



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΟΜΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Έργο: Κατασκευή και αντικατάσταση ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης αναβατορίου (ANEMOS 1).
Χρηματοδότηση: ΚΑΠ ΤΑΚΤΙΚΟΙ
CPV: 50530000-9 - Υπηρεσίες επισκευής και συντήρησης μηχανημάτων
Προϋπολογισμός: 78.864,00€ (με Φ.Π.Α.)

Τ Ε Χ Ν Ι Κ Η Π Ε Ρ Ι Γ Ρ Α Φ Η

Αντικείμενο της προμήθειας αυτής είναι η συντήρηση του ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης για το αναβατόριο του ANEMOS 1, που βρίσκεται στο χιονοδρομικό κέντρο Βελουχίου, αρμοδιότητας της Π.Ε. Ευρυτανίας.

Η συντήρηση συνίσταται στην αντικατάσταση του ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης των παραπάνω εγκαταστάσεων που έχει υποστεί βλάβη, με νέο ζεύγος ελικοειδούς οδόντωσης.

Το νέο ζεύγος οδοντωτών τροχών κίνησης του αναβατορίου, θα κατασκευαστεί σε πιστοποιημένο και αδειοδοτημένο μηχανουργείο, θα φέρει όλες τις πιστοποιήσεις ως προς τα υλικά κατασκευής, τον τρόπο κατασκευής και την αντοχή του σε κατάσταση λειτουργίας.

Το ζεύγος οδοντωτών τροχών, θα είναι ελικοειδούς οδόντωσης, όπως και το αρχικό ώστε να επιτευχθεί:

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 ($i_{12}=7.304:1$).

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της βαθμίδας δίνονται αναλυτικά στους πίνακες που ακολουθούν, καθώς και στα κατασκευαστικά σχέδια που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη, και τα οποία έχουν προκύψει από την μελέτη που εκπόνησε ομάδα από το Εργαστήριο Στοιχείων Μηχανών και Δυναμικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, η οποία παραδόθηκε στην Δ/ση Τεχνικών Έργων της Π.Ε. Ευρυτανίας. Η πλήρης τεχνική έκθεση της προαναφερόμενης μελέτης, μαζί με τα κατασκευαστικά σχέδια που την συνοδεύουν αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της παρούσας μελέτης.

Για την αντικατάσταση του παλαιού κατεστραμμένου ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης του αναβατορίου στον ANEMO 1, θα πρέπει να αποσυνδεθεί το παλιό ζεύγος, να μεταφερθεί στο μηχανουργείο, να αποσυνδεθεί η τροχαλία και στην συνέχεια να απομακρυνθεί προς αδειοδοτημένο χώρο ανακύκλωσης. Στη συνέχεια θα πρέπει αφού κατασκευαστεί το νέο ζεύγος να τοποθετηθεί εκ νέου η τροχαλία και να τοποθετηθεί το νέο ζεύγος, το οποίο θα έχει μεταφερθεί από το μηχανουργείο που θα κατασκευαστεί στο χώρο του χιονοδρομικού στο Βελούχι, Ευρυτανίας. Κατά την αποξήλωση του παλιού ζεύγους και κατά την τοποθέτηση και σύνδεση του νέου, ότι επιπλέον εργασίες προκύψουν στο τμήμα αυτό του αναβατήρα, θα καλυφθούν από την παρούσα εργολαβία.

Τα διάφορα υλικά, εξαρτήματα κλπ. πρέπει να είναι καινούργιας κατασκευής και εγκεκριμένου τύπου και απαραίτητα αποδεκτά από την Υπηρεσία.

ΖΕΥΓΟΣ ΟΔΟΝΤΩΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΑΒΑΤΟΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ANEMO 1 (ΚΟΡΩΝΑ - ΠΙΝΙΟ)

Το νέο ζεύγος οδοντωτών τροχών (κορώννα – πινίο) θα είναι ελικοειδούς οδόντωσης όπως το παλιό, για να έχει μεγαλύτερη αντοχή καθώς και ομαλότερη κίνηση κατά την λειτουργία του. Θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης που παρέδωσε το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, στην Δ/ση Τεχνικών Έργων Π.Ε. Ευρυτανίας, και θα φέρουν κοινά γεωμετρικά χαρακτηριστικά με τα αρχικά.

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά τροχών υφιστάμενης βαθμίδας

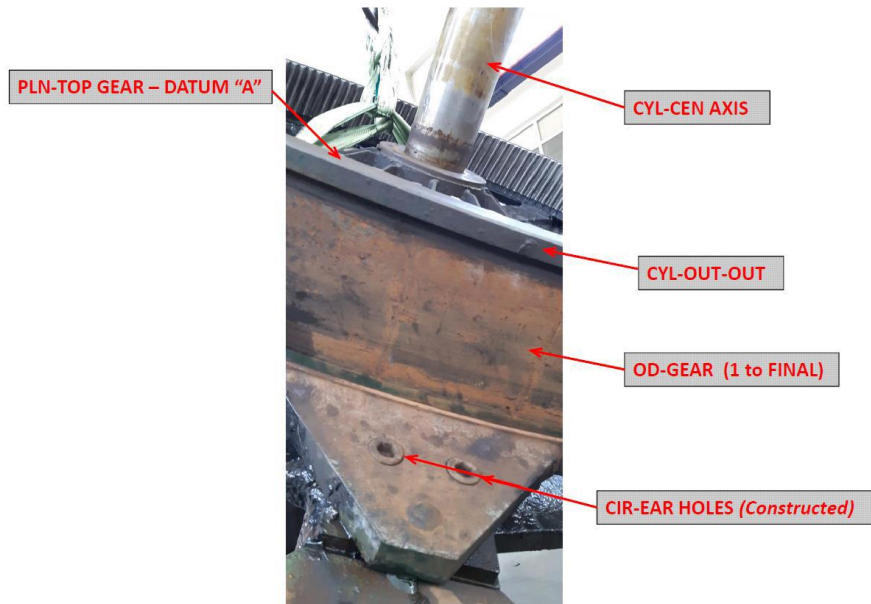
Tooth geometry	Gear 1 (Pinion)	Gear 2 (Wheel)
	Symmetric ISO 53:1998 Profil A	Symmetric ISO 53:1998 Profil A
Normal module [mm]	12	12
Normal pressure angle [°]	20	20
Helix angle [°]	12	12
No of teeth	23	168 (internal)
Profile shift coef.	0	0
Facewidth [mm]	200	200
Outer diameter [mm]	-	2200 2210
Center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

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) (σ_{lim}/σ_{st}) [MPa]	370
Όριο αντοχής πίεσης επιφανείας (ISO, DIN/AGMA 2101) ($\sigma_{Hlim}/\sigma_{Hc}$) [MPa]	1220

Τεχνικές λεπτομέρειες:





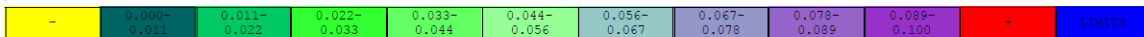
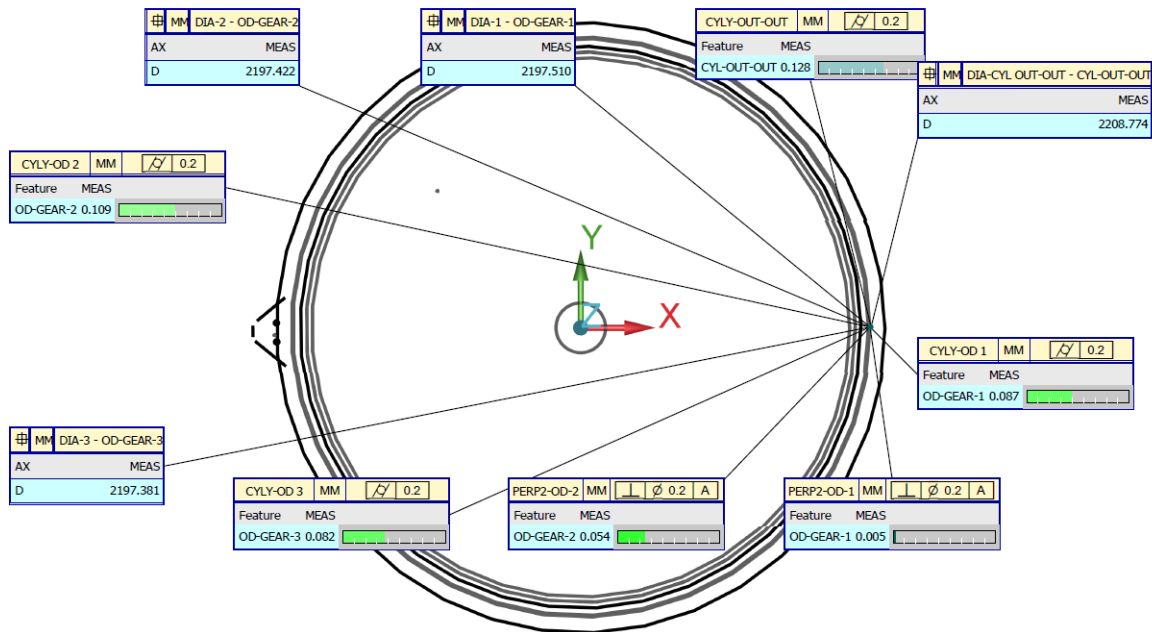
2



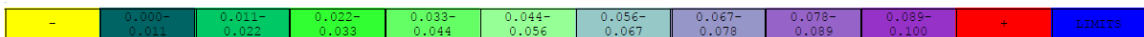
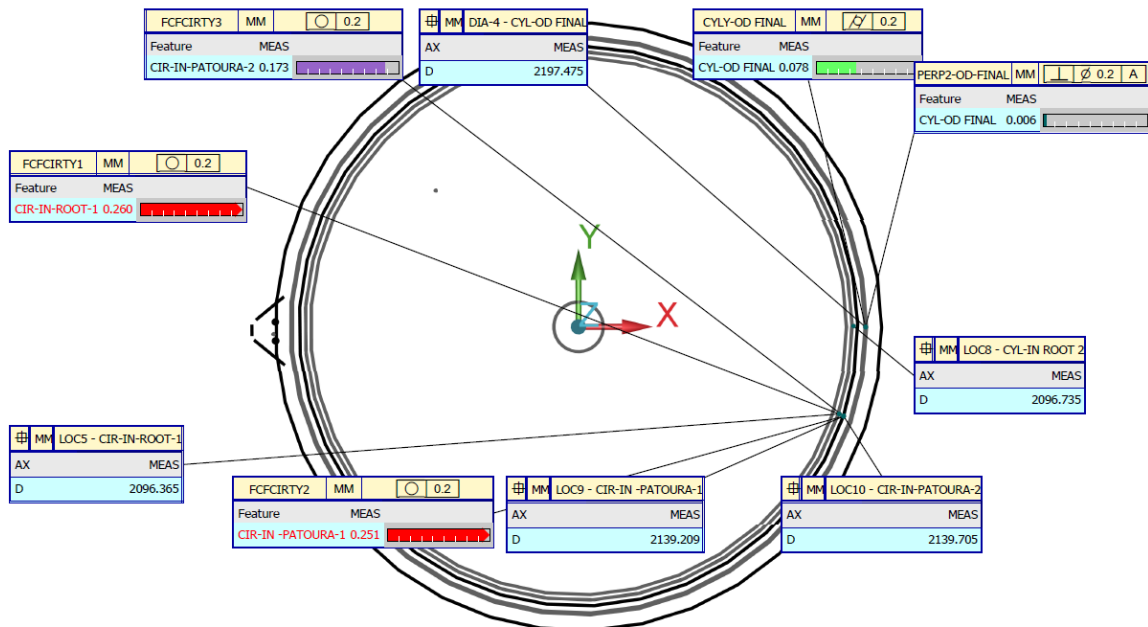
3

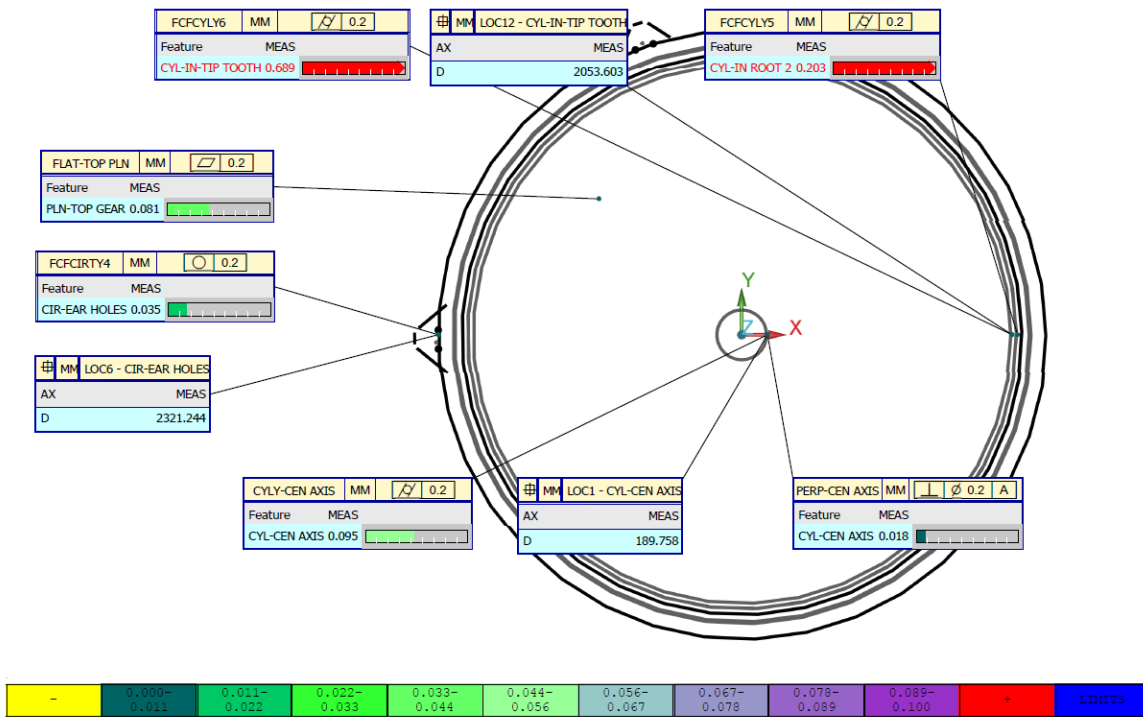
Pc	PART NAME : LARGE GEAR - 26-07-2023-V1		July 27, 2023	20.03
	REV NUMBER :	SER NUMBER :	STATS COUNT : 1	


1 / 3




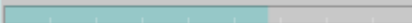





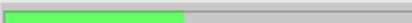

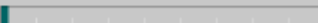
2 / 3












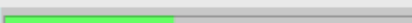



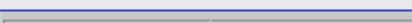

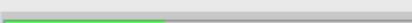

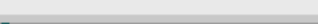
	PART NAME : LARGE GEAR - 26-07-2023-V1		July 27, 2023	20:06
	REV NUMBER :	SER NUMBER :	STATS COUNT : 1	

	MM	DIA-CYL OUT-OUT - CYL-OUT-OUT		
AX		MEAS		
D		2208.774 		
CYLY-OUT-OUT	MM	 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	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS		
OD-GEAR-1		0.087 		
PERP2-OD-1	MM	 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	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS		
OD-GEAR-2		0.109 		
PERP2-OD-2	MM	 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	 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	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS		
CYL-OD FINAL		0.078 		
PERP2-OD-FINAL	MM	 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		0.689
	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

2 / 3

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

ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΑΔΟΧΟΥ

Ο Ανάδοχος υποχρεούται να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για την αποτροπή του κινδύνου πρόκλησης ατυχημάτων και να λαμβάνει μέτρα για την ασφάλεια των εργαζομένων.

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να εφαρμόσει πλήρη εργοταξιακή σήμανση για την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών. Κατά την εκτέλεση των εργασιών θα εφαρμόζεται πλήρως, χωρίς πρόσθετη αποζημίωση η εργοταξιακή σήμανση που προβλέπεται στην Υ.Α ΔΜΕΟ /Ο/613/2011 (Προδιαγραφές και οδηγίες σήμανσης εκτελούμενων έργων - ΟΜΟΕ ΣΕΕΟ).

Ο ανάδοχος είναι υποχρεωμένος κατά την προσωρινή παραλαβή του έργου να παραδώσει σε ηλεκτρονική μορφή τα σχέδια εφαρμογής του έργου με τον ψηφιακό τρόπο που θα του ζητηθούν.

ΠΡΟΘΕΣΜΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.

Η παρούσα εργολαβία είναι διάρκειας έως 30 Οκτωβρίου 2024.

Καρπενήσι, Μάρτιος 2024

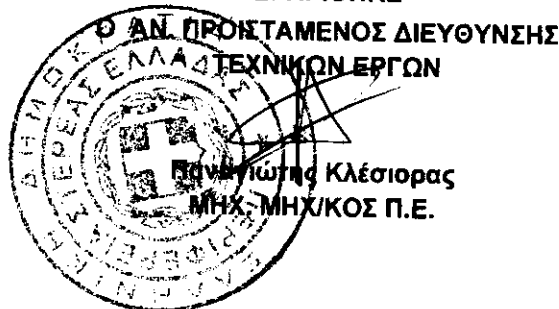
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ
Η ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

Ζάχαρη Καλλιόπη Αντωνία
ΜΗΧ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ & ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
Ο ΑΝ. ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΔΟΜΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Δημήτρης Παταρούδης
ΠΟΔ. ΜΗΧ/ΚΟΣ Τ.Ε.

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ



Ο ΑΝ. ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παναγιώτης Κλέσιορας
ΜΗΧ. ΜΗΧ/ΚΟΣ Π.Ε.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΟΜΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Έργο: Κατασκευή και αντικατάσταση ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης αναβατορίου (ΑΝΕΜΟΣ 1).

Χρηματοδότηση: ΚΑΠ ΤΑΚΤΙΚΟΙ

CPV: 69530000-9 - Υπηρεσίες επισκευής και συντήρησης μηχανημάτων

Προϋπολογισμός: 78.864,00€ (με Φ.Π.Α.)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

<u>α/α</u>	<u>Είδος εργασίας</u>	<u>Μο- νάδα</u>	<u>Ποσότητα</u>	<u>Τιμή μονάδας</u>	<u>ΔΑΠΑΝΗ</u>	
					<u>ΜΕΡΙΚΗ</u>	<u>ΟΛΙΚΗ</u>
-	<u>ΟΜΑΔΑ Α: Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</u>	-	-	-	-	-
1	Κατασκευή και αντικατάσταση ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης αναβατορίου στον ΑΝΕΜΟ 1	τεμ.	1	63.600,00	63600,00	
-	-	-	-	-	<u>Σ=</u>	<u>63.600,00</u>
-	-	-	-	-	<u>ΔΑΠΑΝΗ Φ.Π.Α.(24%)</u>	<u>15.264,00</u>
-	-	-	-	-	<u>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ</u>	<u>78.864,00</u>

Καρπενήσι, Μάρτιος 2024

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ
Η ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

Ζάχαρη Καλλιόπη Αντωνία
ΜΗΧ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ & ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
Ο ΑΝ. ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΔΟΜΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Δημήτρης Πεταρσίδης
ΠΟΛ. ΜΗΧ/ΚΟΣ Τ.Ε.

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ

Ο ΑΝ. ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ



Μανώλης Κλέσιορας
ΜΗΧ. ΜΗΧ/ΚΟΣ Π.Ε.



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΟΜΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Έργο: Κατασκευή και αντικατάσταση ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης αναβατορίου (ANEMOS 1).
Χρηματοδότηση: ΚΑΠ ΤΑΚΤΙΚΟΙ
CPV: 50530000-9 - Υπηρεσίες επισκευής και συντήρησης μηχανημάτων
Προϋπολογισμός: 78.864,00€ (με Φ.Π.Α.)

ΤΙΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Κατασκευή και αντικατάσταση ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης αναβατορίου στον ANEMO 1

Αφορά την κατασκευή νέου ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης (κορώνα – πηνίο) ελικοειδούς οδόντωσης, από σκληρυμένο χάλυβα για το αναβatóριο του ANEMOY 1, που βρίσκεται στο χιονοδρομικό κέντρο Βελουχίου, αρμοδιότητας της Π.Ε. Ευρυτανίας, το οποίο θα αντικαταστήσει το υφιστάμενο φθαρμένο ζεύγος του αναβατορίου.

Για την αντικατάσταση του παλαιού κατεστραμμένου ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης του αναβατορίου στον ANEMO 1, θα πρέπει να αποσυνδεθεί το παλιό ζεύγος με την κινητήρια τροχαλία, να μεταφερθεί στο μηχανουργείο, να αποσυνδεθεί η τροχαλία και το παλιό ζεύγος να απομακρυνθεί προς αδειοδοτημένο χώρο ανακύκλωσης.

Το παρόν άρθρο περιλαμβάνει:

1. Την αποξήλωση του υφιστάμενου φθαρμένου ζεύγους οδοντωτών τροχών με την κινητήρια τροχαλία
2. Την μεταφορά του στο μηχανουργείο
3. Την κατασκευή του νέου ζεύγους οδοντωτών τροχών σε αδειοδοτημένο και πιστοποιημένο μηχανουργείο
4. Την μεταφορά του στο τόπο του έργου
5. Την απομάκρυνση του παλιού ζεύγους σε αδειοδοτημένο χώρο ανακύκλωσης
6. Την τοποθέτηση και σύνδεση του νέου ζεύγους οδοντωτών τροχών
7. Κάθε επιπλέον εργασία που θα χρειαστεί για την σωστή λειτουργία του αναβατορίου μετά την αντικατάσταση του ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης.

Το νέο ζεύγος οδοντωτών τροχών κίνησης του αναβατορίου, θα κατασκευαστεί σε πιστοποιημένο και αδειοδοτημένο μηχανουργείο, θα φέρει όλες τις πιστοποιήσεις ως προς τα υλικά κατασκευής, τον τρόπο κατασκευής και την αντοχή του σε κατάσταση λειτουργίας.

Το ζεύγος οδοντωτών τροχών, θα είναι ελικοειδούς οδόντωσης, όπως και το αρχικό ώστε να επιτευχθεί:

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

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της βαθμίδας δίνονται αναλυτικά στους πίνακες που ακολουθούν, καθώς και στα κατασκευαστικά σχέδια που συνοδεύουν την μελέτη που εκπόνησε ομάδα από το Εργαστήριο Στοιχείων Μηχανών και Δυναμικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και η οποία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της παρούσας.

Το νέο ζεύγος οδοντωτών τροχών (κορώνα – πηνίο) θα είναι ελικοειδούς οδόντωσης όπως το παλιό, για να έχει μεγαλύτερη αντοχή καθώς και ομαλότερη κίνηση κατά την λειτουργία του. Θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές και τα κατασκευαστικά σχέδια της μελέτης που παρέδωσε το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, στην Δ/ση Τεχνικών Έργων Π.Ε. Ευρυτανίας, και θα φέρουν κοινά γεωμετρικά χαρακτηριστικά με τα αρχικά.

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά τροχών υφιστάμενης 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 [°]	12	12
No of teeth	23	168 (internal)
Profile shift coef.	0	0
Facewidth [mm]	200	200
Outer diameter [mm]	-	2200
		2210
Center distance [mm]	889.4363	
Dedendum coef.	1.25	1.25
Addendum coef.	1	1
Root radius coef.	0.38	0.38
Transmission ratio (i_{12})	7.304:1	
ISO Quality	Q10	

Προδιαγραφές υλικού κατασκευής νέας βαθμίδας οδοντώσεων

Υλικό	C45 (2) ISO 6336-5 Figure 11/12 (MQ) Flank & root hardened
Είδος υλικού	Σκληρωμένος 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) (σ_{1m}/σ_{1c}) [MPa]	370
Όριο αντοχής πίεσης επιφανείας (ISO, DIN/AGMA 2101) (σ_{2m}/σ_{2c}) [MPa]	1220

Κατά την αποξήλωση του παλιού ζεύγους και κατά την τοποθέτηση και σύνδεση του νέου, ότι επιπλέον εργασίες προκύψουν στο τμήμα αυτό του αναβατήρα, θα καλυφθούν από την παρούσα εργολαβία.

Τα διάφορα υλικά, εξαρτήματα κλπ. πρέπει να είναι καινούργιας κατασκευής και εγκεκριμένου τύπου και απαραίτητα αποδεκτά από την Υπηρεσία.

Τιμή Μονάδος 1 Τεμ.

(Αριθμητικά) : 63.600,00 €

(Ολογράφως) : Εξήντα τρεις χιλιάδες εξακόσια ευρώ.

Καρπενήσι, Μάρτιος 2024

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ
Η ΣΥΝΤΑΞΑΣΑ

Ζάχαρη Καλλιόπη Αντωνία
ΜΗΧ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ & ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
Ο ΑΝ. ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΔΟΜΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Δημήτρης Πισταρούδης
ΠΟΛ. ΜΗΧ/ΚΟΣ Τ.Ε.



ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ

Ο ΑΝ. ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Παναγιώτης Κλέσιορας
ΜΗΧ. ΜΗΧ/ΚΟΣ Π.Ε.

ΠΑΡΑΤΗΜΑ Ι

**Τεχνική έκθεση για το έργο με τίτλο:
«Αντίστροφος μηχανολογικός σχεδιασμός ζεύγους οδοντωτών τροχών κίνησης
αναβατορίου (ΑΝΕΜΟΣ 1)»**

ΑΠΟ

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



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 «ΑΝΕΜΟΣ 1» του Χιονοδρομικού Κέντρου Καρπενησίου. Στο πλαίσιο της υφιστάμενης συνεργασίας μεταξύ του Εργαστηρίου Στοιχείων 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^η 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

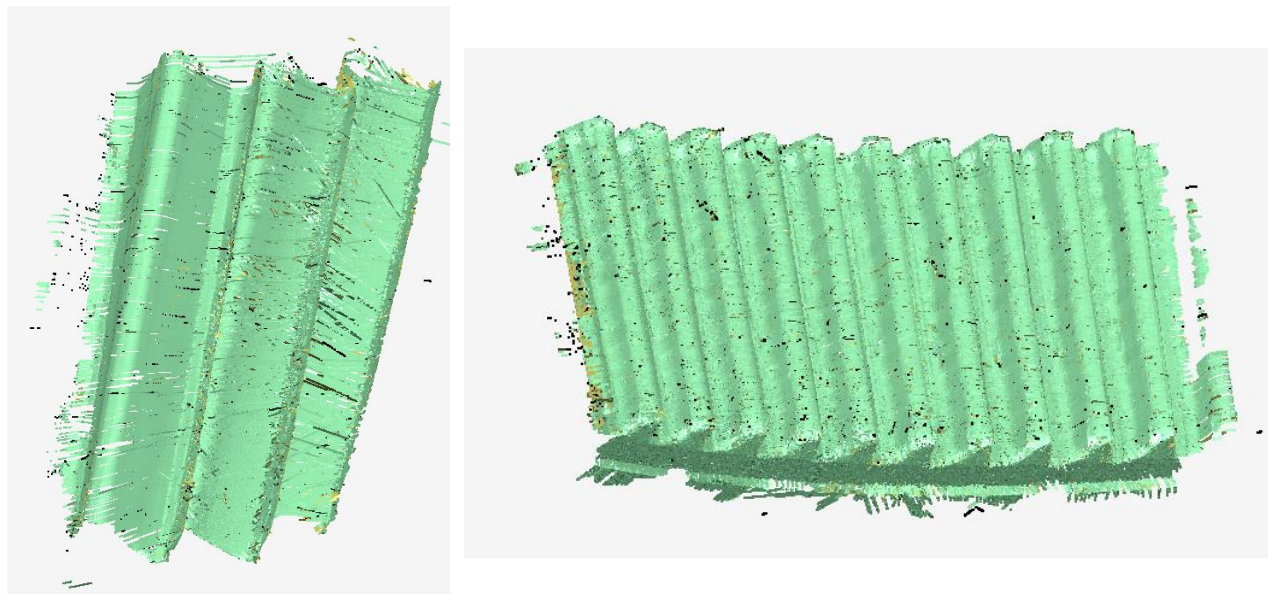
Ο αντίστροφος μηχανολογικός σχεδιασμός της βαθμίδας πραγματοποιήθηκε με χρήση δύο (2) χειροκίνητων φορητών βραχιόνων μέτρησης συντεταγμένων (articulated arm portable CMMs), τα χαρακτηριστικά των οποίων αναγράφονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Τεχνικά χαρακτηριστικά ρομποτικών βραχιόνων

	FARO PLATINUM ARM	Absolute Arm 8525
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 που ελήφθησαν 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 σφηναύλακα 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

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 [°]	12	12
No of teeth	23	168 (internal)
Profile shift coef.	0	0
Facewidth [mm]	200	200
Outer diameter [mm]	-	2200 2210
Center distance [mm]	889.4363	
Dedendum coef.	1.25	1.25
Addendum coef.	1	1
Root radius coef.	0.38	0.38
Transmission ratio (i_{12})	7.304:1	
ISO Quality	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

	Gear 1 (Pinion)	Gear 2 (Wheel)
Tooth geometry	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 $\nu_{40}=550$ [mm²/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

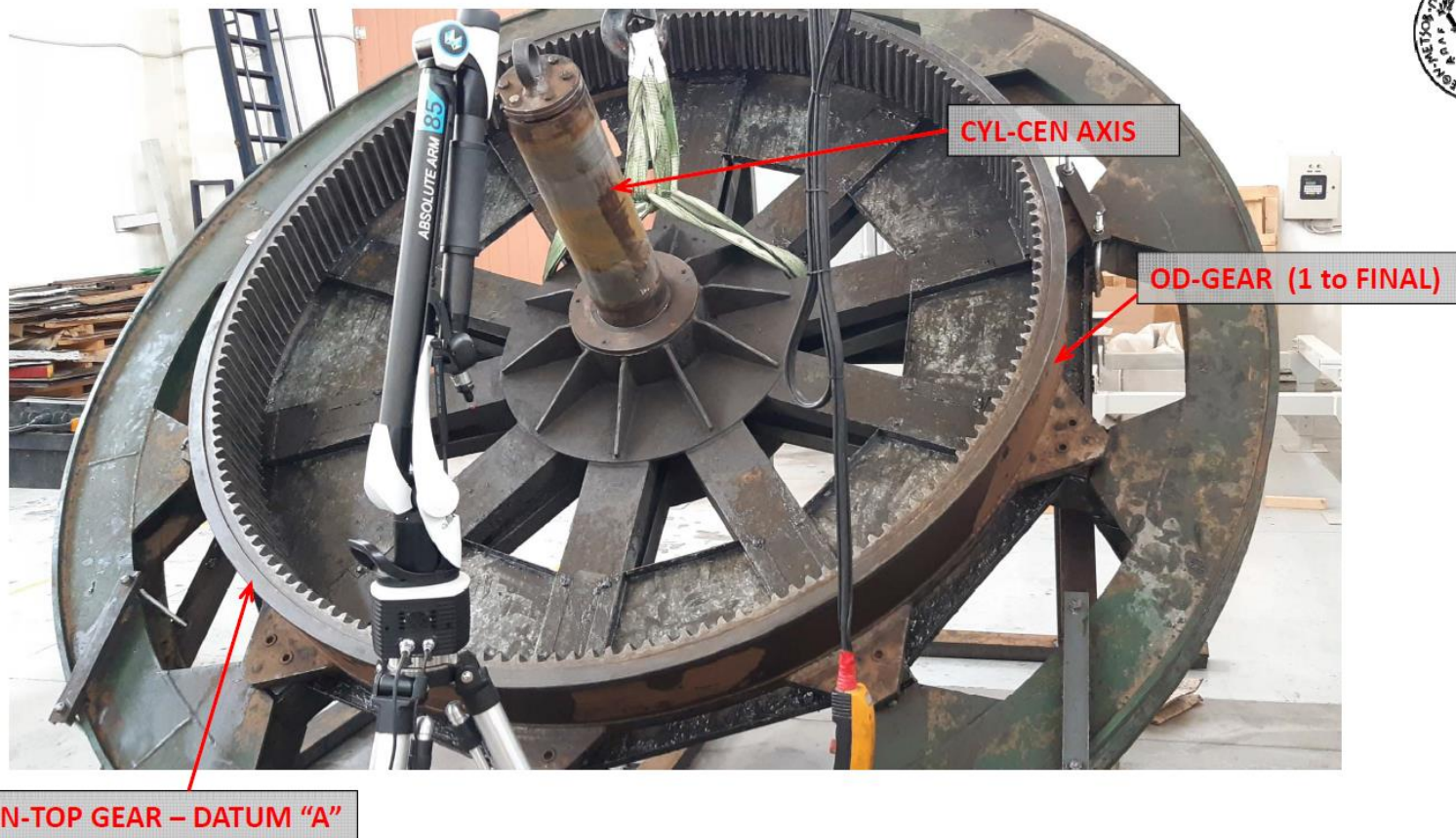
Υλικό	C45 (2) ISO 6336-5 Figure 11/12 (MQ) Flank & root hardened
Είδος υλικού	Σκληρυμένος χάλυβας
Επιφανειακή κατεργασία	Flame/ induction-hardened
Όριο διαρροής (R_p) [MPa]	490
Αντοχή σε εφελκυσμό (R_m) [MPa]	700
Επιφανειακή σκληρότητα [HRC]	57
Core hardness [HBW]	186
Όριο αντοχής ποδός (ISO, DIN/AGMA 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





PLN-TOP GEAR – DATUM “A”

CYL-CEN AXIS

CYL-OUT-OUT

OD-GEAR (1 to FINAL)

CIR-EAR HOLES (Constructed)





CYL-IN-TIP TOOTH

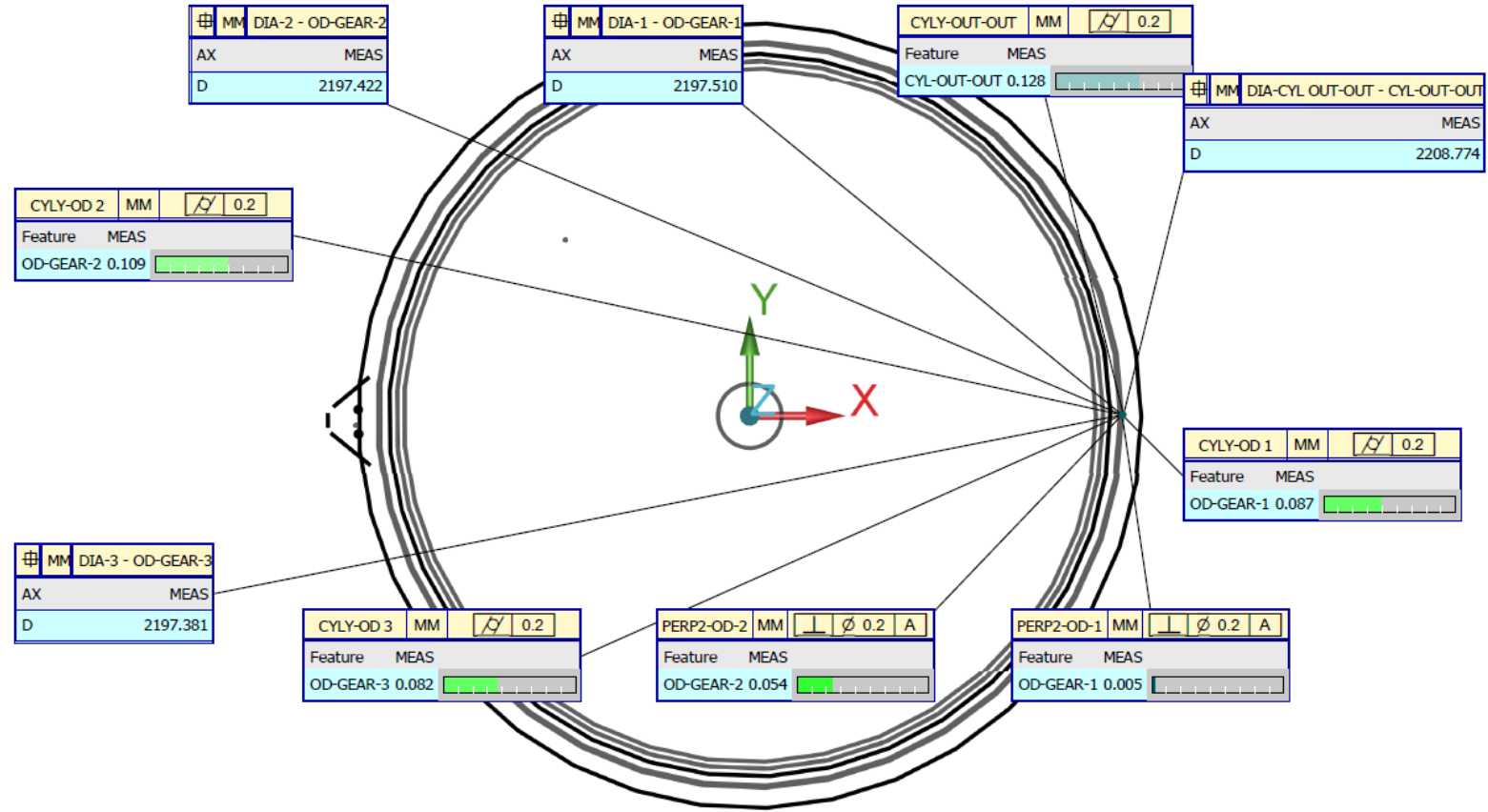
CYL-IN ROOT (1 and 2)

CIR-IN-PATOURA (1 and 2)

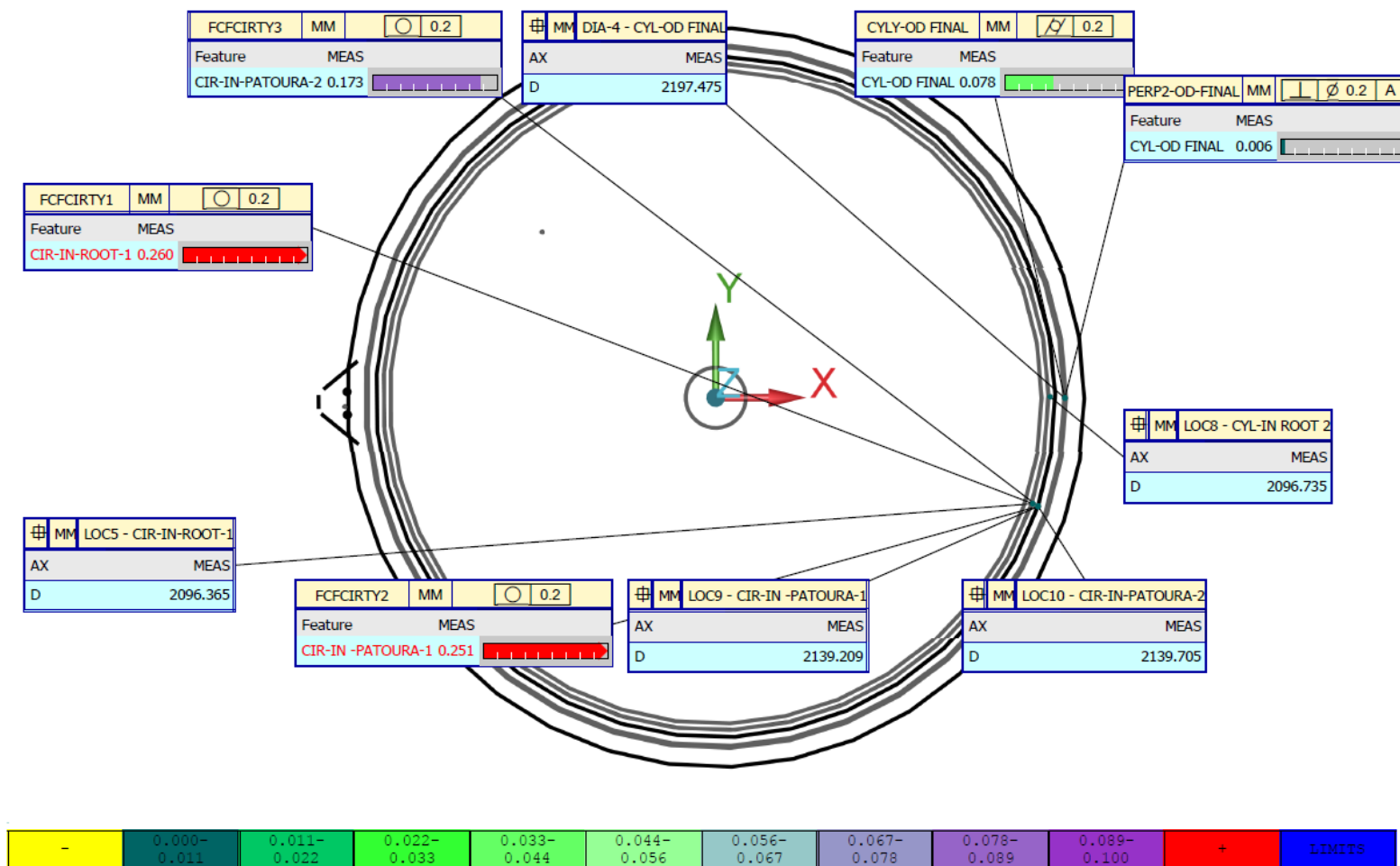
PLN-TOP GEAR – DATUM “A”

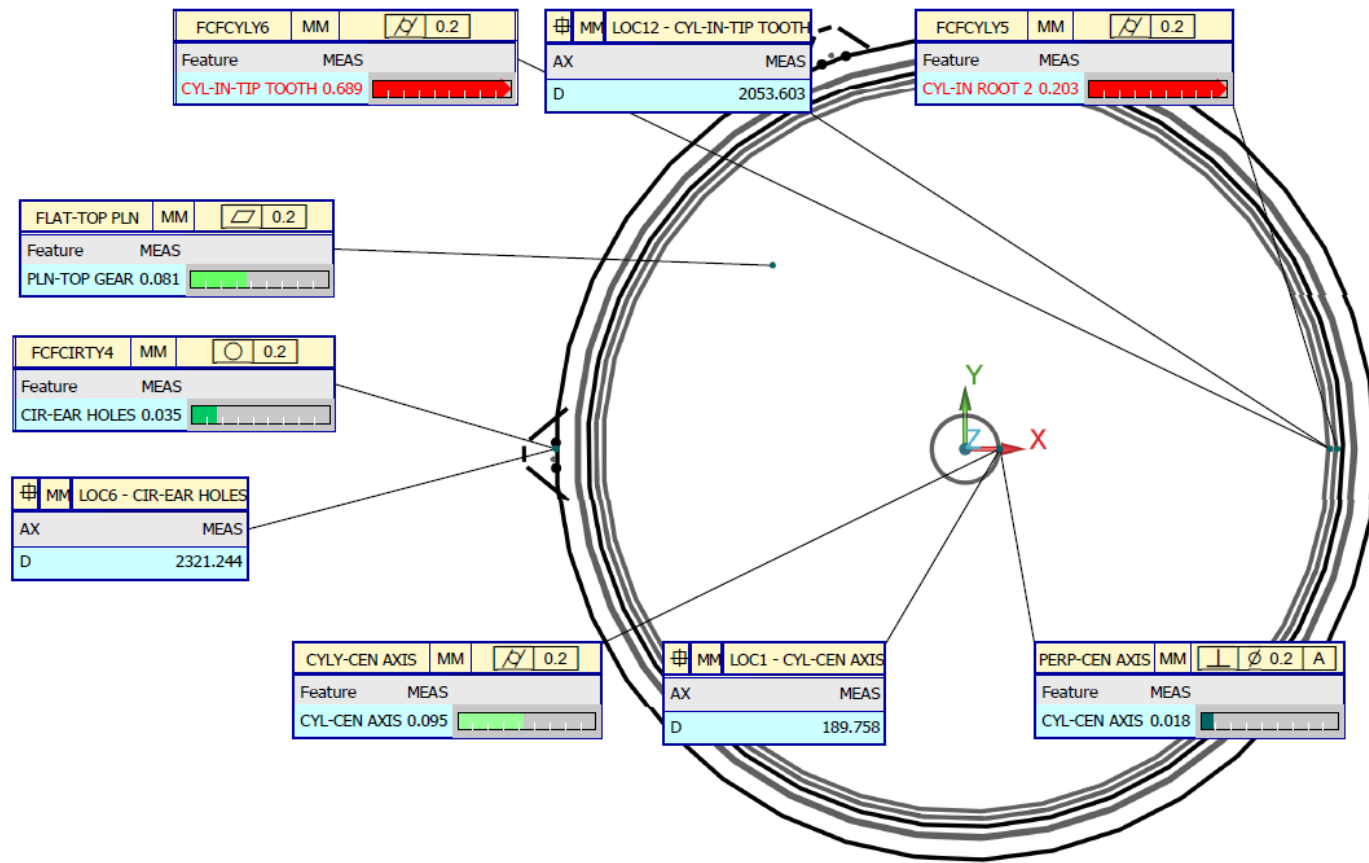
	PART NAME : LARGE GEAR - 26-07-2023-V1		July 27, 2023	20:03
	REV NUMBER :	SER NUMBER :	STATS COUNT : 1	

1 / 3





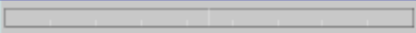

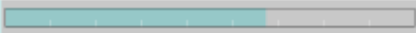

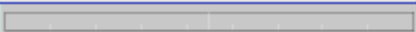

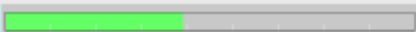

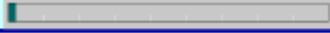

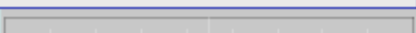

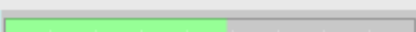







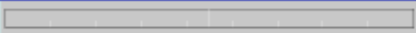

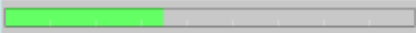

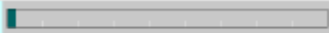
-	0.000-0.011	0.011-0.022	0.022-0.033	0.033-0.044	0.044-0.056	0.056-0.067	0.067-0.078	0.078-0.089	0.089-0.100	+	LIMITS
---	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	---	--------









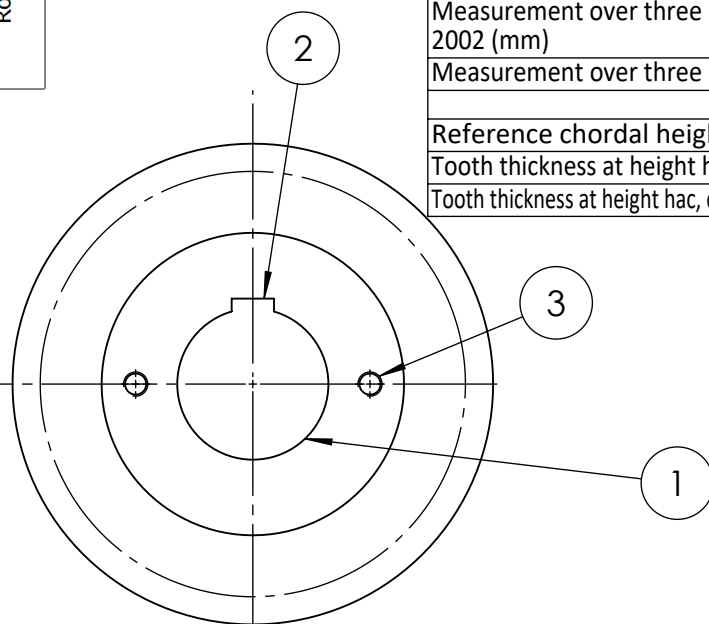
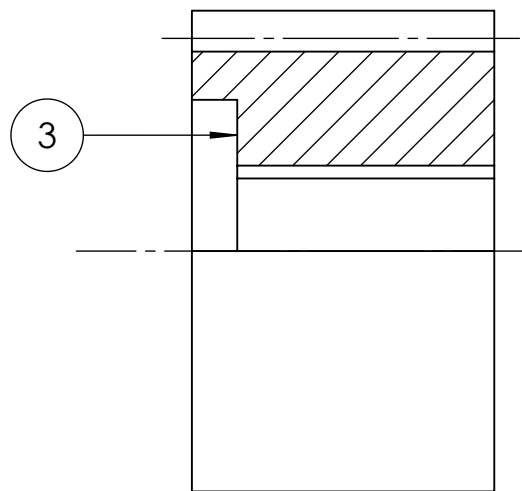
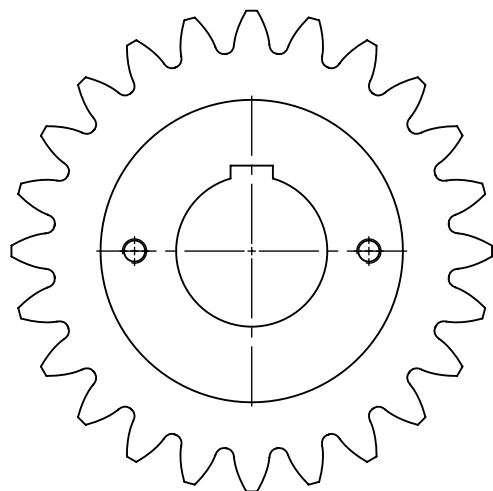
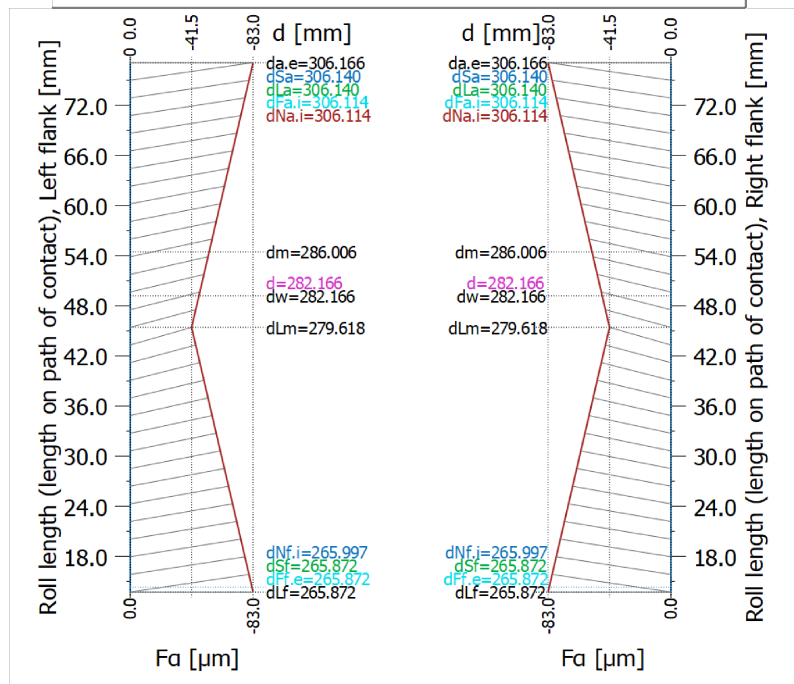
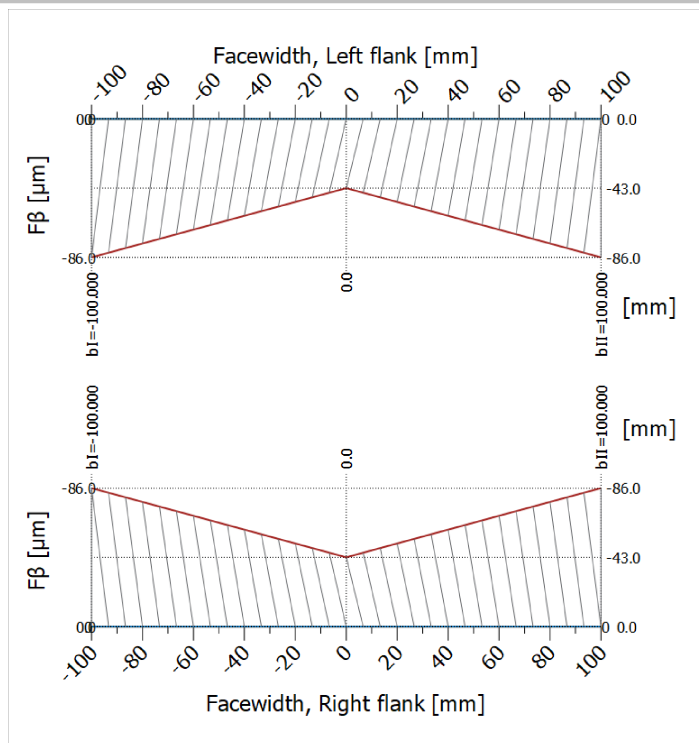
-	0.000- 0.011	0.011- 0.022	0.022- 0.033	0.033- 0.044	0.044- 0.056	0.056- 0.067	0.067- 0.078	0.078- 0.089	0.089- 0.100	+	LIMITS
---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	---	--------

	PART NAME : LARGE GEAR - 26-07-2023-V1		July 27, 2023	20:06
	REV NUMBER :	SER NUMBER :	STATS COUNT : 1	

	MM	DIA-CYL OUT-OUT - CYL-OUT-OUT		
AX		MEAS		
D		2208.774 		
CYLY-OUT-OUT	MM	 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	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS		
OD-GEAR-1		0.087 		
PERP2-OD-1	MM	 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	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS		
OD-GEAR-2		0.109 		
PERP2-OD-2	MM	 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	 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	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS		
CYL-OD FINAL		0.078 		
PERP2-OD-FINAL	MM	 0.2 A	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS	BONUS	
CYL-OD FINAL		0.006	0.000	

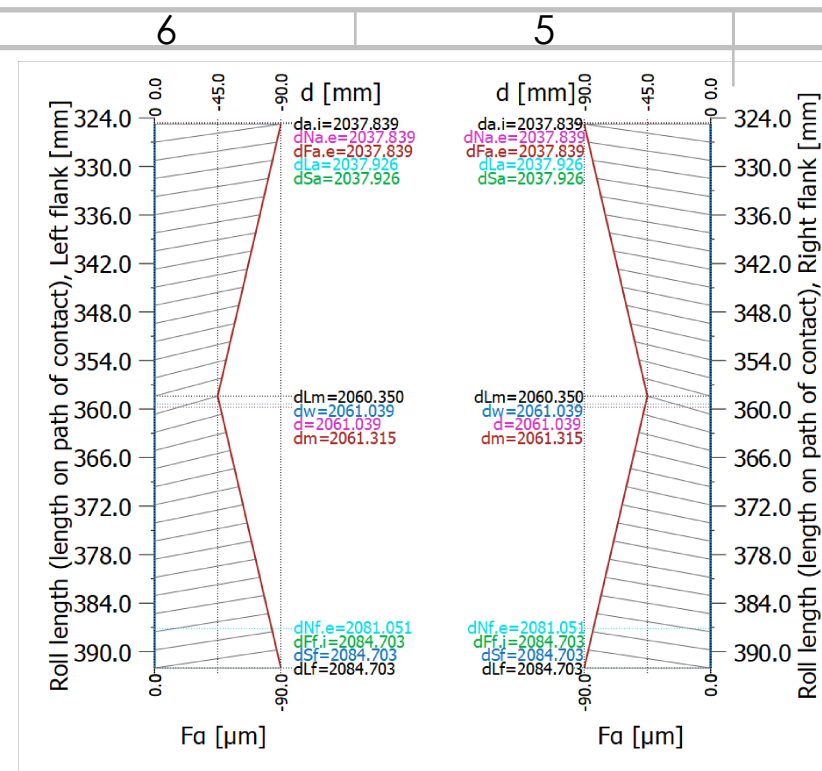
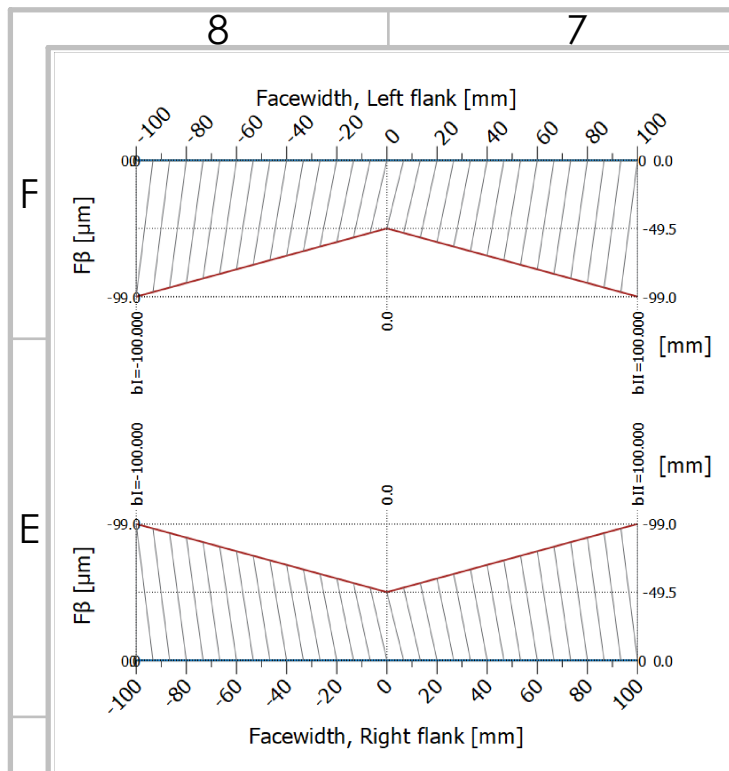
	MM	LOC9 - CIR-IN -PATOURA-1		
AX			MEAS	
D			2139.209	
	FCFCIRTY2	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CIR-IN -PATOURA-1		0.251	
	MM	LOC10 - CIR-IN-PATOURA-2		
AX			MEAS	
D			2139.705	
	FCFCIRTY3	MM	0.2	DEFAULT ISO 1101
Feature			MEAS	
	CIR-IN-PATOURA-2		0.173	
	MM	LOC5 - CIR-IN-ROOT-1		
AX			MEAS	
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		0.689	
	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	\varnothing 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		MEAS		
CIR-EAR HOLES		0.035		
FLAT-TOP PLN	MM	 0.2	DEFAULT	ISO 1101
Feature		MEAS		
PLN-TOP GEAR		0.081		

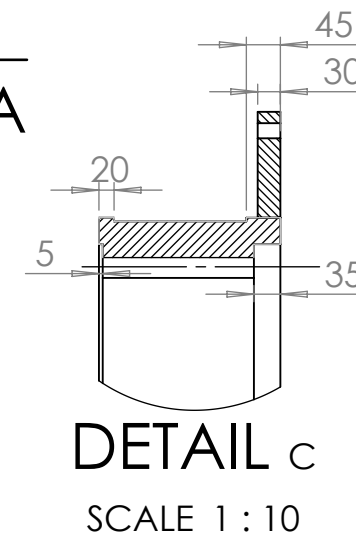
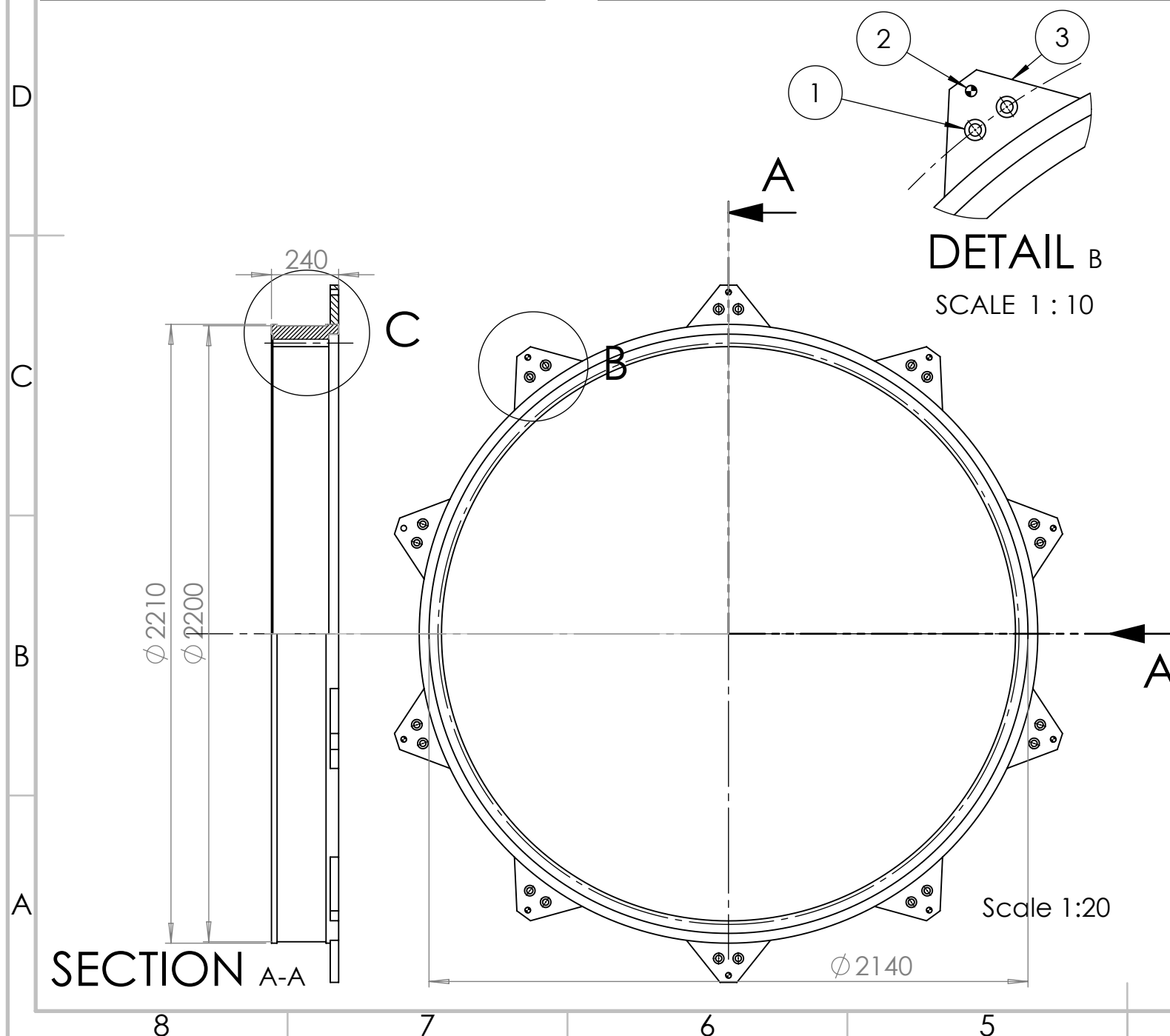


1. Bore DIA to match shaft DIA. Press fit to m6/ H7 or higher
2. Key to match keyway according to ISO/R773 - Js9 width tolerance.
3. Secure ASSY in place as appropriate.
4. Variations on dimensions without tolerance values are according to "DIN ISO 2768- mk"

Part Description:	Existing pinion (helical)
Pinion	
Number of teeth	[z] 23
Facewidth (mm)	[b] 200
Normal module (mm)	[mn] 12
Transverse module (mm)	[mt] 12.268
Hand of gear	right
Helix angle (°)	[β] 12
Normal Diametral Pitch(1/inch)	[Pnd] 2.11667
Transverse Diametral Pitch(1/inch)	[Ptd] 2.07041
Normal pressure angle (°)	[a0] 20
Material	C45 ISO 6336-5 Figure 11/12 (MQ) Flank & root hardened
Accuracy grade ISO 1328:2013	A10
Profile shift coefficient	[x] 0.000
Reference diameter (mm)	[d] 282.166
Tip diameter (mm)	[da] 306.166, 0.000/ -0.052
Root diameter (mm)	[df] 252.166, -0.746/ -1.488
Reference profile	1.25/ 0.38/ 1.0 ISO 53:1998 Profil A
Addendum coefficient	[haP*] 1.000
Dedendum coefficient	[hfP*] 1.250
Tip radius factor	[paP*] 0.000
Root radius factor	[pfP*] 0.380
Tip form height coefficient	[hFaP*] 0.000
Protuberance height coefficient	[hprP*] 0.000
Protuberance angle (°)	[aprP] 0.000
Ramp angle (°)	[aKP] 0.000
not topping	
Tooth thickness tolerance	ISO 23509 Q8-12 (Table C.3)
Tooth thickness allowance (normal section) (mm)	[Ans. e/i] -0.271/ -0.542
Number of teeth spanned	[k] 3
Base tangent length (no backlash) (mm)	[Wk] 92.681
Base tangent length with allowance (mm)	[Wk.e/i] 92.426/ 92.172
Effective diameter of ball/ pin (mm)	[DMeff] 22.000
Measurement over two balls (mm)	[MdK.e/i] 314.006/ 313.400
Measurement over pins according to DIN 3960 (mm)	[MdR.e/i] 314.688/ 314.081
Measurement over three pins, axial according to AGMA 2002 (mm)	[MdR.e/i] 314.688/ 314.081
Measurement over three pins with allowance (mm)	[Md3R.e/i] 0/ 0
Reference chordal height from da.m (mm)	[hac] 12.288
Tooth thickness at height hac, chord, without play (mm)	[sc] 18.837
Tooth thickness at height hac, chord, with allowance (mm)	[sc.e/i] 18.571/ 18.306



Part Description:	Existing gear wheel (helical)
Wheel	
Number of teeth	[z] 168
Facewidth (mm)	[b] 200
Normal module (mm)	[mn] 12
Transverse module (mm)	[mt] 12.268
Hand of gear	right
Helix angle (°)	[β] 12
Normal Diametral Pitch(1/inch)	[Pnd] 2.11667
Transverse Diametral Pitch(1/inch)	[Ptd] 2.07041
Normal pressure angle (°)	[a0] 20
Material	C45 ISO 6336-5 Figure 11/12 (MQ) Flank & root hardened
Accuracy grade ISO 1328:2013	A10
Profile shift coefficient	[x] 0.000
Reference diameter (mm)	[d] 2061.039
Tip diameter (mm)	[da] 2037.839, 0.000/0.175
Root diameter (mm)	[df] 2091.039, 0.746/ 1.488
Addendum coefficient	[haP*] 1.000
Dedendum coefficient	[hfP*] 1.250
Tip radius factor	[paP*] 0.000
Root radius factor	[pfP*] 0.380
Tip form height coefficient	[hFaP*] 0.000
Protuberance height coefficient	[hprP*] 0.000
Protuberance angle (°)	[aprP] 0.000
Ramp angle (°)	[aKP] 0.000
not topping	
Tooth thickness tolerance	ISO 23509 Q8-12 (Table C.3)
Tooth thickness allowance (normal section) (mm)	[Ans. e/i] -0.271/ -0.542
Dimension gap number	[k] 0
Base tangent length (no backlash) (mm)	[Wk] 0
Base tangent length with allowance (mm)	[Wk.e/i] 0/ 0
Effective diameter of ball/ pin (mm)	[DMeff] 20.000
Measurement over two balls (mm)	[MdK.e/i] 2035.033/ 2035.791
Measurement over pins according to DIN 3960 (mm)	[MdR.e/i] 0/ 0
Measurement over three pins, axial, according to AGMA 2002 (mm)	[MdR.e/i] 0/ 0
Measurement over three pins with allowance (mm)	[Md3R.e/i] 0/ 0
Reference chordal height from da.m (mm)	[hac] 11.515
Tooth thickness at height hac, chord, without play (mm)	[sc] 18.849
Tooth thickness at height hac, chord, with allowance (mm)	[sc.e/i] 18.577/ 18.306



1. Drill two CB bolt holes for M20 hexagon socket bolts to match existing pulley threaded hole locations.
2. After centering the gear wheel relative to the shaft of the pulley, dowel holes must be drilled to install new (larger size) pins than the existing.
3. Ten (10) triangular sheet metal pieces equally spaced around the gear wheel. Peripherally weld to the gear wheel body.
4. Variations on dimensions without tolerance values are according to "DIN ISO 2768- mk"

