

Παραμετρική Σχεδίαση Γάστρας Πλοίου Μεταφοράς Χύδην Φορτίου



Επιβλέπων Καθηγητής:
Αριστομένης Αντωνιάδης

Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2025

2025



<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης

- Τι είναι τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου (Bulk Carrier);
- Ποια είναι η χρήση τους;
- Πώς μπορούμε να διακρίνουμε ότι ένα πλοίο είναι bulk carrier και όχι κάποιου άλλου τύπου(π.χ. Container, Tanker, κλπ.)



Αμπάρια

2025



Εισαγωγή

<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης

- Αρχαιότητα: Κίνηση των πλοίων από κουτί ή από ιστία
- Βιομηχανική επανάσταση (19^{ος}) : Ατμομηχανές & μεταλλικά σκάφη
- Ανθρακοφόρα (Coiliers) → Πρώτοι bulk carriers
- 20^{ος} αιώνας: Συγκόλληση & χρήση χάλυβα
- Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο: έκρηξη παγκόσμιου εμπορίου
- Αύξηση χωρητικότητας – Deadweight Tonnage (DWT)



2025



Εισαγωγή Στα Bulk Carriers – Ιστορική Εξέλιξη

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης

- Ηγετική θέση: Ιαπωνία, Ν. Κορέα, Κίνα
- Ελλάδα: κορυφαία χώρα σε ιδιοκτησία bulk carriers
- Ρόλος στη μεταφορά σιδηρομεταλλεύματος, κάρβουνου, σιτηρών
- Καίρια σημασία για τη διεθνή εφοδιαστική αλυσίδα



2025



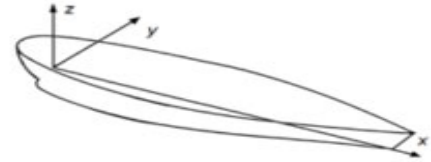
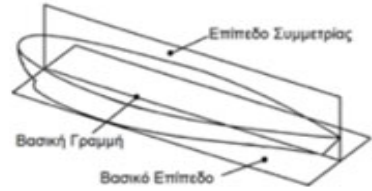
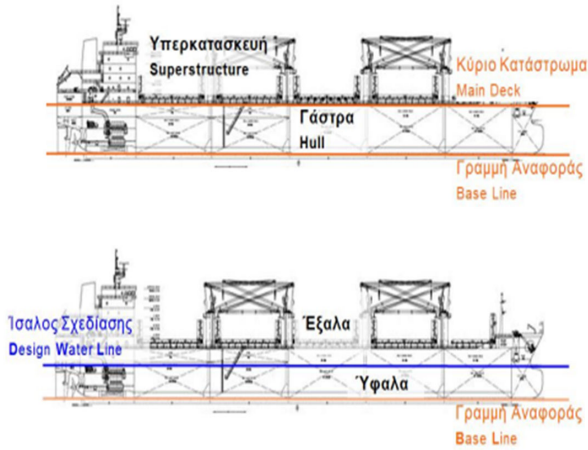
Σύγχρονη Ανάπτυξη Bulk Carriers

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης

- Κύρια στοιχεία: Πλώρη, Πρύμνη, Γάστρα, Ύφαλα – Έξαλα
- Υπερκατασκευή – Ίσαλος Γραμμή (Water Line)
- Επίπεδα αναφοράς: Βασικό Επίπεδο, Επίπεδο Συμμετρίας, Βασική Γραμμή
- Σύστημα συντεταγμένων: x (διαμήκης άξονας), y (εγκάρσιος άξονας), z (κατακόρυφος άξονας)



2025



Βασικές Αρχές Ναυπηγικού Σχεδίου -1-

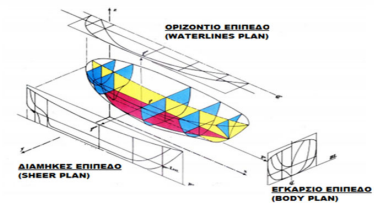
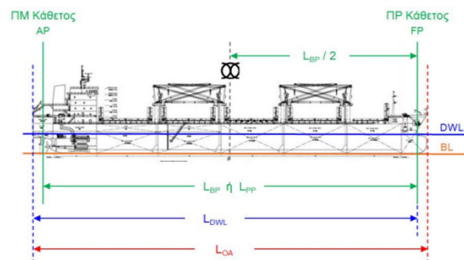
<http://www.m3.tuc.gr>



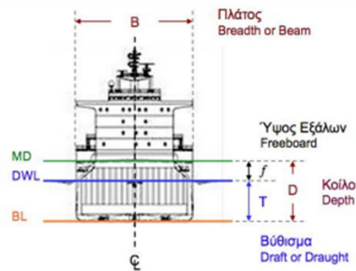
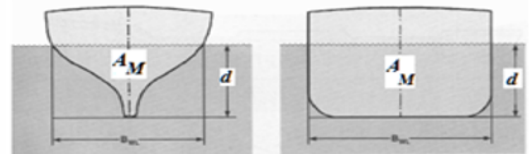
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρουσαλάκης

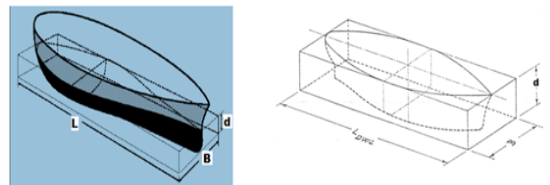
- Διαστάσεις: Μήκος (LOA/LWL), Πλάτος (B), Κοίλο (D), Βύθισμα (T)
- Πρωραία/Πρυμναία κάθετος, Μέση τομή (LBP/2)
- Ύψος εξάλων
- Νομείς, Buttocks, Waterlines – βασικά στοιχεία σχεδίασης
- Συντελεστής Μέσης Τομής (C_M) – Συντελεστής Γάστρας (C_B)



$$C_M = \frac{A_M}{B * d} = (0,65 - 0,99)$$



$$C_B = \frac{V}{L_{WL} * B_{WL} * d}$$



2025



Βασικές Αρχές Ναυπηγικού Σχεδίου -2-

<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρουσαλάκης

Τύπος Πλοίου	DWT (tones)	L_{OA} (m)	L_{BP} (m)	Beam (m)	Draft (m)
Handysize	10,000-39,000	150-180	140-170	23-28	9.0-10.0
Handymax	40,000-59,000	180-200	170-190	28-30	10.0-11.0
Supramax	50,000-65,000	190-200	180-190	30-32	11.0-12.0
Panamax	60,000-80,000	200-230	215	30-35	12.5-15.0
Kamsarmax	80,000-100,000	229	220	32-36	14.5
Post-Panamax	90,000-110,000	240-255	230-245	35-38	14.0-15.0
Capesize	100,000-200,000	240-290	230-280	40-50	17.0-20.0
Very Large Ore Carrier (VLOC)	200,000-320,000	280-350	270-340	50-60	21.0-23.0

2025



Κατηγορίες Bulk Carrier

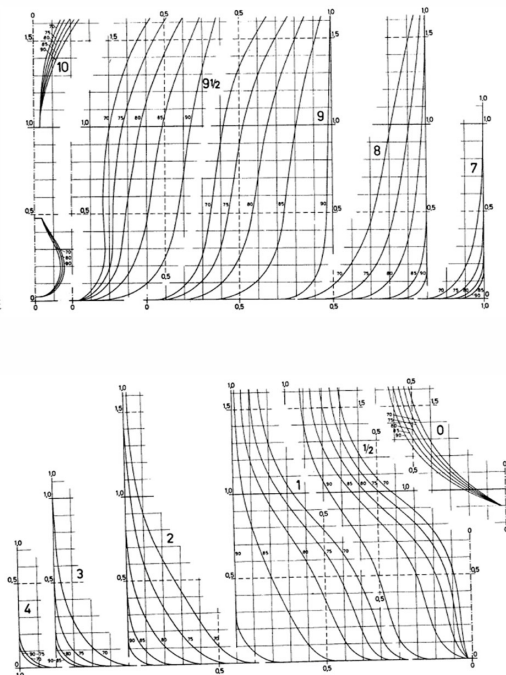
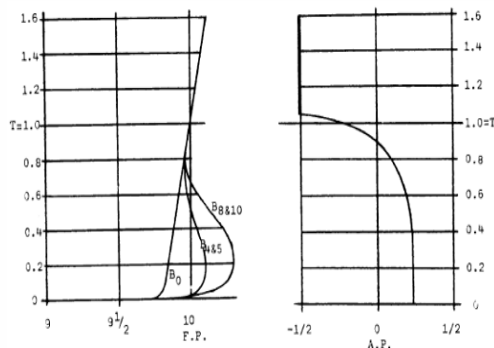
<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρουσαλάκης

Για την επιλογή των προφίλ των κύριων καμπυλών, χρησιμοποιήθηκαν συστηματικά δεδομένα μορφοποίησης (Formdata).

- Πλήρη Βολβοειδής – Πρύμνη Άβακος – Πρωραίοι και Πρυμναίοι Νομείς
- $CM=0.995$
- $CBA=CBF=0.70$



2025



Μορφολογία της Γάστρας

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρουσαλάκης

Τα βήματα που ακολουθεί η διαδικασία του σχεδιασμού

- Επιλογή κύριων χαρακτηριστικών του πλοίου
- Αποτύπωση και επεξεργασία μετρήσεων της Formdata στο Excel
- Δημιουργία των προφίλ πλήρης - πρύμνης - νομέων
- Υπολογισμός FOB – FOS

LBP = 300 m
B = 46 m
T = 18 m
D = 28.8 m



- Εισαγωγή των προφίλ πλήρης και πρύμνης στο πρόγραμμα σχεδίασης (Avena Lines)
- Επεξεργασία και εξομάλυνση καμπυλών
- Εισαγωγή καμπυλών FOB - FOS
- Εισαγωγή νομέων
- Κατασκευή παράλληλου τμήματος με υπολογισμό της ακτίνας καμπυλότητας "r"
- Επεξεργασία και εξομάλυνση FOB – FOS (με χρήση μερικών ισάλων)
- Δημιουργία Transom
- Εισαγωγή ισάλων (waterlines)
- Επιδιορθώσεις σε οποιαδήποτε μη ομαλή ή ατελή καμπύλη
- Κύκλος εξομαλύνσεων μεταξύ νομέων και ισάλων



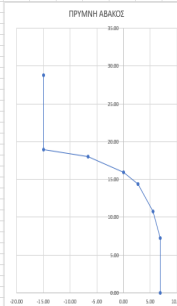
- Ολοκλήρωση τελικού σχεδίου
- Τελική Αναπαράσταση όλου του κελύφους της γάστρας στο πρόγραμμα σχεδίασης AutoCAD



- Παρουσίαση των τελικών δεδομένων που υπολογίστηκαν από το Excel (προφίλ πλήρης – πρύμνης, νομείς)

ΕΠΙΣΤΑΣΗ	30.00
ΜΗΚΟΣ ΜΕΤΑΧΤ ΚΑΒΟΣΤΙ	300.00
ΚΑΜΑΡΑ Χ	χ(m)
5.25	30.00
ΚΑΜΑΡΑ Ζ	z(m)
7.00	28.80

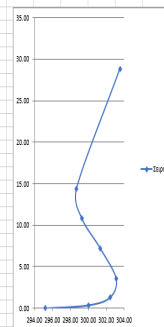
ΑΙΧΜΗΘΕΩΣ	ΚΙΝΗΤΑ	ΚΙΜΗΤΡΗΣΕΙΣ	ΣΚΟΠΤΑ	ΣΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΩΣ	ΣΤΗΘΙΣ
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.97	3.00	0.00	0.54	0.00
4	0.00	0.80	4.00	0.00	2.74	0.40
5	0.00	0.00	4.00	0.42	0.00	0.54
6	0.00	-1.17	5.00	0.00	-0.69	0.00
7	-1.00	0.00	5.00	0.25	-0.00	0.91
8	-1.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	28.80



0	0	0.5	15	1	30	2	60	3	90	4	120
-0.57	16.20	-0.50	0.00	-0.51	0.00	-0.56	0.00	-0.59	0.00	-0.60	0.00
-2.20	17.24	-1.00	1.00	-2.20	0.24	-2.20	0.41	-1.60	0.65	-20.70	0.20
-3.25	18.00	-1.25	3.60	-4.15	1.80	-11.23	1.80	-10.01	1.00	-22.48	1.80
-4.60	19.67	-1.44	5.40	-4.60	2.59	-13.04	3.60	-10.40	2.09	-23.00	3.26
-6.04	19.80	-1.65	7.20	-4.90	3.40	-13.80	4.56	-10.44	3.60	-23.00	3.60
-6.90	20.52	-2.04	9.00	-5.64	5.40	-14.21	5.40	-10.70	4.47		
-7.97	21.60	-2.20	0.62	-4.51	7.20	-15.64	7.20	-20.45	5.40		
-8.20	22.01	-2.45	0.00	-0.90	7.00	-21.61	7.20				
-9.45	22.40	-3.71	0.60	-7.47	9.00	-16.29	6.00	-22.11	9.00		
-10.40	25.20	-4.60	0.60	-1.63	10.30	-19.01	10.30	-22.42	10.30		
-11.21	27.00	-5.17	14.40	-8.20	11.42	-18.40	11.23	-22.51	12.60		
-11.50	27.74	-6.90	15.16	-10.20	12.60	-19.15	12.60	-22.74	14.40		
-11.78	28.80	-7.81	16.20	-11.50	13.92	-20.00	14.40	-22.80	16.20		
		-9.20	17.57	-11.94	14.40	-20.70	16.20	-23.00	17.61		
		-9.22	18.00	-12.00	16.20	-21.21	18.00				
		-11.50	19.41	-12.34	18.00	-21.64	18.00				
		-11.50	19.80	-16.30	19.39	-21.94	21.60				
		-13.41	21.60	-16.67	19.30	-22.14	23.40				
		-13.00	22.06	-17.47	21.60	-22.36	25.20				
		-14.55	23.40	-18.40	23.40	-22.34	27.00				
		-15.40	25.20	-18.97	25.20	-22.42	28.80				
		-15.90	27.00	-19.21	27.00						
		-16.30	27.70	-19.54	28.80						
		-16.32	28.80								

ΕΠΙΣΤΑΣΗ	30.00
ΜΗΚΟΣ ΜΕΤΑΧΤ ΚΑΒΟΣΤΙ	300.00
ΚΑΜΑΡΑ Χ	χ(m)
4.95	30.00
ΚΑΜΑΡΑ Ζ	z(m)
7.65	28.80

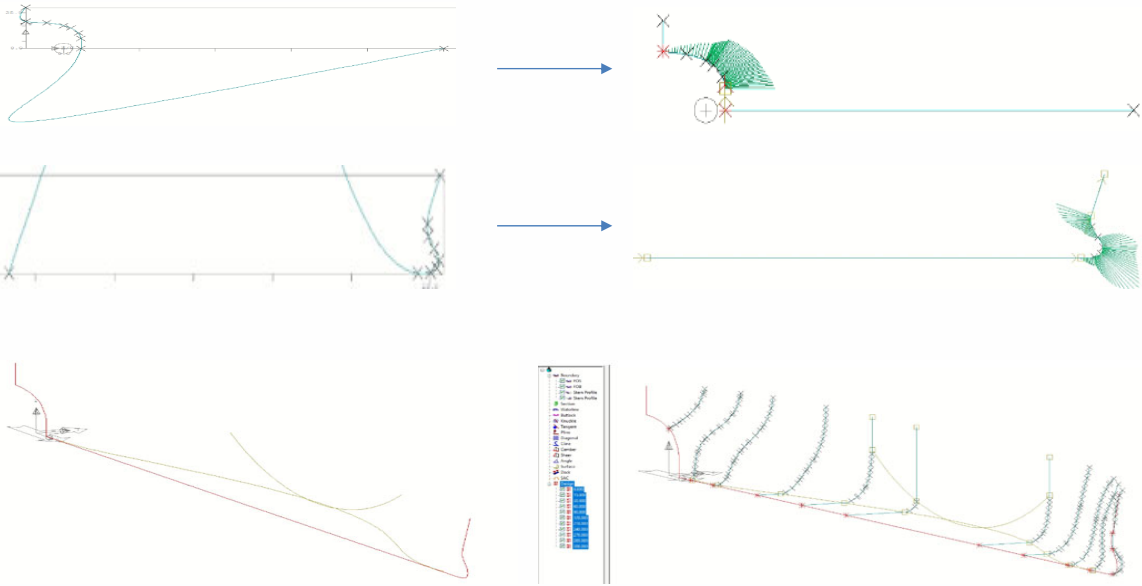
ΑΙΧΜΗΘΕΩΣ	ΚΙΝΗΤΑ	ΚΙΜΗΤΡΗΣΕΙΣ	ΣΚΟΠΤΑ	ΣΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΚΙΝΗΤΟΠΟΙΩΣ	ΣΤΗΘΙΣ
1	10.00	1.69	0.00	0.00	295.22	0.00
2	20.00	0.00	0.00	0.00	300.00	0.58
3	20.00	0.40	0.00	0.35	302.42	1.32
4	20.00	0.51	1.00	0.00	303.09	3.60
5	20.00	0.21	2.00	0.00	303.29	7.20
6	20.00	2.20	3.00	0.00	299.27	10.80
7	10.00	2.26	4.00	0.00	299.67	14.40
8	20.00	0.58	8.00	0.00	303.51	28.80



7	210	8	240	9	270	9.5	285	10	300	90	-23.00	17.61
16.29	0.00	7.40	0.00	0.40	0.00	0.81	0.00	0.70	0.42	120	-23.00	3.60
19.40	0.74	9.20	0.24	2.20	0.33	2.30	0.95	2.30	1.33	240	23.00	15.83
19.80	1.00	11.50	1.24	4.10	1.00	2.45	1.10	2.61	1.80			
20.70	2.87	12.84	1.90	5.94	3.60	3.79	3.60	3.00	3.60			
21.07	2.60	12.64	2.25	6.40	5.40	4.07	5.40	3.41	5.40			
21.72	5.40	14.05	3.60	7.52	7.20	3.94	7.20	2.30	5.97			
22.16	7.20	15.23	5.40	7.92	9.00	3.82	9.00	1.52	7.20			
22.44	9.00	16.30	7.20	8.26	10.80	3.85	10.80	0.70	1.62			
22.62	10.80	16.75	9.00	8.73	12.60	3.91	12.60	0.70	10.80			
22.77	12.60	17.21	10.80	9.07	14.40	4.01	14.40	0.84	19.80			
22.80	14.05	17.24	12.60	9.20	15.25	4.22	15.25	0.86	21.60			
22.90	15.83	18.12	14.40	9.45	16.20	4.60	17.24	1.10	23.40			
18.40	15.38	9.76	18.00	9.76	18.00	4.79	18.00	1.51	25.20			
18.54	16.20	10.25	19.80	5.30	19.80	2.30	27.00	2.30	27.00			
18.93	18.00	10.04	21.60	6.15	21.60	3.23	28.80					
19.20	19.80	11.50	23.40	6.90	23.40	4.90	23.40					
19.73	21.60	12.40	25.20	7.52	24.59							
20.14	23.40	13.45	27.00	7.95	25.56							
20.70	25.20	13.80	27.30	9.20	23.00							
21.07	27.00	14.82	28.80									
21.54	28.80											



- Τελικές μορφές πλήρης – πρύμνης
- Δημιουργία περιγράμματος
- Εισαγωγή FOB – FOS
- Εισαγωγή Νομέων



2025

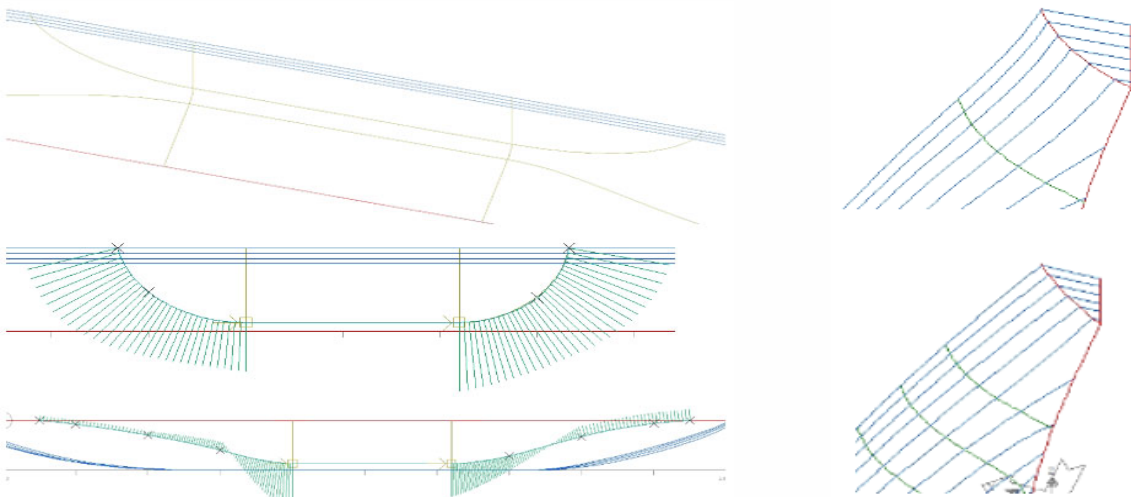


Δημιουργία Κύριων Καμπυλών στο Πρόγραμμα Σχεδίασης

<http://www.m3.tuc.gr>


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρουσαλάκης



- Κατασκευή παράλληλου τμήματος από νομέα "4" έως νομέα "6.2"
- Έλεγχος καμπυλότητας FOB/FOS
- Δημιουργία του TRANSOM

2025



Κατασκευή Παράλληλου Τμήματος – FOB/FOS και Δημιουργία Transom

<http://www.m3.tuc.gr>

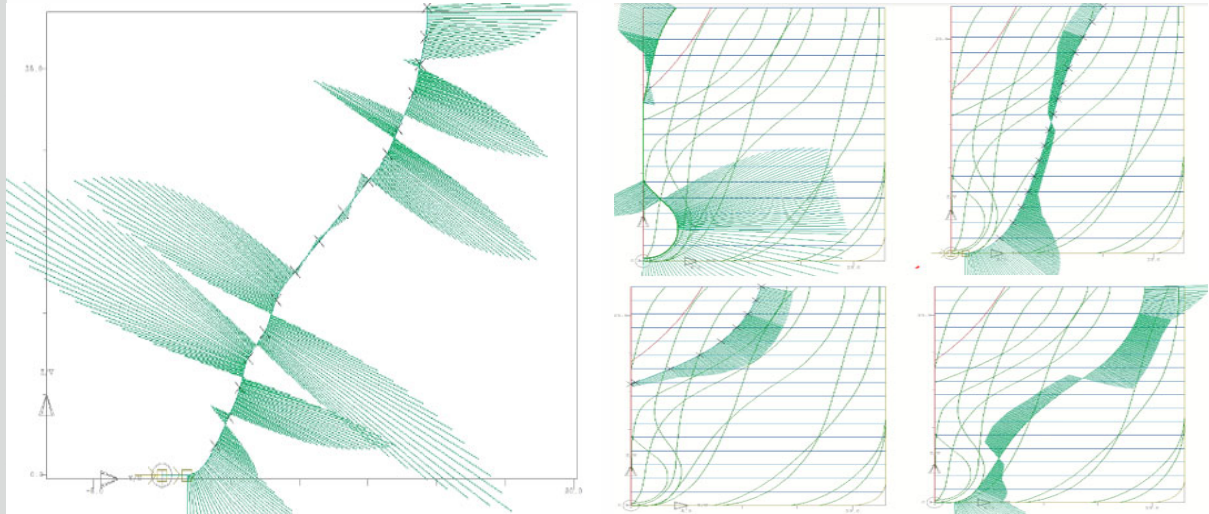

School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρουσαλάκης

- Εξομάλυνση νομέων
- Εξομάλυνση ισάλων
- Κύκλοι εξομαλύνσεων μεταξύ νομέων - ισάλων

Λανθασμένη
μορφή
εξομάλυνσης
νομέα

Σωστά
εξομαλυμένη
μορφή νομέα



2025



Τελικό Στάδιο Σχεδιασμού -1-

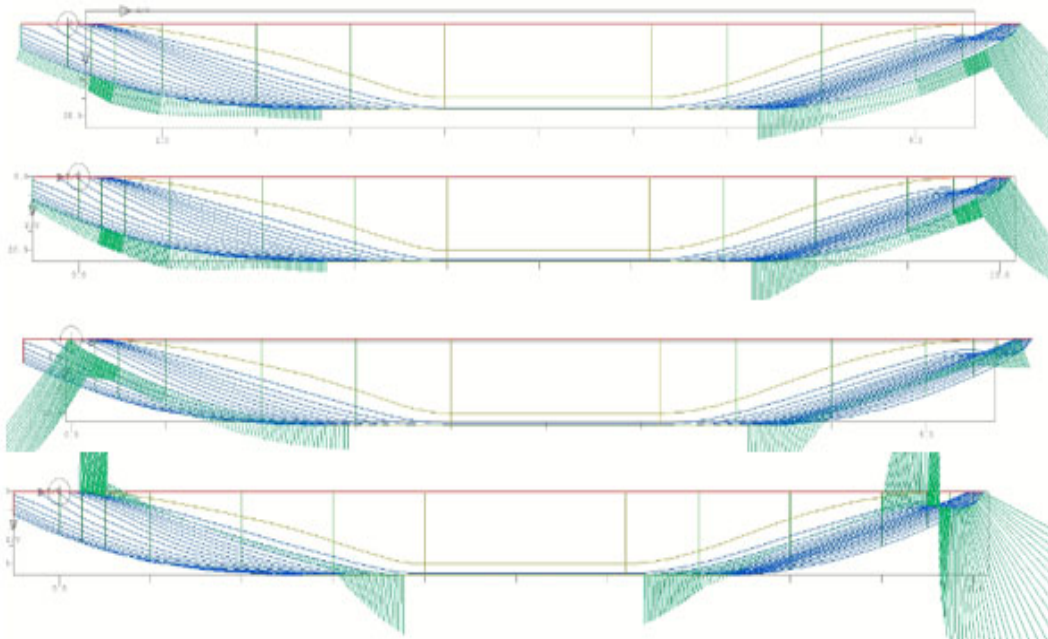
<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης

- Εξομαλυμένες ισάλοι (waterlines)



2025



Τελικό Στάδιο Σχεδιασμού -2-

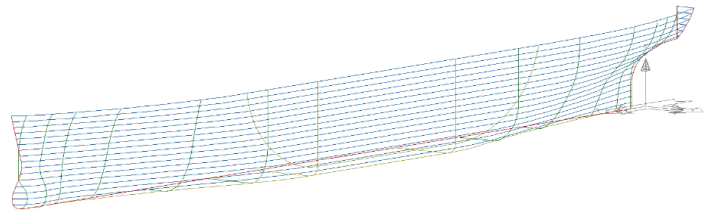
<http://www.m3.tuc.gr>



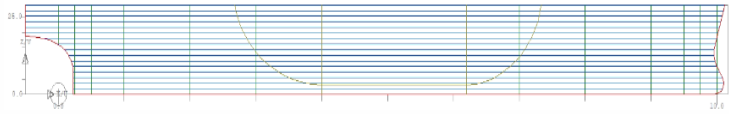
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης

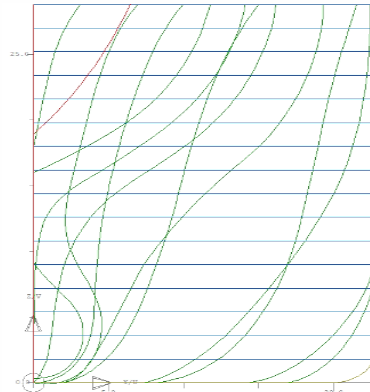
Τρισδιάστατη όψη



Πλάγια όψη



Πρόοψη



2025



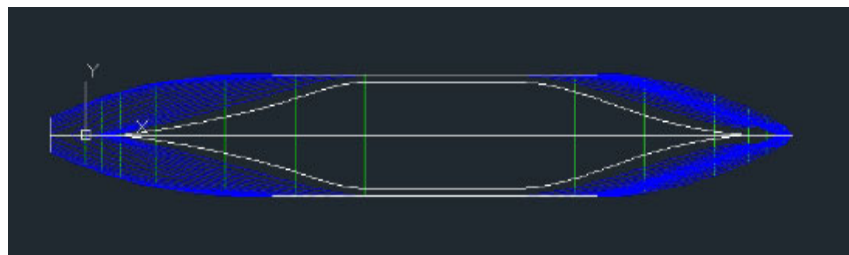
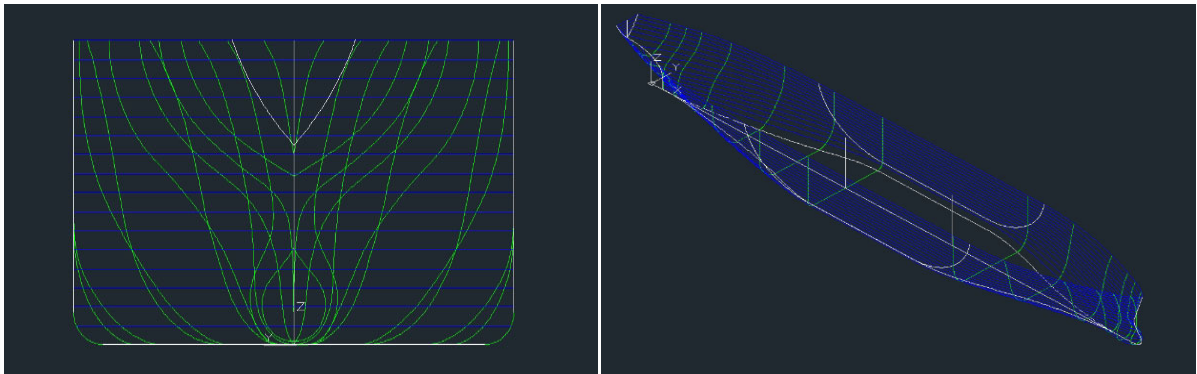
Τελικό Σχέδιο Γάστρας Στο Πρόγραμμα Σχεδίασης Avena

<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης



2025



Ολοκλήρωση Του Κελύφους Της Γάστρας στο Πρόγραμμα AutoCAD

<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσσαλάκης

Σας ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας!



<http://www.m3.tuc.gr>



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Ευάγγελος Φρυσάλκης