέρματος, σταμάτημα αιμορραγιών κτλ.).

### **1.5.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASER CO<sub>2</sub>**

- Η κατασκευή τους είναι απλή
- Η έξοδος του Laser είναι συνεχής
- Παρουσιάζουν υψηλή απόδοση
- Παρουσιάζουν υψηλή ισχύ εξόδου
- Η ισχύς της εξόδου μπορεί να αυξηθεί με την επέκταση του μήκους του σωλήνα αερίου.
- Παρουσιάζουν χαμηλό κόστος παραγωγής

### **1.5.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ LASER CO<sub>2</sub>**

- Η μόλυνση του οξυγόνου από το μονοξείδιο του άνθρακα επιδρά στην δράση του Laser
- Η θερμοκρασία λειτουργίας συμβάλλει στον προσδιορισμό της ισχύος εξόδου του Laser
- Η τυχαία έκθεση μπορεί να βλάψει τα μάτια μας
- Μπορεί να συμβεί διάβρωση στις ανακλώσες πλάκες
- Η απαίτηση συστήματος ψύξης σε ορισμένες διαμορφώσεις αποτελεί επίσης μειονέκτημα
- Το κόστος τους είναι σχετικά υψηλό

## **1.6. ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ**

Οι μηχανές Laser έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται, δηλαδή να χαράζουν, να κόβουν και να σημαδεύουν πλήθος υλικών. Τα υλικά τα οποία επεξεργάζονται τα Laser ανήκουν στις οικογένειες των μετάλλων, των κεραμικών, των πολυμερών, των σύνθετων και τέλος των φυσικών υλικών. Επίσης, επεξεργάζονται και υλικά τα οποία έχουν δεχθεί είτε κάποια θερμική

επεξεργασία, είτε είναι επικαλυμμένα με βερνίκι ή έχουν υποστεί άλλη μηχανική κατεργασία. Ακόμη, αξίζει να αναφέρουμε ότι η επεξεργασία των υλικών δεν γίνεται σε όλα με τον ίδιο βαθμό ευκολίας. Αυτό συμβαίνει επειδή η κατεργασιμότητά τους διαφέρει ανάλογα με την κατεργασία, δηλαδή αν θα προορίζεται για χάραξη ή κοπή.

### **1.6.1. ΦΥΣΙΚΑ ΥΛΙΚΑ**

Το δέρμα, το ξύλο, το χαρτί και το πεπιεσμένο χαρτόνι αποτελούν φυσικά οργανικά υλικά τα οποία μπορούν να κοπούν με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η διαδικασία αυτή όμως, μπορεί να προκαλέσει έναν ελαφρύ αποχρωματισμό της επιφάνειας κοπής οφειλόμενο στην ενανθράκωση. Η απαιτούμενη ισχύς Laser καθορίζεται ανάλογα με το είδος ξύλου που χρησιμοποιείται. Γι' αυτόν ακριβώς τον λόγο, τα σκληρότερα ξύλα, όπως για παράδειγμα η καρυδιά και το μαόνι, χαράζονται με επιτυχία, ενώ τα πιο μαλακά χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή και πλούσια παροχή αέρα, καθώς έχουν παρατηρηθεί συχνά αναφλέξεις και αστάθεια όσων αφορά το βάθος χάραξης. Επιπλέον, τα χαρτόνια και τα κόντρα πλακέ, αποφέρουν και αυτά πολύ καλά αποτελέσματα χάραξης καθώς επίσης και ορισμένες ενώσεις καουτσούκ. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως, όταν χαράζονται τα δέρματα με δέσμη Laser, δημιουργείται μια επιφάνεια παρόμοια με αυτή του μαρκαρίσματος με καυτό σίδερο, ενώ επίσης οι γούνες δεν μπορούν να χαραχθούν.

### **1.6.2. ΠΟΛΥΜΕΡΗ**

Τα ακριλικά πολυμερή και οι ρητίνες έχουν την ικανότητα να χαραχθούν με την χρήση δέσμης Laser με αρκετά ικανοποιητικό αποτέλεσμα επιφάνειας. Το στυρένιο και η πλειονότητα των θερμοπλαστικών, εξαιτίας της ανάπτυξης υψηλών θερμοκρασιών, έχουν την τάση να λιώνουν γύρω από το σημείο χάραξης, να «διπλώνουν» και να αλλάζουν σχήμα. Υπάρχουν βέβαια, κάποια άλλα πολυμερή τα οποία μπορούν μεν να χαραχθούν, αλλά κατά την διάρκεια της διαδικασίας αυτής παράγονται ατμοί οι οποίοι είναι είτε επικίνδυνοι είτε μπορούν να φανούν επιβλαβείς για την μηχανή Laser.

### **1.6.3. ΜΕΤΑΛΛΑ ΜΕ Η ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ**

Στις πρώτες προσπάθειες χάραξης με Laser, τα μέταλλα θεωρήθηκαν ως τα χειρότερα υλικά, στην συνέχεια όμως αποδείχθηκαν ως τα καλύτερα. Η επίλυση του προβλήματος επήλθε με την χρήση μηχανών Laser μικρότερου μήκους κύματος. Επιπλέον, στα μέταλλα τα οποία προορίζονται για χάραξη με

Laser προηγείται επικάλυψη με σμάλτο, το οποίο όταν χαράζεται έχει λεπτομερές και καθαρό αποτέλεσμα.

#### **1.6.4. ΠΕΤΡΑ ΚΑΙ ΓΥΑΛΙ**

Παρόλο που υλικά όπως η πέτρα και το γυαλί συνηθίζεται να χαράζονται και να κόβονται είτε με αμμοβολή είτε με την χρήση διαμαντιού, η χάραξη με Laser κατέχει ένα ενδιαφέρον στοιχείο. Την στιγμή που η δέσμη Laser έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια της πέτρας ή του γυαλιού, επέρχεται θραύση. Έτσι, με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται μικροί πόροι καθώς το υλικό αποκολλάται σε μικροσκοπικά κομματάκια λόγω της διαστολής των κομματιών αυτών σε σύγκριση με το υπόλοιπο υλικό.

### **1.7. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ LASER ΣΤΟ ΞΥΛΟ**

Οι ακτίνες Laser, λόγω της εκτεταμένης συμβολής τους σε πολυάριθμους κλάδους της έρευνας και των τεχνικών εφαρμογών τους, έχουν αποτελέσει μια από τις σημαντικότερες νέες τεχνολογίες και στον τομέα των προϊόντων ξύλου. Τα συστήματα Laser, και κυρίως, τα συστήματα Laser διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, χρησιμοποιούνται ευρύτατα εδώ και πολλές δεκαετίες σε πλήθος κατεργασιών όπως κοπή, συγκόλληση κτλ. Σήμερα, παρατηρείται μια συνεχώς αυξανόμενη αξιοποίηση των συστημάτων Laser σε διάφορες εφαρμογές του ξύλου και των προϊόντων του, παρόλο όμως, που στην αρχή υπήρξε μια μεγάλη υστέρηση στην κατεργασία του ξύλου.

Η κοπή και η χάραξη αποτελούν τις πιο συνηθισμένες και διαδεδομένες εφαρμογές των ακτίνων Laser στην κατεργασία του ξύλου. Εφόσον βαθμολογούνται σωστά τα μηχανήματα, η κοπή με συστήματα ακτίνων Laser μπορεί να χρησιμοποιηθεί σχεδόν σε κάθε είδος ξύλου. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται κυρίως για:

- Κοπή χαρτιών, ινσανίδων (κυρίως ινσανίδων μεγάλης πυκνότητας), καπλαμάδων (ξυλοφύλλων) και αντικολλητού (κόντρα-πλακέ), καθώς επίσης και για κοπή συμπαγούς ξύλου πάχους ως 3-5mm.
- Σπανιότερα για κοπή μοριοπλακών, ινσανίδων μέσης πυκνότητας και για κοπή παχύτερης (5-10mm) συμπαγούς ξυλείας.

Ακόμη, η χάραξη-σχεδίαση με χρήση ακτίνων Laser χρησιμοποιείται για την δημιουργία εγχοπών με συγκεκριμένο βάθος και πλάτος με σκοπό:

- Το γέμισμα με χρώματα στις εγχοπές για την βελτίωση της αισθητικής των επιφανειών.



- Το γέμισμα με μεταλλικά, πλαστικά εξαρτήματα ή φυσικό καπλαμά (μασκετερί) στις εγκοπές, για την παραγωγή μελών επίπλων και άλλων ξυλοκατασκευών.

Το ξύλο αποτελεί ένα αρκετά δημοφιλές υλικό και χρησιμοποιείται σε ευρύ φάσμα βιομηχανιών, λόγω της προσαρμοστικότητας του. Για την επεξεργασία του ξύλου χρησιμοποιείται πλέον ολοένα και περισσότερο η αποτελεσματική τεχνολογία των Laser διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>. Η κοπή και η χάραξη του με ακτίνες Laser εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την δομή του. Με λίγα λόγια, όσο πιο ομοιογενής είναι η δομή του ξύλου τόσο πιο κατάλληλο καθιστά το υλικό. Επίσης, εξαιτίας της θερμικής διαδικασίας του Laser, παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με την περιεκτικότητα σε υγρασία, την πυκνότητα και την περιεκτικότητα σε λάδι και ρητίνη, επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα και την ταχύτητα της κοπής με Laser. Στην περίπτωση που η επεξεργασία του ξύλου γίνεται με την χρήση Laser, λαμβάνει χώρα μία ήπια έως ισχυρή οξείδωση στις άκρες της κοπής, παρουσιάζεται δηλαδή ένα ελαφρύ μαύρισμα στις άκρες, το οποίο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επιλογή του ξύλου, καθώς επίσης και την περιεκτικότητα του σε ρητίνη και υγρασία. Επομένως, όσο λιγότερη ρητίνη και υγρασία υπάρχει στην δομή του ξύλου που χρησιμοποιούμε, τόσο πιο ανοιχτόχρωμη θα είναι και η άκρη της κοπής.

### **1.7.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΞΥΛΟΥ ΜΕ LASER**

- Βασικό πλεονέκτημα των Laser αποτελεί το μικρό πλάτος κοπής, διότι συνεπάγεται με μικρή φθορά, εξοικονόμηση πρώτης ύλης και κατά συνέπεια μικρότερο κόστος παραγωγής.
- Η ικανότητα και η ευελιξία που διαθέτουν τα Laser στο να αρχίζουν και να σταματούν την κοπή σε οποιοδήποτε σημείο του προϊόντος, επιτρέπει την δημιουργία σχημάτων με διάφορες διαστάσεις και μορφές σε οποιαδήποτε σημεία των ξυλοπλακών.
- Παρουσιάζουν επίσης την δυνατότητα σύνδεσης και συνεργασίας με Η/Υ και συστήματα CAD/CAM η οποία αφενός ενισχύει το πλεονέκτημα που προηγήθηκε και αφετέρου συντελεί στην μείωση του κόστους παραγωγής και στην βελτίωση της ποιότητας ακρίβειας των τομών και σχημάτων.
- Διαθέτει υψηλή ποιότητα και λείες άκρες κοπής όταν πρόκειται για μικρά πάχη.
- Δεν δημιουργούνται υπολείμματα σκόνης, επομένως δεν χρειάζεται καθαρισμός της μηχανής και του περιβάλλοντος χώρου.
- Η κοπή ξύλου με Laser λειτουργεί χωρίς την παραγωγή έντονου θορύβου, σε σύγκριση με τα θορυβώδη μηχανήματα πρίσεως και κοπής με πριόνια και μαχαίρια.

- Παρουσιάζεται έλλειψη φθοράς κεφαλής και συντήρησης των μηχανικών κοπτικών εργαλείων.
- Σχετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.
- Τέλος, διαθέτουν σχετικά εύκολο χειρισμό, ιδιαίτερα σε σύγκριση με τα κοινά μηχανήματα κατεργασίας.

### **1.7.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΞΥΛΟΥ ΜΕ LASER**

- Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα της κοπής ξύλου με ακτίνες Laser, αποτελεί η απανθράκωση των επιφανειών κοπής ιδιαίτερα σε ξύλα ή προϊόντα ξύλου με μεγάλο πάχος. Το πρόβλημα αυτό γίνεται ιδιαίτερα ορατό όταν οι επιφάνειες αυτές, χρησιμοποιούνται παραπέρα για συγκόλληση και βαφή.
- Βασικό μειονέκτημα των Laser θεωρείται επίσης και η χαμηλή ταχύτητα κοπής, ιδιαίτερα σε μεγάλα πάχη και σε αυξημένες ποιοτικές απαιτήσεις κοπής. Είναι προφανές, πως μεγάλες ταχύτητες κοπής απαιτούν μηχανήματα υψηλής ισχύος και δυσανάλογα μεγάλου κόστους αγοράς και λειτουργίας.
- Τέλος, παρουσιάζεται πιθανότητα ανάφλεξης τεμαχίου, στην περίπτωση που ο χειριστής δεν είναι εξειδικευμένος στην κοπή ξύλου με ακτίνες Laser.

## **1.8. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΜΕ LASER**

### **1.8.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΜΕ LASER**

Στην κοπή με τεχνολογία Laser παρουσιάζονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Στην κοπή με χρήση τεχνολογίας Laser παρουσιάζεται υψηλή ακρίβεια. Ακόμη, το Laser, σε συνδυασμό με την τεχνολογία CNC, αποτελεί την μοναδική τεχνολογία στην οποία επιτρέπεται η κοπή ή η χάραξη πολύπλοκων σχημάτων. Επίσης, με την χρήση του φακού εστίασης δημιουργεί το ανάλογο πάχος στην δέσμη κοπής.
- Εξαιρετική ποιότητα κοπής.
- Μικρό πλάτος ίχνους κοπής-εντομής (kerf).
- Υψηλή ταχύτητα κοπής.
- Μικρότερη θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη σε σχέση με διάφορες άλλες θερμικές μεθόδους κοπής.
- Πολύ μικρή εφαρμογή θερμότητας, στην περιοχή του ίχνους κοπής, γεγονός που οδηγεί στην ελάχιστη δυνατή παραμόρφωση του κατεργασμένου υλικού.

- Κοπή πολλών διαφορετικών υλικών.
- Χρήση του ίδιου εργαλείου για κοπή και χάραξη.
- Δυνατότητα κοπής πολύπλοκων σχημάτων, μικρών και φρεζαριστών κοπών.
- Απουσία επαφής ανάμεσα στο υλικό και στο εργαλείο κοπής του, με αποτέλεσμα να μην ασκείται καμιά δύναμη στο αντικείμενο που κατεργάζεται.
- Εύκολος και γρήγορος έλεγχος της ισχύος του Laser πάνω σε μια πλατιά περιοχή (1-100%), που καθιστά δυνατή τη μείωση της ισχύος όταν κόβουμε απότομες και πολύ μικρές γωνίες.
- Το επίστρωμα του οξειδίου που σχηματίζεται πάνω στην επιφάνεια κοπής, είναι πολύ λεπτό και απομακρύνεται εύκολα.
- Λειτουργία χωρίς έντονο θόρυβο.
- Ελάχιστη έως μηδενική φθορά της εργαλειομηχανής.

### **1.8.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΟΠΗΣ ΜΕ LASER**

Στην κοπή με τεχνολογία Laser παρουσιάζονται τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Η κοπή πλαστικών υλικών απαιτεί καλά αεριζόμενο περιβάλλον, καθώς παράγει τοξικούς καπνούς (αναθυμιάσεις) από το λιωμένο υλικό.
- Περιορισμοί των υλικών κοπής. Ο χαλκός και το αλουμίνιο δε κόβονται με τεχνολογία Laser γιατί αντανακλούν πολύ φως και έχουν μεγάλο πάχος. Επίσης διαφανή και εύθραυστα υλικά όπως το γυαλί και το κρύσταλλο.
- Απαιτείται υψηλή ενέργεια για την λειτουργία του Laser.
- Παρόλο που η κοπή με Laser είναι μια γρήγορη διαδικασία, ο ρυθμός παραγωγής εξαρτάται από τον τύπο του Laser, καθώς επίσης και από το πάχος και είδος του υλικού.
- Υψηλό κόστος αγοράς μηχανής, κυρίως για μικρά μηχανουργία.
- Χειρισμό από εξειδικευμένο χρήστη.

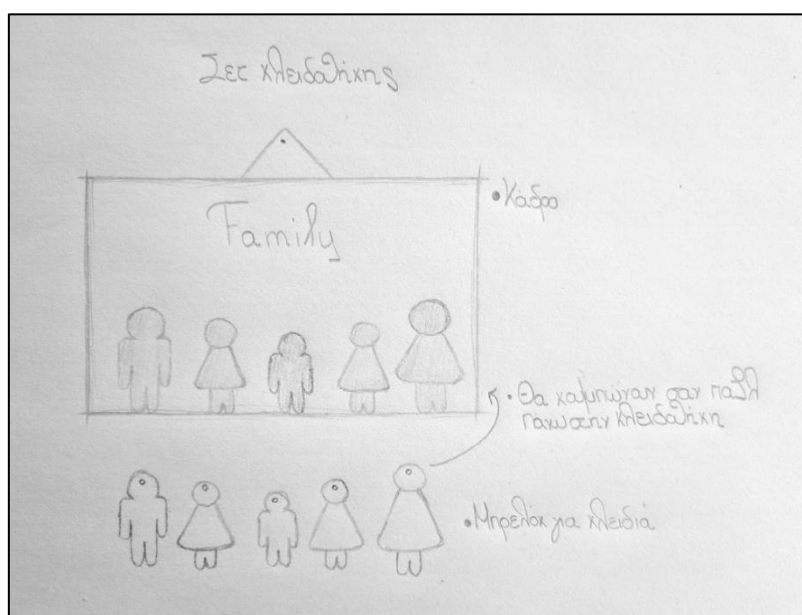
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1. ΑΡΧΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ – ΣΚΙΤΣΑ

Ένα από τα βασικότερα στάδια του σχεδιασμού αντικειμένων, είναι το στάδιο παραγωγής ιδεών. Οι ιδέες που αποτυπώνονται στο χαρτί με την μορφή σκίτσων, αποκτούν σχήμα και εξετάζονται τα πιθανά χαρακτηριστικά που θέλουμε να έχει το τελικό προϊόν μας. Σκοπός αυτής της εργασίας, είναι ο σχεδιασμός και η κατασκευή προϊόντων με την χρήση εργαλειομηχανής κοπής λέιζερ (CO<sub>2</sub>). Στόχος μου λοιπόν είναι η δημιουργία πρακτικών προϊόντων τα οποία θα χαρακτηρίζονται από ανθεκτικότητα αλλά θα είναι και φιλικά προς το περιβάλλον.

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν οι αρχικές ιδέες, όπου μέσα από την εξέλιξη και ανάπτυξη τους θα καταλήξουμε στις τελικές ιδέες που επιλέχθηκαν.

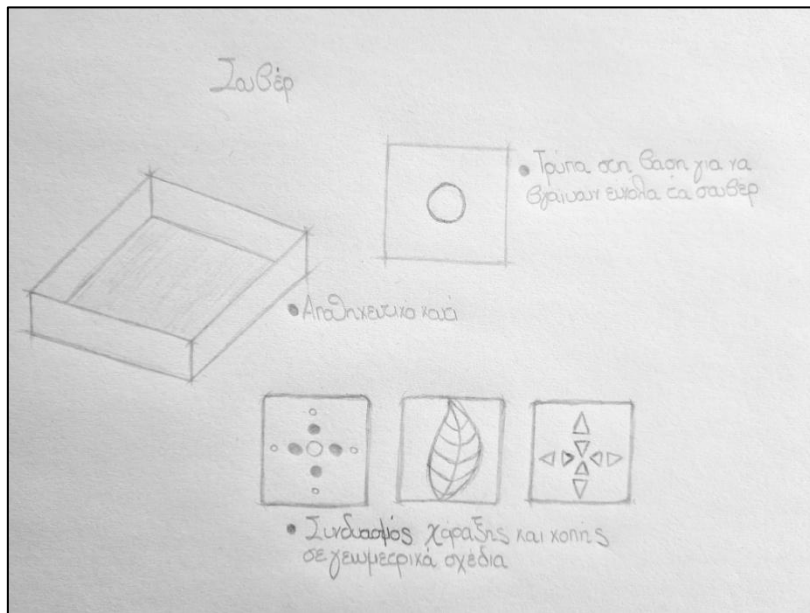
- ΣΕΤ ΚΛΕΙΔΟΘΗΚΗΣ



Εικόνα 1: Αρχικό σκίτσο για το σετ κλειδοθήκης

ΙΔΕΑ: Κατασκευή μιας πρωτότυπης κλειδοθήκης τοίχου σε μορφή κάδρου, που θα περιλαμβάνει μπρελόκ για κλειδιά, τα οποία θα προορίζονται να «κουμπώνουν» πάνω στην τάβλα σαν πάζλ.

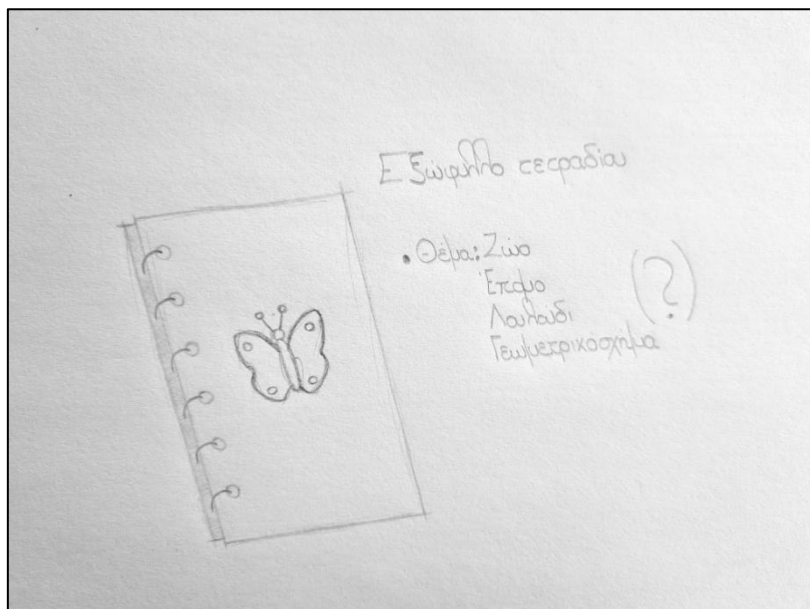
- **ΣΟΥΒΕΡ**



**Εικόνα 2: Αρχικό σκίτσο για τα σουβέρ**

ΙΔΕΑ: Κατασκευή ενός σετ από χρήσιμα σουβέρ για τα ποτήρια, με γεωμετρικά σχέδια τα οποία θα αποθηκεύονται μέσα σε μία βάση. Η βάση στο κάτω μέρος της θα έχει ένα κενό το οποίο θα βοηθά στην εύκολη εξαγωγή των σουβέρ.

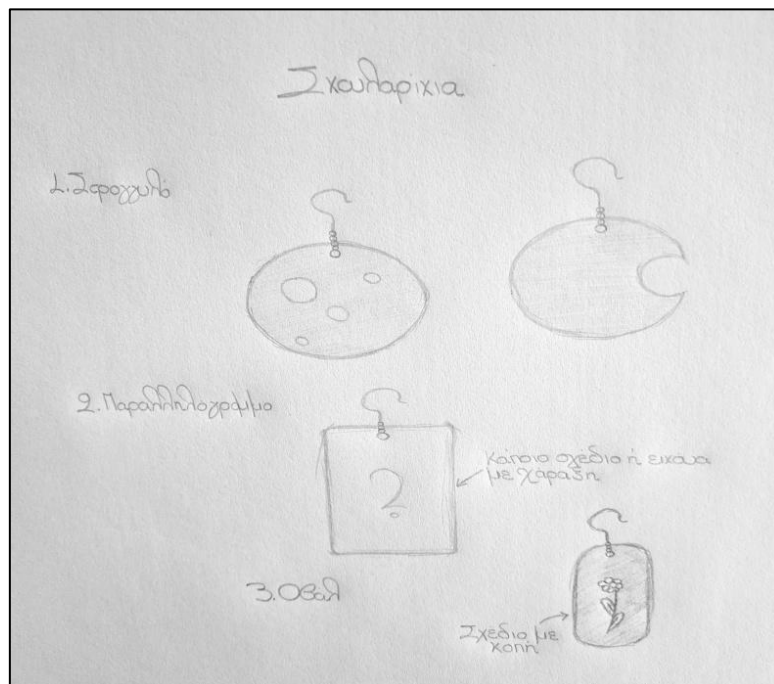
- **ΤΕΤΡΑΔΙΟ**



**Εικόνα 3: Αρχικό σκίτσο για το τετράδιο**

ΙΔΕΑ: Κατασκευή εξώφυλλου και οπισθόφυλλου για ένα σπирάλ τετράδιο, όπου το εξώφυλλο του θα διακοσμείται από κάποιο γεωμετρικό μοτίβο.

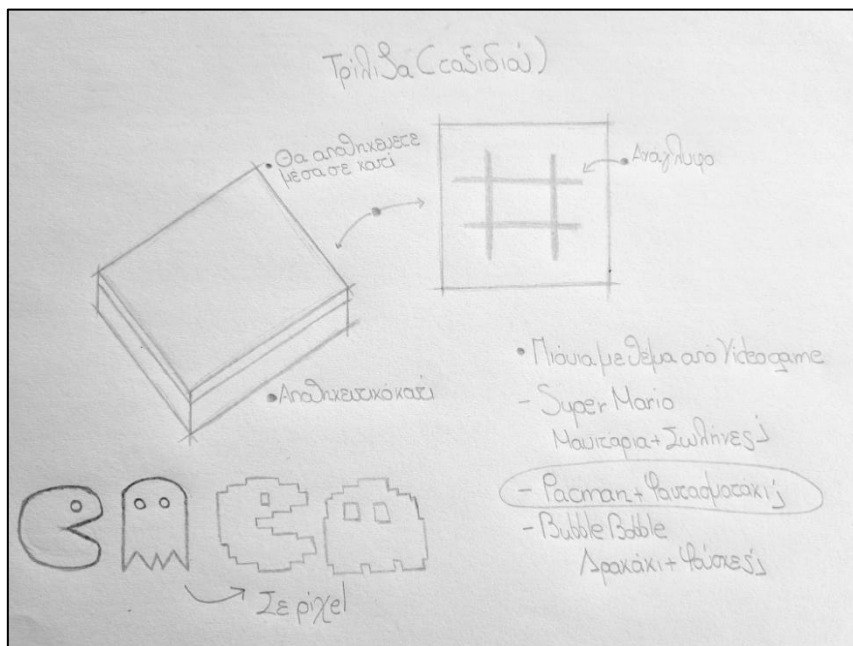
- **ΣΚΟΥΛΑΡΙΚΙΑ**



Εικόνα 4: Αρχικά σκίτσα για τα σκουλαρίκια

ΙΔΕΑ: Κατασκευή κοσμημάτων με διαφορετικά σχήματα και σχέδια.

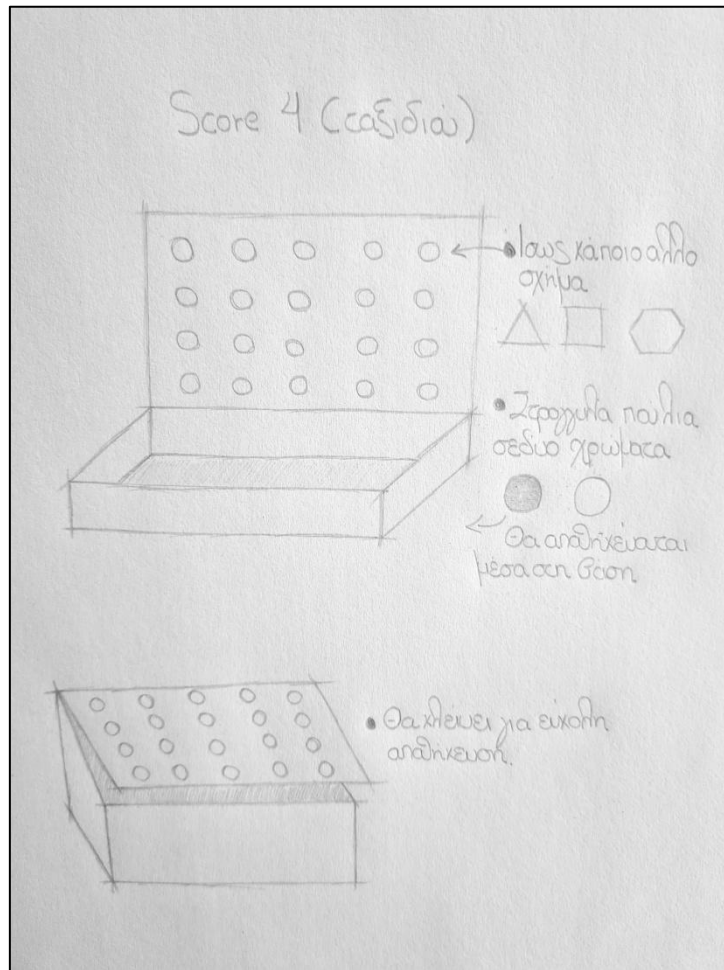
- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΡΙΛΙΖΑΣ**



Εικόνα 5: Αρχικό σκίτσο για το παιχνίδι τρίλιζας

ΙΔΕΑ: Κατασκευή ενός portable κλασικού παιχνιδιού τρίλιζας με θέμα εμπνευσμένο από το γνωστό ηλεκτρονικό παιχνίδι PacMan. Τα πόνια θα έχουν την μορφή του PacMan και του φαντάσματος αντί για την συνηθισμένη μορφή τους. Θα μπορεί να αποθηκεύεται μέσα σε κουτί μαζί με τα πόνια για εύκολη μεταφορά.

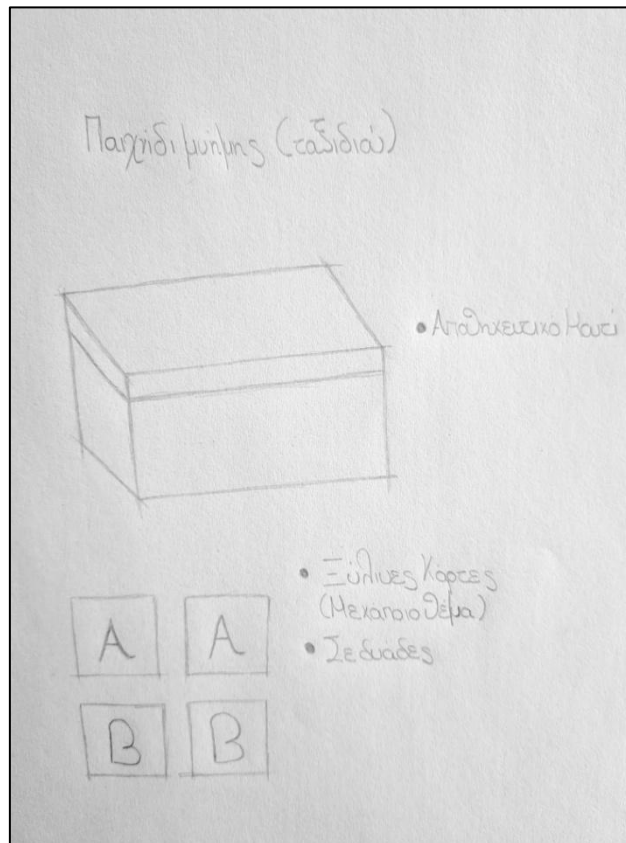
- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ SCORE 4**



**Εικόνα 6: Αρχικό σκίτσο για το παιχνίδι score 4**

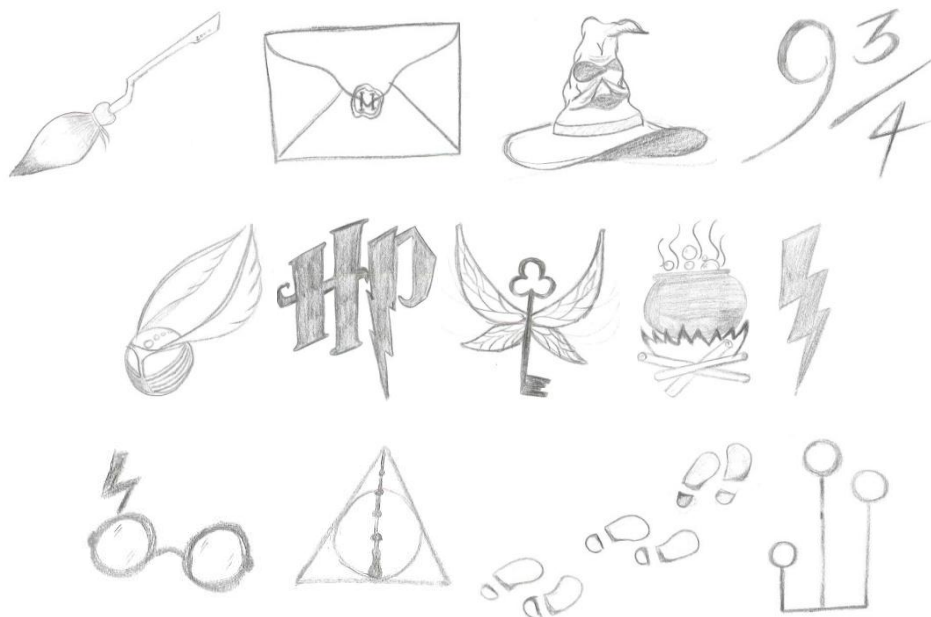
ΙΔΕΑ: Κατασκευή ενός portable επιτραπέζιου παιχνιδιού score 4 το οποίο θα κλείνει παίρνοντας την μορφή κουτιού μέσα στο οποίο θα αποθηκεύονται τα πούλια. Το κλασικό στρογγυλό σχήμα που έχουν τα κενά θα αλλάξει με κάποιο άλλο γεωμετρικό σχήμα η σχέδιο.

- ΠΑΙΧΝΙΑΙ ΜΝΗΜΗΣ

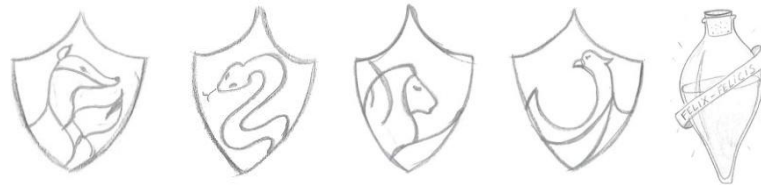


Εικόνα 7: Αρχικό σκίτσο για το παιχνίδι μνήμης

ΙΔΕΑ: Κατασκευή ενός portable παιχνιδιού μνήμης το οποίο θα περιλαμβάνει κάρτες σε ζευγάρια που θα αποθηκεύονται όλες μέσα σε ένα κουτί. Οι κάρτες θα έχουν ως θέμα την γνωστή ταινία Harry Potter.

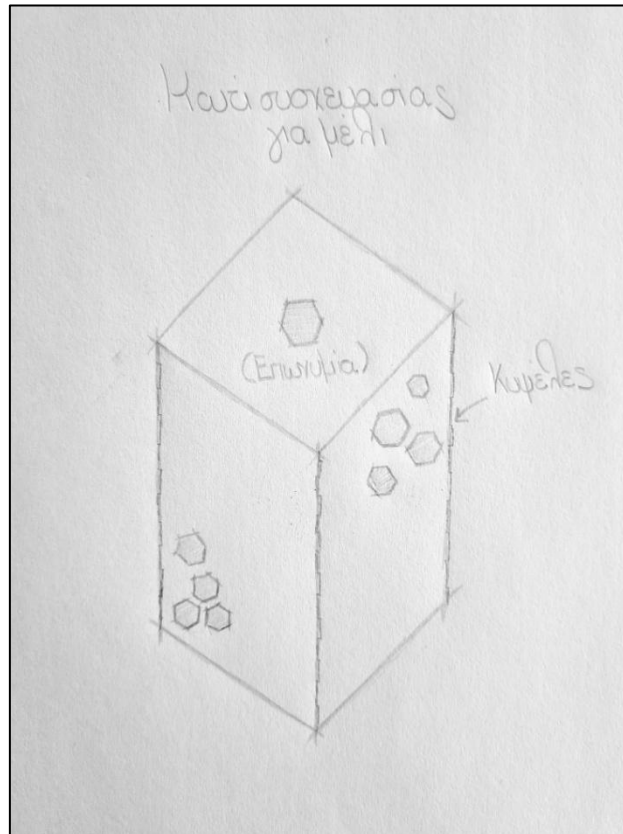






Εικόνα 8: Αρχικά σκίτσα για τις κάρτες μνήμης

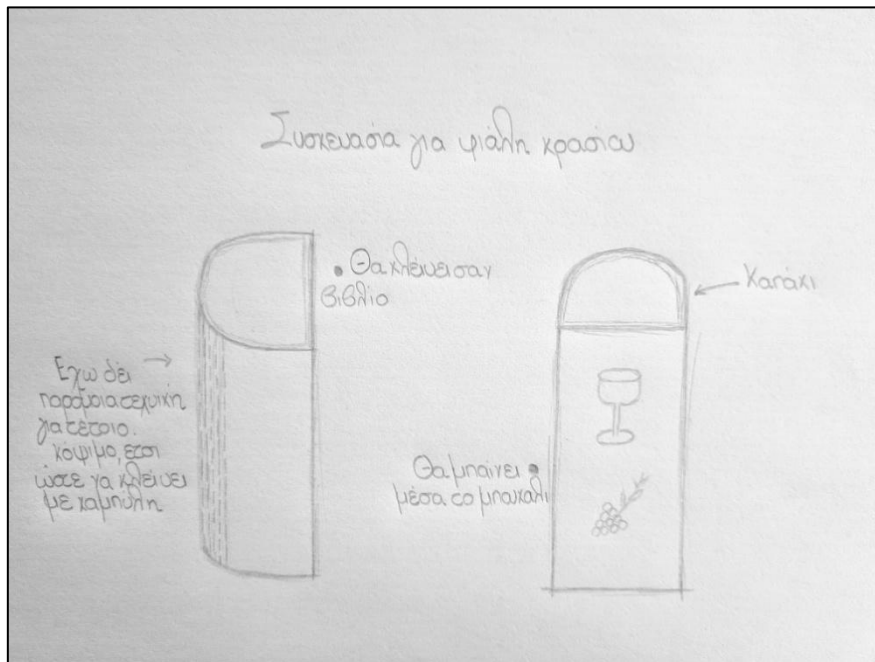
- **ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΕΛΙΟΥ**



Εικόνα 9: Αρχικό σκίτσο για την συσκευασία μελιού.

ΙΔΕΑ: Κατασκευή συσκευασίας για βάζο μελιού, η οποία θα μπορεί να προσφέρεται και ως δώρο κατά την αγορά του προϊόντος στον πελάτη. Επάνω στο καπάκι της συσκευασίας θα υπάρχει μια τρύπα για εύκολο άνοιγμα, ενώ στις όψεις του κουτιού θα υπάρχει κενό σε περίπτωση που ο παραγωγός θέλει να προσθέσει το λογότυπο ή κάποιες πληροφορίες.

- **ΘΗΚΗ ΚΡΑΣΙΟΥ**



**Εικόνα 10: Αρχικό σκίτσο για την θήκη κρασιού**

ΙΔΕΑ: Κατασκευή θήκης για μπουκάλι κρασί, η οποία όπως και με την συσκευασία μελιού θα μπορεί να προσφέρεται και ως δώρο κατά την αγορά του προϊόντος στον πελάτη. Με μία ιδιαίτερη τεχνική κοψίματος, η θήκη θα μπορεί να κλείνει με καμπύλη, ενώ στην μπροστινή όψη της θα μπορεί να φιλοξενήσει εξίσου το λογότυπο ή κάποιες πληροφορίες που θέλει ο παραγωγός.

## 2.2. ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Κατά τη διάρκεια της σχεδιαστικής διαδικασίας, έγιναν πολλές αλλαγές όσον αφορά τις διαστάσεις όπως επίσης και κάποιες που αφορούσαν την τελική μορφή των προϊόντων. Επομένως χάρη στις 3D δοκιμές που έγιναν δόθηκε το τελικό σχήμα, το οποίο θεωρούνταν ως το πιο ικανοποιητικό για κάθε ένα προϊόν.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι τρισδιάστατες τελικές απεικονίσεις των προϊόντων, που δημιουργήθηκαν με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Creo Parametric.

- **ΣΕΤ ΚΛΕΙΔΟΘΗΚΗΣ**



Εικόνα 11: Φωτορεαλιστική απεικόνιση για το σετ κλειδοθήκης

- **ΣΟΥΒΕΡ**



Εικόνα 12: Φωτορεαλιστική απεικόνιση των σουβέρ και της βάσης τους



Εικόνα 13: Φωτορεαλιστική απεικόνιση των σουβέρ μέσα στην βάση τους

- **ΤΕΤΡΑΔΙΟ**

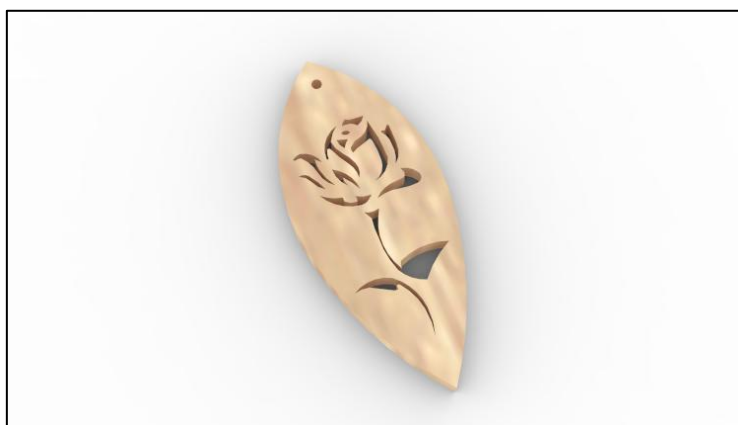


**Εικόνα 14: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του τετραδίου**

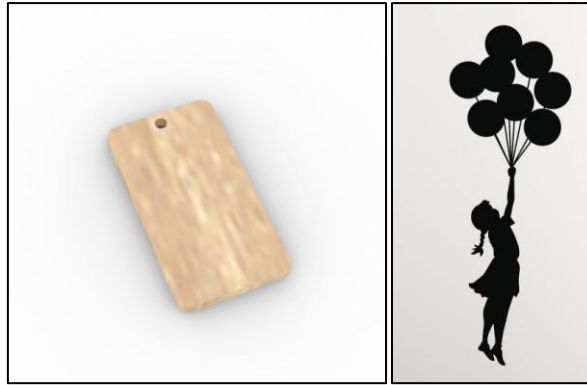
- **ΣΚΟΥΛΑΡΙΚΙΑ**



**Εικόνα 15: Φωτορεαλιστική απεικόνιση για το στρογγυλό σκουλαρίκι με σχέδιο πεταλούδας**



**Εικόνα 16: Φωτορεαλιστική απεικόνιση για το οβάλ σκουλαρίκι με σχέδιο τριαντάφυλλο**



**Εικόνα 17:** Φωτορεαλιστική απεικόνιση για το παραλληλόγραμμο σκουλαρίκι πάνω στο οποίο θα χαραχθεί το σχέδιο δεξιά

- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΡΙΛΙΖΑΣ**

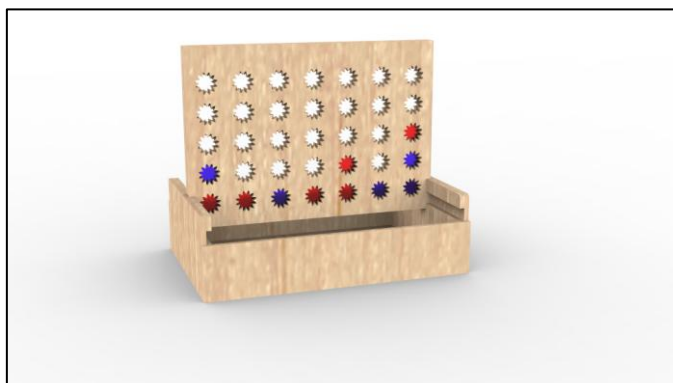


**Εικόνα 18:** Φωτορεαλιστική ανοιχτή απεικόνιση για το παιχνίδι τρίλιζας

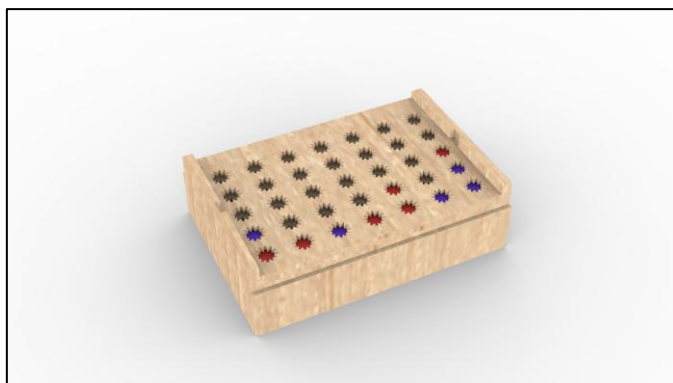


**Εικόνα 19:** Φωτορεαλιστική κλειστή απεικόνιση για το παιχνίδι τρίλιζας

- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΑΙ SCORE 4**



Εικόνα 20: Φωτορεαλιστική ανοιχτή απεικόνιση για το παιχνίδι score 4

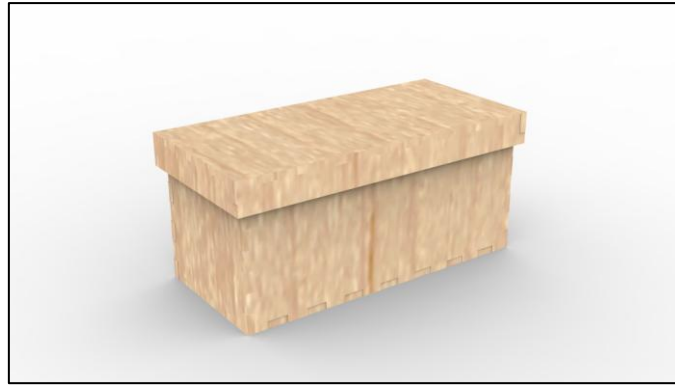


Εικόνα 21: Φωτορεαλιστική κλειστή απεικόνιση για το παιχνίδι score 4

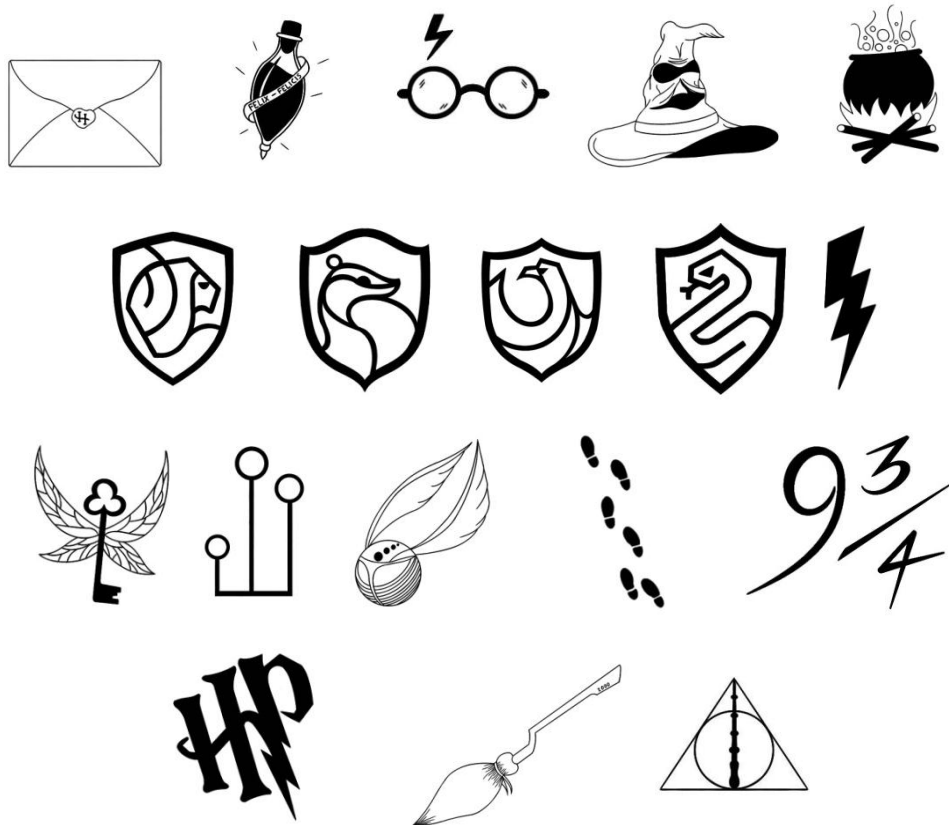
- **ΠΑΙΧΝΙΑΙ ΜΝΗΜΗΣ**



Εικόνα 22: Φωτορεαλιστική ανοιχτή απεικόνιση για το παιχνίδι μνήμης



Εικόνα 23: Φωτορεαλιστική κλειστή απεικόνιση για το παιχνίδι μνήμης



Εικόνα 24: Τελικά σχέδια επεξεργασμένα στο σχεδιαστικό πρόγραμμα SketchBook τα οποία θα χαραχθούν πάνω στις κάρτες

- **ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΕΛΙΟΥ**



Εικόνα 25: Φωτορεαλιστική απεικόνιση για την συσκευασία μελιού

- **ΘΗΚΗ ΚΡΑΣΙΟΥ**



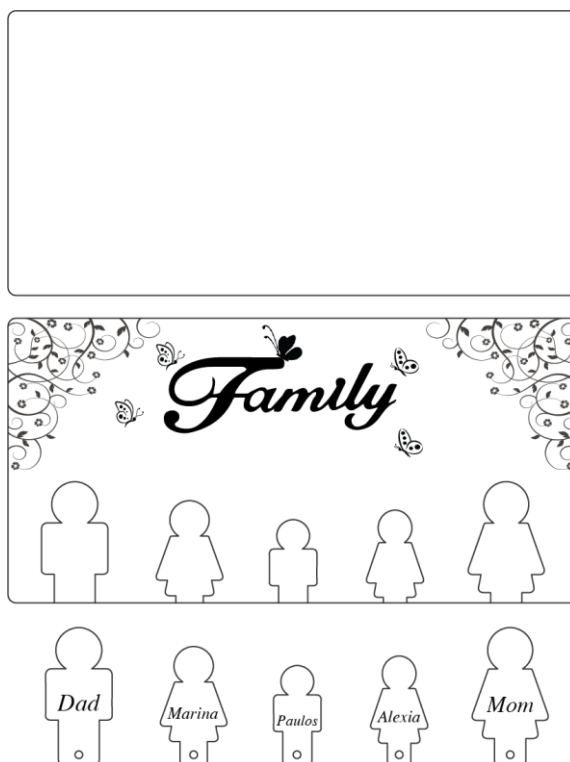
Εικόνα 26: Φωτορεαλιστική απεικόνιση για την θήκη κρασιού

### **2.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ ΛΕΙΖΕΡ**

Έχοντας καταλήξει διαμορφώσει την τελική ιδέα και μορφή των προϊόντων, σειρά έχει η μετατροπή των σχεδίων σε αρχεία με διανυσματική μορφή (Vectors), η επεξεργασία των οποίων έγινε με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Adobe Illustrator. Για κάθε σχέδιο υπολογίζονται οι απαραίτητες διαστάσεις όπως ύψος, μήκος και κατόπιν γίνεται εξαγωγή τους σε αρχείο με μορφή PDF, DXF ή DWG.



- ΣΕΤ ΚΛΕΙΔΟΘΗΚΗΣ

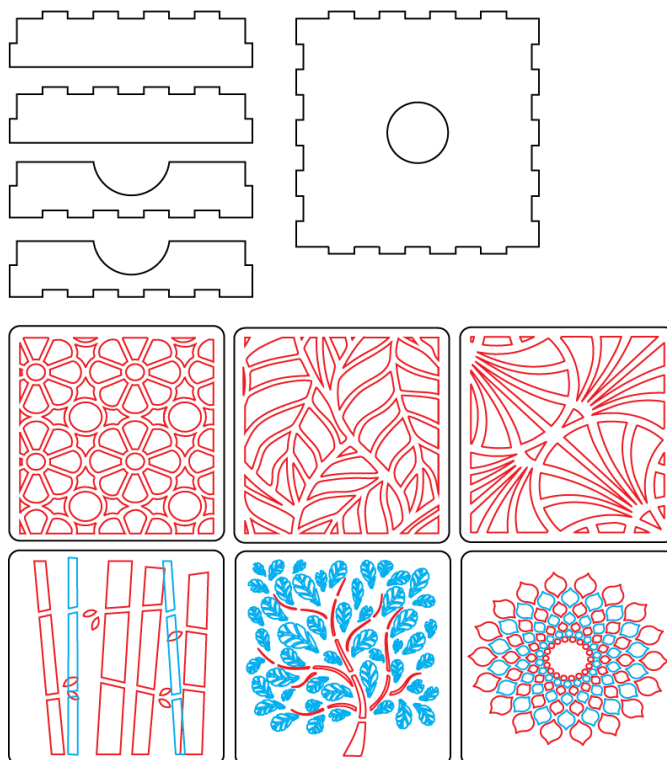


Εικόνα 27: Μορφή Vector για το σετ κλειδοθήκης

#### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

- Τα μπρελόκ προορίζονται για να «κουμπώνουν» πάνω στην τάβλα συγκράτησης των κλειδιών τις οικογένειες.
- Η συγκράτηση τους μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:
  1. Υπολογισμός διαστάσεων των μπρελόκ και των αντίστοιχων θέσεων τους, με συνυπολογισμό της φύρας του υλικού κατά τη διάρκεια της κοπής ώστε να σφηνώνουν.
  2. Με τη χρήση μαγνητικής ταινίας.
- Η γραμμή που ορίζει το περιθώριο της τάβλας, στα σημεία όπου βρίσκεται το κάτω μέρος των θέσεων των κλειδιών, δεν είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί κατά τον σχεδιασμό, γιατί δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα της κοπής, ούτε η αφαίρεση του εξοικονομεί σημαντικό χρόνο κοπής σε αυτήν την περίπτωση.
- Η εγκοπή για τον κρίκο των μπρελόκ, πρέπει απέχει τουλάχιστον 2mm από τα όρια (εξωτερικά) της κατασκευής.
- Θα χρησιμοποιηθούν αρχεία .jpeg για τα λουλούδια και τις πεταλούδες που θα χαραχθούν.

- **ΣΟΥΒΕΡ**

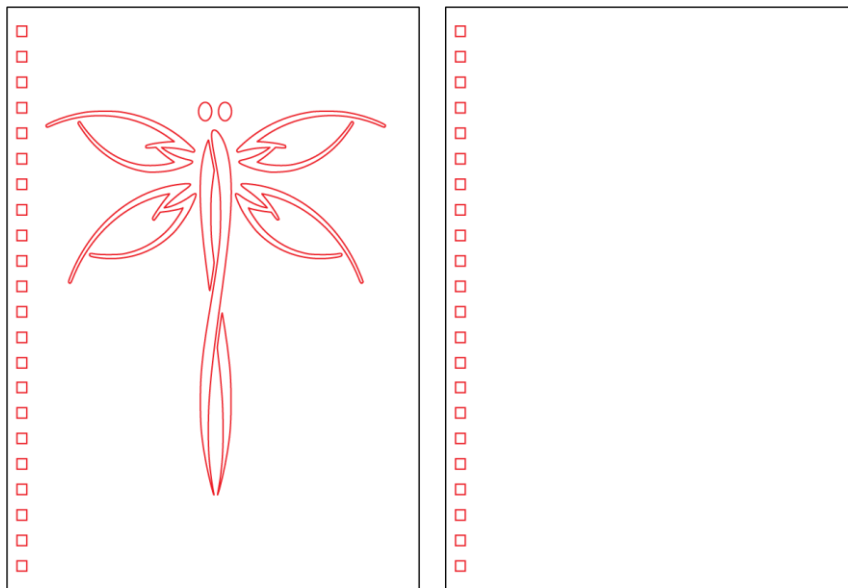


Εικόνα 28: Μορφή Vector για τα σουβέρ και της βάσης τους

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:**

- Η κατασκευή της βάσης απαρτίζεται από κομμάτια ξύλου που εφαρμόζουν το ένα στο άλλο.
- Για τον σχεδιασμό της βάσης υπό την προϋπόθεση ότι το υλικό κατασκευής θα είναι πάχους 3 mm, δημιουργήθηκαν «δοντάκια» - εξοχές 3mm. Αντίστοιχα, εάν το υλικό είχε πάχος 5mm, τα δοντάκια θα ήταν 5mm και ούτω κάθε εξής.
- Στα τρία εκ των έξι σουβέρ, παρουσιάζεται συνδυασμός κοπής - χάραξης για ένα αποτέλεσμα σχεδίου.
- Τα χρώματα κόκκινο και μαύρο αντιστοιχούν στη διαδρομή της κοπής, ενώ το γαλάζιο στη διαδρομή της χάραξης.

- **ΤΕΤΡΑΔΙΟ**

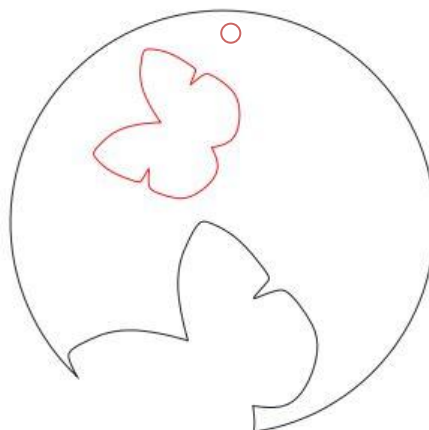


Εικόνα 29: Μορφή Vector για το τετράδιο

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:**

- Τα τετράγωνα στοιχεία στο εσωτερικό του σχεδίου που προορίζονται για κοπή απέχουν τουλάχιστον 2mm από τα όρια (εξωτερικά) της κατασκευής.

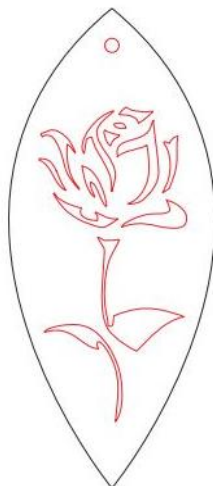
- **ΣΚΟΥΛΑΡΙΚΙΑ**



Εικόνα 30: Μορφή Vector για το στρογγυλό σκουλαρίκι με σχέδιο πεταλούδας

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

- Τα στοιχεία στο εσωτερικό που προορίζονται για κοπή απέχουν τουλάχιστον 2mm από τις άλλες ακμές του σχεδίου.



Εικόνα 31: Μορφή Vector για το οβάλ σκουλαρίκι με σχέδιο τριαντάφυλλο

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

- Η τρύπα απέχει τουλάχιστον 2mm από τα όρια (εξωτερικά) της κατασκευής.
- Οι κλειστές διαδρομές οριοθετούν τα περιθώρια της κοπής.

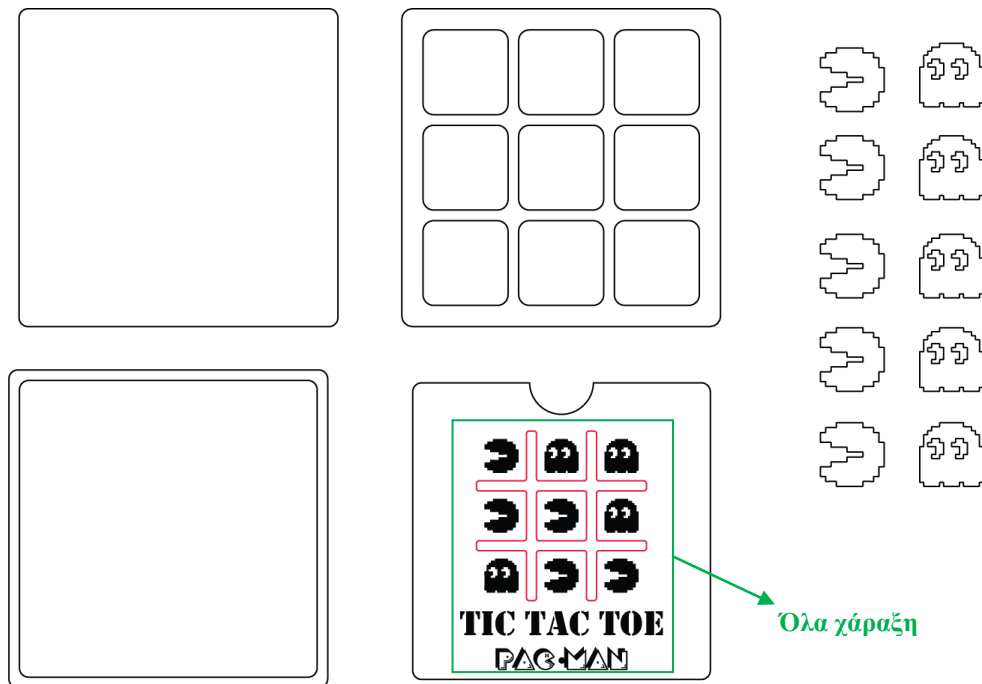


Εικόνα 32: Μορφή Vector για το παραλληλόγραμμο σκουλαρίκι με το σχέδιο της εικόνας

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

- Δημιουργήθηκε ένα πλαίσιο που περιβάλλει το σχέδιο που θα χαραχθεί.
- Η τρύπα απέχει τουλάχιστον 2mm από τα όρια (εξωτερικά) της κατασκευής.
- Θα χρησιμοποιηθεί αρχείο .jpeg του σχεδίου που θα χαραχθεί.

### • ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΡΙΛΙΖΑΣ

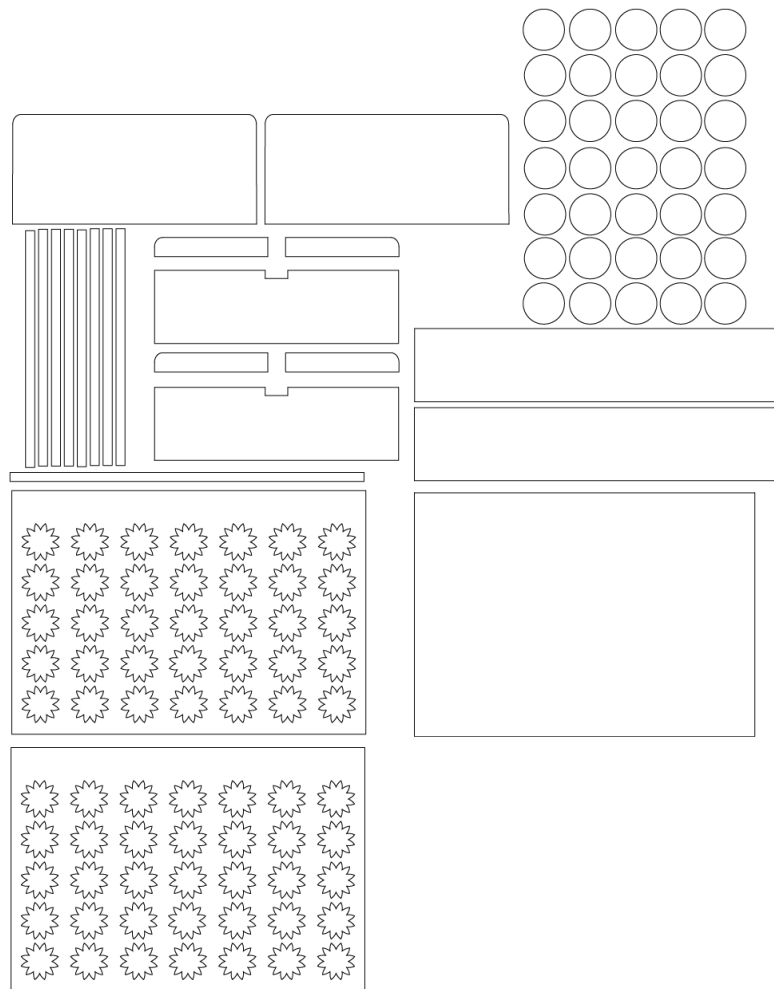


Εικόνα 33: Μορφή Vector για το παιχνίδι τρίλιζας

## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

- Θα χρησιμοποιηθεί αρχείο .jpeg για το λογότυπο Pac man που θα χαραχθεί.
- Τα σχέδια στο πράσινο πλαίσιο προορίζονται όλα για χάραξη.
- Οι κλειστές διαδρομές οριοθετούν τα περιθώρια της κοπής.

- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ SCORE 4**

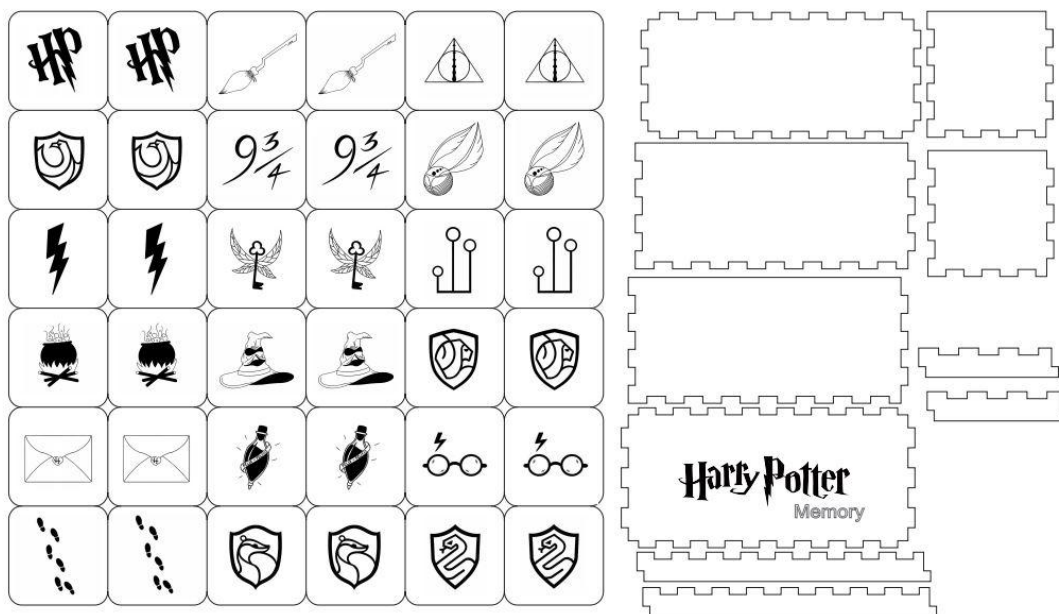


**Εικόνα 34: Μορφή Vector για το παιχνίδι score 4**

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:**

- Υπό την προϋπόθεση του υλικού, το οποίο είναι πάχους 3mm και λείας επιφάνειας, σχεδιάστηκαν ορθογώνια, τα οποία συναρμολογημένα αποτελούν μία βάση. Η διάταξη τους, επιπρόσθετα, επιτρέπει την στήριξη της «αρένας» οι οποία θα μπορεί να κλείνει συρταρωτά δίνοντας στο παιχνίδι την μορφή κουτιού μέσα στο οποίο θα μπορούν να αποθηκεύονται τα πούλια.

- ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΜΝΗΜΗΣ

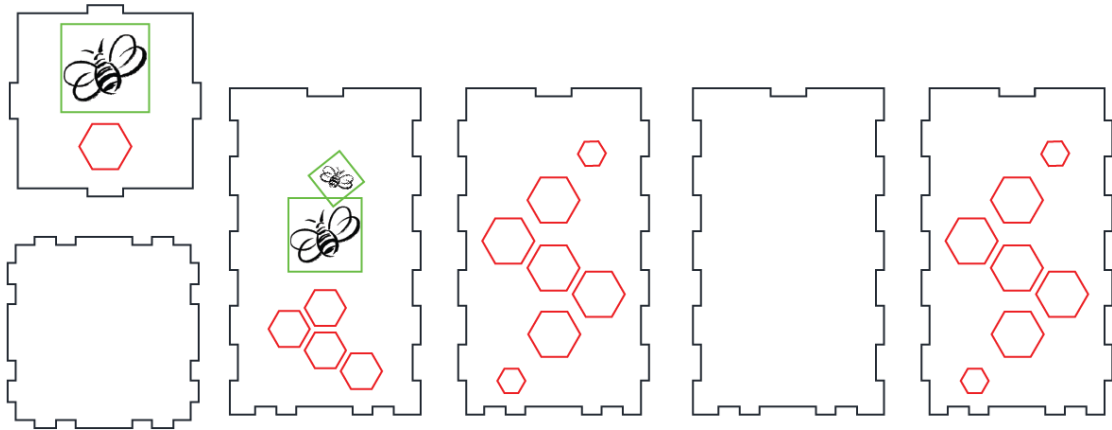


Εικόνα 35: Μορφή Vector για το παιχνίδι μνήμης

#### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

- Η κατασκευή του κουτιού απαρτίζεται από κομμάτια ξύλου που εφαρμόζουν το ένα στο άλλο.
- Για τον σχεδιασμό, υπό την προϋπόθεση ότι το υλικό κατασκευής θα είναι πάχους 3 mm, δημιουργήθηκαν «δοντάκια» - εξοχές 3mm.
- Για εξοικονόμηση χώρου, υλικού και χρόνου κοπής, οι κάρτες μοιράζονται κάποιες πλευρές τους. Σημαντικό κατά τη σχεδίαση, είναι να μην υπάρχουν διπλές γραμμές. Σε αυτήν την περίπτωση π.χ. οι κοινές γραμμές των κοινών πλευρών, θα πρέπει να υπάρχουν μία φορά ακόμη και αν συμπίπτουν ακριβώς, για να μην κάνει το λέιζερ δύο φορές την ίδια διαδρομή.
- Θα χρησιμοποιηθούν τα σχέδια για τις κάρτες που παρουσιάστηκαν παραπάνω, σε μορφή .jpeg τα οποία θα χαραχθούν.

- **ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΕΛΙΟΥ**



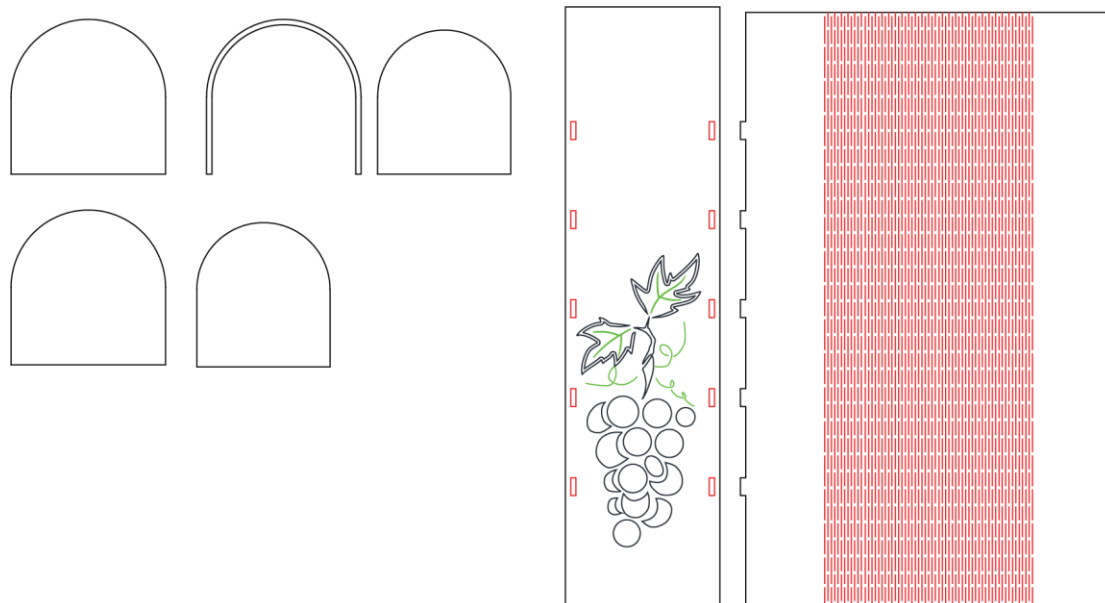
Εικόνα 36: Μορφή Vector για την συσκευασία μελιού

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:**

- Η κατασκευή του κουτιού απαρτίζεται από κομμάτια ξύλου που εφαρμόζουν το ένα στο άλλο.
- Για τον σχεδιασμό, υπό την προϋπόθεση ότι το υλικό κατασκευής θα είναι πάχους 3 mm, δημιουργήθηκαν «δοντάκια» - εξοχές 3mm.
- Για τον σχεδιασμό των εσωτερικών στοιχείων προς κοπή, λήφθηκε υπόψη η απόσταση μεταξύ αυτών και των περιθωρίων του κουτιού να ξεπερνάει τα 2mm τουλάχιστον. Αυτό γιατί το εναπομένον υλικό που βρίσκεται μεταξύ των κενών χώρων είναι εκτεθειμένο και εύθραυστο, οπότε έχει πολλές πιθανότητες να σπάσει με πάχος μικρότερο των 2mm.
- Στις όψεις του κουτιού μπορεί να συμπεριληφθεί το λογότυπο ή κάποιες πληροφορίες του παραγωγού, είτε με την μέθοδο της χάραξης είτε με της κοπής (ανάλογα το σχέδιο). Τα σχέδια που τοποθετήθηκαν εδώ, αντιπροσωπεύουν τις δυνατότητες της κατασκευής με laser cut.
- Θα χρησιμοποιηθεί το αρχείο σε μορφή .jpeg του σχεδίου που βρίσκεται στο πράσινο πλαίσιο για να χαραχθεί.



## • ΘΗΚΗ ΚΡΑΣΙΟΥ



Εικόνα 37: Μορφή Vector για την θήκη κρασιού

### ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

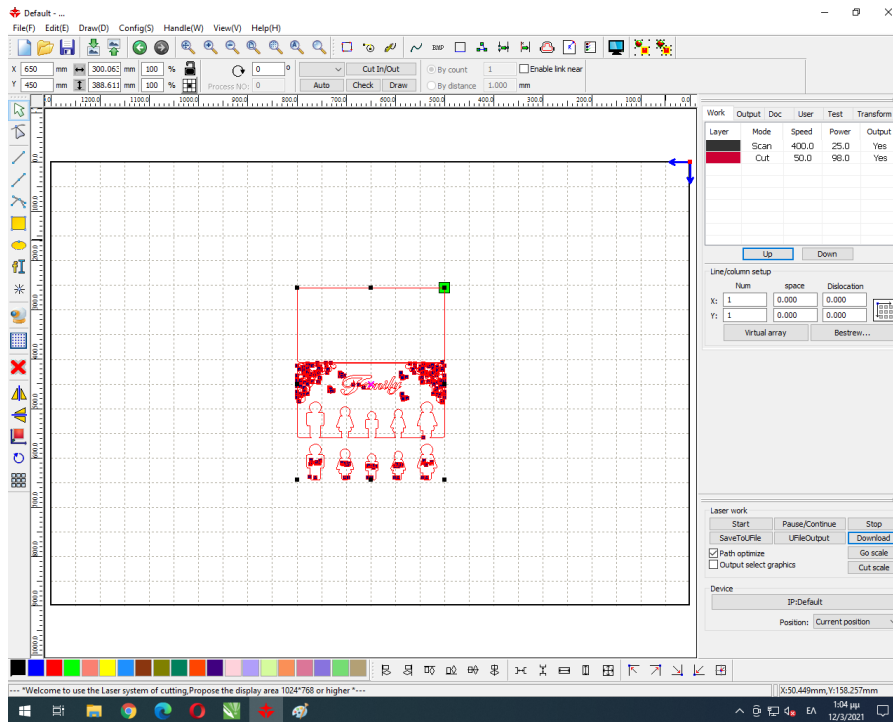
- Η κατασκευή του κουτιού απαρτίζεται από κομμάτια ξύλου που εφαρμόζουν το ένα στο άλλο.
- Για τον σχεδιασμό, υπό την προϋπόθεση ότι το υλικό κατασκευής θα είναι πάχους 3 mm, δημιουργήθηκαν «δοντάκια» - εξοχές 3mm.
- Οι διαδοχικές εγκοπές στην επιφάνεια του ξύλου (living hints), του παρέχουν ελαστικότητα και ευλυγισία που δεν έχει από τη φύση του. Αυτό επιτρέπει στο ξύλο να καμπυλώσει και να δώσει την συγκεκριμένη μορφή στην κατασκευή.
- Η μπροστινή όψη της συσκευασίας παραμένει ευθεία για να μπορέσει να «φιλοξενήσει» το λογότυπο ή κάποιες πληροφορίες του παραγωγού.
- Ο πάτος και το καπάκι, διασφαλίζουν την συγκρότηση της κατασκευής χάρη στη μορφή τους.
- Για τον σχεδιασμό των εσωτερικών στοιχείων προς κοπή, λήφθηκε υπόψη απόσταση μεταξύ αυτών και των περιθωρίων του κουτιού να ξεπερνάει τα 2mm τουλάχιστον έτσι ώστε να αποφευχθεί η ευθραυστότητα.

## 2.4. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΚΟΠΗ

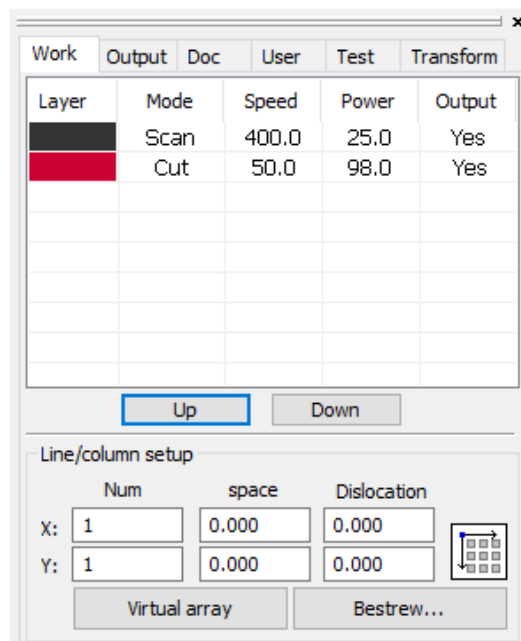
Εφόσον έχει ολοκληρωθεί η μετατροπή των σχεδίων σε αρχεία με διανυσματική μορφή (Vectors), το επόμενο βήμα που ακολουθεί είναι η εισαγωγή τους στο πρόγραμμα του Laser όπου προσαρμόζουμε για κάθε σχέδιο τις ρυθμίσεις κοπής και χάραξης, ανάλογα με την διαδικασία που θα ακολουθήσουμε καθώς επίσης και με το είδος υλικού που θα χρησιμοποιήσουμε. Στην προκειμένη περίπτωση το

υλικό που θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή των προϊόντων, είναι κόντρα πλακέ με πάχος 3mm.

- **ΣΕΤ ΚΛΕΙΔΟΘΗΚΗΣ**



**Εικόνα 38: Προετοιμασία για το σετ κλειδοθήκης στο πρόγραμμα του Laser**

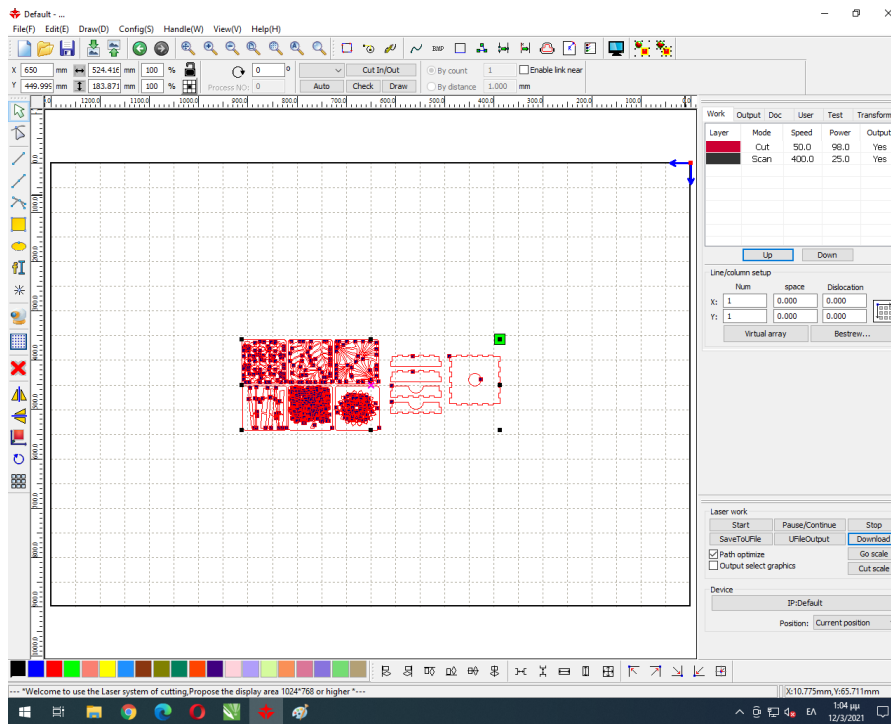


**Εικόνα 39: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για το σετ κλειδοθήκης**

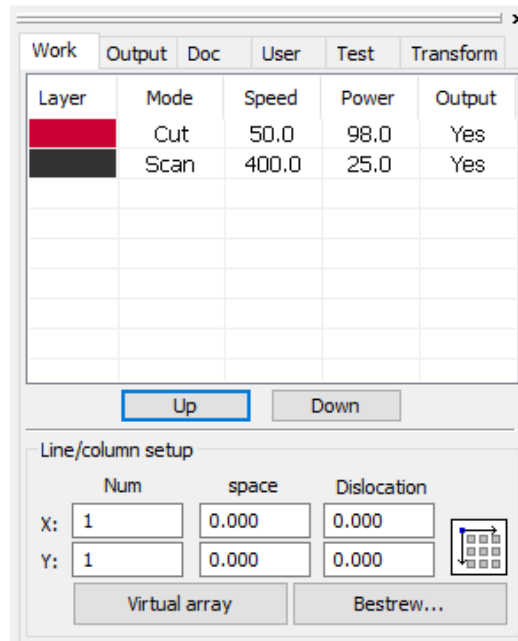
**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για χάραξη, μέγιστη δύναμη 25% και ταχύτητα 400mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή,

μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s. Για την διαδικασία της χάραξης καλό θα ήταν να γίνει η χρήση της εντολής «independent output» από τις επιλογές χάραξης του software του λείζερ για εξοικονόμηση χρόνου.

- ΣΟΥΒΕΡ



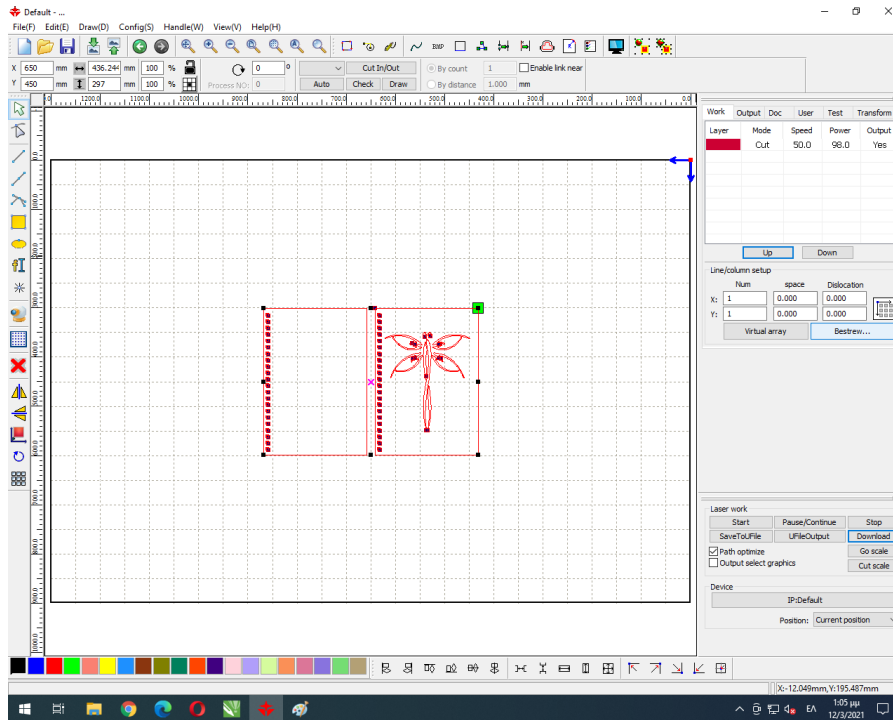
Εικόνα 40: Προετοιμασία για τα σουβέρ στο πρόγραμμα του Laser



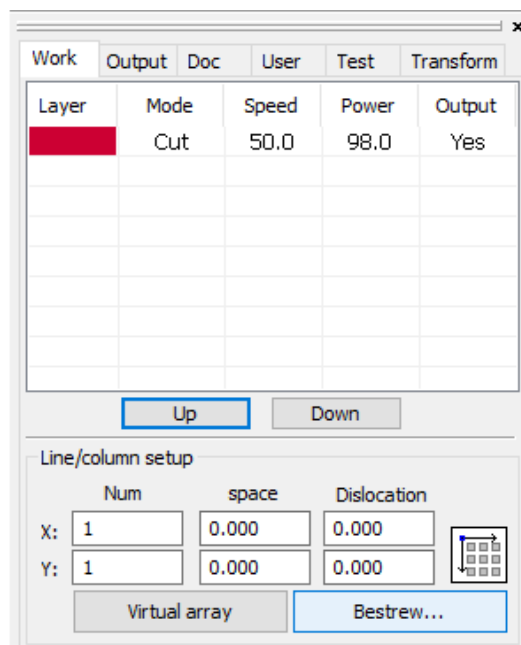
Εικόνα 41: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για τα σουβέρ

ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ: Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για χάραξη, μέγιστη δύναμη 25% και ταχύτητα 400mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.

- **ΤΕΤΡΑΔΙΟ**



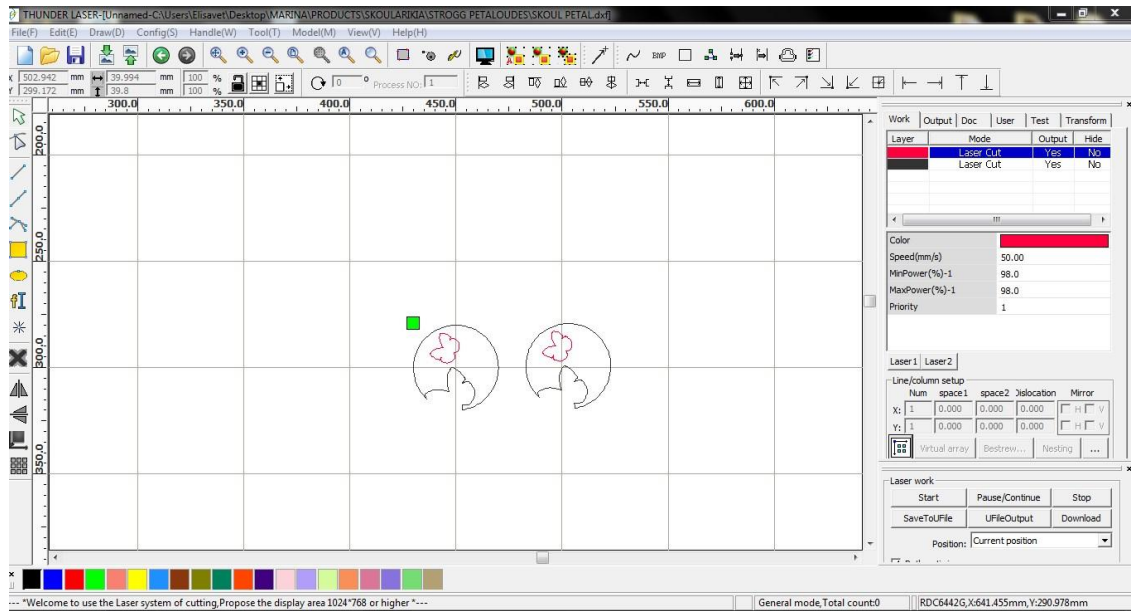
**Εικόνα 42: Προετοιμασία για το τετράδιο στο πρόγραμμα του Laser**



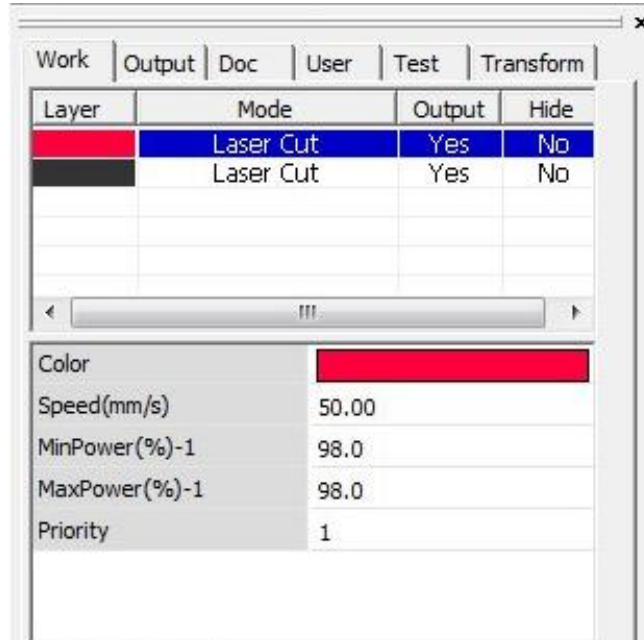
**Εικόνα 43: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για το τετράδιο**

**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο αποτελείται από ένα layer κόκκινο. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.

- **ΣΚΟΥΛΑΡΙΚΙΑ**



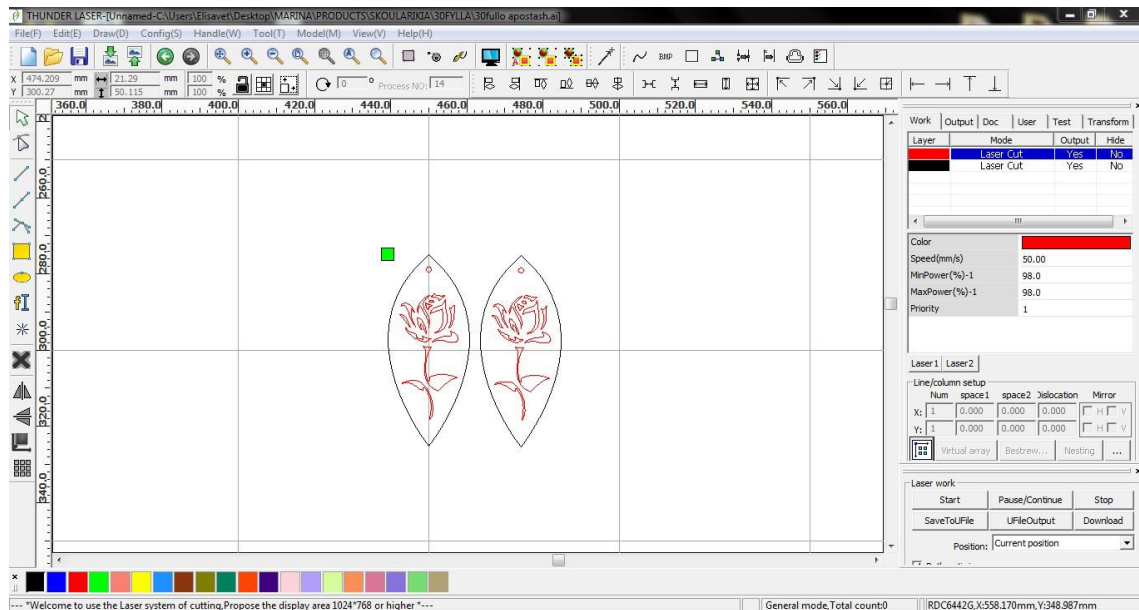
**Εικόνα 44: Προετοιμασία για τα στρογγυλά σκουλαρίκια στο πρόγραμμα του Laser**



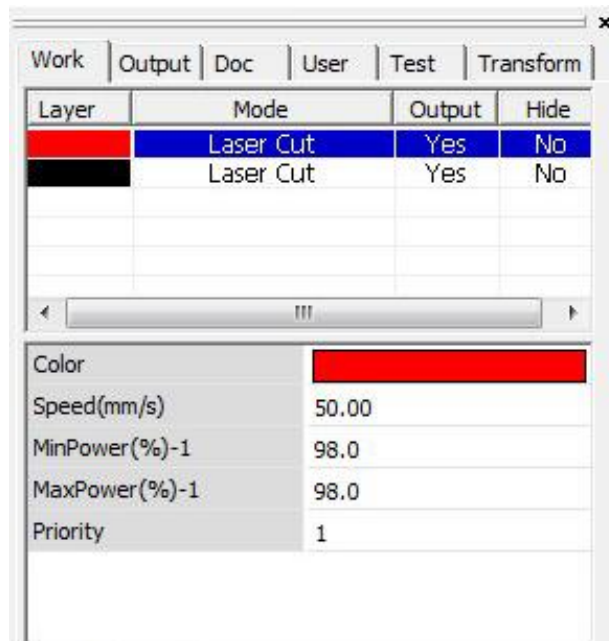
**Εικόνα 45: Ρυθμίσεις κοπής για τα στρογγυλά σκουλαρίκια**

**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε τις ρυθμίσεις για την κοπή του περιγράμματος του σχεδίου, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s. Στο κόκκινο layer

προσαρμόζουμε τις ρυθμίσεις για την κοπή της εσωτερικής πεταλούδας και της τρύπας, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.

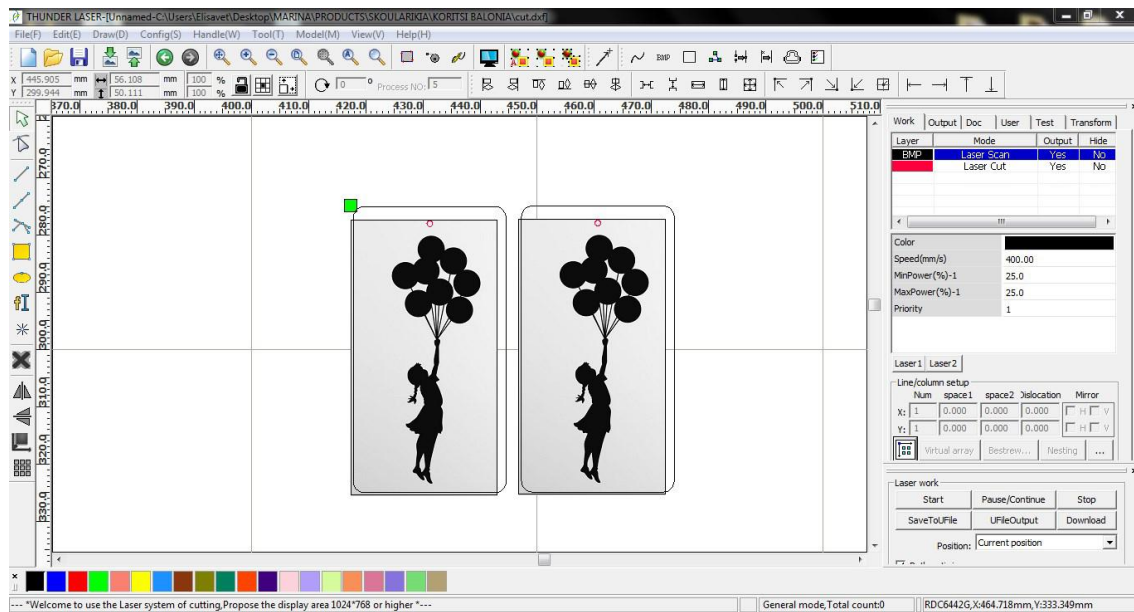


Εικόνα 46: Προετοιμασία για τα οβάλ σκουλαρίκια στο πρόγραμμα του Laser

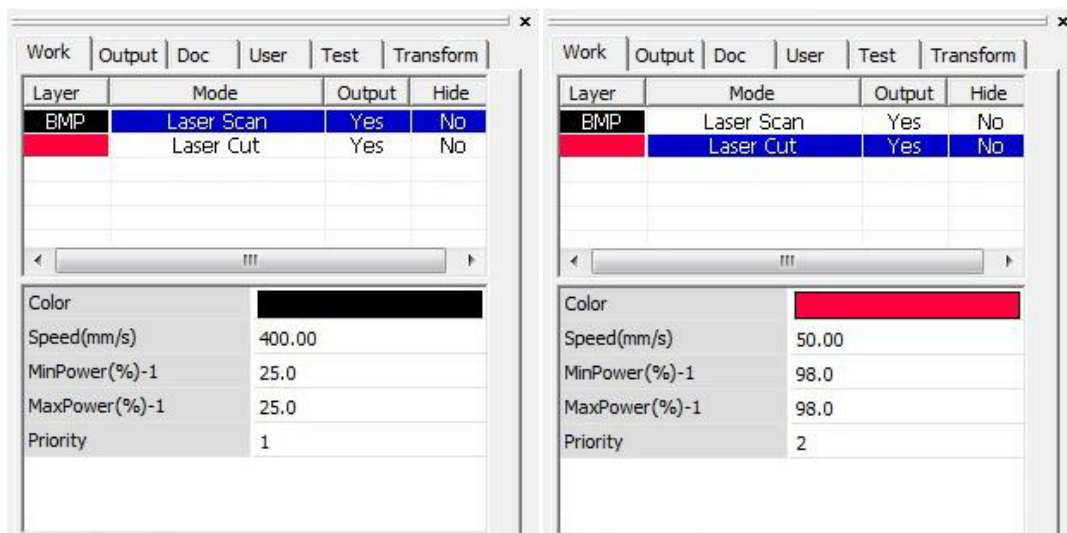


Εικόνα 47: Ρυθμίσεις κοπής για τα οβάλ σκουλαρίκια

**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε τις ρυθμίσεις για την κοπή του περιγράμματος του σχεδίου, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε τις ρυθμίσεις για την κοπή του τριαντάφυλλου και της τρύπας, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s



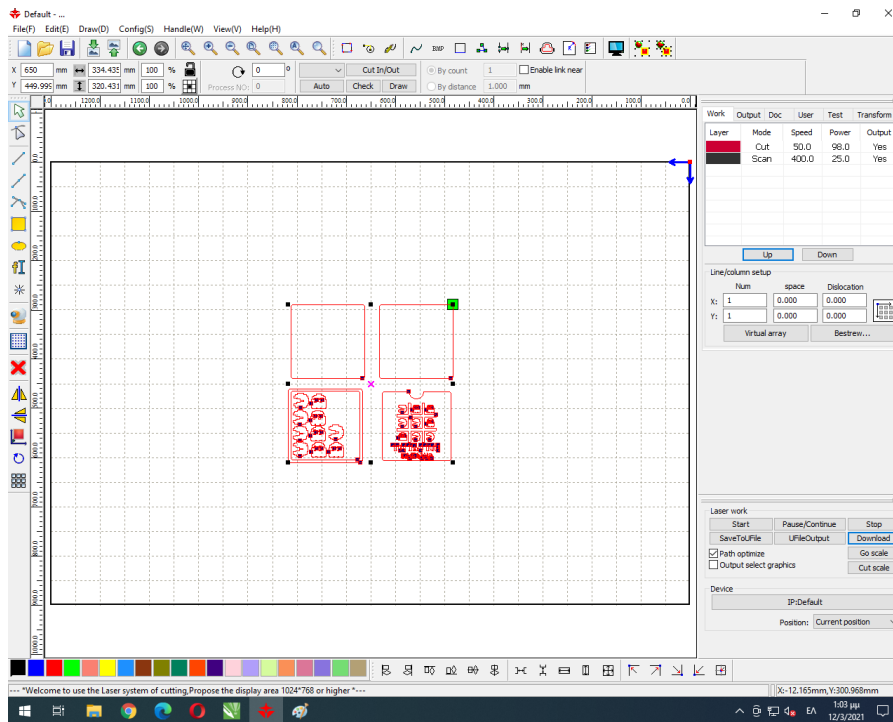
**Εικόνα 48: Προετοιμασία για τα παραλληλόγραμμα σκουλαρίκια στο πρόγραμμα του Laser**



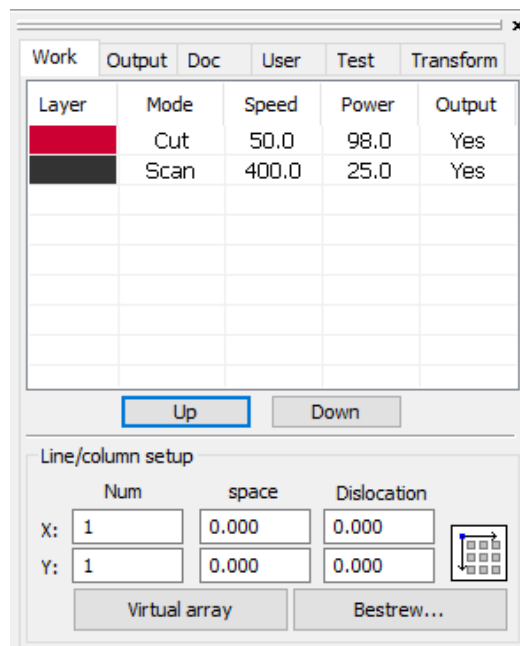
**Εικόνα 49: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για τα οβάλ σκουλαρίκια**

**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για χάραξη, μέγιστη δύναμη 25% και ταχύτητα 400mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.

- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΡΙΑΙΖΑΣ**



**Εικόνα 50: Προετοιμασία για το παιχνίδι τρίλιζας στο πρόγραμμα του Laser**

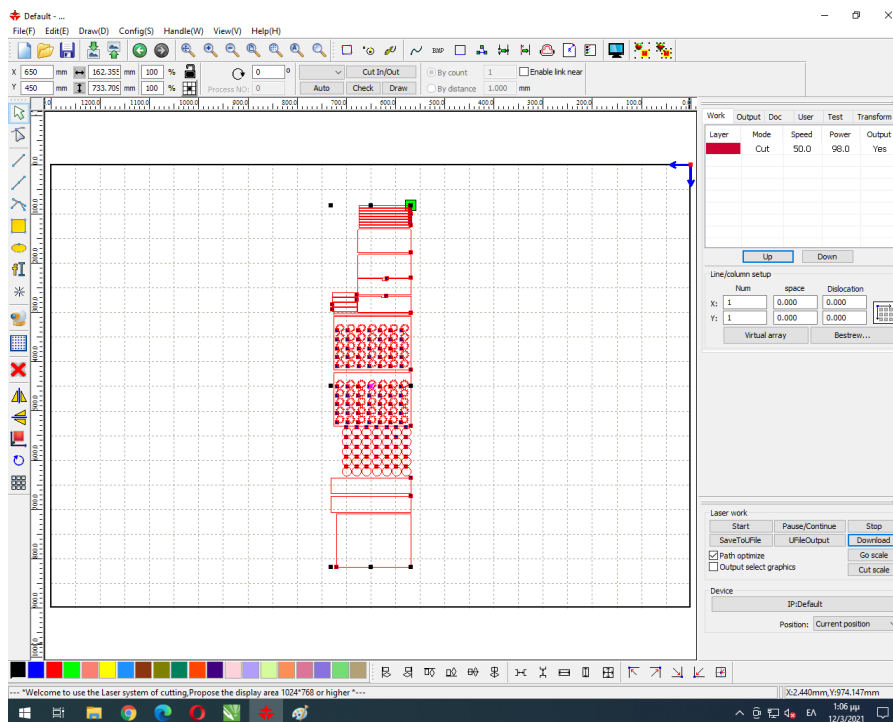


**Εικόνα 51: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για το παιχνίδι τρίλιζας**

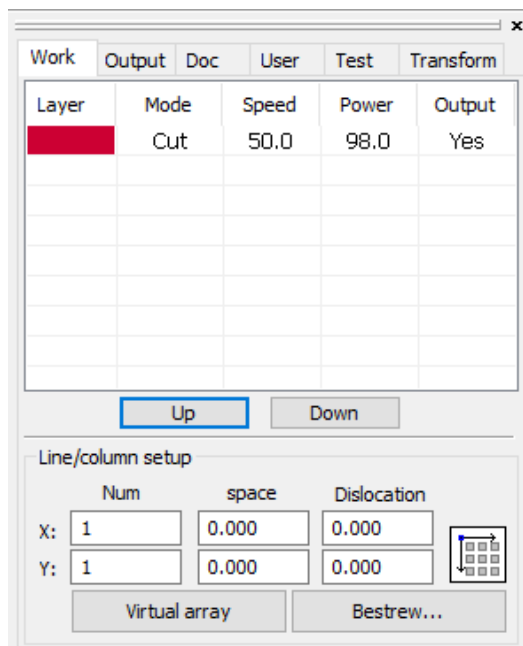
**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για χάραξη, μέγιστη δύναμη 25% και ταχύτητα 400mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.



- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ SCORE 4**



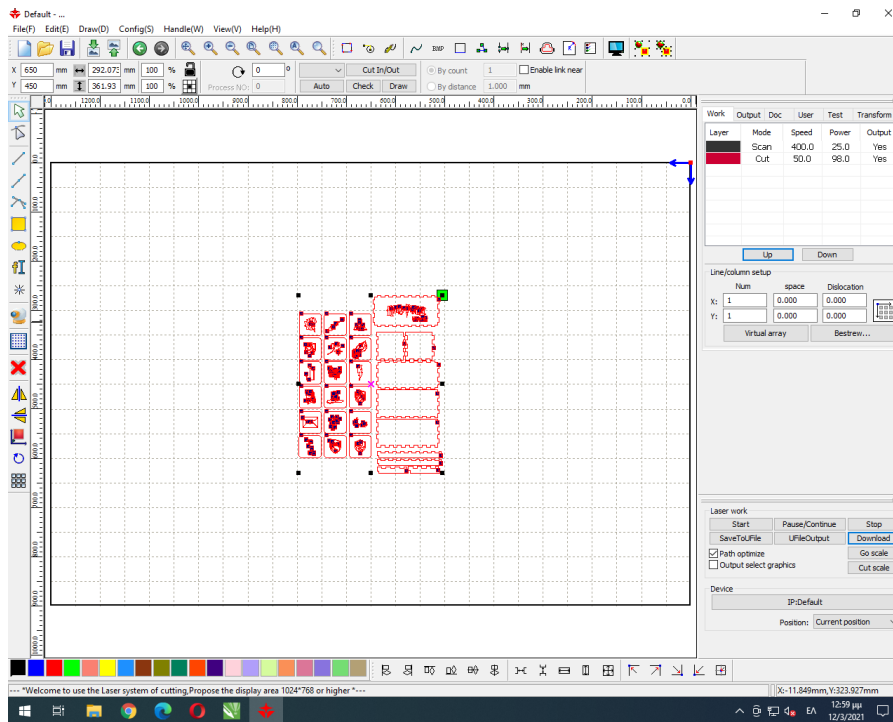
**Εικόνα 52: Προετοιμασία για το παιχνίδι score 4 στο πρόγραμμα του Laser**



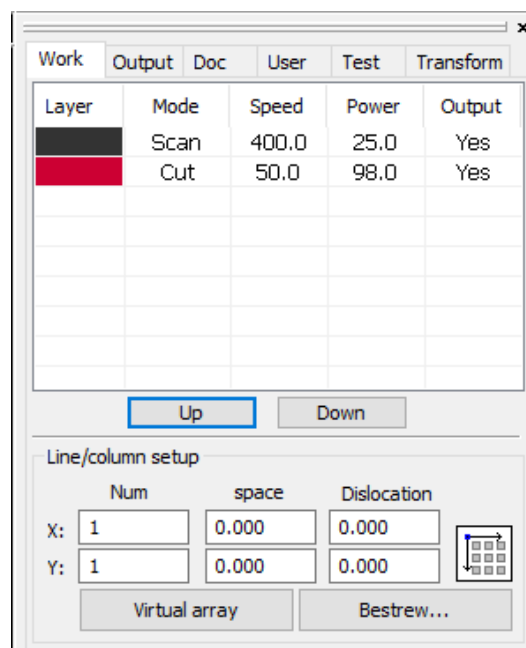
**Εικόνα 53: Ρυθμίσεις κοπής για το παιχνίδι score 4**

**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο αποτελείται από ένα layer κόκκινο. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.

- ΠΑΙΧΝΙΑΙ ΜΝΗΜΗΣ



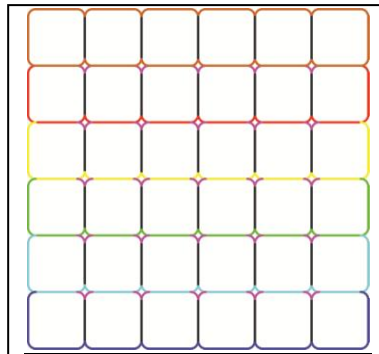
Εικόνα 54: Προετοιμασία για το παιχνίδι μνήμης στο πρόγραμμα του Laser



Εικόνα 55: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για το παιχνίδι μνήμης

**ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ:** Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για χάραξη, μέγιστη δύναμη 25% και ταχύτητα 400mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s. Για την διαδικασία της κοπής, η βέλτιστη σειρά διαδρομών προς αποφυγή επηρεασμού κάποιου στοιχείου από την

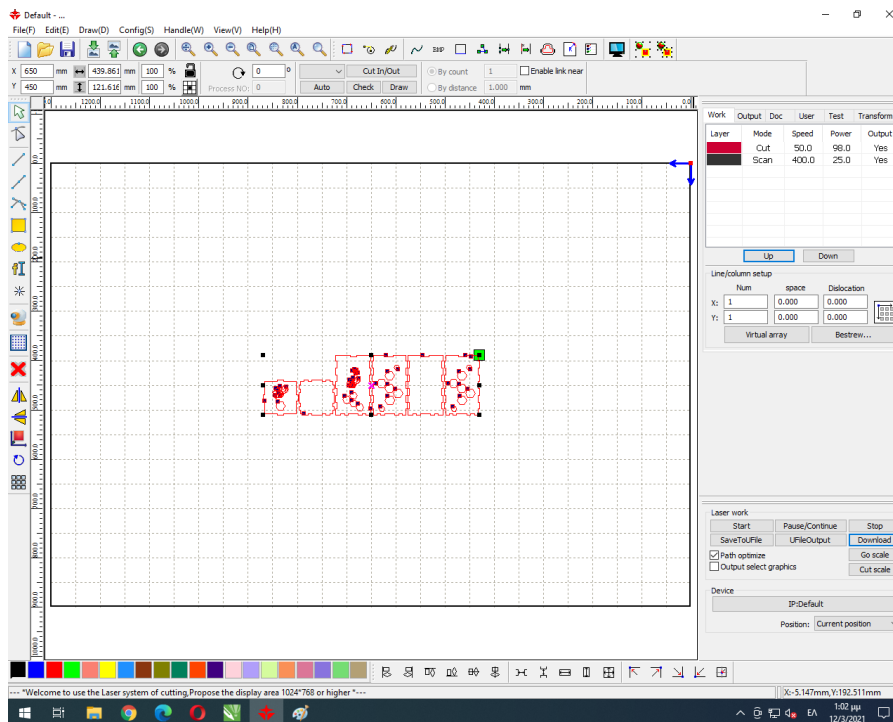
κοπή κάποιου άλλου φαίνεται στην Εικόνα 56. Κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε μία διαδρομή.



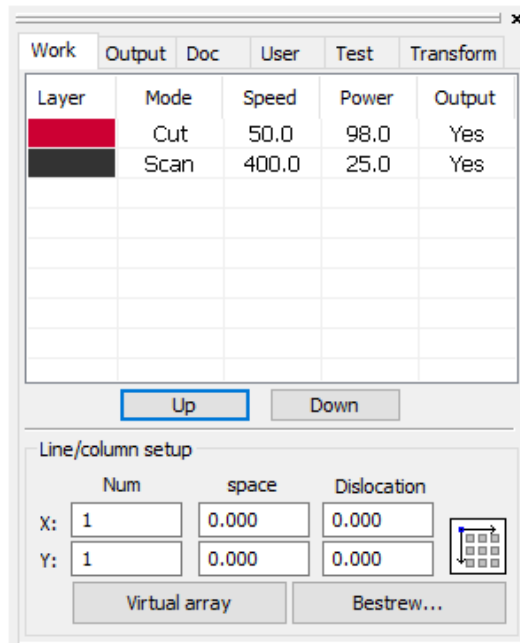
Εικόνα 56: Βέλτιστη διαδρομή κοπής

Για την διαδικασία της χάραξης στην συγκεκριμένη περίπτωση, ο καλύτερος τρόπος για εξοικονόμηση χρόνου, είναι η τοποθέτηση των στοιχείων προς χάραξη είτε σε στήλες είτε μεμονωμένα με χρήση της επιλογής «independent output» από τις επιλογές χάραξης του software του λέιζερ. Αυτό γιατί το λέιζερ όταν χαράζει, μετακινείται από την μία άκρη στην άλλη, ως εκεί που είναι τα όρια των προς χάραξη στοιχείων με αποτέλεσμα αυτό να είναι χρονοβόρο. Στην άλλη περίπτωση, που προτείνεται, το λέιζερ ασχολείται με κάθε στοιχείο ξεχωριστά και έπειτα πάει στο επόμενο. Με αυτόν τον τρόπο δεν χάνεται χρόνος κίνησης σε σημεία όπου δεν υπάρχει στοιχείο προς χάραξη.

## • ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΕΛΙΟΥ



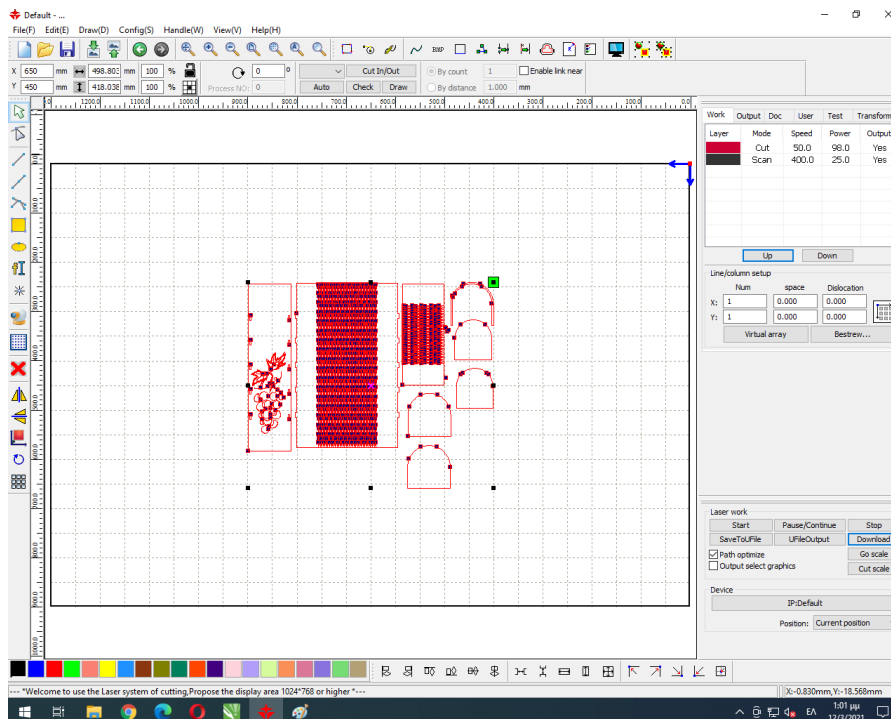
Εικόνα 57: Προετοιμασία για την συσκευασία μελιού στο πρόγραμμα του Laser



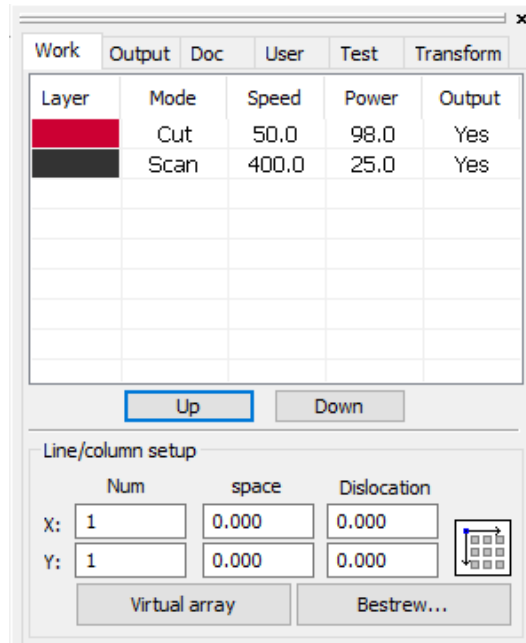
Εικόνα 58: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για την συσκευασία μελιού

ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ: Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για χάραξη, μέγιστη δύναμη 25% και ταχύτητα 400mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.

- **ΘΗΚΗ ΚΡΑΣΙΟΥ**



Εικόνα 59: Προετοιμασία για την θήκη κρασιού στο πρόγραμμα του Laser



Εικόνα 60: Ρυθμίσεις κοπής και χάραξης για την θήκη κρασιού

ΚΟΠΗ/ΧΑΡΑΞΗ: Το σχέδιο είναι χωρισμένο σε δύο layers, μαύρο και κόκκινο. Στο μαύρο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για χάραξη, μέγιστη δύναμη 25% και ταχύτητα 400mm/s. Στο κόκκινο layer προσαρμόζουμε ρυθμίσεις για κοπή, μέγιστη δύναμη 98% και ταχύτητα 50mm/s.

## 2.5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία κατασκευής των προϊόντων για τα οποία χρησιμοποιήσαμε ξύλο τύπου κόντρα πλακέ με πάχος 3mm. Μόλις ολοκληρωθεί η κοπή και χάραξη των προϊόντων στο Laser διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), σειρά έχει η συναρμολόγηση τους. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την συναρμολόγηση των προϊόντων είναι:

- Ξυλόκολλα ταχείας δράσεως (για την συγκόλληση των κομματιών)
- Λαστιχάκια (για την σταθεροποίηση των κομματιών κατά την διάρκεια της συγκόλλησης τους)
- Ακρυλικά χρώματα - Πινέλα (για τα πιόνια)
- Πένσα – Μυτοτσίμπιδο (για τα σκουλαρίκια)
- Hooks – Χάντρες (για τα σκουλαρίκια)
- Ψαλίδι
- Πλεκτό κορδόνι – Κερωμένο κορδόνι (για τα μπρελόκ)
- Μεταλλικούς κρίκους (για τα μπρελόκ)

Ακολουθούν φωτογραφίες από τα στάδια κατασκευής και συναρμολόγησης των προϊόντων, καθώς επίσης και του τελικού αποτελέσματος.

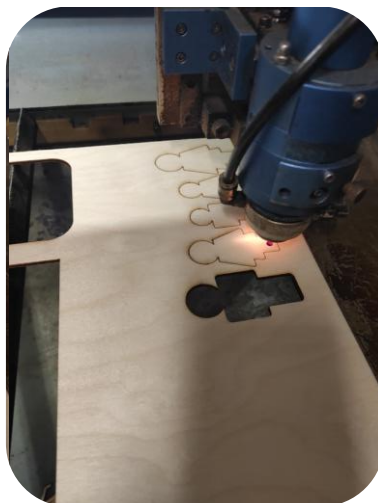
- **ΣΕΤ ΚΛΕΙΔΟΘΗΚΗΣ**



**Εικόνα 61: Διαδικασία κοπής για το πίσω μέρος της κλειδοθήκης**



**Εικόνα 62: Διαδικασία κοπής για το μπροστά μέρος της κλειδοθήκης**



**Εικόνα 63: Διαδικασία κοπής για τα μπρελόκ**



**Εικόνα 64: Διαδικασία χάραξης για το μπροστά μέρος της κλειδοθήκης**



**Εικόνα 65: Διαδικασία χάραξης για τα μπρελόκ**



**Εικόνα 66: Τα κομμάτια της κλειδοθήκης**



**Εικόνα 67: Υλικά για την συναρμολόγηση των μπρελόκ**



**Εικόνα 68: Τελική μορφή των μπρελόκ**



**Εικόνα 69: Τελική μορφή για το σετ κλειδοθήκης**

Η τελική μορφή για το σετ κλειδοθήκης αποτελείται από την τάβλα και τα μπρελόκ. Η κατασκευή της τάβλας, απαρτίζεται από δύο κομμάτια, το πίσω και το μπροστά μέρος, τα οποία κολλήσαμε με ξυλόκολλα. Στο μπροστά μέρος, υπάρχει συνδυασμός χάραξης και κοπής, όπου με την κοπή δημιουργούνται



θέσεις για την τοποθέτηση των μπρελόκ. Τα μπρελόκ «κουμπώνουν» πάνω στην τάβλα σαν πάζλ. Πάνω σε κάθε μπρελόκ, υπάρχει με χάραξη το όνομα από κάθε μέλος της οικογένειας. Τέλος, χρησιμοποιώντας πλεκτό κορδόνι, κερωμένο κορδόνι και μεταλλικούς κρίκους δημιουργήσαμε τα λουράκια, έτσι ώστε να μπορούν τα μπρελόκ να κρεμαστούν στα κλειδιά.

- **ΣΟΥΒΕΡ**



**Εικόνα 69: Διαδικασία κοπής για τα σουβέρ**



**Εικόνα 70: Διαδικασία χάραξης για τα σουβέρ**



**Εικόνα 71: Διαδικασία χάραξης για τα σουβέρ**



**Εικόνα 72: Τα κομμάτια για την βάση και τα σουβέρ**



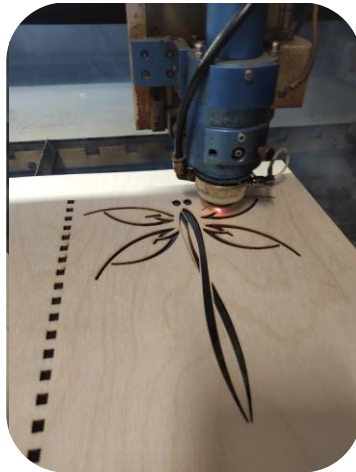
**Εικόνα 73: Τελική μορφή για τα σουβέρ**



**Εικόνα 74: Τελική μορφή για τα σουβέρ**

Η τελική μορφή για το σετ σουβέρ περιλαμβάνει την βάση και τα σουβέρ. Η κατασκευή της βάσης, αποτελείται από πέντε κομμάτια που εφαρμόζουν μεταξύ τους, τα οποία κολλήσαμε με ξυλόκολλα. Στο κάτω μέρος της βάσης, υπάρχει μια τρύπα για την εύκολη εξαγωγή των σουβέρ. Μέσα στην βάση αποθηκεύονται τα έξι σουβέρ, όπου τα τρία παρουσιάζουν συνδυασμό χάραξης και κοπής, ενώ τα υπόλοιπα τρία μόνο κοπή.

- **ΤΕΤΡΑΔΙΟ**



**Εικόνα 75: Διαδικασία κοπής για το τετράδιο**



**Εικόνα 76: Τα κομμάτια για το τετράδιο**



**Εικόνα 77: Τελική μορφή για το τετράδιο**



**Εικόνα 78: Τελική μορφή για το τετράδιο**

Η τελική μορφή του τετραδίου απαρτίζεται από το εξώφυλλο και το οπισθόφυλλο, τα οποία μαζί με τα φύλλα ενώνονται μεταξύ τους με σπιδράλ. Στο εξώφυλλο, παρουσιάζεται με κοπή το σχέδιο λιβελοφύλας.

- **ΣΚΟΥΛΑΡΙΚΙΑ**



**Εικόνα 79: Υλικά για την συναρμολόγηση των σκουλαρικών**



**Εικόνα 80: Τελική μορφή για τα στρογγυλά σκουλαρίκια**



**Εικόνα 81: Τελική μορφή για τα στρογγυλά σκουλαρίκια**

Η τελική μορφή για τα στρογγυλά σκουλαρίκια όπου στο εσωτερικό τους έχει δημιουργηθεί με κοπή το σχέδιο μικρής και μεγάλης πεταλούδας. Ανάμεσα στο κούμπωμα και στο σκουλαρίκι, έχουμε προσθέσει χάντρες τις επιλογής μας.



**Εικόνα 82: Τελική μορφή για τα οβάλ σκουλαρίκια**



**Εικόνα 83: Τελική μορφή για τα οβάλ σκουλαρίκια**

Η τελική μορφή για τα οβάλ σκουλαρίκια όπου στο εσωτερικό τους έχει δημιουργηθεί με κοπή το σχέδιο τριαντάφυλλου. Ανάμεσα στο κούμπωμα και στο σκουλαρίκι, έχουμε προσθέσει χάντρες τις επιλογής μας.



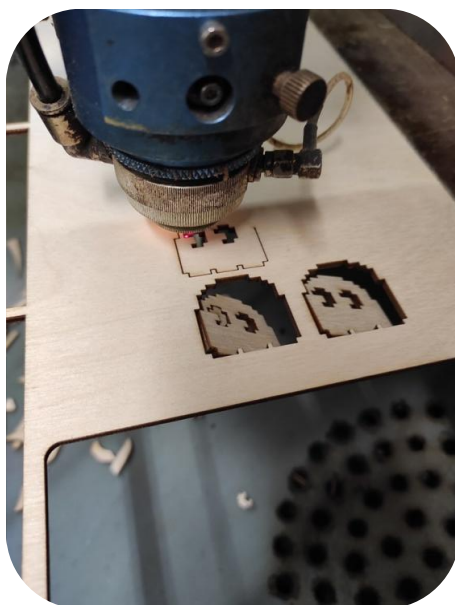
**Εικόνα 84: Τελική μορφή για τα παραλληλόγραμμα σκουλαρίκια**



**Εικόνα 85: Τελική μορφή για τα παραλληλόγραμμα σκουλαρίκια**

Η τελική μορφή για τα παραλληλόγραμμα σκουλαρίκια όπου στο εσωτερικό τους έχει δημιουργηθεί με χάραξη το σχέδιο της εικόνας που θέλαμε. Ανάμεσα στο κούμπωμα και στο σκουλαρίκι, έχουμε προσθέσει χάντρες τις επιλογής μας.

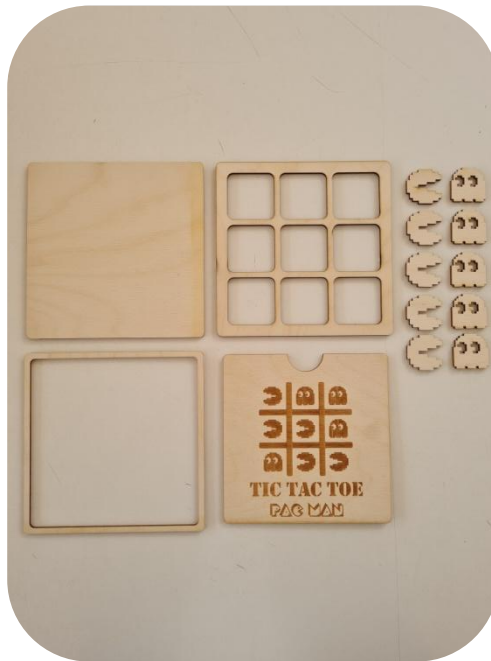
- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΤΡΙΛΙΖΑΣ**



**Εικόνα 86: Διαδικασία κοπής για το παιχνίδι τρίλιζας**



Εικόνα 87: Διαδικασία χάραξης για το παιχνίδι τρίλιζας

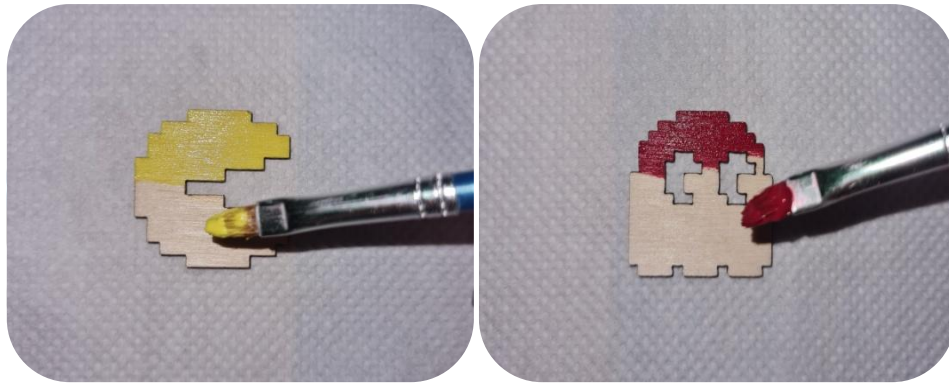


Εικόνα 88: Τα κομμάτια για το παιχνίδι τρίλιζας



Εικόνα 89: Υλικά για την συναρμολόγηση του παιχνιδιού





**Εικόνα 90: Χρωματισμός για τα πιόνια**



**Εικόνα 91: Τελική μορφή για το παιχνίδι τρίλιζας**



**Εικόνα 92: Τελική μορφή για το παιχνίδι τρίλιζας**

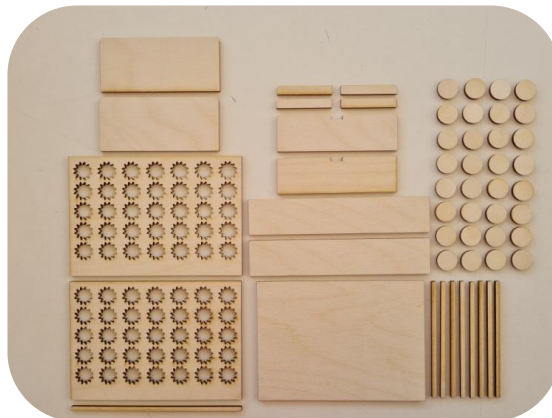
Η τελική μορφή για το παιχνίδι τρίλιζας αποτελείται από τέσσερα κομμάτια κολλημένα μεταξύ τους με ξυλόκολλα, παίρνοντας την μορφή κουτιού μέσα στο οποίο εκτός από την δυνατότητα που μας προσφέρει για την αποθήκευση των πιονιών, δημιουργείται επίσης και πίστα όπου μπορεί να εκτελεστεί το παιχνίδι.

Πάνω στο καπάκι υπάρχει με χάραξη το όνομα του παιχνιδιού. Τα δέκα πόνια που περιλαμβάνονται, έχουν την μορφή του πάκμαν και του φαντάσματος, τα οποία έχουν βαφτεί με κίτρινο και κόκκινο αντίστοιχα.

- **ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ SCORE 4**



**Εικόνα 93: Διαδικασία κοπής για το παιχνίδι score 4**



**Εικόνα 94: Τα κομμάτια για το παιχνίδι score 4**



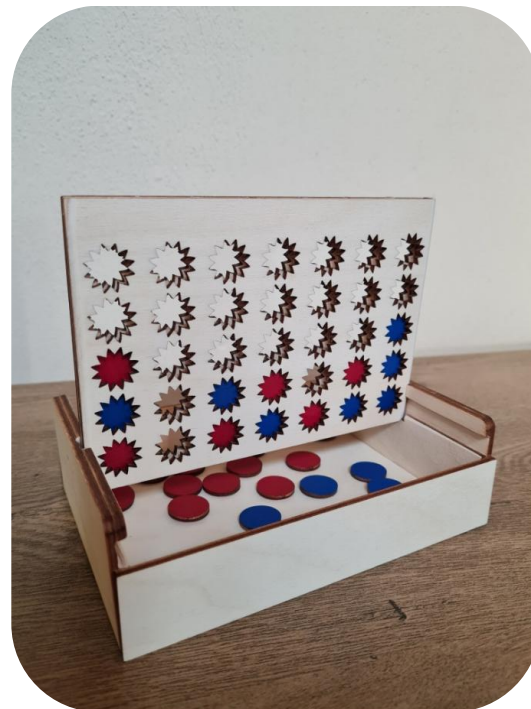
**Εικόνα 95: Χρωματισμός για τα πόνια**



**Εικόνα 96: Συναρμολόγηση κομματιών**



**Εικόνα 97: Συναρμολόγηση βάσης**



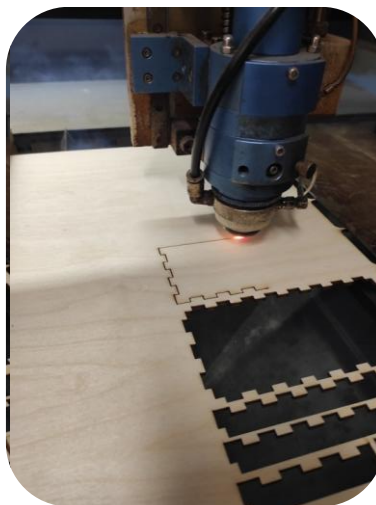
**Εικόνα 98: Τελική μορφή για το παιχνίδι score 4**



**Εικόνα 99: Τελική μορφή για το παιχνίδι score 4**

Η τελική μορφή για το παιχνίδι score 4 απαρτίζεται από ορθογώνια, τα οποία συναρμολογημένα αποτελούν την βάση και την «αρένα». Η διάταξη της βάσης επιτρέπει την στήριξη της «αρένας» κατά την διάρκεια του παιχνιδιού, ενώ επίσης δίνεται δυνατότητα στην «αρένα» να κλείνει και να ανοίγει συρταρωτά, δίνοντας στο παιχνίδι την μορφή κουτιού μέσα στο οποίο αποθηκεύονται τα πούλια που έχουμε βάψει σε δύο χρώματα κόκκινο και μπλε. Τέλος το κλασικό στρογγυλό σχήμα που είχαν τα κενά της «αρένας», έχει αλλάξει παίρνοντας την μορφή λουλουδιού.

- **ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΜΝΗΜΗΣ**



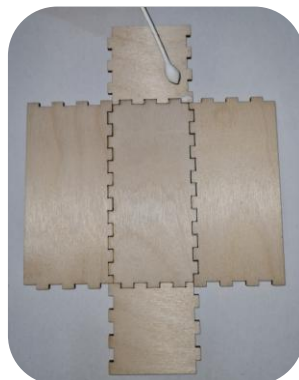
**Εικόνα 100: Διαδικασία κοπής του κουτιού για το παιχνίδι μνήμης**



**Εικόνα 101: Διαδικασία κοπής των καρτών για το παιχνίδι μνήμης**



**Εικόνα 102: Τα κομμάτια για το παιχνίδι μνήμης**



**Εικόνα 103: Συγκόλληση κομματιών**



Εικόνα 104: Συναρμολόγηση κουτιού



Εικόνα 105: Τελική μορφή για το παιχνίδι μνήμης



Εικόνα 106: Τελική μορφή για το παιχνίδι μνήμης

Η τελική μορφή για το παιχνίδι μνήμης αποτελείται από το αποθηκευτικό κουτί και τις κάρτες μνήμης. Η κατασκευή του κουτιού, απαρτίζεται συνολικά από δέκα κομμάτια που εφαρμόζουν μεταξύ τους, τα οποία κολλήσαμε με ξυλόκολλα, πέντε κομμάτια για το κάτω μέρος του κουτιού και πέντε κομμάτια για το καπάκι. Πάνω στο καπάκι υπάρχει με χάραξη το όνομα του παιχνιδιού. Μέσα στο κουτί, αποθηκεύονται οι τριάνταξί κάρτες, οι οποίες είναι σε δυάδες και πάνω τους είναι χαραγμένα σχέδια με θέμα την γνωστή ταινία Harry Potter.

- **ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΕΛΙΟΥ**



**Εικόνα 107: Διαδικασία κοπής για την συσκευασία μελιού**



**Εικόνα 108: Διαδικασία χάραξης για την συσκευασία μελιού**



**Εικόνα 109: Τα κομμάτια για την συσκευασία μελιού**



**Εικόνα 110: Συγκόλληση κομματιών**



**Εικόνα 111: Συναρμολόγηση κουτιού**





**Εικόνα 112: Τελική μορφή για τη συσκευασία μελιού**



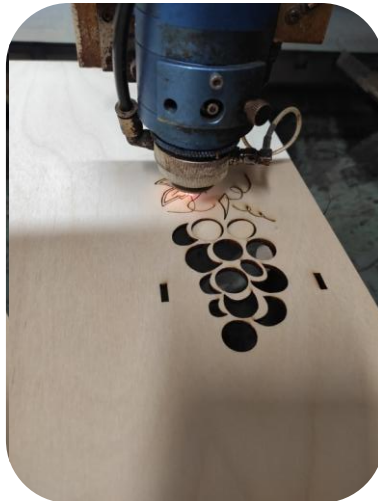
**Εικόνα 113: Τελική μορφή για την συσκευασία μελιού**

Η τελική μορφή για την συσκευασία μελιού απαρτίζεται από έξι κομμάτια ξύλου που εφαρμόζουν μεταξύ τους, τα οποία κολλήσαμε με ξυλόκολλα. Επάνω στο καπάκι της συσκευασίας υπάρχει μια τρύπα για εύκολο άνοιγμα, ενώ στις όψεις του κουτιού υπάρχει συνδυασμός χάραξης και κοπής.

- **ΘΗΚΗ ΚΡΑΣΙΟΥ**



**Εικόνα 114:** Διαδικασία κοπής για το πίσω μέρος της θήκης κρασιού (living hints)



**Εικόνα 115:** Διαδικασία κοπής για το μπροστά μέρος της θήκης κρασιού



**Εικόνα 116:** Τα κομμάτια για την θήκη κρασιού



**Εικόνα 117: Συγκόλληση κομματιών**



**Εικόνα 118: Τελική μορφή για την θήκη κρασιού**



**Εικόνα 119: Τελική μορφή για την θήκη κρασιού**



**Εικόνα 120: Τελική μορφή για την θήκη κρασιού**

Η τελική μορφή για την θήκη κρασιού απαρτίζεται από κομμάτια ξύλου που εφαρμόζουν μεταξύ τους. Η πίσω όψη της θήκης αποτελείται από διαδοχικές εγκοπές (living hints), οι οποίες παρέχουν στο ξύλο ελαστικότητα και ευλυγισία, δίνοντας την συγκεκριμένη καμπυλωτή μορφή στην κατασκευή. Η μπροστινή όψη περιλαμβάνει συνδυασμό χάραξης και κοπής. Τέλος, ο πάτος και το καπάκι διασφαλίζουν την συγκρότηση της κατασκευής χάρη στη μορφή τους.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ραγδαία εξέλιξη που έχει γνωρίσει η τεχνολογία τα τελευταία χρόνια, έχει ως αποτέλεσμα την αντικατάσταση της ανθρώπινης εργασίας από τις μηχανές. Τα Laser διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), είναι μία από τις σημαντικότερες ανακαλύψεις της επιστήμης και αποτελούν δημοφιλή επιλογή για διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές. Επιπλέον η τεχνολογία του ξύλου, έχει δώσει και εξακολουθεί να δίνει μια ευρεία ποικιλία από προϊόντα, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στην καθημερινή ζωή όσο και ως διακοσμητικά στοιχεία.

Ολοκληρώνοντας, η εργασία μου αποσκοπεί στην ανάδειξη των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει η τεχνολογία της λειτουργίας Laser στην κοπή και χάραξη υλικών όπως το ξύλο, τα αποτελέσματα που μπορεί να μας προσφέρει, καθώς επίσης και την δυνατότητα δημιουργίας οικολογικών προϊόντων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <https://biztech.gr/businessnow-laser-history/>
- <https://el.carolchannings.net/biznes/4502-lazernaya-rezka-po-derevu-osnovy-obrabotki.html>
- <https://el.srimathumitha.com/domashniy-uyut/8551-lazernaya-rezka-fanery-osnovy-i-tonkosti.html>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%AD%CE%B9%CE%B6%CE%B5%CF%81>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Laser#History>
- [https://www.brainkart.com/article/CO2-Molecular-gas-laser--Principle,-Construction,-Working,-Characteristics,-Advantages,-Disadvantages-and-Applications\\_6884/](https://www.brainkart.com/article/CO2-Molecular-gas-laser--Principle,-Construction,-Working,-Characteristics,-Advantages,-Disadvantages-and-Applications_6884/)
- <https://www.daenotes.com/electronics/microwave-radar/co2-gas-laser>
- <https://fractory.com/what-can-laser-cutters-cut/>
- <http://gr.brlasertech.com/info/how-does-laser-cutting-machine-work-39928282.html>
- <https://www.greelane.com/el/%CE%BA%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%BC%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B5%CF%82/%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1--%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82/history-of-lasers-1992085/>
- <https://www.iefimerida.gr/news/238412/laser-i-dynami-toy-fotos-pos-leitoyrgei-kai-poi-os-anakalypse-eikones>
- <http://physics4u.gr/blog/2015/01/29/%CF%80%CE%AD%CE%B8%CE%B1%CE%BD%CE%B5-%CF%83%CE%B5-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AF%CE%B1-100-%CE%B5%CF%84%CF%8E%CE%BD-%CE%BF-%CE%B5%CF%86%CE%B5%CF%85%CF%81%CE%AD%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85/>
- <http://www.repairfaq.org/sam/laserco2.htm#co2gasd>
- <https://rsrub.ru/el/tehnologiya/lazernaya-raskroika-fanery-standok-dlya-lazernoi-rezki-fanery.html>
- <https://www.seiffertindustrial.com/el/a-brief-look-at-the-history-of-laser-technology/>
- <https://www.thomasnet.com/articles/custom-manufacturing-fabricating/laser-cutting-technology/>
- <https://travelerscoffee.ru/el/kabachki/vyrezka-iz-fanery-lazerom-standok-dlya-lazernoi-rezki-fanery-i-dereva/>
- [www.idacontrol.gr/articles.php?nid=10](http://www.idacontrol.gr/articles.php?nid=10)

