



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδιομελέτη και κατασκευή τιμονιού αγωνιστικού ποδηλάτου δρόμου από σύνθετο ενισχυμένο με ανθρακονήματα (CFRP)

Μενέλαος-Ανάργυρος Αντωνίου

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Μανωλάκος

Αθήνα, Απρίλιος 2020

Δομή Παρουσίασης

1. Σκοπός και Διάρθρωση διπλωματικής εργασίας
2. Εισαγωγή, ιστορικά στοιχεία, πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα, τρόποι κατασκευής
3. Περιορισμοί, κριτήρια σχεδίασης, έλεγχος προδιαγραφών διεθνών οργανισμών ISO, EN
4. Σχεδίαση βάση απαιτήσεων και προδιαγραφών
5. Προτυποποίηση λύσεων, έλεγχος εργονομίας, δοκιμές
6. Πρώτες δοκιμές-τεστ αντοχής με πεπερασμένα στοιχεία (simulation).
7. Τελικό σχέδιο & γεωμετρικές πληροφορίες
8. Μελέτη διαστρωματώσεων για εκδόσεις STD & SL, έλεγχος τάσεων & μετατοπίσεων, βάρος & κόστος εκδόσεων
9. Σχεδίαση και μελέτη καλουπιών, αριθμός κοχλιών, κεντραριστικών πείρων, εξολκέων κ.α.
10. Συμπεράσματα, βελτιώσεις & προτάσεις για το μέλλον

1. Σκοπός και διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας

- Σκοπός της εργασίας αποτελεί η μελέτη και σχεδίαση ενός τιμονιού αγωνιστικού ποδηλάτου δρόμου από σύνθετα υλικά (CFRP) σε έξι μεγέθη σε συνεργασία με την ελληνική εταιρία Gramcarbon.
- Στόχος ήταν η ενασχόληση με πολλά πεδία που ξεκινούν από την σύλληψη μιας ιδέας έως και την υλοποίησή της.
- Πιο συγκεκριμένα απαιτούνταν η ενασχόληση με τα πρότυπα, τους κανονισμούς της εκάστοτε κατηγορίας προϊόντων, έρευνα αγοράς, σχεδίαση που να υπακούει σε αυτούς τους κανονισμούς, ελέγχους, προτυποποίηση λύσεων και δοκιμές.
- Στόχος εργονομία, άνεση και ικανοποίηση του καταναλωτικού κοινού.
- Ενασχόληση και εκμάθηση νέων σχεδιαστικών πακέτων και προγραμμάτων ανάλυσης με πεπερασμένα στοιχεία.
- Ενασχόληση με σύνθετα υλικά. Εύρεση διαστρωματώσεων και ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων σε αυτά.
- Απόκτηση γνώσεων και εμπειριών πάνω στον τομέα της σχεδίασης, μελέτης και κατασκευής -> τομέας ενδιαφέροντος και για την επαγγελματική σταδιοδρομία.

2. Εισαγωγή

- Ορισμός: (δίκυκλο) Ποδήλατο ονομάζεται οποιοδήποτε μεταφορικό μέσο με δύο τροχούς που προωθείται αποκλειστικά ή κυρίως από την μυϊκή δύναμη του αναβάτη του, μέσω πεταλιών.

Ιστορικά στοιχεία

- 1418 Giovanni Fontana 1^ο όχημα κινούμενο με μυϊκή δύναμη
- 1817 Draisienne ξύλινο ποδήλατο, χωρίς πετάλια, ταχύτητα 15km/h
- 1839 Mac Millan 1^ο ποδήλατο με πετάλια
- 1870 Ordinary μεγάλη μπροστινή ρόδα, μικρή πίσυνη, επικίνδυνο
- 1878 Kangaroo 1^ο σύστημα ταχυτήτων
- 1885 Rover 1^η μορφή όμοια με τα σημερινά ποδήλατα σε γεωμετρία
- 1956 Smart Lady 1^ο ποδήλατο για γυναίκες σχεδιαστικές τροποποιήσεις
- 2017 Eric Barone ρεκόρ ταχύτητας 223km/h σε χιονισμένη πλαγιά
- 2018 Denise Mueller ρεκόρ ταχύτητας 296 Km/h μέσα σε αεροδυναμικό κλωβό

2.Εισαγωγή

- Υλικά κατασκευής

- Εύλο
- Χάλυβας
- Αλουμίνιο
- Σύνθετα υλικά & Carbon

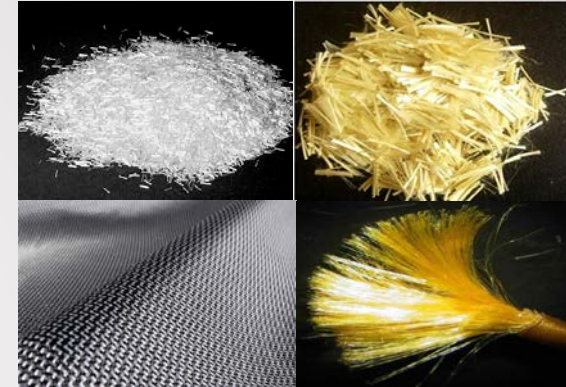
- Σύνθετα υλικά

- ο Πλεονεκτήματα

- Το μικρό βάρος
- Η υψηλή αντοχή
- Η εξαιρετική αντοχή σε διάβρωση
- Η πολύ καλή συμπεριφορά σε κόπωση
- Υψηλή αντοχή σε κρούση
- Μεγάλη αντίσταση στην διάδοση ρωγμών
- Φθαρμένες κατασκευές μπορούν να επισκευαστούν ευκολότερα
- Βελτιωμένες ιδιότητες συντονισμού και απόσβεσης
- Δυνατότητα χρήσης σε κατασκευές ασφαλείας απορρόφησης ενέργειας

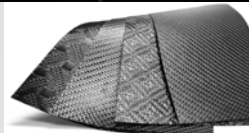
- Σύνθετα υλικά

- Υαλονήματα (fiber glass)
- Αραμίδιο
- Dyneema
- Zylon
- Carbon



- ο Μειονεκτήματα

- Απαιτήση πολλών δευτερευόντων μηχανημάτων και εργαλείων (φούρνοι, κυκλώματα πίεσης, μετρητικά όργανα πίεσης, θερμοκρασίας, καλούπια)
- Υψηλά επίπεδα ερπυσμού
- Μικρή αντίσταση σε μηχανική φθορά
- Ευαίσθητη συμπεριφορά σε δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος
- Υψηλό αρχικό κόστος
- Μικρότερες μερίδες παραγωγής



3. Περιορισμοί, κριτήρια σχεδίασης, έλεγχος προδιαγραφών διεθνών οργανισμών ISO, EN

- Γεωμετρικοί ορισμοί & περιορισμοί (συνήθεις τιμές)

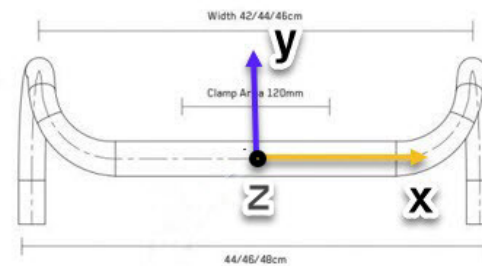
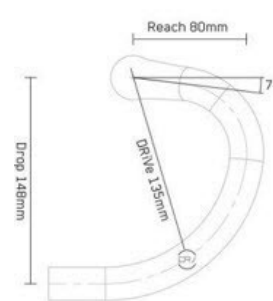
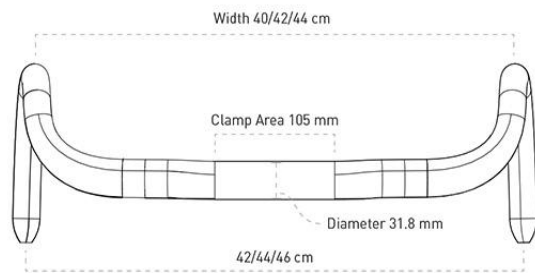
- Drop (**D**) (90-140 mm)
- Reach (**R**) (65-100 mm)
- Width (**W**) (350-500 mm)
- Clamp Area (**CA**) (40-70mm)
- Flare (**F**) (0-20°)
- Outward Bend (**S**) (0-10°)
- Διάμετρος Drop 23,8-24mm αυστηρά
- Διάμετρος CA 25,9mm ή 31,8mm αυστηρά
- Για αεροτομές λόγος πλάτος προς ύψος μικρότερο ίσο του 3

- Έρευνα αγοράς

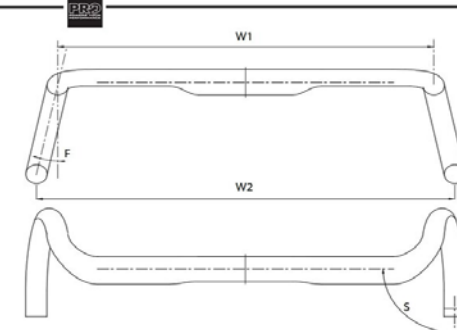
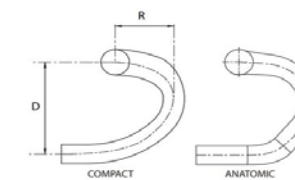
- 24 τιμόνια στην περιοχή ενδιαφέροντος
- Ταξινόμηση χαρακτηριστικών τους
 - Γεωμετρικά χαρακτηριστικά
 - Βάρη
 - Τρόποι κατασκευής
 - Υλικά
 - Τιμή πώλησης
 - Μερίδιο στην αγορά
- 15 επικρατέστερα
- Κενό στην αγορά σε συγκεκριμένη κατηγορία

ROAD BAR - COMPACT

SIZE: 40/42/44 cm



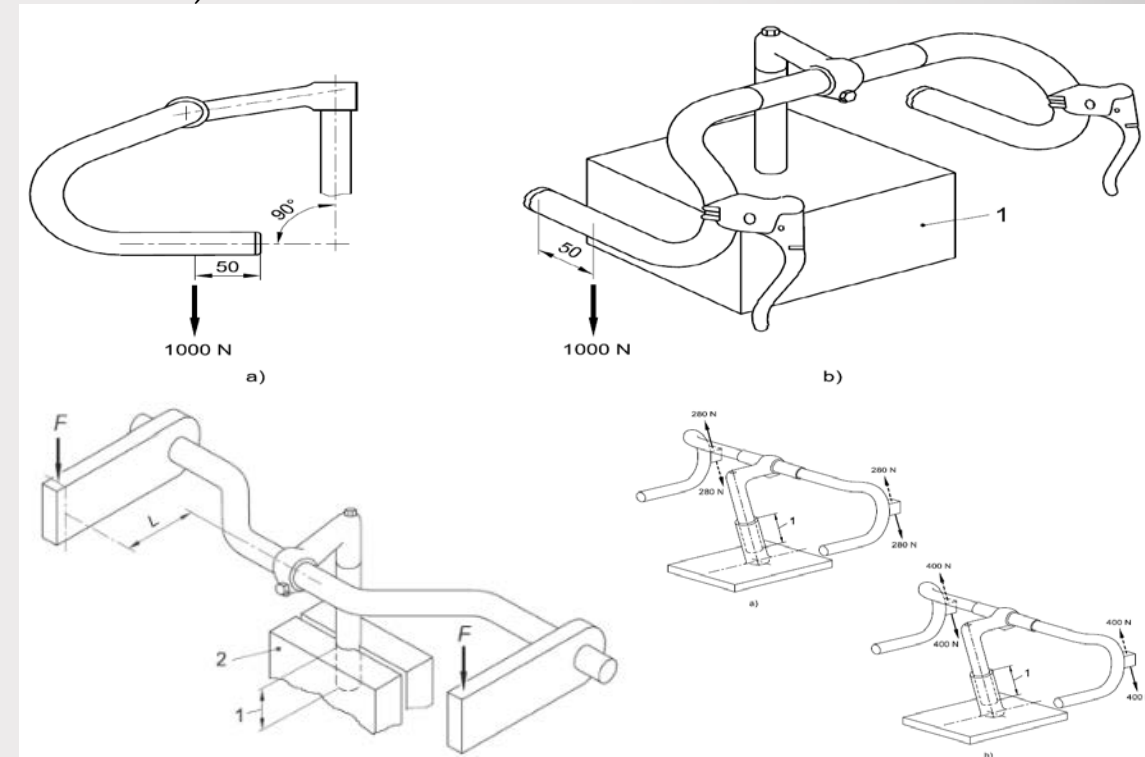
PRO ROAD HANDLEBARS



3. Περιορισμοί, κριτήρια σχεδίασης, έλεγχος προδιαγραφών διεθνών οργανισμών ISO, EN

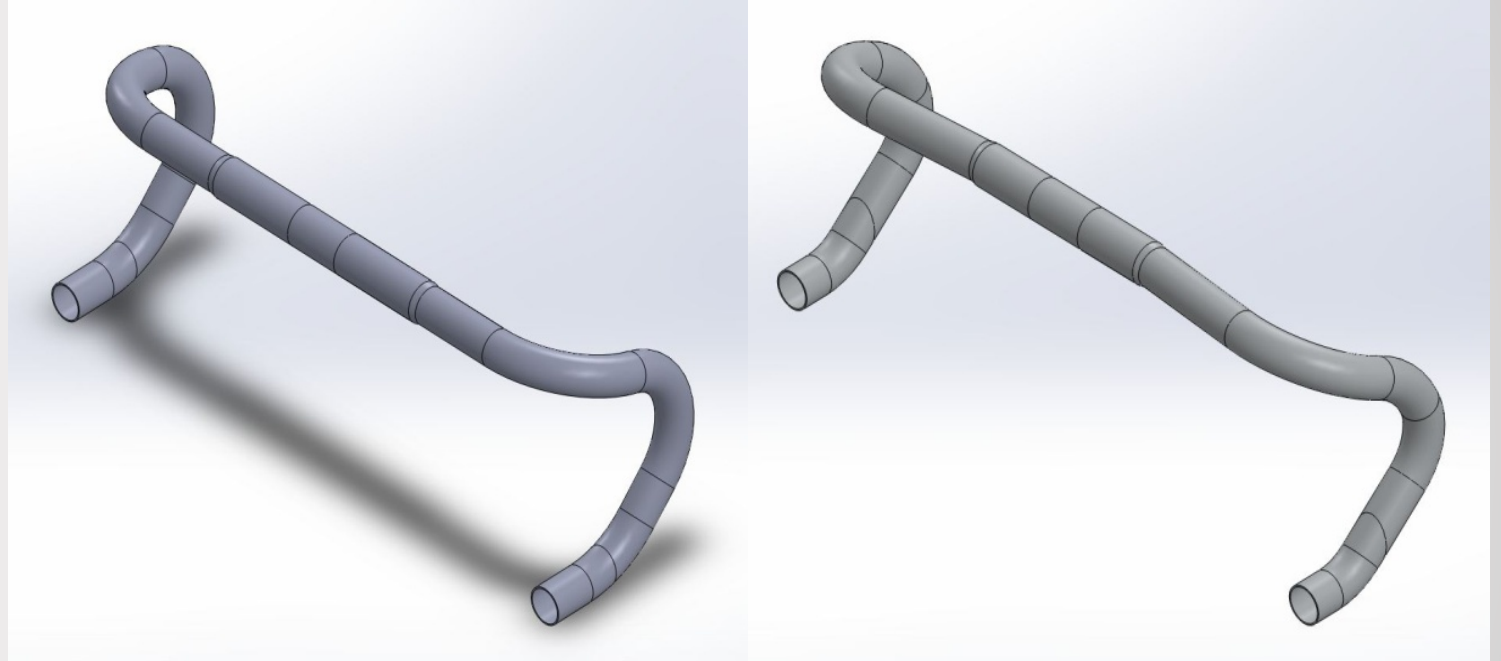
- Κριτήρια ελέγχου σε αντοχή
 - EN 14781 (European Standard)
 - ISO 4210-5:2014 (πλέον υφιστάμενος)
- Πολλαπλές δοκιμές-τεστ
 - Δοκιμή ψύξης -5°C και εφαρμογή δύναμης 70N στις άκρες των drop
 - Εφαρμογές δυνάμεων σε διάφορα σημεία
 - Έλεγχος μεμονωμένος ή σε συναρμολογημένα υποτμήματα
 - Εφαρμογή κατακόρυφης δύναμης 1000 N σε απόσταση 50 mm από το άκρο του drop, έλεγχος τάσεων και μετατοπίσεων
 - Εφαρμογή ροπής 60 Nm στα hood έλεγχος τάσεων
 - Κόπωση για 100.000 κύκλους, $<25\text{ Hz}$, δύο στάδια $\pm 280\text{ N}$ σε 1^η φάση και $\pm 400\text{ N}$ σε δεύτερη φάση

- Κριτήρια σχεδιασμού εταιρίας
 - Απλό τιμόνι αγωνιστικού δρόμου (1^ο στάδιο)
 - Αεροδυναμική σχεδίαση (2^ο στάδιο)
 - Οικογένεια τιμονιών (3^ο στάδιο)
 - Ανύψωση top θέσης λαβής κατά 25 mm rise (4^ο στάδιο)



4. Σχεδίαση βάση απαιτήσεων και προδιαγραφών

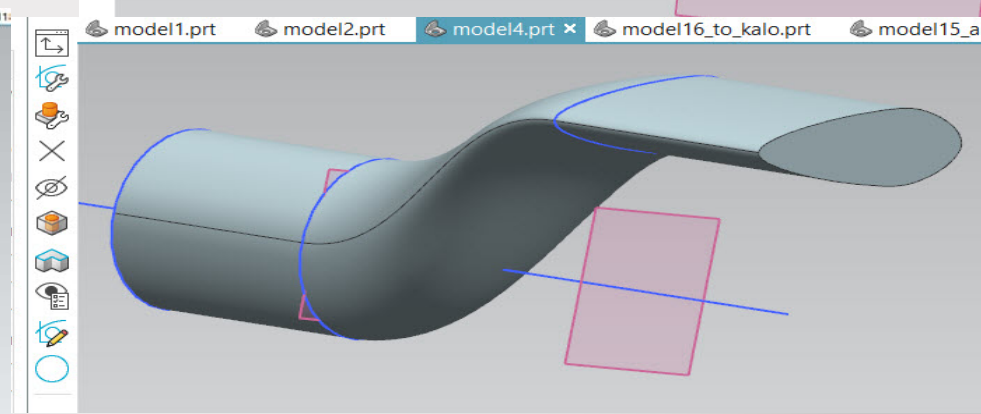
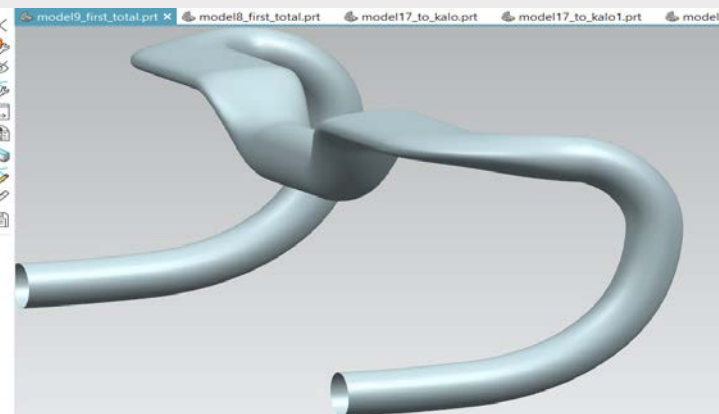
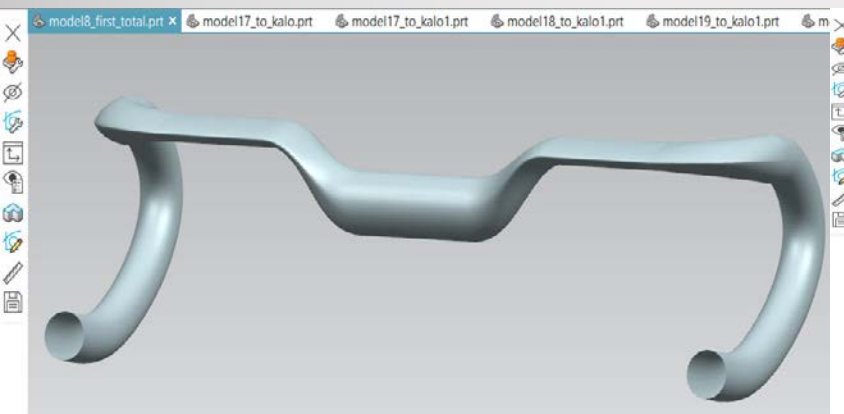
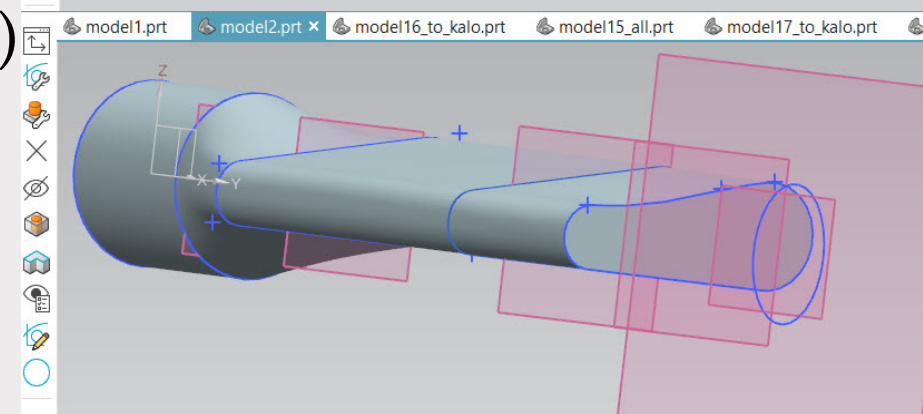
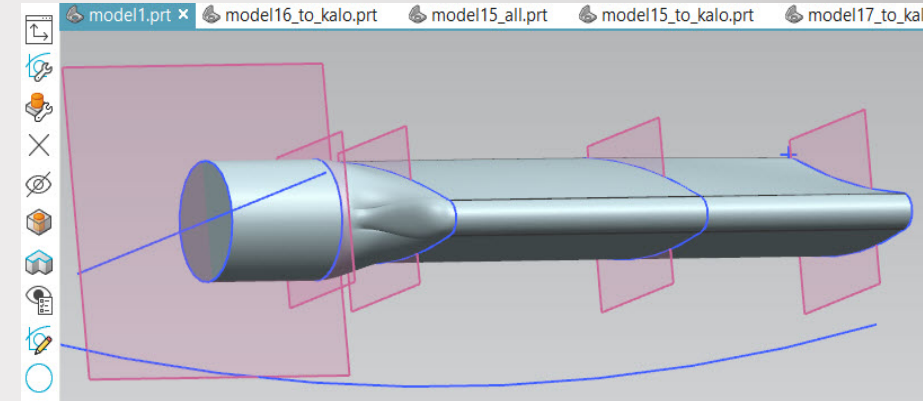
- 1^η και 2^η σχεδίαση τιμονιού με το Solidworks (απλά τιμόνια) (1^ο στάδιο)
 - 1^η σχεδίαση τελείως ελεύθερη χωρίς γνώσεις μεγεθών και διαστάσεων. Δοκιμή αντίληψης και ερεθισμάτων.
 - 2^η σχεδίαση γνώσεις διαστάσεων και μεγεθών. Πιο έμπειρη αντιμετώπιση – καλύτερες αναλογίες



- Αλλαγή κριτηρίων σχεδίασης. Αεροδυναμικό σχήμα. Ανάγκη χρήσης B-splines
- Ανάγκη αλλαγής σχεδιαστικού πακέτου για καλύτερη απόδοση γεωμετρίας και ευκολία συνεργασίας

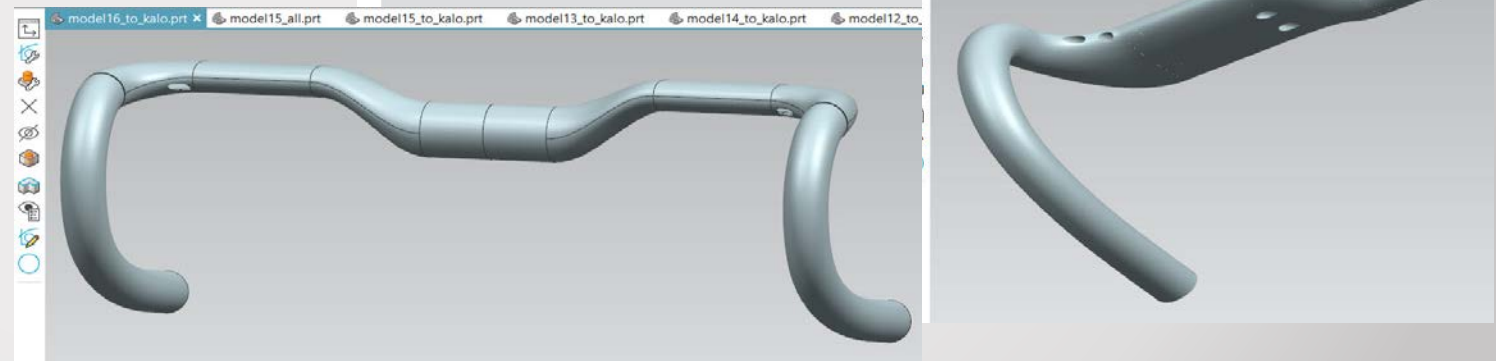
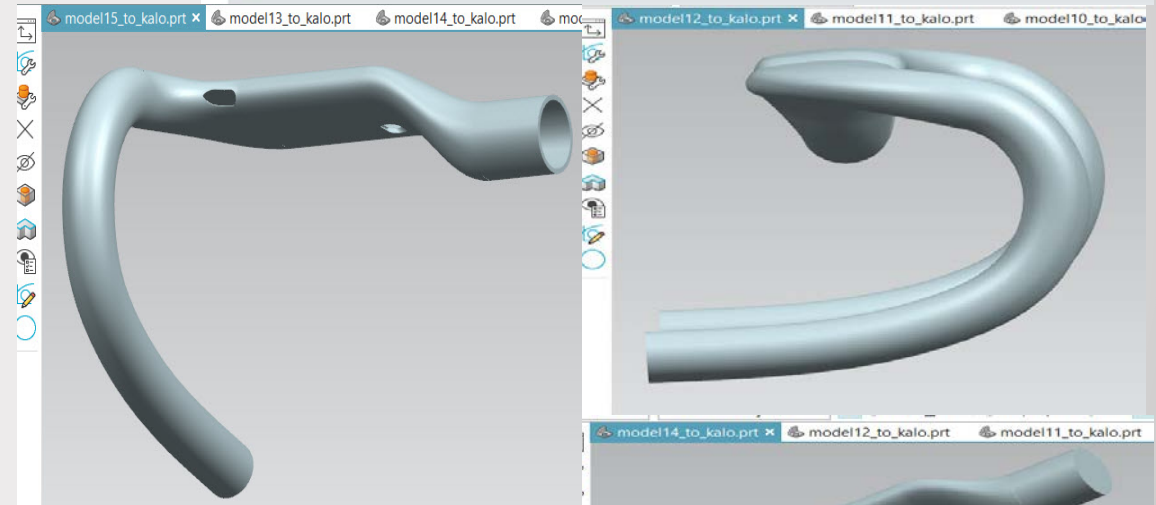
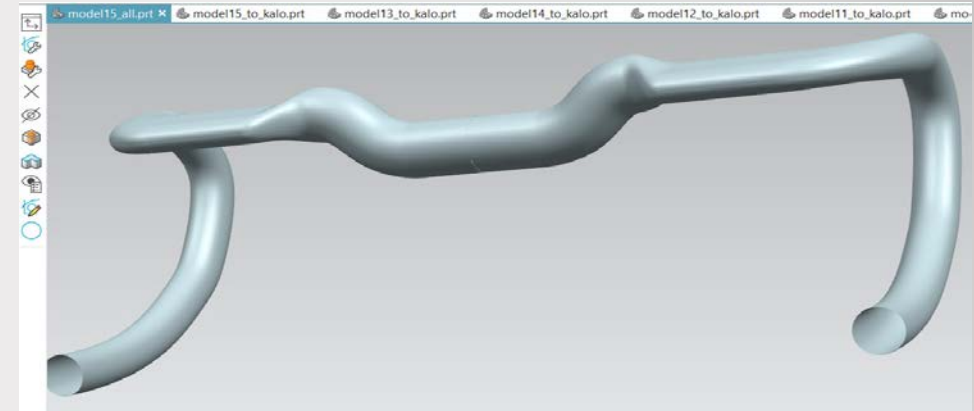
4. Σχεδίαση βάση απαιτήσεων και προδιαγραφών

- 1^εσ απόπειρες σχεδιασμού στο NX (2^ο στάδιο)
 - Δοκιμή διαφόρων αεροτομών με ανατομικό σχέδιο
 - Αναζήτηση αεροδυναμικών αεροτομών
 - Διατομές NACA
 - Τελική μορφή αεροτομής πολλές ομοιότητες με NACA Ultra Sport 1000 (μη πλήρες σχέδιο)
- Επόμενες απόπειρες σχεδιασμού (3^ο & 4^ο σταδ.)
 - Πιο ολοκληρωμένες λύσεις
 - Βελτίωση καμπυλοτήτων, εξάλειψη γωνιών, βελτίωση στρωσίματος υλικού
 - Αρχική κλίση αεροτομής 6°
 - Ομαλοποίηση μεταβολών διατομής



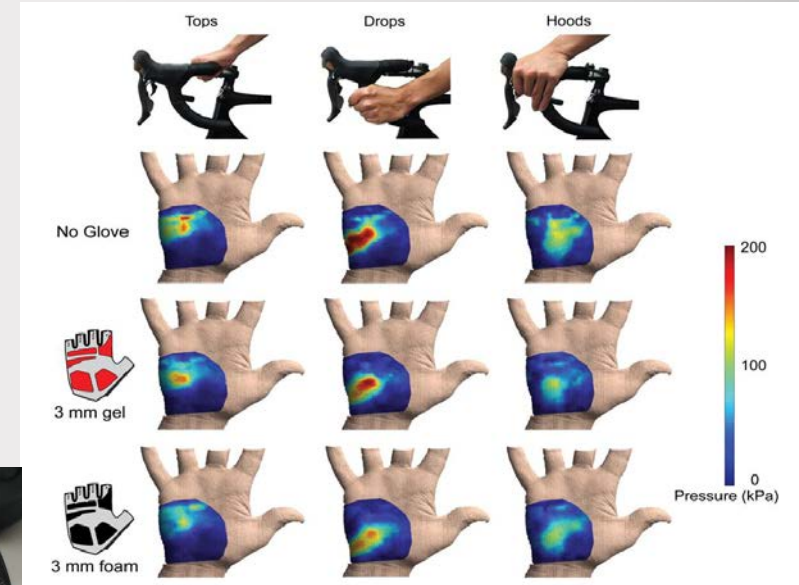
4. Σχεδίαση βάση απαιτήσεων και προδιαγραφών

- Επιπλέον σχεδιαστικές προτάσεις
 - Αλλαγή γεωμετρίας διατομής κεντρικού τμήματος
Μη αποδοχή -> έντονες αλλαγές διατομής και κλίσεων
Δυσκολία στρωσίματος πλεκτού υλικού
 - Αλλαγή σχεδίων σε drop. Διαμόρφωση καμπυλοτήτων
(3 περιοχές με διαφορετική καμπυλότητα μόνο τα drop)
μεσαία, μεγαλύτερη, πολύ μικρή
- Σχεδιαστικές προτάσεις για οπές
 - Ανάγκη για εσωτερική διαδρομή 2 καλωδίων ταχυτήτων και φρένων 4-5 mm έκαστος
 - 1^η δοκιμή δύο ξεχωριστές οπές-> μικρότερη αφαιρούμενη επιφάνεια-> μεγαλύτερη ροπή αδράνειας I
 - 2^η δοκιμή μία οπή μεγαλύτερη
 - Δοκιμή βέλτιστης θέσης οπής



5. Προτυποποίηση λύσεων, έλεγχος εργονομίας, δοκιμές

- Χρήση 3D printer για έλεγχο σχεδιαστικών λύσεων, Markforged Mark 2
- Κατασκευή 6 δοκιμών διαδοχικά
- Στόχος άνεση, εργονομία
- Προβλήματα παλάμης λόγω πίεσης νεύρων
- Δοκιμές από αθλητές και ερασιτέχνες
- Συλλογή απόψεων & εύρεση κοινών στοιχείων



5. Προτυποποίηση λύσεων, έλεγχος εργονομίας, δοκιμές



5. Προτυποποίηση λύσεων, έλεγχος εργονομίας, δοκιμές

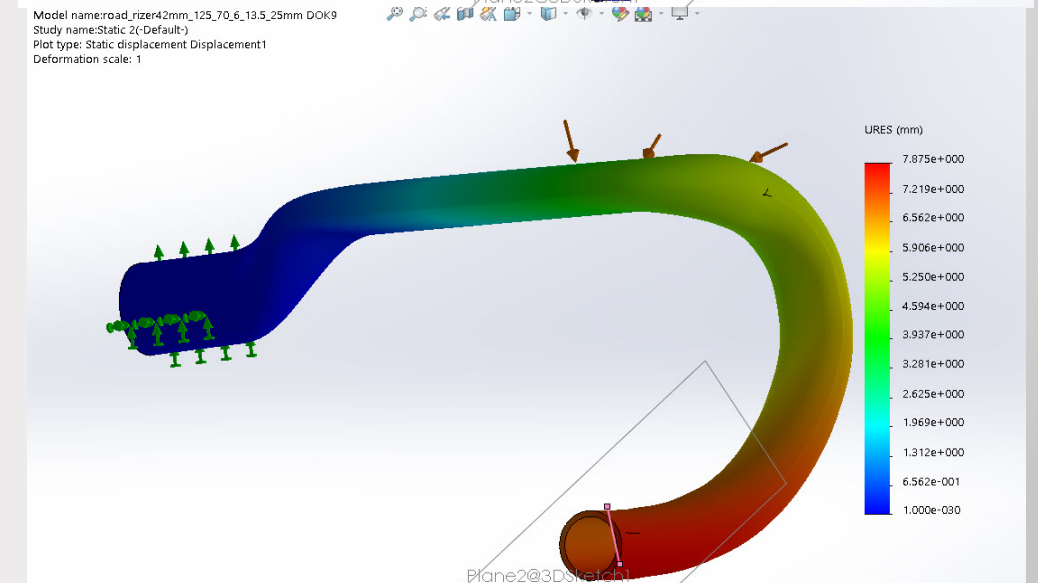
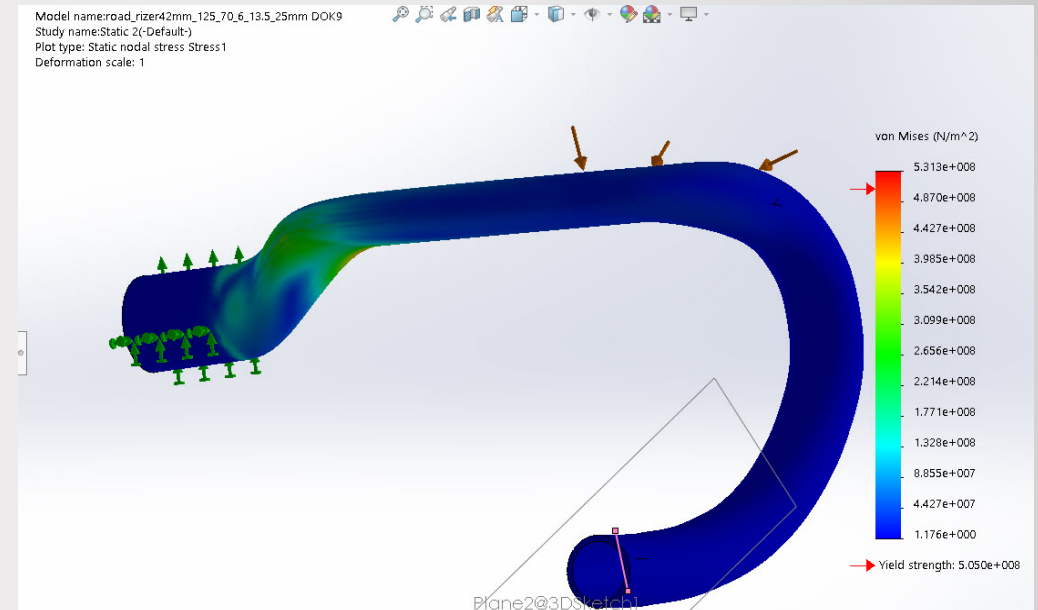
- Σύνοψη αποτελεσμάτων

- 1A. μεγάλη καμπυλότητα hood !
- 1B. μικρή καμπυλότητα hood
- 1A. & 1B. μικρό άνοιγμα drop
- 2. μεσαία καμπυλότητα hood
- 2. ικανοποιητικές καμπυλότητες drop
- 3. συνολικό τιμόνι ικανοποιητικό κεντρικό τμήμα & αεροτομή !
- 3. χώρισμα σε 3 μέρη λόγω μεγέθους
- 3. περεταίρω ανάγκη βελτίωσης drop
- 4. βελτιωμένη καμπύλη drop
- 5. βέλτιστη καμπύλη drop !
- Συνδυασμός 1A, 3, 5 βέλτιστος
- Πρόσθετος έλεγχος θέσης μανέτας φρένου



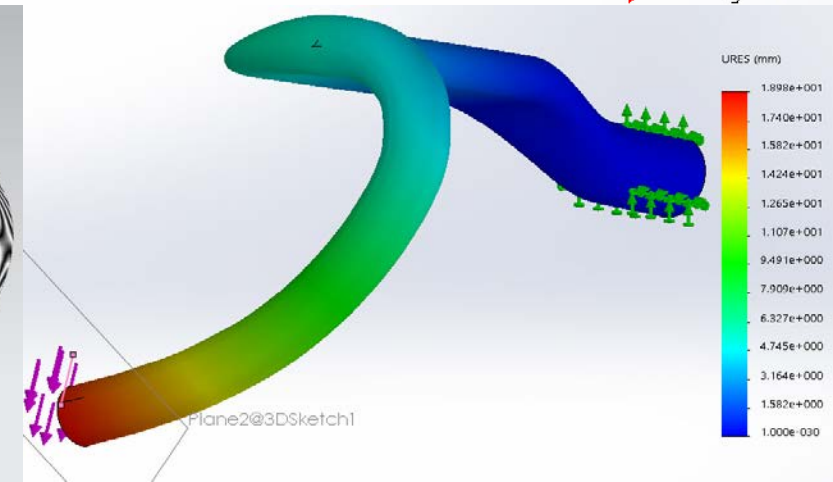
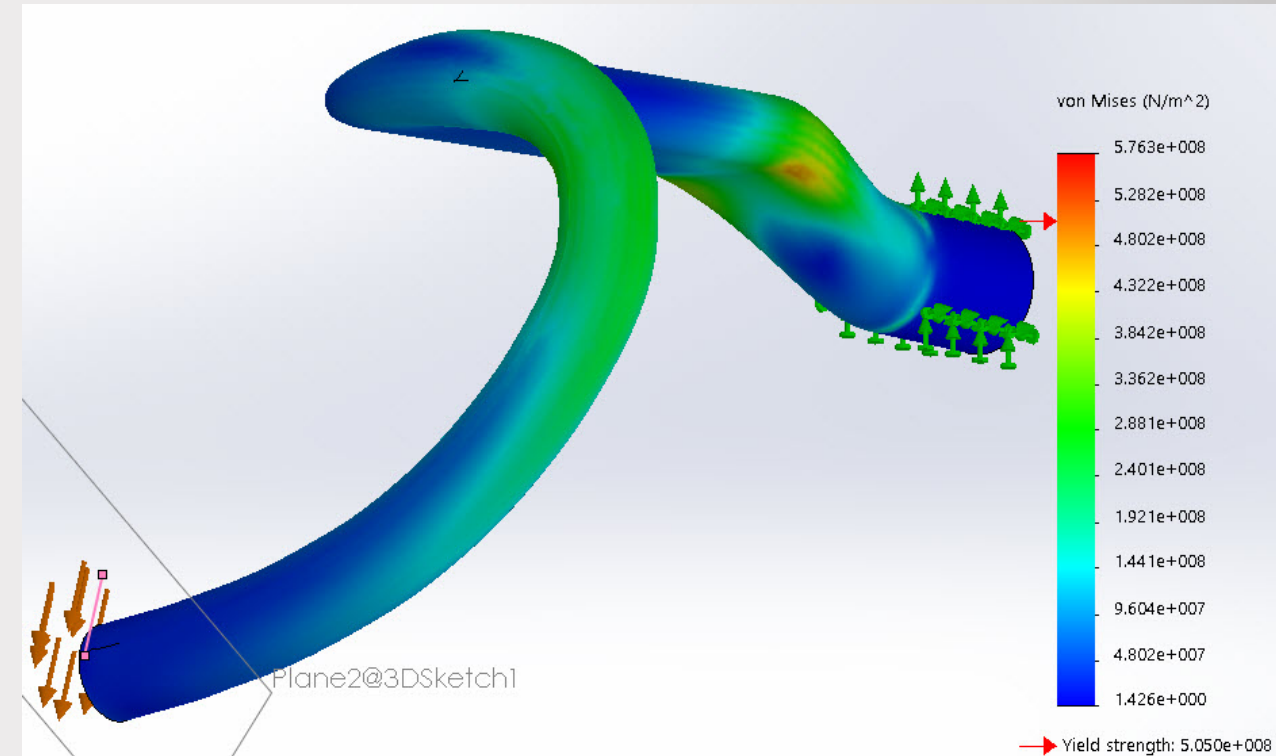
6. Πρώτες δοκιμές-τεστ αντοχής με πεπερασμένα στοιχεία (simulation)

- Χρήση πεπερασμένων στοιχείων Solidworks
- Αποτελέσματα- πρώτη εικόνα
- Μετατροπή αρχείου STEP & IGES
- Μοντελοποίηση ως Αλουμίνιο 7075 T6 ιστροπικό
- 3D στοιχεία
- Fine Meshing (auto)
- Εύρεση από ISO πιο δυσμενές κριτήριο
- Εφαρμογή κατακόρυφης δύναμης 1000 N σε (3 περιοχές) αεροτομή,hood, άκρη drop
- Πάκτωση στον λαιμό
- Έλεγχος μέγιστων τάσεων
- Έλεγχος μετατοπίσεων
- Έλεγχος συγκέντρωσης τάσεων
- Μικρές τροποποιήσεις σχεδίου
- Επανεέλεγχος
- Σύγκριση αλουμινίου, carbon σε βάρος



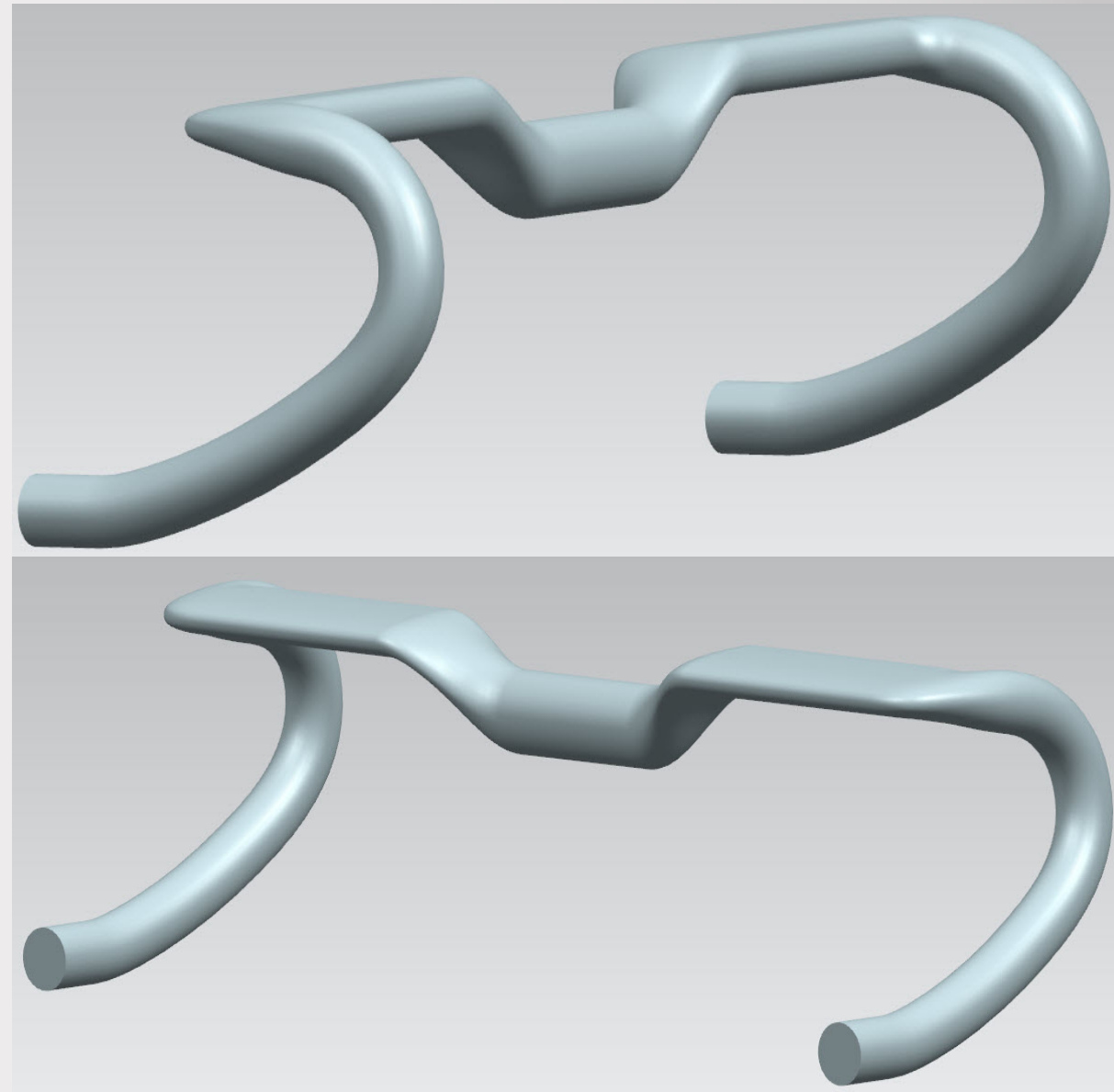
6. Πρώτες δοκιμές-τεστ αντοχής με πεπερασμένα στοιχεία (simulation)

- Μέγιστη αναπτυσσόμενη τάση 576 ΜΡα
 - Μεγαλύτερη από όριο θραύσης
 - Ολική κατάρρευση της κατασκευής
- Ανάγκη για μεγαλύτερο πάχος τοιχώματος
 - Αρχικό πάχος 2mm-> 444gr
 - Ανάγκη για 3 ή 4 mm
 - Τελικό βάρος 641gr ή 820gr
- Εκτιμώμενο βάρος με carbon
 - 200-350 gr
- Έλεγχος συνέχειας επιφανειών μέσω ανάκλασης (reflection)



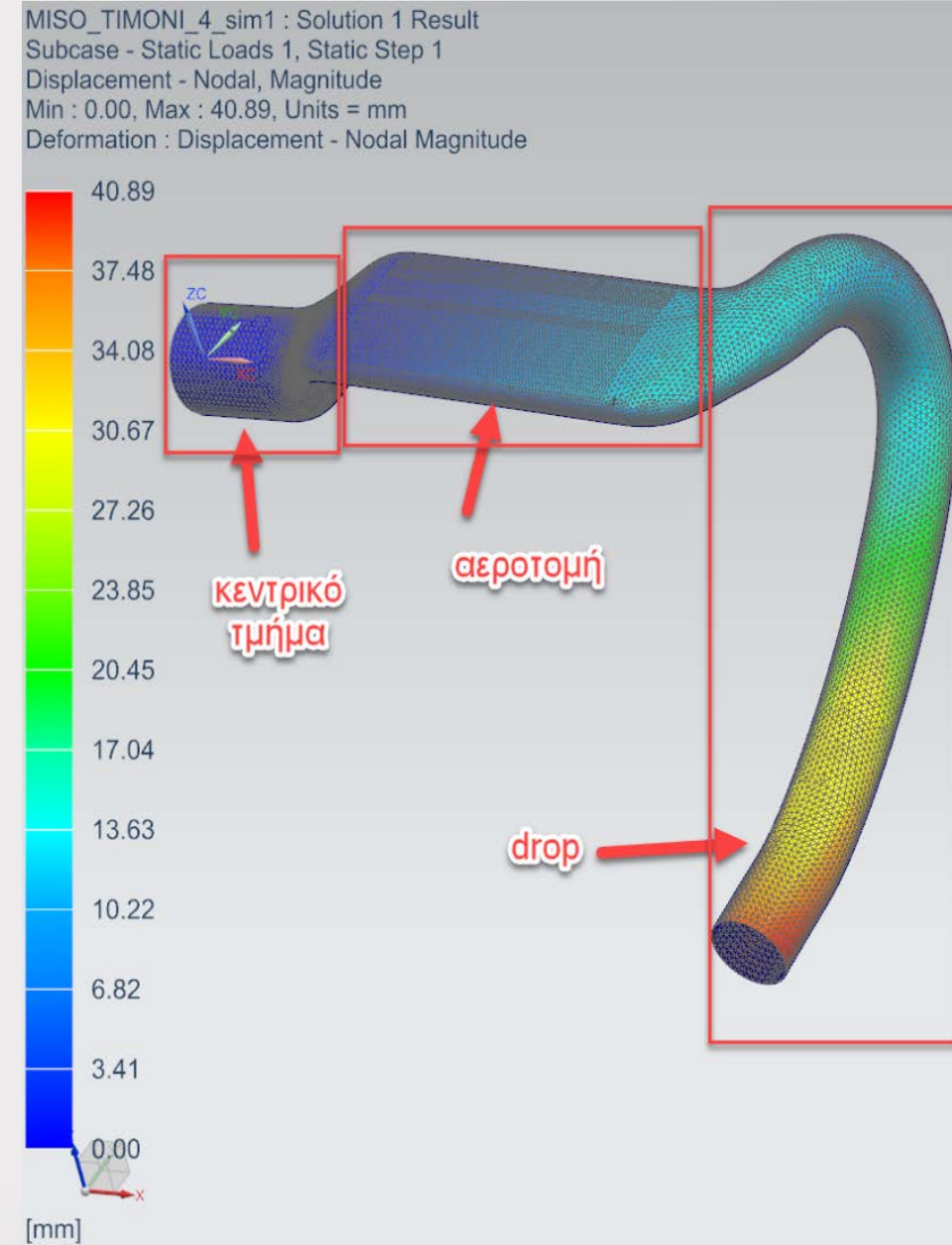
7. Τελικό σχέδιο & γεωμετρικές πληροφορίες

- Γεωμετρικές πληροφορίες τιμονιού
 - Μήκος Width $W = 420\text{mm}$
 - Ανύψωση Rise $R = 25\text{ mm}$
 - Διατομή drop $\Phi = 24\text{mm}$
 - Κατακόρυφο άνοιγμα κατακόρυφης λαβής Drop $D = 120\text{ mm}$
 - Οριζόντιο άνοιγμα κατακόρυφης λαβής Reach $R = 70\text{ mm}$
 - Γωνία Flare $f = 5^\circ$
 - Γωνία σύνδεσης αεροτομής με το drop $\lambda = -13,5^\circ$
 - Κεντρικό πιάσιμο λαιμού Clamp Area $CA = 70\text{ mm}$
 - Διάμετρος κεντρικού τμήματος $\Phi = 31.8\text{ mm}$
 - Μήκος αεροτομής 100 mm
 - Ύψος αεροτομής 18 mm
 - Πλάτος αεροτομής 54 mm
 - Παραμετρικό σχέδιο αλλαγή μήκους αεροτομής



8.Μελέτη διαστρωματώσεων για εκδόσεις STD & SL, έλεγχος τάσεων & μετατοπίσεων, βάρος & κόστος εκδόσεων

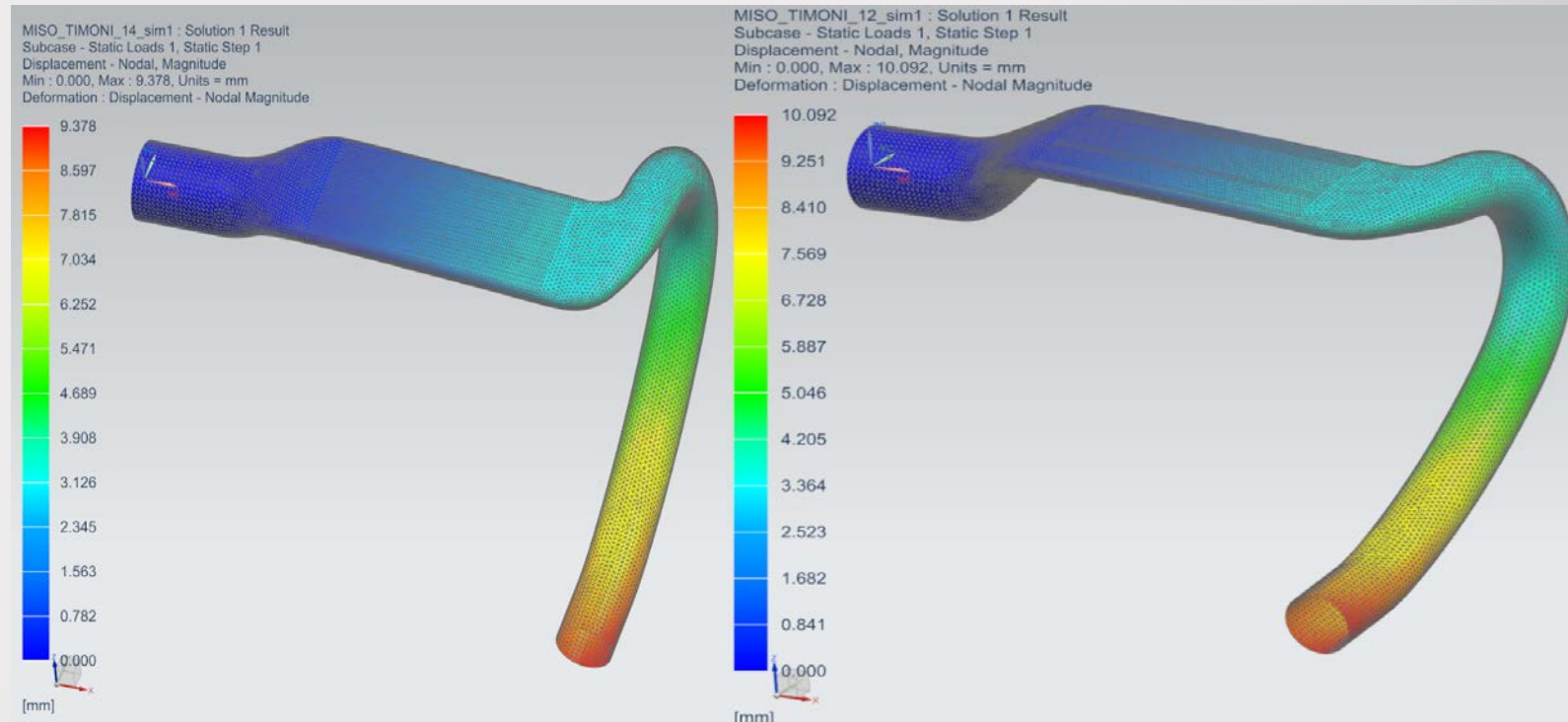
- 2 ομάδες-εκδόσεις βάσει υλικών
 - STD έκδοση με υλικά T300 woven & T700 unidirectional (standard)
 - SL έκδοση με υλικά M40J woven & HR40 unidirectional (superlight)
- Τρόπος εργασίας
 - Zone based χωρισμός σε 3 ζώνες 2D mesh Ctria3 2 mm
 - Drop (Laminate1)
 - Αεροτομή (Laminate2)
 - Κεντρικό τμήμα (Laminate3)
- 1η δοκιμή υλικών (κριτήρια ελέγχου εταιρίας)
 - Αυστηρότερα κριτήρια από ISO , EN
 - Εφαρμογή δύναμης 1000N σε απόσταση 50 mm από άκρο drop
 - Έλεγχος μετατόπισης στο άκρο λαβής $\leq 10\text{mm}$



8.Μελέτη διαστρωματώσεων για εκδόσεις STD & SL, έλεγχος τάσεων & μετατοπίσεων, βάρος & κόστος εκδόσεων

- Για STD έκδοση
 - 15 δοκιμές
 - Drop
 - 10 στρώσεις T300_w
 - 9 στρώσεις T700_ud
 - Αεροτομή
 - 12 στρώσεις T300_w
 - 8 στρώσεις T700_ud
 - Κεντρικό τμήμα
 - 12 στρώσεις T300_w
 - 9 στρώσεις T700_ud
- Για SL έκδοση
 - 5 δοκιμές
 - Drop
 - 8 στρώσεις M40J_w
 - 4 στρώσεις HR40_ud

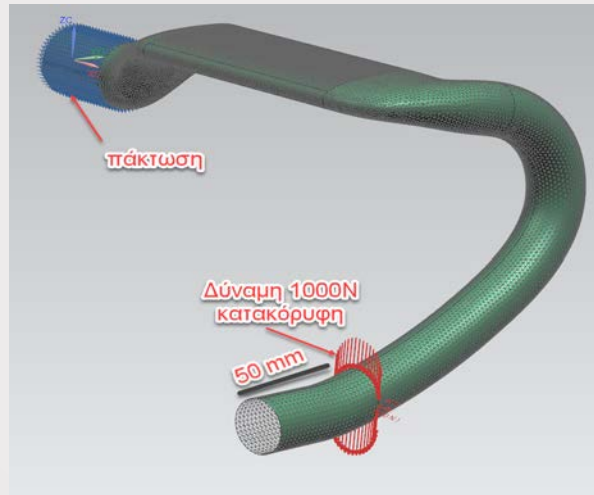
- Αεροτομή
 - 8 στρώσεις M40J_w
 - 4 στρώσεις HR40_ud
- Κεντρικό τμήμα
 - 8 στρώσεις M40J_w
 - 4 στρώσεις HR40_ud



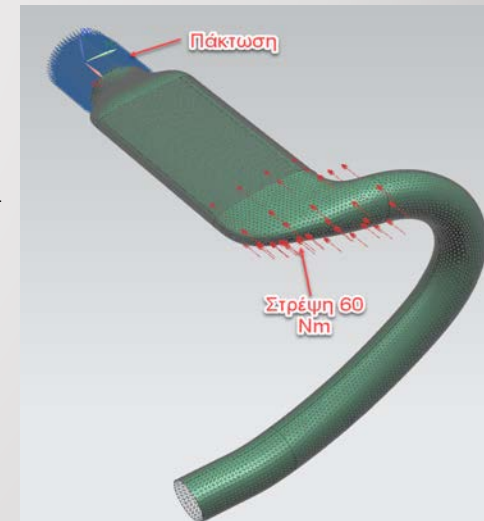
8.Μελέτη διαστρωματώσεων για εκδόσεις STD & SL, έλεγχος τάσεων & μετατοπίσεων, βάρος & κόστος εκδόσεων

- 2η δοκιμή υλικών (κριτήρια ελέγχου εταιρίας)
 - Συνδυασμός κριτηρίων ISO , EN
 - Εφαρμογή δύναμης 1000N σε απόσταση 50 mm από άκρο drop
 - Έλεγχος μετατόπισης στο σημείο εφαρμογής δύναμης $\leq 15\text{mm}$
 - Εφαρμογή στρεπτικής ροπής 60 Nm

- Για STD-1 έκδοση
 - 6 δοκιμές T700>>T300
 - Drop
 - 13 στρώσεις T700_ud
 - Αεροτομή
 - 13 στρώσεις T700_ud
 - Κεντρικό τμήμα
 - 14 στρώσεις T700_ud



- Για SL-1 έκδοση
 - 16 δοκιμές
 - Drop
 - 4 στρώσεις M40J_w
 - 1 στρώση HR40_ud
 - Αεροτομή
 - 4 στρώσεις M40J_w
 - 2 στρώσεις HR40_ud
 - Κεντρικό τμήμα
 - 8 στρώσεις M40J_w
 - 1 στρώση HR40_ud

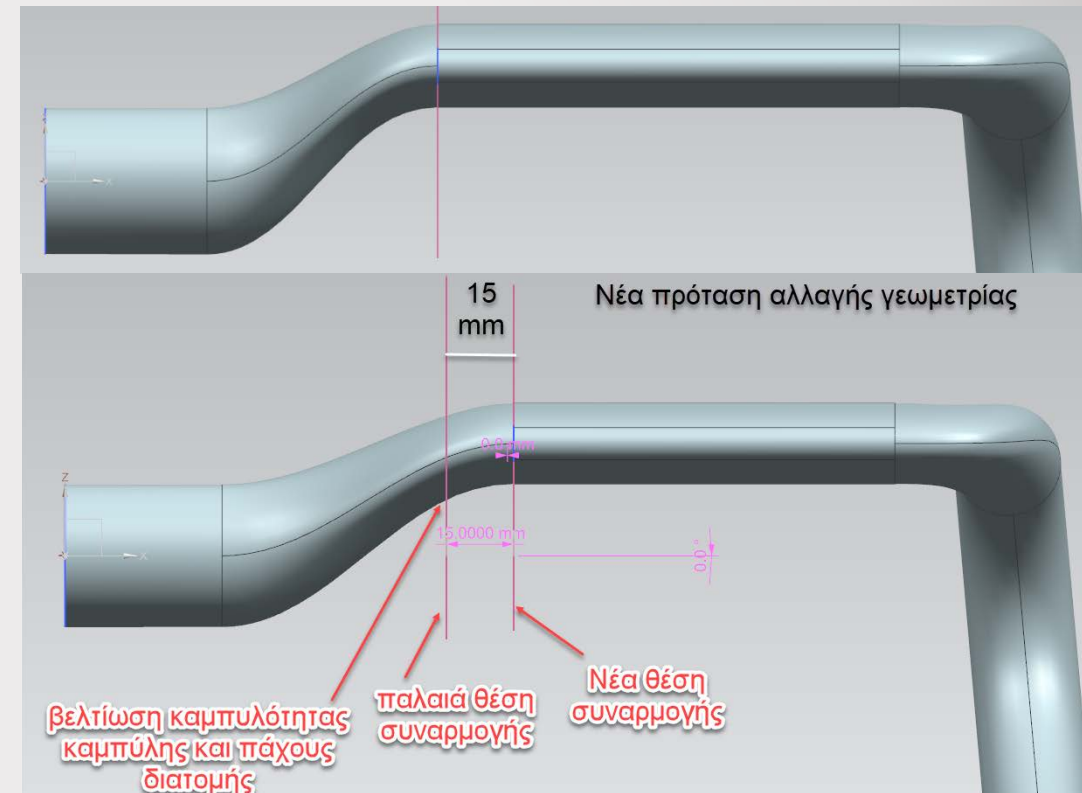


8.Μελέτη διαστρωματώσεων για εκδόσεις STD & SL, έλεγχος τάσεων & μετατοπίσεων, βάρος & κόστος εκδόσεων

- Πρόταση γεωμετρικής βελτιστοποίησης
 - ο Με ίδιες στρώσεις υλικών
 - Μείωση τάσεων έως **25%**
 - Μείωση μετατοπίσεων έως **17%**
 - ο Νέα μοντέλα STD-2 & SL-2
 - Όμοια διαστρωμάτωση με STD-1 & SL-1

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

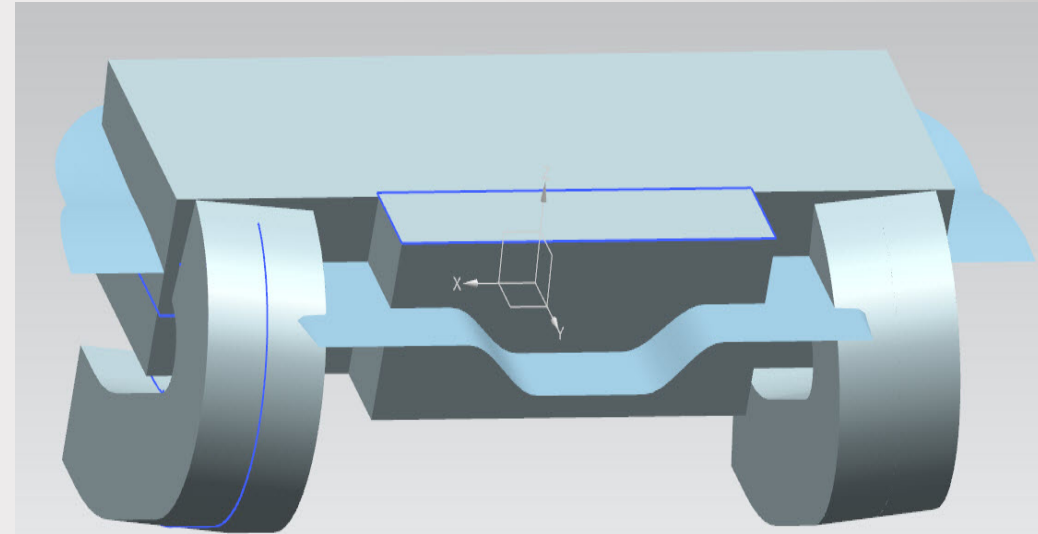
Μοντέλο Τιμονιού	Βύθιση (mm)	Βάρος (gr)	Κόστος (€)
STD	6.986 (10.092)	574.3	70.6
SL	6.653 (9.378)	358.5	108.4
STD-1	16.288	316.8	32.9
SL-1	16.06	185.3	55.4
STD-2	13.61	316.8	32.9
SL-2	14.905	185.3	55.4



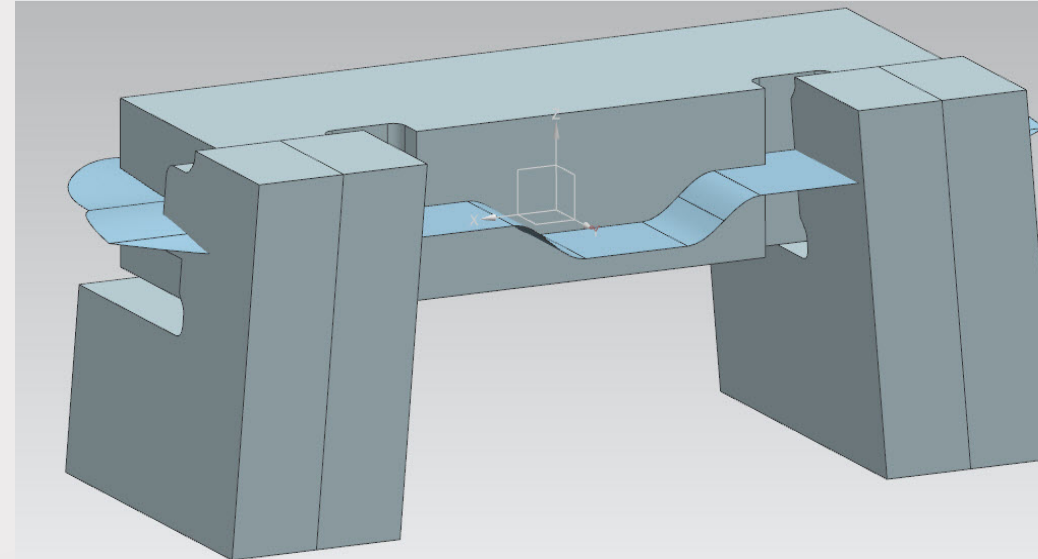
9. Σχεδίαση και μελέτη καλουπιών, αριθμός κοχλιών, κεντραριστικών πείρων, εξολκέων κ.α.

- Επιλογή υλικού καλουπιού
 - Χάλυβας απορρίπτεται (βάρος, κατεργασιμότητα)
 - **Αλουμίνιο** επιλέγεται (βάρος, αγωγιμότητα-γρήγορη επανάχρηση)
 - Carbon απορρίπτεται (υψηλό κόστος)
- Μεθοδολογία διαχωρισμού
 - Δημιουργία parting line
 - Δημιουργία επιφανειών διαχωρισμού
 - Επιλογή αριθμού επιμέρους τμημάτων 6
 - 2x2 για drop
 - 2 για κεντρικό τμήμα
- 3 σχεδιαστικές προσεγγίσεις

• 1η

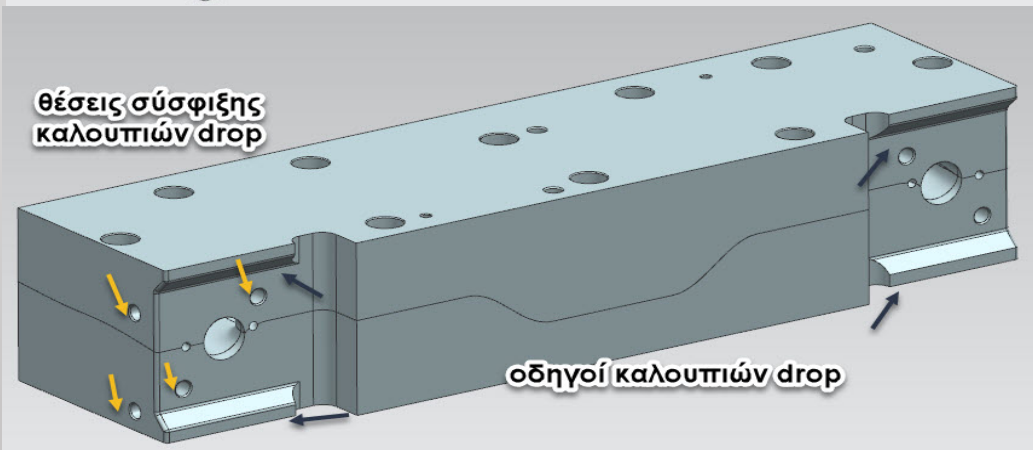
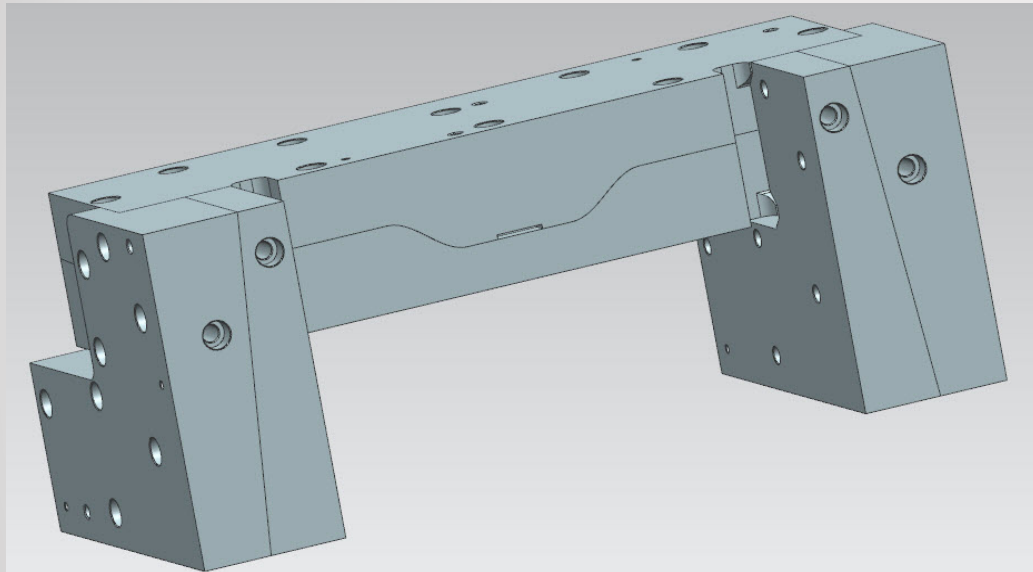


• 2η

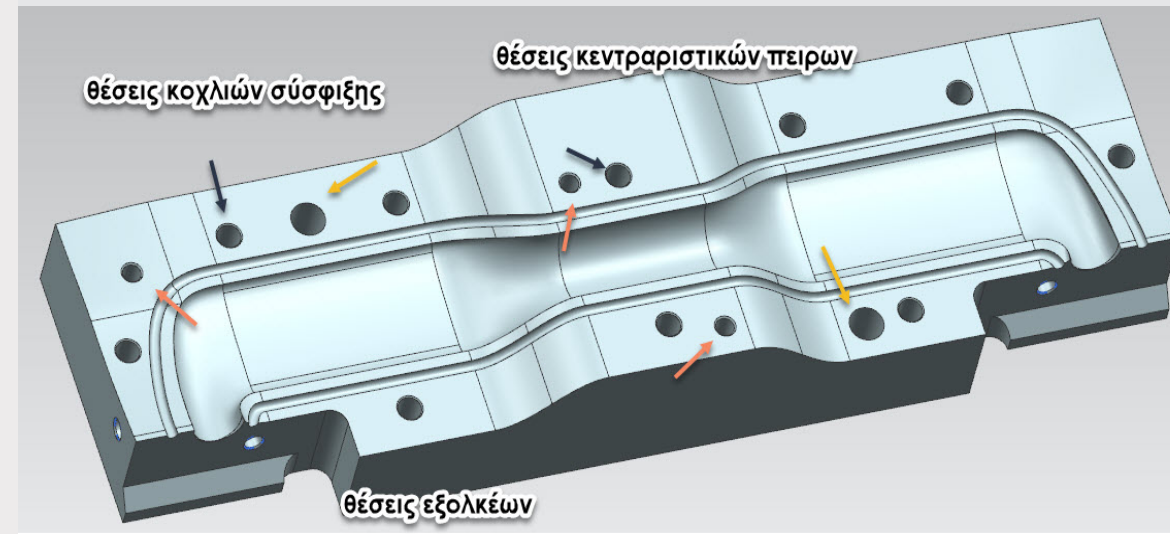
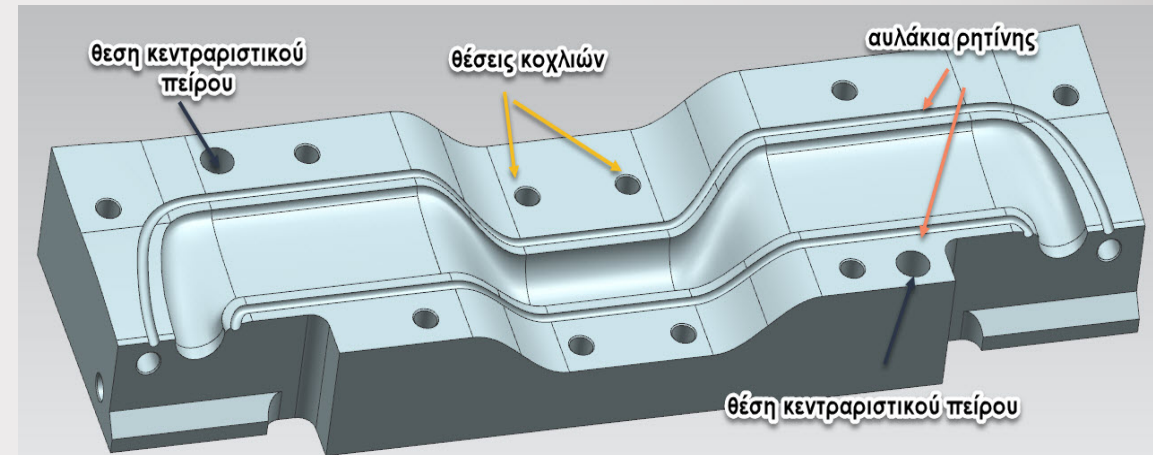


9. Σχεδίαση και μελέτη καλουπιών, αριθμός κοχλιών, κεντραριστικών πείρων, εξολκέων κ.α.

- 3^η (Τελική επιλογή)

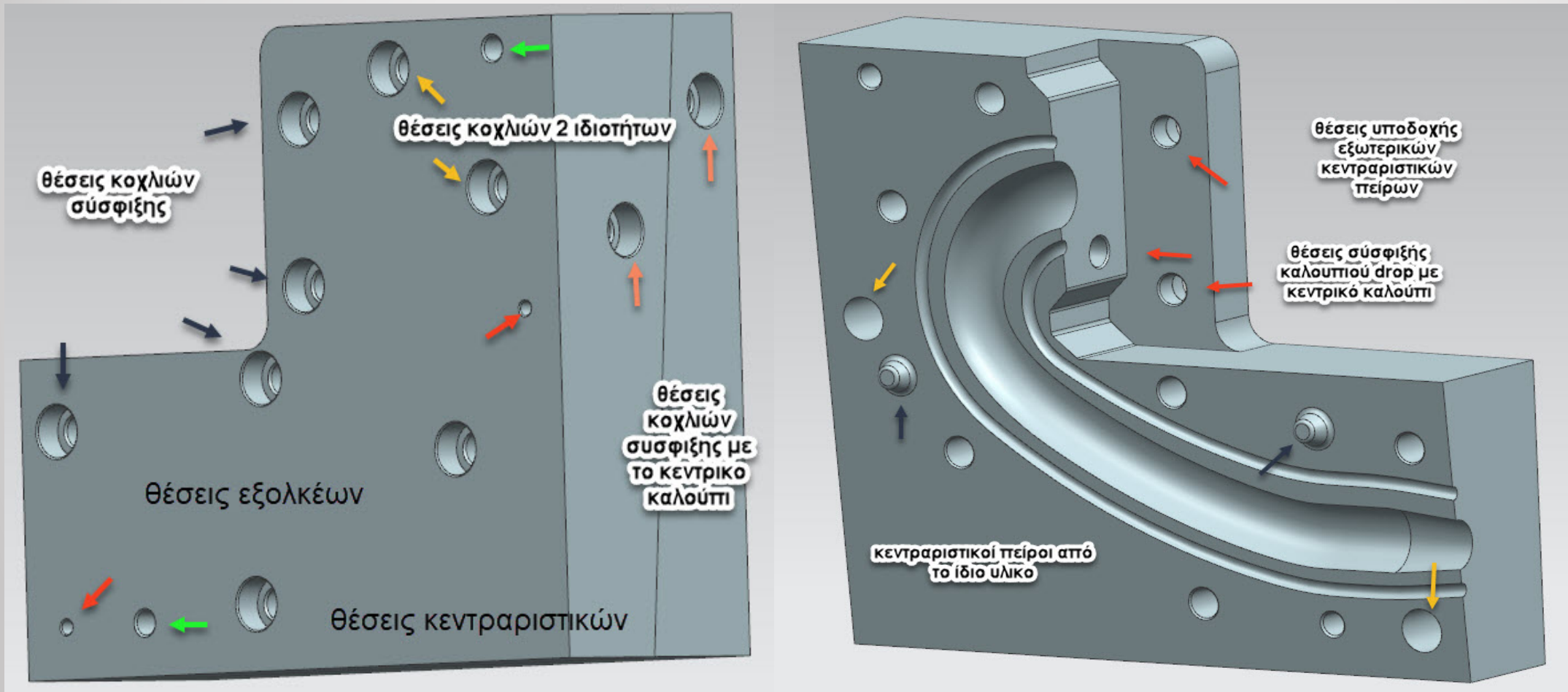


- Τμήματα κεντρικού καλουπιού



9. Σχεδίαση και μελέτη καλουπιών, αριθμός κοχλιών, κεντραριστικών πείρων, εξολκέων κ.α.

- Καλούπια drop



9. Σχεδίαση και μελέτη καλουπιών, αριθμός κοχλιών, κεντραριστικών πείρων, εξολκέων κ.α.

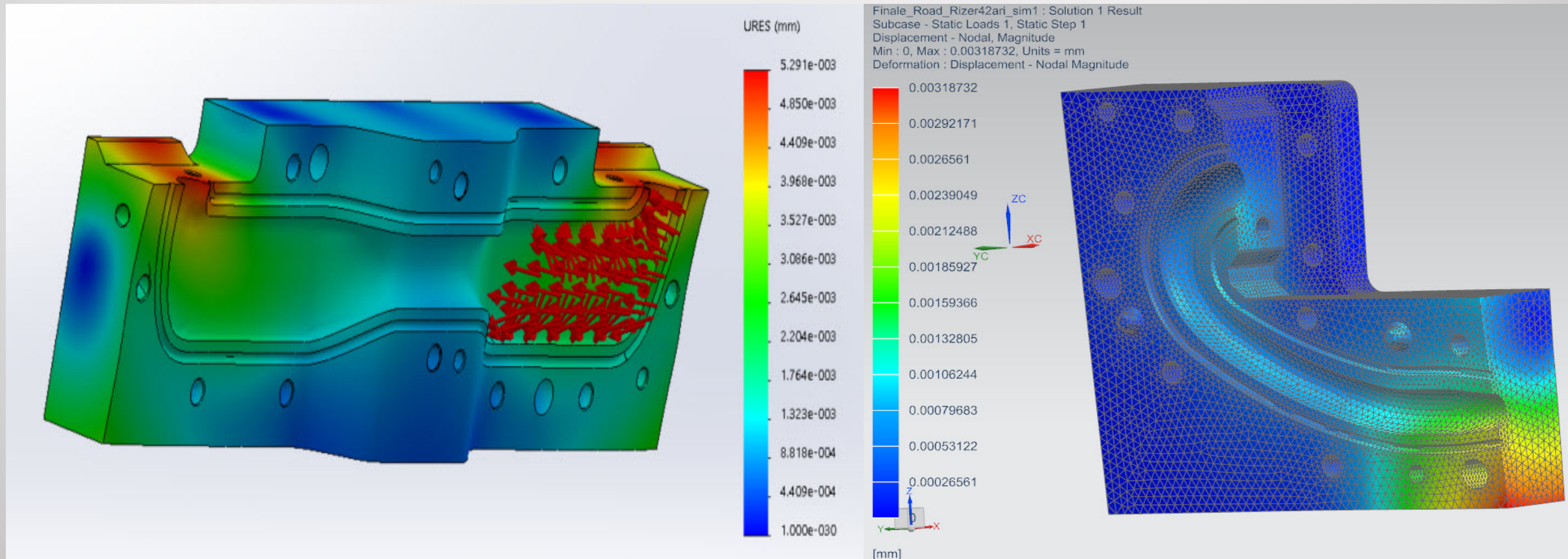
- Εντατική κατάσταση καλουπιού
 - ο Εσωτερική πίεση 5-8 bar
 - ο Θερμοκρασία λειτουργίας 120-130°C
 - ο Συντελεστής θερμικής διαστολής $\alpha=23,1 \cdot 10^{-6}$
 - ο Υπολογισμός εσωτερικής επιφάνειας
- Υπολογισμός αριθμού κοχλιών
 - ο Προένταση κοχλιών για εξισορρόπηση πίεσης
 - ο Υπολογισμός ροπής σύσφιξης
 - ο Αριθμός απαιτούμενων κοχλιών για κεντρικό τμήμα 10, για drop 6, για σύνδεση μεταξύ τους 4
- Έλεγχος παραμόρφωσης καλουπιού
 - ο Απαίτηση διακένου $< 50 \mu\text{m}$
 - ο 7 μm για κεντρικό καλούπι
 - ο 3 μm για καλούπι drop
- Επιλογή αριθμού κεντραριστικών πείρων
 - ο 2 κεντραριστικοί πείροι ανά ζεύγος (6 συνολικά)
 - ο 2 σετ για κάθε drop και επιλογή επικρατέστερου κατόπιν κατασκευής
- Επιλογή εξολκέων
 - ο 3 εξολκείς για το κεντρικό καλούπι
 - ο 2 εξολκείς για τα καλούπια των drop
- Δευτερεύουσες γεωμετρίες
 - ο Αυλάκια ρητίνης $\phi 5 \text{ mm}$
- Συνολική μάζα $M=35 \text{ Kg}$
 - ο Ανάγκη μεταφοράς από 2 άτομα

9. Σχεδίαση και μελέτη καλουπιών, αριθμός κοχλιών, κεντραριστικών πείρων, εξολκένων κ.α.

- Ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων->Μετατοπίσεις

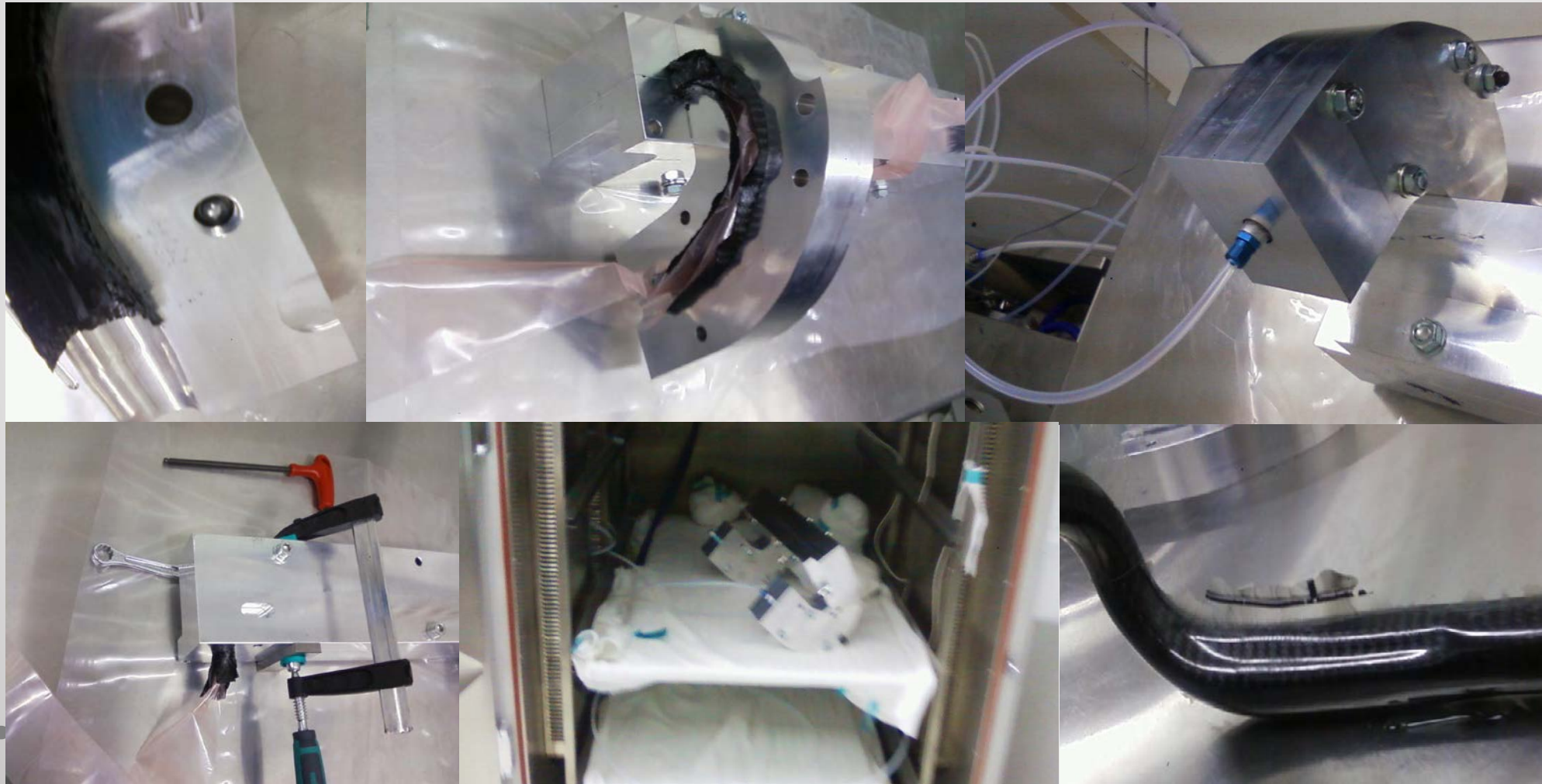
Χρήση Solidworks

Χρήση NX



9. Σχεδίαση και μελέτη καλουπιών, αριθμός κοχλιών, κεντραριστικών πείρων, εξολκένων κ.α.

- Τρόπος υλοποίησης της διαδικασίας



10. Συμπεράσματα, βελτιώσεις & προτάσεις για το μέλλον

- Συμπεράσματα

- ο Δημιουργία έντονων προβληματισμών & ανάγκης εύρεσης λύσεων
- ο Ενασχόληση με αρκετούς τομείς της σχεδίασης, μελέτης & κατασκευής
- ο Προσωπική ικανοποίηση, λόγω επίτευξης των στόχων
- ο Δημιουργία πνεύματος συνεργασίας και επικοινωνίας με τεχνικό προσωπικό.

- Βελτιώσεις & στόχοι για το μέλλον

- ο Ολοκλήρωση της οικογένειας των καλουπιών σχεδιαστικά
- ο Έλεγχος υπόλοιπων μεγεθών τιμονιών σε τάσεις, παραμορφώσεις
- ο Ενδεχόμενη περεταίρω βελτίωση γεωμετρίας
- ο Εναλλακτική επίλυση και χρήση νέων solver του NX NASTRAN
- ο Χρήση ply based, πραγματικές συνθήκες, επικαλύψεις, optimization
- ο Ενασχόληση με CAM και χρήση μηχανημάτων CNC
- ο Προσωπικές επιδιώξεις

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας