

Τμήμα **Αρχιτεκτόνων** Μηχανικών



Εργαστήριο Ψηφιακών Κατασκευών Digital Fabrication Laboratory

Οδηγός χρήσης Laser Cutter

Περιεχόμενα

Οδηγίες για την σχεδίαση	2
Εκκίνηση Laser Cutter	6
Εστίαση laser με βάση το υλικό που χρησιμοποιώ	9
Software κοπής LaserWorkV6	11
Απαγορευμένα υλικά	14
Ασφαλή υλικά για κοπή και χάραξη	15

Οδηγίες για την σχεδίαση

- Χρησιμοποιούμε μέτρα ως μονάδα μέτρησης.
- Χρησιμοποιούμε διαφορετικά layers για κάθε εργασία.
- Κάθε layer θα έχει διαφορετικό χρώμα και συγκεκριμένα: κόκκινο (index color: 1) για κοπή μπλε (index color: 5) για χάραξη μαύρο (index color: 250) για raster
- Το πάχος γραμμής θα πρέπει να είναι default.



 Ελέγχουμε πάντα και αφαιρούμε διπλές ή επικαλυπτόμενες γραμμές, τόξα και polylines με εντολή OVERKILL. Σε περίπτωση που στο AutoCAD δεν διαγραφούν οι διπλές γραμμές, θα δούμε παρακάτω στο software του laser (LaserWorkv6) πώς γίνεται η αντίστοιχη εργασία.

- <u>Απαγορεύεται</u> το stacking, εκτός αν κριθεί απαραίτητο από τον διδάσκοντα του μαθήματος και γίνει σε συνεννόηση με τον υπεύθυνο του εργαστηρίου. Εναλλακτικά φτιάχνουμε αναπτύγματα.
- Κάνουμε διαχείριση και οικονομία χώρου (nesting) ώστε να εξοικονομήσουμε υλικό, χρόνο λειτουργίας του laser cutter και αέριο CO2 το οποίο καταναλώνεται από το laser με την χρήση.



 Texts και splines χρειάζεται να γίνουν EXPLODE ώστε να μην παραμορφωθούν κατά το άνοιγμα του αρχείου στο software του laser. Όπως φαίνεται στο παρακάτω παράδειγμα τα δύο σχέδια στα αριστερά είναι τα σωστά και έχει γίνει explode, ενώ στα σχέδια στα δεξιά δεν έχει γίνει explode και έχουν παραμορφωθεί κατά το import στο LaserWorkv6.



- EXPLODE επίσης χρειάζονται όλα τα hatch patterns αλλιώς χάνονται. Πριν το explode τα βάζω στο layer της χάραξης ή της κοπής ανάλογα τι θέλω.
- Τα hatch με solid χρώμα που προορίζονταν για raster επίσης χάνονται. Ένας τρόπος για να τα διατηρήσω είναι με την εντολή BOUNDARY να επιλέξω όλες τις περιοχές με solid hatch και να τις βάλω στο layer του raster.

Απλοποίηση πολύ αναλυτικών polylines/splines

Σε polylines ή splines οι οποίες έχουν πάρα πολλά σημεία όπως οι ισοϋψείς καμπύλες, έχουμε πρόβλημα κατά την κοπή και την χάραξη. Το laser αργεί να επεξεργαστεί το πλήθος των σημείων και αυτό προκαλεί κοπή/χάραξη με διακοπές ή πολύ αργή ταχύτητα. Με εργαλεία lisp όπως το WEED ή το PLDIET μειώνω το πλήθος των σημείων.

- ο Αρχικά μετατρέπω τις splines σε polylines με εντολή SPLINEDIT.
- Αν χρησιμοποιήσω το WEED χρειάζεται πρώτα να μετατρέψω τις polylines σε heavy με εντολή CONVERTPOLY. Αφού απλοποιήσω με weed μετατρέπω τις heavy polylines πίσω σε light polylines.
- ο Το PLDIET μπορώ να το χρησιμοποιήσω κατευθείαν πάνω στις polylines.
- ο Γενικά προσπαθώ να απλοποιήσω τις polylines χωρίς να χάσω πολύ σε ακρίβεια.



Αλλαγή μονάδων και κλίμακας

- Για αρχεία AutoCAD εφόσον έχει γίνει η σχεδίαση σε μέτρα όπου 1 μέτρο πραγματικό το μετράμε στο σχέδιο με distance να είναι 1, κάνουμε scale όλο το σχέδιο με factor 1000, ώστε πλέον το 1 μέτρο να το μετράμε με distance και να είναι 1000. Αν η σχεδίαση έγινε σε χιλιοστά τότε αντίστοιχα 1 πραγματικό χιλιοστό πάλι αντιστοιχεί σε distance 1.
- Όμοια για το Rhino αν η σχεδίαση έχει γίνει σε Template meters τότε ισχύουν τα παραπάνω. Εάν η σχεδίαση έχει γίνει σε template mm τότε εφόσον το ένα μέτρο αναπτύσσεται σε 1000 units, ως έχει το αρχείο export σε dxf.
- Για αλλαγή κλίμακας κάνω scale με factor π.χ 1/50.
 (μπορώ να εισάγω πράξεις αντί να κάνω την διαίρεση και να βάλω 0.02)
- Αφού αλλάξω κλίμακα τότε σε ένα νέο layer με χρώμα πράσινο (index color: 3), σχεδιάζω ένα ορθογώνιο με τις πραγματικές διαστάσεις του υλικού που θα χρησιμοποιήσω σε χιλιοστά. Μέσα στο ορθογώνιο θα τοποθετήσω όλα τα κομμάτια του σχεδίου μου.
- Κάνω save as στο AutoCAD σε τύπο αρχείου AutoCAD 2013/LT2013 DXF(*.dxf).
 Το όνομα του αρχείου πρέπει να είναι <u>πάντα στα αγγλικά</u>.
- Σε περίπτωση που στο σχέδιο μας χρειαζόμαστε δύο ή περισσότερα είδη χάραξης (για συνδυασμό γραμμών με έντονη χάραξη και γραμμών με πιο αχνή ή μια κανονική χάραξη και μία πιο βαθιά που προορίζεται για τσάκιση σε κάποιο ανάπτυγμα) τότε αυτή η διαφορετική χάραξη θα πρέπει να είναι σε διαφορετικό layer με χρώμα magenta (index color: 6) ή άλλο χρώμα.

Εκκίνηση Laser Cutter

 Περιστρέφω τον κόκκινο διακόπτη δεξιόστροφα (Πλαϊνό πάνελ) και περιμένω μερικά δευτερόλεπτα

- 2. Πατώ το πράσινο κουμπί Reset
- 3. Συνδέω το καλώδιο usb από το pc στην θύρα PC
- 4. Ανοίγω την ψύξη του laser
- 5. Τέλος ανοίγω το laser

Το σημείο που θα σταματήσει η κεφαλή μετά το reset δηλαδή τέρμα επάνω και δεξιά είναι το mechanical origin point δηλαδή το (0,0) του μηχανήματος.





- Η μετακίνηση της κεφαλής γίνεται από τα βελάκια στην οθόνη.
- Για την μετακίνηση της κεφαλής ή της επιφάνειας κοπής πρέπει να είναι κλειστό το καπάκι, όπως και για να ξεκινήσει η χάραξη/κοπή.

Τα X- και X+ μετακινούν την κεφαλή αριστερά ή δεξιά Τα Y- και Y+ μετακινούν την κεφαλή πίσω ή μπροστά

Τα Ζ+ και Ζ- μετακινούν την επιφάνεια κοπής πάνω ή κάτω



Τοποθέτηση υλικού laser guide 02 / page 6 Τοποθετώ το προς κοπή υλικό και το εφαρμόζω στην πάνω δεξιά γωνία της επιφάνειας κοπής.



- Αν το υλικό είναι παχύ τότε κατεβάζω την επιφάνεια κοπής με το βελάκι Z- ώστε να χωρέσει.
- Αν το υλικό είναι μικρότερο της κυψελοειδής επιφάνειας όπως στην παρακάτω φωτό, τότε χρησιμοποιώ βοηθητικά κομμάτια με τις κατάλληλες διαστάσεις (οι οποίες αναγράφονται) για να καλύψω όλη την επιφάνεια. Με αυτόν το τρόπο ανοίγοντας αργότερα τον εξαερισμό δημιουργείται κενό αέρος που κρατάει το υλικό όσο πιο επίπεδο γίνεται στην κυψελοειδή επιφάνεια, αποτρέποντας την ανύψωση κομματιών κατά την κοπή.





Εστίαση laser με βάση το υλικό που χρησιμοποιώ

- Είναι σημαντικό το laser να εστιαστεί σωστά, αλλιώς θα έχω πιο παχιές γραμμές, εκτεταμένα μαυρίσματα και ίσως τελικά να μην επιτευχθεί κοπή σε όλο το πάχος του υλικού.
- Εστιάζω το laser πάντα σε απόσταση 6mm από το υλικό μου.
- Φέρνω την κεφαλή του laser κοντά μου χρησιμοποιώντας τα βελάκια.
- Τοποθετώ τον κλιμακωτό μετρητή κάτω από την μύτη του laser.
- Ρυθμίζω την επιφάνεια κοπής (πάνω/ κάτω με Z+/Z-) ώστε η μύτη του laser να βρίσκεται όσο πιο κοντά γίνεται στα 6mm από το υλικό μου δηλαδή στο σκαλοπάτι του μετρητή με την κουκίδα.



Οταν φτάσω όσο κοντά γίνεται, πλέον τα Z+ και Z- δεν 3 θα μου επιτρέπουν να κάνω πιο ακριβείς κινήσεις για σωστή εστίαση.

- Ξεβιδώνω ελαφρώς τα δύο χρυσά βιδάκια.
- 2.Κατεβάζω με το χέρι την μύτη της κεφαλής ώστε να ακουμπήσει ελαφρώς στο σκαλοπάτι των 6χιλιοστών.
- Βιδώνω καλά τα χρυσά βιδάκια.



- Θα χρησιμοποιούμε τον θαλασσί κλιμακωτό μετρητή.
- Η μύτη πρέπει να ακουμπάει στο σκαλοπάτι με την κουκίδα.



Όπως αναφέρθηκε πιο πριν, εκεί που θα παρκάρει η κεφαλή του laser μετά το reset εκεί είναι το mechanical origin point δηλαδή το (0,0) του μηχανήματος.

Όταν δουλεύουμε με absolute coordinates τότε το σημείο (0,0) θα είναι ίδιο με το (0,0) του μηχανήματος δηλαδή με το mechanical origin.

Εμείς δουλεύουμε με relative coordinate άρα το σημείο (0,0) είναι το σημείο που θα τοποθετήσουμε τη κεφαλή του laser πριν ξεκινήσουμε την κοπή.

Μετακινώ την κεφαλή στο laser cutter κατάλληλα. Εκεί που θα την αφήσω είναι το σημείο (0,0) και αυτό αντιστοιχεί στο πράσινο κουτάκι στο LaserWorksV6.



ΠΡΟΣΟΧΗ: Όταν μετακινώ την κεφαλή του laser προσέχω να μην την χτυπήσω στα φυσικά όρια του μηχανήματος.





- Εισάγω το dxf αρχείο(File>Import>dxf).
- Επιλέγω τα προφίλ κοπής ανάλογα την εργασία (κοπή, χάραξη) και ανάλογα το υλικό και το πάχος του:
 - με διπλό κλικ στο χρώμα του layer (1) ανοίγει το μενού Layer Parameter (2)
 - από εκεί επιλέγω το layer που θέλω ανάλογα το χρώμα (3)
 - πατάω Load parameters from library (4) για να εισάγω το προφίλ κοπής για κάθε layer(χρώμα) που έχω
 - επιλέγω ένα από τα διαθέσιμα προφίλ (5) και πατάω Load (6)
 - επαναλαμβάνω τα βήματα 3-6 για τα υπόλοιπα layers επιλέγοντας τα από το παράθυρο "Layer Parameter"



- Ελέγχω την σωστή σειρά των εργασιών μέσω preview.
- Η χάραξη και το raster πρέπει να γίνεται πρώτη και έπειτα η κοπή με τα εσωτερικά κομμάτια να κόβονται πρώτα. Με την επιλογή path optimize (7) ενεργοποιημένη συνήθως έχω σωστή σειρά των εργασιών.
- Προσέχω ώστε στον πίνακα των layers (1), το layer της κοπής που θα είναι με μπλε χρώμα να είναι πάντα τελευταίο. Αν δεν είναι, το επιλέγω και με το κουμπί <u>Down</u> το μετακινώ στο τέλος. Έτσι θα είναι σίγουρο ότι η κοπή έπεται της χάραξης και του raster.
- Για να αφαιρέσω διπλές ή επικαλυπτόμενες γραμμές, τόξα και polylines, πηγαίνω στην γραμμή μενού στο Handle> Delete overlap αφού έχω επιλέξει το σχέδιο.

- Για το layer που περιέχει το ορθογώνιο με τις διαστάσεις του χαρτονίου μου επιλεγώ output: no όπως στην παρακάτω φωτό. Το πράσινο ορθογώνιο πλαίσιο που αντιστοιχεί στο μέγεθος του υλικού δεν θα επεξεργαστεί από το laser (output: no), το έχουμε μόνο για να έχουμε μια εικόνα.
- Τα υπόλοιπα layers για χάραξη, κοπή και raster πρέπει να έχουν output: yes



start

Πριν ξεκινήσω ανοίγω το φίλτρο απορρόφησης
 αερίων από το πράσινο κουμπί



- Για να ξεκινήσω την κοπή πατώ το start.
- Καθ' όλη την διάρκεια της κοπής είναι υποχρεωτικό να επιβλέπω το laser cutter.

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται όταν κατά την κοπή και λόγω των τάσεων και της καμπυλότητας που ενδέχεται να έχει ένα υλικό παρατηρήσουμε ανύψωσή του. Σε αυτή τη περίπτωση η κεφαλή του laser cutter ενδέχεται να συγκρουστεί με το υλικό που προεξέχει (φωτό) και να χάσει τις συντεταγμένες, να μετατοπιστεί το path που ακολουθεί και συνεπώς να χτυπήσει στα όρια του μηχανήματος. Σε αυτή την περίπτωση σταματώ την κοπή με το emergency stop.



- Σε κάθε περίπτωση που αντιληφθώ οτιδήποτε μη κανονικό στην λειτουργία όπως φωτιά στο υλικό, γρατσούνισμα κατά την κίνηση, πατάω το κουμπί emergency stop.
- Μπορώ επίσης να κάνω μία παύση της κοπής πατώντας το κουμπί start-pause που βρίσκεται στην οθόνη του μηχανήματος. Κολλάω με ταινία το κομμάτι που έχει ανυψωθεί και συνεχίζω την κοπή πατώντας ξανά το ίδιο κουμπί.



Start-Pause

- Για να αποφύγω όμως όλα τα παραπάνω πρέπει να καλύπτω όλη την κυψελοειδή επιφάνεια με υλικό ώστε να δημιουργείται κενό αέρος το οποίο κρατάει το υλικό κολλημένο στην επιφάνεια.
- Όταν τελειώσει η κοπή περιμένω για λίγο ώστε να απορροφηθεί όσο το δυνατόν περισσότερος καπνός.



Όταν τελειώσει η κοπή ξεβιδώνω τα χρυσά βιδάκια της κεφαλής και ανεβάζω με το χέρι την μύτη στο ανώτερο σημείο. Βιδώνω πάλι τα βιδάκια.

Απαγορευμένα υλικά

Material	DANGER!	Cause/Consequence	
PVC (Poly Vinyl Chloride) Vinyl Plastic/Artificial leather	Παράγεται υδροχλώριο	Never cut this material as it will ruin the optics, causes the metal of the machine to corrode as chlorine is released and ruins the motion control system.	
Polycarbonate/Lexan	Φωτιά, κακή κοπή, αποχρωματισμός, χαλάει ο φακός	Polycarbonate is often found as flat, sheet material. The window of the laser cutter is made of Polycarbonate because <i>polycarbonate strongly absorbs infrared radiation</i> , so it is very ineffective at cutting polycarbonate. It creates long stringy clouds of soot that float up, ruin the optics and mess up the machine.	
ABS	Παράγεται υδροκυάνιο Λιώνει δεν κόβεται	ABS does not cut well in a laser cutter. It tends to melt rather than vaporize, and has a higher chance of catching on fire. Cutting ABS plastic emits hydrogen cyanide, which is unsafe at any concentration.	
HDPE/milk bottle plastic	Πιάνει φωτιά, λιώνει	It melts. It gets gooey. It catches fire. Don't use it.	
PolyStyrene Foam	Πιάνει φωτιά	It catches fire quickly, burns rapidly, it melts, and only thin pieces cut. This is the #1 material that causes laser fires!!!	
PolyPropylene Foam	Πιάνει φωτιά	Like PolyStyrene, it melts, catches fire, and the melted drops continue to burn and turn into rock-hard drips.	
Ероху	Παράγεται κυάνιο Πιάνει φωτιά Καπνίζει	Epoxy is an aliphatic resin, strongly cross-linked carbon chains. A CO2 laser can't cut it, and the resulting burned mess creates toxic fumes (like cyanide!). Items coated in Epoxy, or cast Epoxy resins must not be used in the laser cutter.	
Fiberglass	Παράγεται κυάνιο Πιάνει φωτιά, καπνίζει	It's a mix of two materials that cant' be cut. Glass (etch, no cut) and epoxy resin (fumes)	
Resin Coated Carbon Fiber	Παράγονται βλαβερά αέρια	A mix of two materials. Thin carbon fiber mat can be cut, with some fraying - but not when coated.	
Trespa			
Food			
Υλικά με αυτοκόλλητη ταινία στην πίσω όψη	Παράγονται ατμοί που επικαλύπτουν τον φακό και τον καταστρέφουν	There are many normally laserable items such as thin wood laminates that you can purchase that become un- cuttable when the manufacturer adds a layer of peel-off glue on the bottom to attach them to surfaces. Examples include cork tiles, thin wood laminate, acrylic tiles, and paper stickers. Never cut these materials in the laser cutter if they have this backing. The glue will vaporize forming a coating on the lens that will coat it, cloud it, heat it, and then potentially crack the lens. It is worse than resin, and can't be removed without risking damage to the lens.	

Ασφαλή υλικά για κοπή και χάραξη

Material	Max thickness	Notes	WARNINGS!
Ξύλο μασίφ	8mm	Αποφεύγουμε ξύλα εμποτισμένα με λάδι ή ξύλα με υψηλή περιεκτικότητα σε ρητίνη	Προσέχουμε για φωτιά
Κόντρα πλακέ/συμπυκνωμένα	8mm	Λόγω της κόλλας που περιέχουν δεν κόβονται τόσο εύκολα	Προσέχουμε για φωτιά
MDF	8mm		
Κόντρα πλακέ σημύδας (multiplex)			
Paper, card stock	thin		
Cardboard, carton	thicker		Προσέχουμε για φωτιά
Φελός	4mm		
Depron foam	7mm		Θέλει επίβλεψη
Gator foam		Ο αφρός συρρικνώνεται σε σχέση με το χαρτί	Θέλει επίβλεψη
Ύφασμα/τσόχα /βαμβάκι			Not plastic coated or impregnated cloth!
Δέρμα/σουέτ	3-4mm	Έντονη μυρωδιά	ΜΟΝΟ ΓΝΗΣΙΟ ΔΕΡΜΑ
Μαγνητικό φύλλο		Κόβεται εύκολα	
Teflon (PTFE)		Πολύ λεπτό φύλλο	
Ύφασμα Aramid/kevlar		Όχι χάραξη	
Ύφασμα ανθρακονήματος Χωρίς ρητίνη		Κόβεται αργά, όχι χάραξη	Όχι ανθρακόνηματα ενισχυμένα με ρητίνη
Πλαστικά			
Ακρυλικό/Lucite/Plexiglas/PMMA	6mm		
Petg		Λεπτό φύλλο, όχι χάραξη	
Delrin (POM)	thin	Όσο σκληρότερο το υλικό τόσο καλύτερη κοπή	
Kapton tape (Polyimide)	1.5mm		

Mylar	1.5mm	Όσο λεπτότερο τόσο καλύτερη κοπή	Όχι επιχρυσωμένο
Solid Styrene	1.5mm	Καπνίζει πολύ κατά την κοπή	
Coroplast ('corrugated plastic')	8mm		Προσέχω να είναι από πολυπροπυλένιο (PP), όχι πολυκαρβουνικό (PC)
Polyamid (PA) / Nylon			
Polyester		Όχι χάραξη	
Polyethylene (PE)			
Polypropylene (PP)			
Polyurethane (PU)			
Polystyrene (PS)		Όχι χάραξη	