



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ & ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ & ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

*Τεχνική έκθεση για το έργο με τίτλο:*

**«Αντίστροφος μηχανολογικός σχεδιασμός ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης αναβατορίου  
(ANEMOS 1)»**

Δρ. Βασίλειος Σπιτάς, Καθηγητής ΕΜΠ

Δρ. Γεώργιος Καϊσαρλής, ΕΔΙΠ ΕΜΠ

Γεώργιος Βασιλείου, Διπλ. Μηχ. Μηχ. ΕΜΠ

Αθήνα, Δεκέμβριος 2023

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	3
2. Μεταφορά στο ΕΜΠ .....	4
3. Αντίστροφος Μηχανολογικός Σχεδιασμός.....	5
3.1. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδας πλην οδοντώσεων .....	6
4. Υπολογισμός ζεύγους οδοντώσεων.....	7
4.1. Ισοδύναμη ευθεία οδόντωση .....	8
5. Συμπεράσματα.....	10
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	11

## 1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη αφορά στον ανασχεδιασμό του υποσυστήματος/ βαθμίδας μετάδοσης κίνησης (ζεύγος ελικοειδών οδοντωτών τροχών εξωτερικής – εσωτερικής οδόντωσης) του αναβατορίου «ANEMOS 1» του Χιονοδρομικού Κέντρου Καρπενησίου. Στο πλαίσιο της υφιστάμενης συνεργασίας μεταξύ του Εργαστηρίου Στοιχειών Μηχανών της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ. Πολυτεχνείου και της Περιφερειακής Ενότητας Ευρυτανίας της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας, πραγματοποιήθηκε αυτοψία της εγκατάστασης σε δύο φάσεις, αρχικά την 14<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2022 και στη συνέχεια κατά την περίοδο 5-7 Ιουλίου 2023.

Κατά την αυτοψία της εγκατάστασης, πραγματοποιήθηκε περιήγηση στις εγκαταστάσεις του Χιονοδρομικού κέντρου, όπου έγινε καταγραφή των επιμέρους υποσυστημάτων κι ανάλυση της λειτουργίας τους. Κατά την επίσκεψη έγινε επίσης ενημέρωση για την προηγούμενη αντικατάσταση του πινιόν της παραπάνω βαθμίδας (Εικόνα 1). Το πινιόν παρουσίαζε εκτεταμένη φθορά με εκτενή απουσία υλικού και είχε κριθεί πλήρως ακατάλληλο για λειτουργία.



Εικόνα 1: Αντικατεστημένο πινιόν βαθμίδας ελικοειδών τροχών

Κατά την δεύτερη επίσκεψη τον Ιούλιο 2023 κλιμάκιο του ΕΜΠ επισκέφθηκε εκ νέου το Χιονοδρομικό Κέντρο Καρπενησίου προκειμένου να πραγματοποιηθεί in situ ο αντίστροφος μηχανολογικός σχεδιασμός. Εν τούτοις, λόγω ελλείψεων του απαιτούμενου εξοπλισμού, η απεγκατάσταση της βαθμίδας ήταν αδύνατη και δρομολογήθηκε η μεταφορά του ζεύγους στις εγκαταστάσεις του ΕΜΠ. Οπτική παρατήρηση της κορώνας (εσωτερική οδόντωση) – με περιορισμένη πρόσβαση – έδειξε εκτεταμένη φθορά και στην κορώνα της βαθμίδας, η οποία ήταν σε άριστη κατάσταση κατά την προηγούμενη αντικατάσταση του πινιόν της Εικόνας 1 σύμφωνα με τις μαρτυρίες των υπευθύνων λειτουργίας του αναβατορίου.

## 2. Μεταφορά στο ΕΜΠ

Η μεταφορά της βαθμίδας στο ΕΜΠ πραγματοποιήθηκε την Πέμπτη 20 Ιουλίου 2023. Αρχικά πραγματοποιήθηκε καθαρισμός των οδοντώσεων ώστε να απομακρυνθούν οι μεγάλες ποσότητες γράσου και να καταστεί εφικτή η λήψη μετρήσεων. Κατά τον οπτικό έλεγχο των οδοντωτών τροχών που ακολούθησε (δείχνονται στις Εικόνες 2 και 3), παρατηρήθηκε εκτεταμένη φθορά σε αμφότερους τους τροχούς. Το ποσοστό της φθοράς κρίθηκε αντιστρόφως ανάλογο του χρόνου συνεργασίας του ζεύγους και αποδόθηκε σε εσφαλμένη κατασκευή του πινιόν αντικατάστασης. Η υφιστάμενη φθορά είναι χαρακτηριστικό αποτέλεσμα αστοχίας σε πιέσεις επιφανείας και κακής τοποθέτησης του ζεύγους. Έγινε επίσης ενημέρωση πως κατά την απεγκατάσταση της βαθμίδας από το αρμόδιο συνεργείο διαπιστώθηκε ότι ο μειωτήρας που είναι συνδεδεμένος με το πινιόν ήταν πρόχειρα εδρασμένος (υπήρχε παξιμάδι στην έδρασή του είτε από σφάλμα ή για να βοηθήσει στην αρχική ευθυγράμμιση του) και ως εκ τούτου προκαλούσε εκ νέου απευθυγράμμιση του ζεύγους με το καταστροφικό αποτέλεσμα των παρακάτω Εικόνων 2 και 3.



Εικόνα 2: Πινιόν βαθμίδας



Εικόνα 3: Κορώνα βαθμίδας

Από τον υπολογισμό της παραμένουσας αντοχής της κορώνας με βάση την μέση φθορά που μετρήθηκε, προέκυψε η ακαταλληλότητα αυτής για περαιτέρω χρήση στο αναβατόριο του Χιονοδρομικού κέντρου.

### 3. Αντίστροφος Μηχανολογικός Σχεδιασμός

Ο αντίστροφος μηχανολογικός σχεδιασμός της βαθμίδας πραγματοποιήθηκε με χρήση δύο (2) χειροκίνητων φορητών βραχιόνων μέτρησης συντεταγμένων (articulated arm portable CMMs), τα χαρακτηριστικά των οποίων αναγράφονται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1: Τεχνικά χαρακτηριστικά ρομποτικών βραχιόνων**

	<b>FARO PLATINUM ARM</b>	<b>Absolute Arm 8525</b>
Κατασκευαστής	FARO	HEXAGON MI
Βαθμοί ελευθερίας (DOFs)	7	6
Εργόσφαιρα [m]	2.8	2.5
Τεχνολογία αισθητήρα λήψης μετρήσεων	Touch probe + Laser camera	Touch probe
Ακρίβεια μέτρησης (mm) κατά ISO 10630-12:2016 (ANSI B89.4.22-2004)	0.032	0.028

Μετρήσεις ελήφθησαν με χρήση αισθητήρα τύπου ακίδας επαφής (touch probe) και ψηφιακού σαρωτή laser (3D scanning). Τα δεδομένα από τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά με εξειδικευμένα λογισμικά ώστε να γίνει εκτίμηση της αρχικής γεωμετρίας του ζεύγους. Καθώς το πινιόν δεν αποτελεί το πρωτότυπο αλλά έχει ανακατασκευαστεί, η γεωμετρία της κορώνας ελήφθη ως αναφορά.

Στην Εικόνα 4 δίνονται παραδείγματα των νεφών σημείων πινιόν και κορώνας στις οδοντώσεις του πινιόν και της κορώνας αντίστοιχα.



Εικόνα 4: Νέφη σημείων πινιόν (αριστερά) και κορώνας (δεξιά).

Στο παράστημα του παρόντος δίνονται οι αναφορές μετρήσεων των χαρακτηριστικών διαστάσεων της κορώνας που ελήφθησαν με χρήση της ακίδας επαφής.



### 3.1. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά βαθμίδας πλην οδοντώσεων

Οι βασικές γεωμετρικές διαμορφώσεις του πινιόν και της κορώνας πέραν των οδοντώσεων καθαυτών είναι οι εξής:

1. Διαμόρφωση τρήματος πλήμνης πινιόν (βλ. Εικόνα 1). Κεντρικά στην πλήμνη του πινιόν υπάρχει διαμπερές τρήμα με σφηνάυλακα για ισοπαχή εφαρμοστή σφήνα ένθεσης που σκοπό έχει τη μεταφορά της στρεπτικής ροπής από τον άξονα στην οδόντωση.
2. Διαμορφώσεις στήριξης και κεντραρίσματος κορώνας στην τροχαλία. Οι διαμορφώσεις αυτές περιλαμβάνουν δέκα (10) περιφερειακά τριγωνικά ελάσματα («φτερά»), τα οποία είναι συγκολλητά με το σώμα της κορώνας όπως φαίνεται στην Εικόνα 5. Το κάθε φτερό συγκρατείται με τη βοήθεια δύο κοχλιών τύπου άλεν μεγέθους M20 και πείρο θέσης ο οποίος έχει συγκολληθεί με το φτερό. Σε μετρήσεις που έγιναν, προέκυψε ότι η θέση των πείρων δεν διέπονταν από κάποια περιοδικότητα αλλά είχαν ανοιχθεί εκ των υστέρων μαζί σε φτερά και τροχαλία και είχαν επιτόπου συγκολληθεί για ασφάλιση. Ως εκ τούτου, δεν έγινε αποσυναρμολόγηση/ καταστροφή των πείρων δεδομένου ότι οι θέσεις τους θα ήταν απλώς ενδεικτικές και η μέτρησή τους δεν θα απέφερε κάποιο αξιοποιήσιμο ποσοτικό δεδομένο για τον αντίστροφο σχεδιασμό.



Εικόνα 5: Λεπτομέρεια πείρου κεντραρίσματος της κορώνας στην τροχαλία. Είναι εμφανής η συγκόλληση του πείρου στην εικόνα δεξιά.

#### 4. Υπολογισμός ζεύγους οδοντώσεων

Οι μετρήσεις που ελήφθησαν από την διαδικασία του αντίστροφου μηχανολογικού σχεδιασμού οδήγησαν στον υπολογισμό της γεωμετρίας των υφιστάμενων οδοντωτών τροχών όπως αυτή αποτυπώνεται στον Πίνακα 2. Για τον υπολογισμό των αντοχών σε κάμψη ποδός και πίεση επιφανείας που παρατίθενται στον Πίνακα 2, έγινε χρήση των διεθνών προτύπων ISO 6336-2 και ISO 6336-3 (ISO 6336:2019), ενώ το φορτίο υπολογισμού ανέρχεται σε ροπή 41 [kNm] και 60.1 [kW] συνολική ισχύ της βαθμίδας, όπως αυτή αναγράφεται στην Πρόσκληση υποβολής προσφοράς (23PROC013418837 2023-09-15).

Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία του νέφους σημείων και την εξαγωγή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της βαθμίδας ήταν τα Geomagic Studio και GearCalc-Pro1. Για τον υπολογισμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της βαθμίδας που προέκυψαν από μετρήσεις με το touch probe χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό PC DMIS CAD++ v.2023.1.

**Πίνακας 2: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά τροχών υφιστάμενης βαθμίδας**

	<b>Gear 1 (Pinion)</b>	<b>Gear 2 (Wheel)</b>
<b>Tooth geometry</b>	Symmetric ISO 53:1998 Profil A	Symmetric ISO 53:1998 Profil A
<b>Normal module [mm]</b>	12	12
<b>Normal pressure angle [°]</b>	20	20
<b>Helix angle [°]</b>	12	12
<b>No of teeth</b>	23	168 (internal)
<b>Profile shift coef.</b>	0	0
<b>Facewidth [mm]</b>	200	200
<b>Outer diameter [mm]</b>	-	2200 2210
<b>Center distance [mm]</b>	889.4363	
<b>Dedendum coef.</b>	1.25	1.25
<b>Addendum coef.</b>	1	1
<b>Root radius coef.</b>	0.38	0.38
<b>Transmission ratio (<math>i_{12}</math>)</b>	7.304:1	
<b>ISO Quality</b>	Q10	

#### 4.1. Ισοδύναμη ευθεία οδόντωση

Η απαίτηση ανασχεδιασμού της βαθμίδας με χρήση ευθείας οδόντωσης (spur gears) έγινε προκειμένου να διευκολυνθεί η ανακατασκευή της, καθώς η επιδιόρθωσή της κρίθηκε αδύνατη λόγω της εκτεταμένης φθοράς. Βασικές απαιτήσεις του ανασχεδιασμού της γεωμετρίας των οδοντώσεων αποτελούν:

1. Διατήρηση της απόστασης αξόνων της βαθμίδας.
2. Διατήρηση των συντελεστών ασφαλείας έναντι κάμψης ποδός και πίεσης επιφανείας σε αποδεκτά επίπεδα για την ίδια φόρτιση.
3. Διατήρηση της σχέσης μετάδοσης σε παρόμοια τιμή με της υφιστάμενης βαθμίδας ( $i_{12}=7.304:1$ ).

Ο υπολογισμός των νέων χαρακτηριστικών της βαθμίδας έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού GearCalc-Pro2 που έχει αναπτυχθεί στο Εργαστήριο Στοιχείων Μηχανών & Δυναμικής ΕΜΠ σύμφωνα με το οποίο εισάγονται τα χαρακτηριστικά της υφιστάμενης οδόντωσης και γίνεται αυτόματα ο υπολογισμός της υποκατάστατης οδόντωσης. Τα κατασκευαστικά δεδομένα του νέου ζεύγους οδόντων δίνονται στον Πίνακα 3.

**Πίνακας 3: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά τροχών υποκατάστατης βαθμίδας**

Tooth geometry	Gear 1 (Pinion)	Gear 2 (Wheel)
	Symmetric ISO 53:1998 Profil A	Symmetric ISO 53:1998 Profil A
Normal module [mm]	12	12
Normal pressure angle [°]	20	20
Helix angle [°]	0	0
No of teeth	24	173 (internal)
Profile shift coef.	0.24	0.0876
Facewidth [mm]	200	200
Outer diameter [mm]	-	2200 2210
Center distance [mm]	890	
Dedendum coef.	1.25	1.25
Addendum coef.	1	1
Root radius coef.	0.38	0.38
Transmission ratio ( $i_{12}$ )	7.208:1	
ISO Quality	Q9	

Από τον υπολογισμό της ισοδύναμης ευθείας οδόντωσης προκύπτουν τα ακόλουθα στοιχεία αναφορικά με τις απαιτήσεις του ανασχεδιασμού:

1. Απόσταση αξόνων 890 [mm] έναντι 889.4363 [mm] (διαφορά 0.5637 [mm], αμελητέα).
2. Σχέση μετάδοσης 7.208:1 έναντι 7.304:1 (διαφορά -1.3%, αμελητέα).



Για τον υπολογισμό της αντοχής τους με χρήση των διεθνών προτύπων ISO 6336-2 και 6336-3 εκτός από τα φορτία που ορίστηκαν ανωτέρω, γίνεται θεώρηση χρήσης γράσου κινηματικής συνεκτικότητας  $\nu_{40}=550$  [mm<sup>2</sup>/s] με εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας -30 [°C] έως 260 [°C]. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 4.

**Πίνακας 4: Υπολογισμοί αντοχής τροχών υποκατάστατης βαθμίδας**

Root safety (ISO 6336-3)	1.531	1.651
Flank safety (ISO 6336-2)	1.245	1.469

Συντελεστής ασφαλείας έναντι κάμψης ποδός: 1.531 (πινιόν) και 1.651 (κορώνα) αντίστοιχα.

Συντελεστής ασφαλείας έναντι πιέσεων επιφανείας: 1.245 (πινιόν) και 1.469 (κορώνα) αντίστοιχα.

Το πρότυπο ISO 6336:2019 δεν ορίζει ελάχιστες τιμές των συντελεστών ασφαλείας έναντι κάμψης ποδός και πίεσης επιφανείας και επομένως οι τιμές των συντελεστών ασφαλείας που προκύπτουν θεωρούνται ικανοποιητικοί.

Τα επιπλέον στοιχεία που απαιτούνται (πέραν των όσων αναγράφονται στον πίνακα) είναι τα ακόλουθα:

1. Πάχος στεφάνης: 70mm
2. Υλικό οδοντωτών τροχών με τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά ή ανώτερα.

**Πίνακας 5: Προδιαγραφές υλικού κατασκευής νέας βαθμίδας οδοντώσεων**

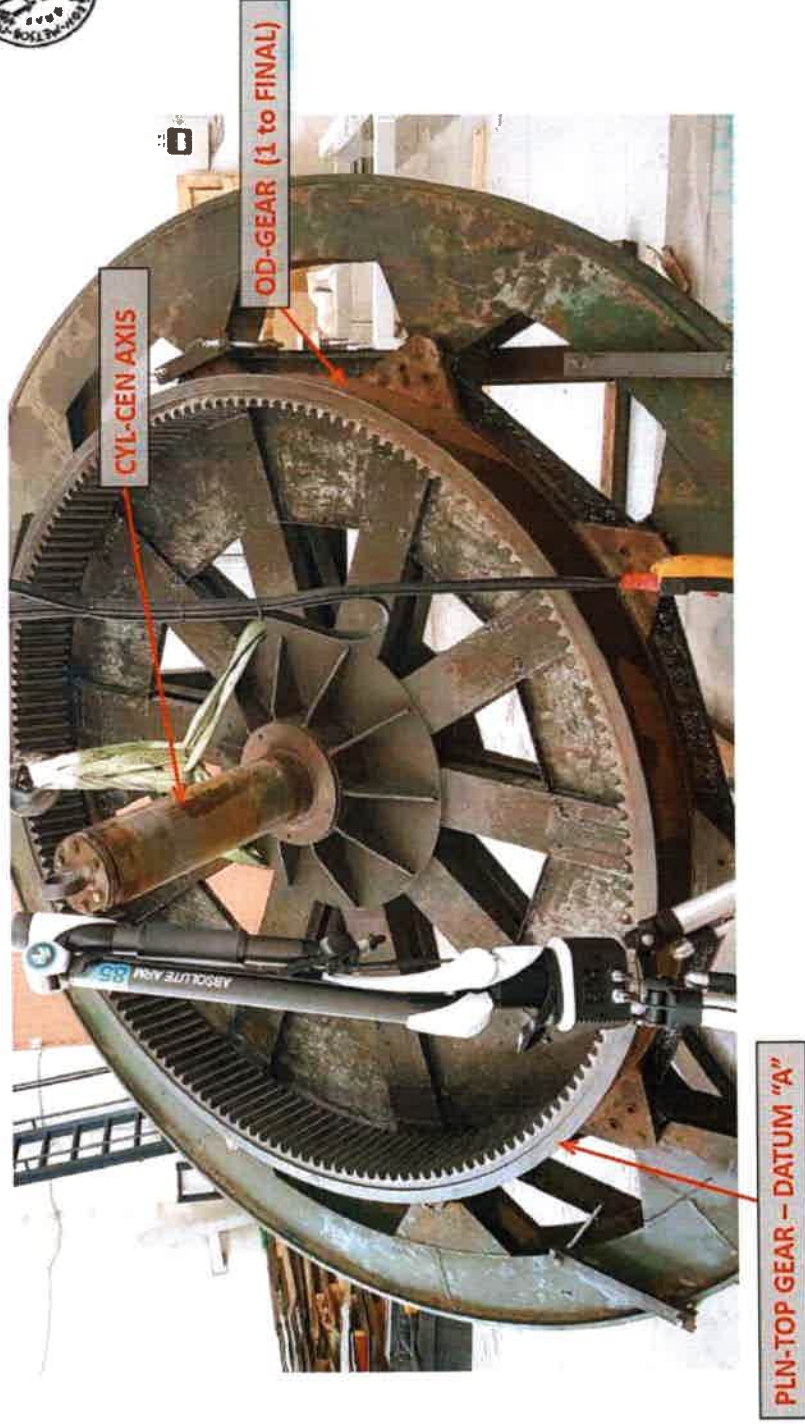
Υλικό	C45 (2) ISO 6336-5 Figure 11/12 (MQ) Flank & root hardened
Είδος υλικού	Σκληρυμένος χάλυβας
Επιφανειακή κατεργασία	Flame/ induction-hardened
Όριο διαρροής ( $R_p$ ) [MPa]	490
Αντοχή σε εφελκυσμό ( $R_m$ ) [MPa]	700
Επιφανειακή σκληρότητα [HRC]	57
Core hardness [HBW]	186
Όριο αντοχής ποδός (ISO, DIN/AGMA 2101) ( $\sigma_{Flim}/\sigma_{at}$ ) [MPa]	370
Όριο αντοχής πίεσης επιφανείας (ISO, DIN/AGMA 2101) ( $\sigma_{Hlim}/\sigma_{ac}$ ) [MPa]	1220

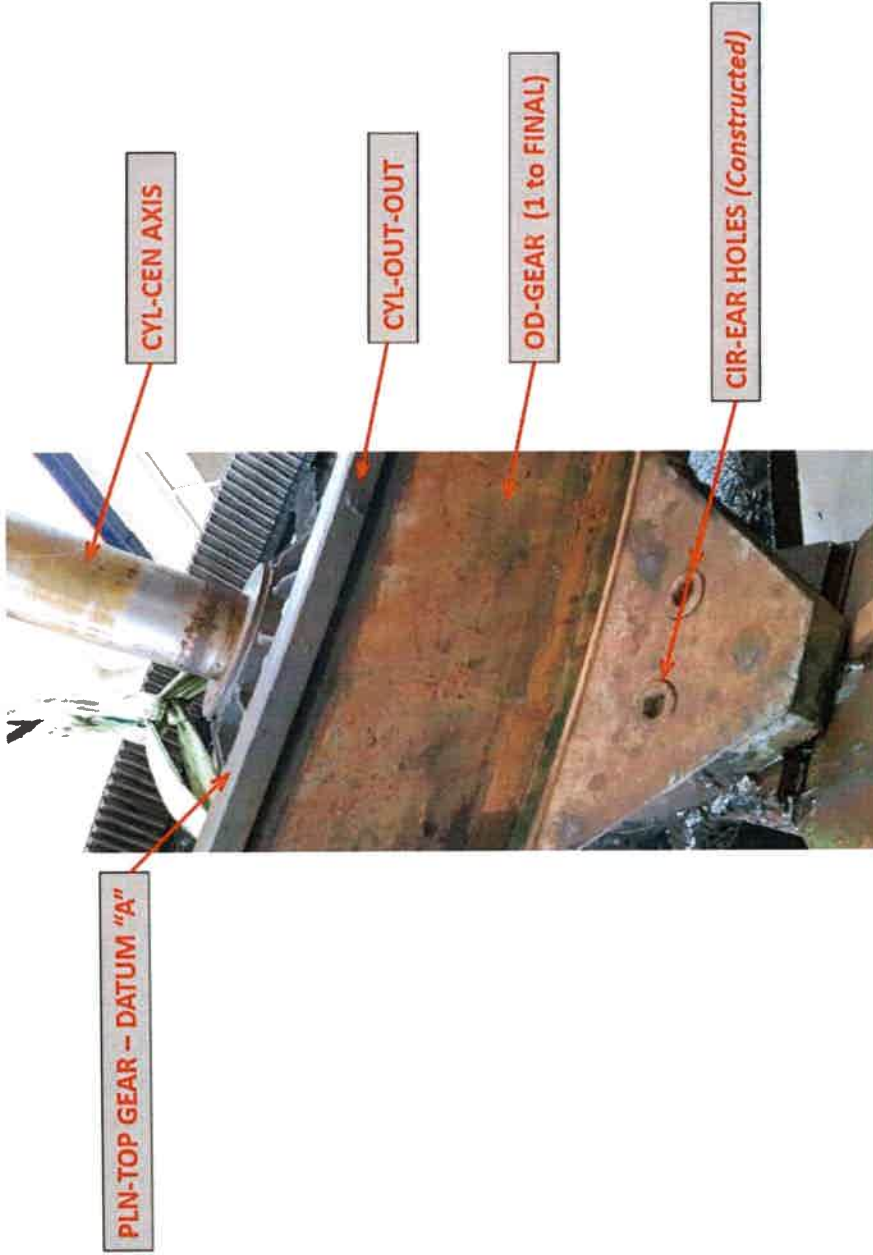
## 5. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, στο πλαίσιο της Πρόσκλησης υποβολής προσφοράς (23PROC013418837 2023-09-15) πραγματοποιήθηκαν τα κάτωθι:

1. Πραγματοποιήθηκε οπτικός έλεγχος του υφιστάμενου ζεύγους οδοντώσεων και ευρέθη εκτενής φθορά σε αμφότερους τους οδοντωτούς τροχούς.
2. Πραγματοποιήθηκε αντίστροφος μηχανολογικός σχεδιασμός της υφιστάμενης βαθμίδας τα ονομαστικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οποίας δίνονται στον Πίνακα 2. Ως ονομαστικά αναφέρονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά καινούργιας (χωρίς φθορά) βαθμίδας.
3. Πραγματοποιήθηκε ανασχεδιασμός της βαθμίδας. Η υποκατάστατη βαθμίδα περιγράφεται στον Πίνακα 3 και έχει υπολογιστεί με ευθεία οδόντωση – έναντι της υφιστάμενης ελικοειδούς – ώστε να διευκολυνθεί η κατασκευή της. Η υποκατάστατη βαθμίδα είναι ισοδύναμη με την υφιστάμενη τόσο αναφορικά με τα κινηματικά της χαρακτηριστικά (σχεδόν ίδιες σχέσεις μετάδοσης) όσο και σε σχέση με την αντοχή της.
4. Μπορεί να γίνει επιλογή οιασδήποτε εκ των δύο βαθμίδων για την κατασκευή του νέου ζεύγους που θα αντικαταστήσει το ακατάλληλο υφιστάμενο.
5. Οι προδιαγραφές του υλικού κατασκευής αμφότερων των βαθμίδων δίνονται στον πίνακα 5.
6. Συγκεντρωτικά οι λοιπές προδιαγραφές (διαστάσεις, ανοχές και μετρολογικός έλεγχος) περιλαμβάνονται στα συνημμένα μηχανολογικά σχέδια. Τα μηχανολογικά σχέδια βρίσκονται στα pdf με ένδειξη:
  - a. Existing. Αφορά την υλοποίηση νέας βαθμίδας ελικοειδών τροχών όμοιων με των υφιστάμενων.
  - b. Redesigned. Αφορά την υλοποίηση νέας υποκατάστατης βαθμίδας τροχών με ευθεία οδόντωση.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

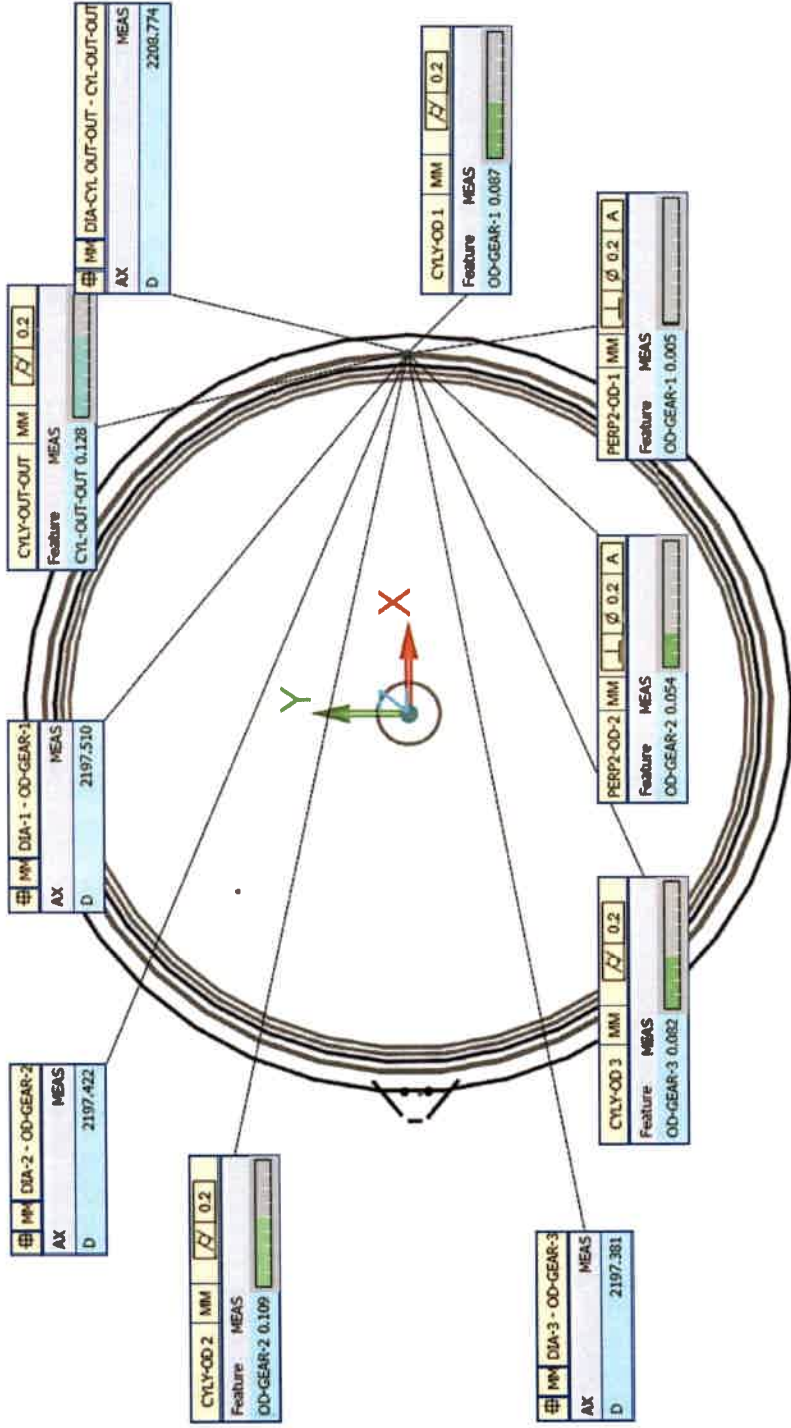




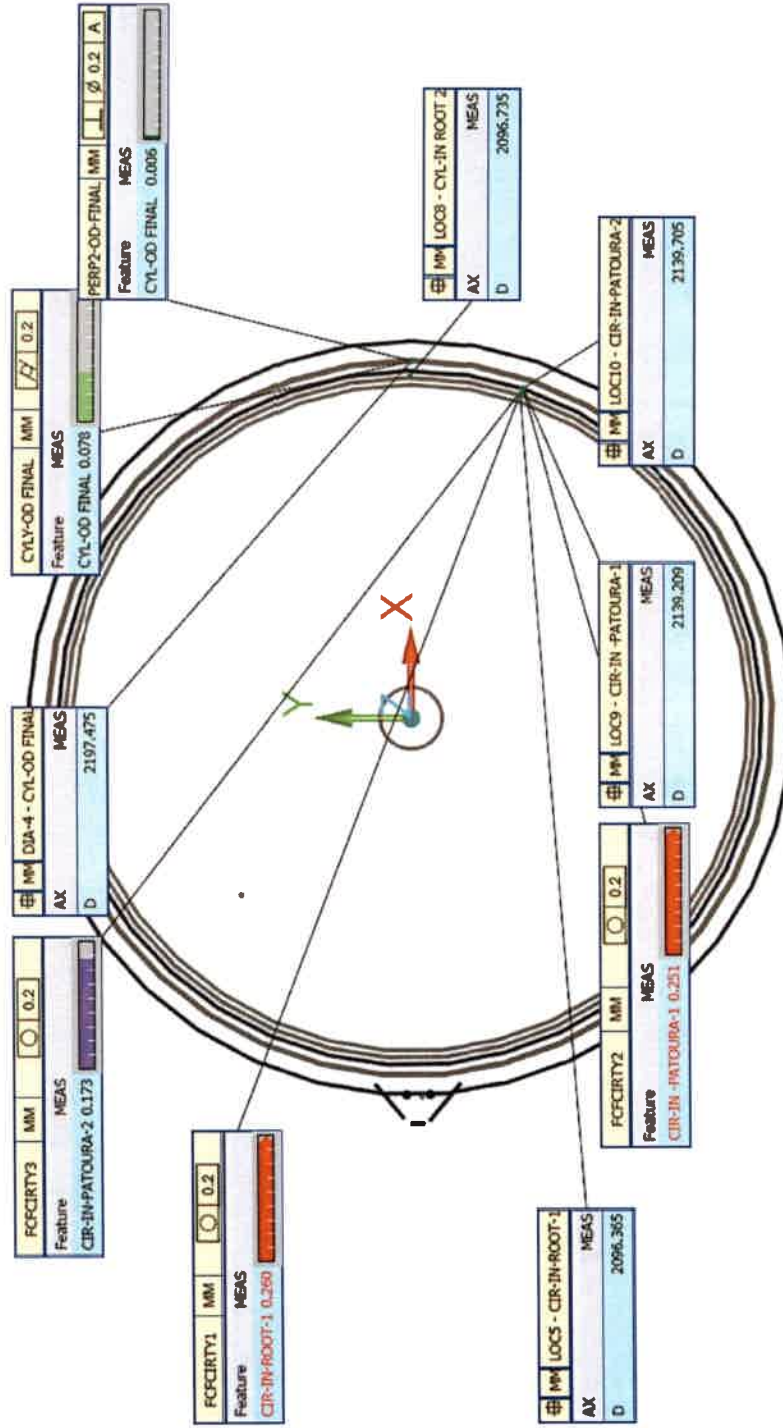




<div>PC</div>	PART NAME : LARGE GEAR - 26-07-2023-V1		July 27, 2023	2033
	REV NUMBER :	SER NUMBER :	STATS COUNT: 1	












Pc	PART NAME : LARGE GEAR - 26-07-2023-V1		July 27, 2023	20:08
	REV NUMBER :	SER NUMBER :	STATS COUNT : 1	

⊕	MM	DIA-CYL OUT-OUT - CYL-OUT-OUT		
AX		MEAS		
D		2208.774		
CYLY-OUT-OUT		MM	<input checked="" type="checkbox"/> 0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS		
CYL-OUT-OUT		0.128		
⊕	MM	DIA-1 - OD-GEAR-1		
AX		MEAS		
D		2197.510		
CYLY-OD 1		MM	<input checked="" type="checkbox"/> 0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS		
OD-GEAR-1		0.087		
PERP2-OD-1		MM	<input type="checkbox"/> 0.2 A	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS	BONUS	
OD-GEAR-1		0.005	0.000	
⊕	MM	DIA-2 - OD-GEAR-2		
AX		MEAS		
D		2197.422		
CYLY-OD 2		MM	<input checked="" type="checkbox"/> 0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS		
OD-GEAR-2		0.109		
PERP2-OD-2		MM	<input type="checkbox"/> 0.2 A	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS	BONUS	
OD-GEAR-2		0.054	0.000	
⊕	MM	DIA-3 - OD-GEAR-3		
AX		MEAS		
D		2197.381		
CYLY-OD 3		MM	<input checked="" type="checkbox"/> 0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS		
OD-GEAR-3		0.082		
⊕	MM	DIA-4 - CYL-OD FINAL		
AX		MEAS		
D		2197.475		
CYLY-OD FINAL		MM	<input checked="" type="checkbox"/> 0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS		
CYL-OD FINAL		0.078		
PERP2-OD-FINAL		MM	<input type="checkbox"/> 0.2 A	DEFAULT ISO 1101
Feature		MEAS	BONUS	
CYL-OD FINAL		0.006	0.000	

	MM	LOC9 - CIR-IN -PATOURA-1		
AX			MEAS	
D			2139.209	
	FCFCIRTY2	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CIR-IN -PATOURA-1		0.251	
	MM	LOC10 - CIR-IN-PATOURA-2		
AX			MEAS	
D			2139.705	
	FCFCIRTY3	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CIR-IN-PATOURA-2		0.173	
	MM	LOC5 - CIR-IN-ROOT-1		
AX			MEAS	
D			2096.365	
	FCFCIRTY1	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CIR-IN-ROOT-1		0.260	
	MM	LOC8 - CYL-IN ROOT 2		
AX			MEAS	
D			2096.735	
	FCFCYLY5	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CYL-IN ROOT 2		0.203	
	MM	LOC12 - CYL-IN-TIP TOOTH		
AX			MEAS	
D			2053.603	
	FCFCYLY6	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CYL-IN-TIP TOOTH		0.669	
	MM	LOC1 - CYL-CEN AXIS		
AX			MEAS	
D			189.758	
	CYL-CEN AXIS	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CYL-CEN AXIS		0.095	
	PERP-CEN AXIS	MM	0.2 A	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	BONUS
	CYL-CEN AXIS		0.018	0.000
	MM	LOC6 - CIR-EAR HOLES		
AX			MEAS	
D			2321.244	



FCFCIRTY4	MM	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature				
CIR-EAR HOLES		0.035		
FLAT-TOP PLN	MM	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature				
PLN-TOP GEAR		0.081	