

Εγχειρίδιο για τους εκπαιδευτές σε 6 διαφορετικές γλώσσες



TECONAUT

USING DEEP TECH TO FACILITATE THE ECO
TRANSITION IN THE NAUTICAL SECTOR



Co-funded by
the European Union

Ψηφιακό εγχειρίδιο διαθέσιμο στα Αγγλικά, Ισπανικά, Γαλλικά, Ελληνικά, Πολωνικά, Γερμανικά και Τουρκικά.

Αριθμός έργου	101139940
Τίτλος εγγράφου	Εγχειρίδιο για τους εκπαιδευτές σε 6 διαφορετικές γλώσσες
Ημερομηνία	12 January 2026
Τύπος εγγράφου	Οδηγίες
Διανομή	ΕΜΠ
Επίπεδο διάχυσης	Δημόσιο
Version	1

Δήλωση αποποίησης ευθύνης

Χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι απόψεις και οι γνώμες που εκφράζονται στο παρόν αντικατοπτρίζουν αποκλειστικά εκείνες του/των συγγραφέα/ων και δεν αντικατοπτρίζουν κατ' ανάγκη τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή της ΕΑΧΕΑ. Ούτε η Ευρωπαϊκή Ένωση ούτε η αρμόδια για τη χορήγηση της επιχορήγησης αρχή μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνες για αυτές.

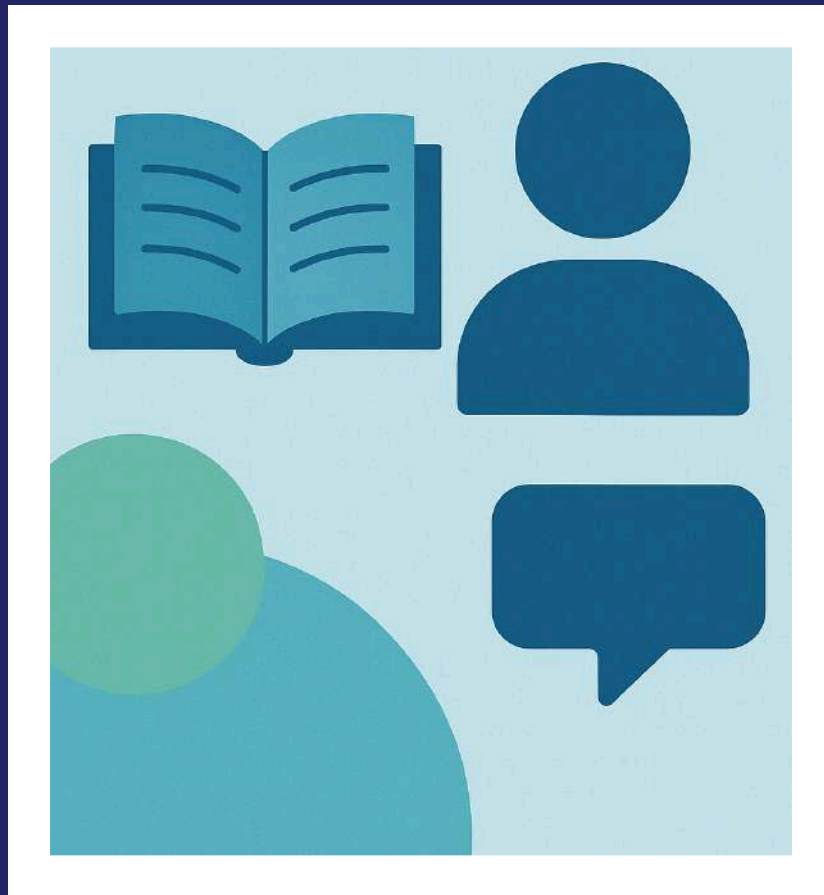


Περιεχόμενα

- 1 Εισαγωγή
 - 2 Ο ρόλος του εγχειριδίου
 - 2.1 Τι θέλουμε να πετύχουμε
 - 2.2 Σε ποιους απευθύνεται
 - 2.3 Το πλαίσιο εφαρμογής
 - 3 Δομή του προγράμματος και πληροφορίες για τα μαθήματα
 - 4 Πώς να υλοποιήσετε την εκπαίδευση
 - 4.1 Εκπαιδευτική προσέγγιση και καθοδήγηση
 - 4.2 Πρακτικές συμβουλές
 - 5 Τι υλικά και εξοπλισμό θα χρειαστείτε
- Παράρτημα: Παρουσιάσεις και υποστηρικτικό υλικό



1 Εισαγωγή



1. Εισαγωγή

Αυτό το εγχειρίδιο έχει δημιουργηθεί ως ένα πρακτικό εργαλείο αναφοράς για εκπαιδευτές που συμμετέχουν στο χρηματοδοτούμενο έργο από την ΕΕ, **TEcoNaut** – μια ευρωπαϊκή πρωτοβουλία που έχει σχεδιαστεί για να ενισχύσει τη συνεργασία μεταξύ παρόχων ανώτατης εκπαίδευσης, ιδρυμάτων επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης και της ναυπηγικής βιομηχανίας. Το έργο στοχεύει στον εντοπισμό των αναδυόμενων αναγκών για δεξιότητες, στην αντιμετώπιση των υπάρχοντων ελλείψεων δεξιοτήτων και στη στήριξη της μακροπρόθεσμης συνεργασίας σε όλο τον κλάδο.

Εστιάζοντας στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση σε βιώσιμα υλικά για τη ναυπηγική, το TEcoNaut υποστηρίζει τη μετάβαση της βιομηχανίας σε καινοτόμες, περιβαλλοντικά υπεύθυνες τεχνολογίες.

Πιο συγκεκριμένα, το έργο TEcoNaut στοχεύει στην επίτευξη του κύριου στόχου του μέσω:

- της ανάπτυξης ενός μαθήματος για υλικά Deep Tech για τα κέντρα επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης, με έμφαση στη χρήση και εφαρμογή τους, σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα κατάρτισης των Εκπαιδευτών.
- της διεξαγωγής μιας εις βάθος έρευνας εντοπισμού ελλείψεων δεξιοτήτων, τα αποτελέσματα της οποίας θα συνδεθούν με το ESCO (Ευρωπαϊκές Δεξιότητες, Ικανότητες, Προσόντα και Επαγγέλματα) και θα αξιοποιήσουν τη νέα Ευρωπαϊκή Πράσινη Ταξινόμηση.
- της ενίσχυσης της επιχειρηματικής σκέψης στους φοιτητές και μελλοντικούς εργαζόμενους στον “οικολογικό” ναυτικό τομέα, επιτρέποντάς τους να αναγνωρίζουν μελλοντικές επιχειρηματικές ευκαιρίες σχετικές με τη χρήση βιώσιμων υλικών και την κυκλικότητα των ναυπηγικών υλικών, ενώ ταυτόχρονα ενισχύονται οι δεξιότητές τους στην ανθεκτικότητα.
- του σχεδιασμού προγράμματος πρακτικής άσκησης για φοιτητές ανώτατης εκπαίδευσης με πρακτική προσέγγιση, επιτρέποντάς τους να εργαστούν στην εφαρμογή δεξιοτήτων Deep Tech μέσα σε εταιρείες. Η τόσο αναγκαία πράσινη «τάση» των υλικών Deep Tech στη ναυπηγική μπορεί να αναπτυχθεί επιτυχώς μόνο μέσω συνεργασίας μεταξύ ιδρυμάτων ανώτατης εκπαίδευσης που ερευνούν υλικά Deep Tech, εταιρειών που κατασκευάζουν σκάφη με βιώσιμο, περιβαλλοντικά φιλικό τρόπο χρησιμοποιώντας αυτά τα υλικά, και κέντρων επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης που παρέχουν καταρτισμένο προσωπικό.

Αυτό το εγχειρίδιο προορίζεται να συμπληρώσει το μάθημα **TEcoNaut: Βιώσιμα υλικά στον ναυπηγικό τομέα**. Παρέχει καθοδήγηση, προτεινόμενες πρακτικές και δομημένους πόρους για να υποστηρίξει την αποτελεσματική υλοποίηση των μαθησιακών ενοτήτων και να βοηθήσει τους εκπαιδευτές να επιτύχουν τους καθορισμένους μαθησιακούς στόχους.



2

Ο ρόλος του εγχειριδίου



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

2. Ο ρόλος του εγχειριδίου

2.1 Τι θέλουμε να πετύχουμε

Ο σκοπός αυτού του εγχειριδίου είναι να λειτουργήσει ως το κύριο πλαίσιο αναφοράς για τους εκπαιδευτές που υλοποιούν το **μάθημα TEcoNaut**. Παρέχει πρακτικές οδηγίες σχετικά με τις μεθοδολογίες διδασκαλίας, τους διαθέσιμους πόρους και τα συμπληρωματικά υλικά, με στόχο την υποστήριξη της αποτελεσματικής μάθησης και τη διασφάλιση ομοιόμορφης παράδοσης των μαθησιακών ενοτήτων του μαθήματος.

Επιπλέον, το εγχειρίδιο προσφέρει πληροφορίες «προχωρημένου επιπέδου» για διάφορα θέματα του μαθήματος, παρέχοντας περαιτέρω πλαίσιο στους εκπαιδευτές ώστε να μπορούν να απαντούν σε πιο προχωρημένες ερωτήσεις των μαθητών. Ενσωματώνοντας διδακτικά εργαλεία, βοηθήματα αναφοράς και πρακτικές γνώσεις, στοχεύει στην υποστήριξη των καθηγητών για την παροχή μιας ποιοτικής μαθησιακής εμπειρίας σε ένα ενδιαφέρον και διαδραστικό περιβάλλον.

Πιο συγκεκριμένα, το εγχειρίδιο βοηθά τους εκπαιδευτές να:

- Εφαρμόζουν αποτελεσματικές και μαθητοκεντρικές μεθόδους εκπαίδευσης.
- Διαχειρίζονται δραστηριότητες στην τάξη και τη δυναμική των ομάδων.
- Παρακολουθούν την πρόοδο σε σχέση με τους καθορισμένους μαθησιακούς στόχους.
- Αντιμετωπίζουν ερωτήσεις των μαθητών που υπερβαίνουν το βασικό υλικό του μαθήματος.

Αυτό το εγχειρίδιο δεν προορίζεται να είναι περιοριστικό. Οι εκπαιδευτές ενθαρρύνονται να προσαρμόζουν και να επεκτείνουν το υλικό με βάση την επαγγελματική τους κρίση και τις ανάγκες των μαθητών τους.

2.2 Σε ποιους απευθύνεται

Αυτό το εγχειρίδιο απευθύνεται κυρίως σε εκπαιδευτές που συμμετέχουν σε **κέντρα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης** και εστιάζει στη βιώσιμη ναυπηγική. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο αναφοράς από:

- Εκπαιδευτικούς σε ιδρύματα ανώτατης εκπαίδευσης.
- Ειδικούς κατάρτισης στον ναυτικό και ναυπηγικό τομέα.
- Επαγγελματίες που συμμετέχουν στην υποστήριξη ή υλοποίηση δραστηριοτήτων σε κέντρα Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση, στο πλαίσιο του μαθήματος TEcoNaut.

2.3 Το πλαίσιο εφαρμογής

Αυτό το εγχειρίδιο παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο σχεδιασμένο για να υποστηρίξει τους εκπαιδευτές στην υλοποίηση του μαθήματος TEcoNaut. Το πλαίσιο αυτό αντιστοιχεί στις απαιτήσεις πιστοποίησης του Επιπέδου 4 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων, διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με αναγνωρισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα για την επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (Βλ. <https://europass.europa.eu/en/description-eight-efl-levels>).

Το κύριο περιεχόμενό του προς τον Εκπαιδευτή παρουσιάζεται παρακάτω. Είναι οργανωμένο ώστε να παρέχει στους καθηγητές/εκπαιδευτές σαφή καθοδήγηση, πρακτικά εργαλεία και δομημένη υποστήριξη σε όλα τα στάδια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

3

Δομή του προγράμματος και πληροφορίες για τα μαθήματα

4

Πώς να υλοποιήσετε την εκπαίδευση

5

Τι υλικά και εξοπλισμό θα χρειαστείτε

Παράρτημα Παρουσιάσεις και υποστηρικτικό υλικό

Εν συντομία, το Κεφάλαιο 3 παρέχει το πρόγραμμα του μαθήματος για κάθε ενότητα, συμπληρωματικά με πληροφορίες «προχωρημένου επιπέδου» για διάφορα θέματα μέσα στο περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου και με συμβουλές για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων που περιγράφονται στο πρόγραμμα.

Το Κεφάλαιο 4 λειτουργεί ως οδηγός για τις μεθόδους διδασκαλίας και για την υλοποίηση μιας ενεργής και συμμετοχικής μάθησης.

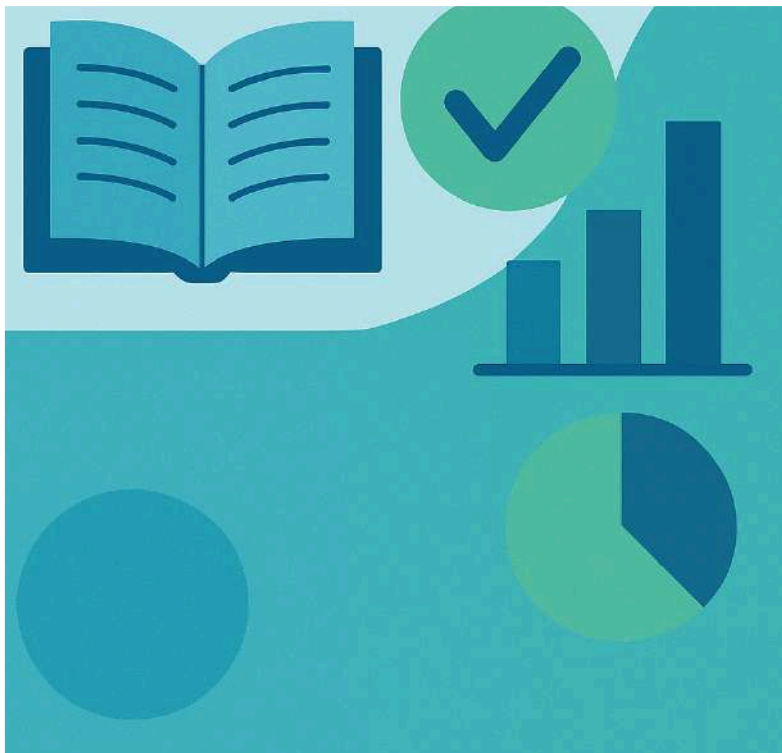
Το Κεφάλαιο 5 παρουσιάζει τη λίστα εξοπλισμού και υλικών που απαιτούνται για τις πρακτικές δραστηριότητες και για καλύτερη κατανόηση της ορολογίας που σχετίζεται με τη ναυπηγική.

Τέλος, το Παράρτημα περιλαμβάνει τις παρουσιάσεις που πραγματοποιήθηκαν σε ένα εργαστήριο στη Γαλλία, στο πλαίσιο του έργου TEcoNaut, προσφέροντας γνώσεις για τα υλικά Deep Tech και τις μηχανικές τους ιδιότητες.



3

Δομή του προγράμματος και πληροφορίες για τα μαθήματα



3. Δομή του προγράμματος και πληροφορίες για τα μαθήματα

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το συνολικό πλαίσιο του μαθήματος, περιγράφοντας τον τρόπο με τον οποίο το εκπαιδευτικό περιεχόμενο οργανώνεται σε ενότητες, επιμέρους ενότητες μαθημάτων, υποενότητες, αντίστοιχες δραστηριότητες και υποστηρικτικές πληροφορίες του μαθήματος. Κάθε ενότητα καλύπτει ένα βασικό θεματικό πεδίο, εξασφαλίζοντας την κατάλληλη ισορροπία μεταξύ θεωρητικής γνώσης και πρακτικής εφαρμογής.

Οι συνοδευτικοί πίνακες (βλ. τους αντίστοιχους πίνακες **Διάρθρωση Μαθήματος**) παρέχουν βασικές πληροφορίες για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού, όπως τα θέματα, τα επιδιωκόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, την εκτιμώμενη διάρκεια και τις προτεινόμενες μεθόδους διδασκαλίας και εκπαίδευσης, υποστηρίζοντας τους εκπαιδευτές στον αποτελεσματικό σχεδιασμό και την υλοποίηση του μαθήματος. Παράλληλα, οι πίνακες αυτοί προσφέρουν στους εκπαιδευόμενους μια σαφή εικόνα του περιεχομένου του μαθήματος και των προσδοκιών που το συνοδεύουν.

Οδηγίες δραστηριοτήτων και Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες (βλ. τους αντίστοιχους πίνακες) παρέχονται για κάθε ενότητα, οργανωμένες σε μορφή πίνακα ώστε να διευκολύνεται η χρήση τους από τους εκπαιδευτές.

Η δομή του μαθήματος αποτελείται από **πέντε (5) ενότητες**. Οι εκπαιδευόμενοι θα εκπαιδευτούν στα ακόλουθα:

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα

Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις

Τα θέματα αυτά συνολικά υποστηρίζουν την ανάπτυξη τόσο της τεχνικής επάρκειας όσο και μιας ευρύτερης αντίληψης για τη βιωσιμότητα στον τομέα της ναυπήγησης σκαφών.

Οι παρακάτω περιγραφές εξηγούν τον σκοπό και το περιεχόμενο κάθε στήλης που περιλαμβάνεται στους πίνακες **Διάρθρωση Μαθήματος**, ώστε να διασφαλίζεται η συνεπής ερμηνεία και χρήση τους σε όλα τα εκπαιδευτικά πλαίσια.

Ενότητα Μαθήματος

Η στήλη παρουσιάζει κάθε επιμέρους ενότητα της αντίστοιχης διδακτικής ενότητας.

Υποενότητα

Αυτή η στήλη αναφέρεται σε κάθε υποενότητα του μαθήματος.

Σημείωση: Το κείμενο που εμφανίζεται με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες και σχετικές δραστηριότητες για τη συγκεκριμένη υποενότητα στον αντίστοιχο πίνακα **Οδηγιών Δραστηριοτήτων**.

Ανάλυση Υποενότητας

Αυτή η στήλη παρέχει αναλυτικές πληροφορίες για τα θέματα και τις υποενότητες που παρουσιάζονται σε κάθε ενότητα, σύμφωνα με το περιεχόμενο που ορίζεται στο πρόγραμμα σπουδών του μαθήματος. Προσφέρει μια δομημένη επισκόπηση του τι θα διδαχθεί σε κάθε θέμα, υποστηρίζοντας τη λογική σειρά παρουσίασης και την ολοκληρωμένη κάλυψη της ύλης.

Η ανάλυση των θεμάτων βοηθά τους εκπαιδευτές να σχεδιάσουν και να οργανώσουν αποτελεσματικά τα μαθήματά τους, ενώ παράλληλα καθοδηγεί τους εκπαιδευόμενους σε μια σαφή, βήμα-βήμα προσέγγιση του αντικειμένου.

Σημείωση: Το κείμενο που εμφανίζεται με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητων» υποδηλώνει ότι υπάρχουν διαθέσιμες **Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες**, οι οποίες παρουσιάζονται στον αντίστοιχο πίνακα.

Μαθησιακό Αποτέλεσμα

Η στήλη Μαθησιακά Αποτελέσματα καθορίζει τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις στάσεις που αναμένεται να αποκτήσουν ή να αναπτύξουν οι εκπαιδευόμενοι μέσα από κάθε δραστηριότητα. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν οριστεί ώστε να ευθυγραμμίζονται με τους συνολικούς στόχους του προγράμματος σπουδών για κάθε ενότητα του μαθήματος.

Τα μαθησιακά αποτελέσματα λειτουργούν ως βασικοί δείκτες τόσο για τους εκπαιδευτές όσο και για τους εκπαιδευόμενους, διασφαλίζοντας ότι κάθε δραστηριότητα συμβάλλει ουσιαστικά στην ανάπτυξη των επιδιωκόμενων γνώσεων και δεξιοτήτων.

Διάρκεια

Αυτή η στήλη υποδεικνύει τον προγραμματισμένο χρόνο που προβλέπεται για κάθε μάθημα ή δραστηριότητα. Η διάρκεια που αναγράφεται θα πρέπει να αντιστοιχεί στους χρόνους που καθορίζονται στο πρόγραμμα σπουδών του μαθήματος, βοηθώντας τους εκπαιδευτές να οργανώνουν τον σχεδιασμό των μαθημάτων και να διασφαλίζουν συνέπεια σε όλα τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Μέθοδοι Διδασκαλίας

Αυτή η στήλη προτείνει τις κατάλληλες μεθόδους διδασκαλίας και εκπαίδευσης για την αντίστοιχη υποενότητα.

Οι πίνακες **Οδηγιών Δραστηριοτήτων** παρουσιάζουν όλες τις δραστηριότητες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στην τάξη, ώστε οι εκπαιδευόμενοι να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση των βασικών εννοιών και γνώσεων που διδάσκονται στο πρόγραμμα σπουδών.

Οι δραστηριότητες παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα, προσφέροντας μια δομημένη επισκόπηση για κάθε ενότητα, με σαφείς οδηγίες και κατευθύνσεις για τους εκπαιδευτές, ώστε να μπορούν να οργανώνουν τις δραστηριότητες και να καθοδηγούν αποτελεσματικά τους εκπαιδευόμενους.

Ο πίνακας **Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες** παρέχει στους εκπαιδευτές μια πιο εκτεταμένη επισκόπηση προχωρημένων εννοιών, πηγών αναφοράς και συμπληρωματικών πόρων που συμπληρώνουν το βασικό πρόγραμμα σπουδών. Σκοπός του είναι να υποστηρίξει τους εκπαιδευτές στην εμβάθυνση της κατανόησης των εκπαιδευόμενων σχετικά με βιώσιμα υλικά, μεθόδους κατασκευής, κανονιστικά πλαίσια και τις εξελίξεις της βιομηχανίας που σχετίζονται με τη σύγχρονη ναυπήγηση σκαφών.

Παρέχοντας οργανωμένη πρόσβαση σε επιστημονικές δημοσιεύσεις, τεχνικά πρότυπα, επαγγελματικά εργαλεία και πραγματικά παραδείγματα εφαρμογής, η ενότητα αυτή εξοπλίζει τους εκπαιδευτές με το απαραίτητο πλαίσιο γνώσης, ώστε να μπορούν να καθοδηγούν με αυτοπεποίθηση τους εκπαιδευόμενους πέρα από τα βασικά και προς μια ευρύτερη επαγγελματική και περιβαλλοντική κατανόηση του τομέα.

Η **Ενότητα 1** συγκεντρώνει εκτενές υλικό που εισάγει τους εκπαιδευόμενους σε πλαίσια βιωσιμότητας, καινοτομίες σε φυσικά υλικά και μεθόδους περιβαλλοντικής αξιολόγησης που σχετίζονται με τις θαλάσσιες και παράκτιες βιομηχανίες. Περιλαμβάνει πηγές αναφοράς για τη βιώσιμη διαχείριση μαρινών, τη μακροπρόθεσμη στρατηγική για το κλίμα της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, προηγμένη έρευνα για «έξυπνα» υλικά με βάση το ξύλο και τα πολυμερή, καθώς και πρότυπα όπως το ISO 12215 που καθορίζουν τις ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές σκαφών. Επιπλέον, το υλικό αναδεικνύει τη σημασία της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment - LCA) για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός σκάφους, μαζί με προσεγγίσεις της κυκλικής οικονομίας που αφορούν τη διαχείριση αποβλήτων και την αποδοτική χρήση των πόρων.

Η **Ενότητα 2** επικεντρώνεται σε ίνες, ρητίνες, σύνθετες κατασκευές, τεχνολογίες ανακύκλωσης και στη μηχανική συμπεριφορά των υλικών στη σύγχρονη ναυπήγηση σκαφών. Οι πηγές περιλαμβάνουν επιστημονικές δημοσιεύσεις με συγκρίσεις ιδιοτήτων ινών, αποτελέσματα δοκιμών και την επίδραση της χημείας των ρητινών στην απόδοση και την ανθεκτικότητα των υλικών. Η ενότητα καλύπτει επίσης βασικά πρότυπα ISO, πρακτικό υλικό για τη μηχανική των σύνθετων υλικών και αναλυτικές

μελέτες περιπτώσεων σχετικά με ελαττώματα υλικών, χρήση προσθέτων, συμβατοποιητές και δομές τύπου sandwich. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην κυκλικότητα, με πολλές πηγές που εξετάζουν θερμικές, μηχανικές και χημικές μεθόδους ανακύκλωσης, τις ενεργειακές απαιτήσεις των διαφορετικών διαδικασιών, καθώς και τρέχουσες πρωτοβουλίες της βιομηχανίας που επικεντρώνονται σε βιολογικής προέλευσης εναλλακτικά υλικά, φυσικές ίνες και βιώσιμα σύνθετα υλικά.

Η **Ενότητα 3** παρέχει στους εκπαιδευτές υλικό με πρακτικό προσανατολισμό σχετικά με τις διαδικασίες κατασκευής σύνθετων υλικών, την αρχιτεκτονική των ινών και τον έλεγχο ποιότητας στην παραγωγή. Μέσα από τεχνικούς οδηγούς, ιστοσελίδες προμηθευτών, επιστημονικά άρθρα και βίντεο επίδειξης, η ενότητα εξηγεί μεθόδους στρωματοποίησης, διαδικασίες έγχυσης ρητίνης, τρόπους πρόληψης ελαττωμάτων και τα στάδια κατασκευής εξαρτημάτων από φυσικές ίνες ή υβριδικά σύνθετα υλικά. Παράλληλα, εισάγει τους εκπαιδευόμενους σε νέες βιώσιμες προσεγγίσεις παραγωγής, σε παραδείγματα ανακατασκευής και επαναχρησιμοποίησης, σε μεθόδους επισκευής, καθώς και σε απόψεις της βιομηχανίας σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην κατασκευή σκαφών. Ο έλεγχος ποιότητας, οι λύσεις διαχείρισης αποβλήτων και οι δυνατότητες ανακύκλωσης των υπολειμμάτων παραγωγής περιλαμβάνονται επίσης.

Η **Ενότητα 4** συγκεντρώνει τα πιο σημαντικά κανονιστικά πλαίσια, τις μεθοδολογίες αξιολόγησης περιβαλλοντικού αποτυπώματος και τις τρέχουσες ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες που στοχεύουν στη μείωση των εκπομπών άνθρακα στον τομέα της ναυπήγησης σκαφών. Οι πηγές περιλαμβάνουν επίσημα πρότυπα ISO, τεκμηρίωση για το Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα Προϊόντος (Product Environmental Footprint - PEF), οδηγούς για την Ανάλυση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment - LCA), μελέτες του κλάδου και αναφορές σε επίπεδο πολιτικής. Συνολικά, οι πόροι αυτοί βοηθούν τους εκπαιδευτές να τοποθετήσουν τη βιωσιμότητα στο ευρύτερο νομικό και βιομηχανικό πλαίσιο, δείχνοντας πώς οι κανονισμοί επηρεάζουν τις επιλογές υλικών, τις διαδικασίες παραγωγής, τις ευθύνες στο τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων και τη μετάβαση προς σχεδιασμό σκαφών με μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Η **Ενότητα 5** παρουσιάζει το πλαίσιο πολιτικών, τις ευκαιρίες χρηματοδότησης, τις εξελίξεις στην αγορά εργασίας και τις νέες δεξιότητες που διαμορφώνουν το μέλλον της ναυπήγησης σκαφών. Περιλαμβάνει υλικό σχετικά με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (EU Green Deal), την πρωτοβουλία Fit for 55, τους κανονισμούς για τη μεταφορά αποβλήτων και χρηματοδοτικά εργαλεία όπως το NextGenEU. Επιπλέον, η ενότητα παρουσιάζει παραδείγματα ναυπηγείων που εφαρμόζουν καινοτόμες βιώσιμες πρακτικές, βίντεο και οδηγούς για παραδοσιακές τεχνικές και σύγχρονες μεθόδους κατασκευής, καθώς και υλικό που παρουσιάζει σχετικά επαγγέλματα, τρόπους δικτύωσης, επαγγελματικές εκδηλώσεις και νέες τεχνολογικές δεξιότητες που αναδύονται στον κλάδο.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι παραπάνω πληροφορίες για κάθε ενότητα του εκπαιδευτικού υλικού του μαθήματος TEcoNaut.



Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών



Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
1.1 Βασικές αρχές βιωσιμότητας στη ναυτιλιακή βιομηχανία	1.1.1 Αρχές Βιωσιμότητας στη Ναυτιλιακή Βιομηχανία	1. Εισαγωγή στους τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας 2. Συγκεκριμένες προκλήσεις στο ναυτιλιακό πλαίσιο: εκπομπές, χρήση πόρων, απόβλητα υλικών 3. Εφαρμογή της βιωσιμότητας στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη συντήρηση σκαφών.	ΜΑ1: Κατανόηση της βασικής έννοιας της βιωσιμότητας. ΜΑ2: Αναγνώριση των κύριων περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προκλήσεων στη ναυτιλία. ΜΑ3: Ανάπτυξη δεξιοτήτων ταξινόμησης ενεργειών και αποφάσεων βάσει των 3 πυλώνων βιωσιμότητας. ΜΑ4: Ανάπτυξη επίγνωσης των επιπτώσεων των μηχανικών αποφάσεων σε ανθρώπους και περιβάλλον.	2 ½	Μάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων
	1.1.2 Ιστορική εξέλιξη: Βιολογικά υλικά έναντι υαλοβάμβακα	1. Εισαγωγή στην ανάπτυξη υλικών στη ναυπηγική: α) Επισκόπηση των παραδοσιακών υλικών κατασκευής σκαφών β) Εισαγωγή στα πρώτα σύνθετα υλικά 2. Χρονολογική εξέλιξη των υλικών: α) Σημαντικά ιστορικά ορόσημα στα υλικά κατασκευής σκαφών β) Μετάβαση από τα παραδοσιακά στα μελλοντικά (συνθετικά) υλικά γ) Βιολογικές εναλλακτικές λύσεις 3. Σύγκριση υλικών (παραδείγματα) α) Περιβαλλοντικές επιπτώσεις β) Μηχανικές ιδιότητες γ) Κόστος και διαθεσιμότητα στην αγορά / βιομηχανία.	ΜΑ1: Κατανόηση της ιστορικής εξέλιξης των υλικών ναυπήγησης σκαφών. ΜΑ2: Σύγκριση παραδοσιακών, συνθετικών και βιο-βασισμένων υλικών. ΜΑ3: Αξιολόγηση υλικών βάσει ιστορικού πλαισίου, τεχνικών αναγκών και βιωσιμότητας.	2 ½	Δια ζώσης διδασκαλία (διαδραστική διάλεξη με δείγματα υλικών)

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (MA)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
1.1 Βασικές αρχές βιωσιμότητας στη ναυτιλιακή βιομηχανία	1.1.3 Κανονιστικό πλαίσιο: Πιστοποιήσεις και κανονισμοί	1. Επισκόπηση διεθνών και περιφερειακών ναυτιλιακών κανονισμών (π.χ. IMO, ISO 14001, Οδηγίες ΕΕ) 2. Εισαγωγή στις πιστοποιήσεις για βιώσιμα υλικά και σκάφη 3. Ο ρόλος των κανονισμών στην εφαρμογή και την ενθάρρυνση βιώσιμων πρακτικών	MA1: Εισαγωγή στους ναυτιλιακούς κανονισμούς. MA2: Επισκόπηση σχετικών κανονισμών και οδηγιών. MA3: Κατανόηση του ρόλου των κανονισμών στις βιώσιμες πρακτικές.	1	Δια ζώσης διδασκαλία (διάλεξη βασισμένη σε μελέτες περίπτωσης)

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
1.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και διαχείριση αποβλήτων	1.2.1 Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA) στη βιομηχανία σκαφών	1. Εισαγωγή στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) - ορισμός και σκοπός 2. Στάδια του κύκλου ζωής ενός σκάφους: α) Κατασκευή και παραγωγή β) Μεταφορά και διανομή γ) Φάση χρήσης / λειτουργίας δ) Τέλος κύκλου ζωής: απόρριψη, ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση 3. Προσδιορισμός εκπομπών, αποβλήτων και κατανάλωσης πόρων σε κάθε στάδιο. 4. Αποτύπωμα άνθρακα και τα συστατικά του στην παραγωγή και χρήση σκαφών 5. Σύγκριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μεταξύ διαφορετικών υλικών	ΜΑ1: Έννοια της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA). ΜΑ2: Αναγνώριση και περιγραφή των βασικών σταδίων του κύκλου ζωής ενός σκάφους. ΜΑ3: Αναγνώριση των συνήθων περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής.	2	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
1.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και διαχείριση αποβλήτων	1.2.2 Στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων: Αρχές κυκλικής οικονομίας και πλαίσιο 3-R	1. Εισαγωγή στα απόβλητα στη ναυπηγική βιομηχανία: α) Τύποι και πηγές αποβλήτων κατά τη διάρκεια της παραγωγής, της συντήρησης και των σταδίων τέλους του κύκλου ζωής. β) Περιβαλλοντικοί κίνδυνοι και συνέπειες από ακατάλληλο χειρισμό αποβλήτων. 2. Κατανόηση του Πλαισίου “3R”: α) Μείωση (Reduce) – ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων μέσω έξυπνου σχεδιασμού και αποδοτικής χρήσης των πόρων. β) Επαναχρησιμοποίηση (Reuse) – παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος ή του εξαρτήματος μέσω επισκευής και επαναχρησιμοποίησης. γ) Ανακύκλωση (Recycle) – ανάκτηση υλικών και μετατροπή τους σε νέα προϊόντα. 3. Εισαγωγή στην κυκλική οικονομία: α) Ορισμός και αντίθεση με το παραδοσιακό γραμμικό μοντέλο («λήψη-παραγωγή-απόρριψη»). β) Βασικές αρχές: σχεδιασμός για ανθεκτικότητα, διατήρηση των υλικών σε χρήση, αναγέννηση των φυσικών συστημάτων.	ΜΑ1: Κατανόηση των αρχών της ιεραρχίας αποβλήτων 3R. ΜΑ2: Κατανόηση της Κυκλικής Οικονομίας. ΜΑ3: Αναγνώριση συνηθισμένων τύπων αποβλήτων στη διαδικασία ναυπήγησης σκαφών. ΜΑ4: Κατανόηση της εφαρμογής των αρχών 3R και της Κυκλικής Οικονομίας.	2	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
1.2 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και διαχείριση αποβλήτων	1.2.3 Όρια βιωσιμότητας: Προκλήσεις στην ανακύκλωση έναντι ανανεώσιμων πρώτων υλών	- Εισαγωγή στην αειφόρο ανάπτυξη. - Προκλήσεις της ανακύκλωσης: - Τεχνικές δυσκολίες ανακύκλωσης σύνθετων υλικών (π.χ. υαλοβάμβακας, ανθρακονήματα). - Οικονομικά εμπόδια: κόστος ανακύκλωσης έναντι κόστους νέων υλικών. - Περιορισμένη υποδομή και τεχνολογία για την ανακύκλωση θαλάσσιων αποβλήτων. - Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. - Ανακύκλωση έναντι ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.	ΜΑ1: Κατανόηση των περιβαλλοντικών και τεχνικών περιορισμών της ανακύκλωσης και των ανανεώσιμων υλικών. ΜΑ2: Διάκριση μεταξύ ανακυκλώσιμων και ανανεώσιμων υλικών σε πρακτικές εφαρμογές. ΜΑ3: Γνώση των περιορισμών βιωσιμότητας και υπεύθυνη εφαρμογή τους.	2	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
1.3 Καινοτομίες και μελλοντικές προοπτικές	1.3.1 Μελλοντικές τάσεις: Υλικά υπό ανάπτυξη, κατασκευή χωρίς απόβλητα.	1. Καινοτομίες και μελλοντικές προοπτικές 2. Έννοια της παραγωγής χωρίς απόβλητα	ΜΑ1: Γνώση νέων βιώσιμων υλικών και τεχνολογιών στον τομέα της ναυπήγησης σκαφών. ΜΑ2: Κατανόηση της έννοιας της παραγωγής χωρίς απόβλητα (zero-waste).	1 ½	Δια ζώσης διδασκαλία και μάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων
	1.3.2 Προκλήσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού και κανονιστικά εμπόδια.	1. Εισαγωγή στην εφοδιαστική αλυσίδα στον τομέα της ναυπηγικής 2. Προκλήσεις στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας 3. Κανονισμοί και πρότυπα	ΜΑ1: Κατανόηση της δομής και της λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας στη ναυπήγηση σκαφών.	1 ½	Δια ζώσης διδασκαλία και μάθηση μέσω επίλυσης προβλημάτων

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
1.1.1 Αρχές Βιωσιμότητας στη Ναυτιλιακή Βιομηχανία	Χαρτογράφηση Πυξίδας Βιωσιμότητας	Στόχος: Να βοηθηθούν οι φοιτητές να κατηγοριοποιούν προκλήσεις βιωσιμότητας στους περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς πυλώνες. Οδηγίες: Παρουσιάστε στους φοιτητές πραγματικά σενάρια από το ναυτιλιακό πλαίσιο (π.χ. πετρελαιοκηλίδες, εργασιακή εκμετάλλευση, ενεργειακή αποδοτικότητα καυσίμων). Εργασία: Σε μικρές ομάδες, να αντιστοιχίσουν κάθε σενάριο σε μια Πυξίδα Βιωσιμότητας (Περιβαλλοντικό / Κοινωνικό / Οικονομικό / Κοινωνικό). Αποτέλεσμα: Κατανόηση της βιωσιμότητας ως ένα ολιστικό πλαίσιο.
1.1.2 Ιστορική εξέλιξη: Βιολογικά υλικά έναντι υαλοβάμβακα	Πρόκληση Χρονοδιαγράμματος Υλικών	Στόχος: Διερεύνηση της εξέλιξης των υλικών στη ναυπήγηση σκαφών με την πάροδο του χρόνου. Οδηγίες: Παρέχετε κάρτες με υλικά ναυπήγησης (ξύλο, υαλονήματα, λινάρι, ανθρακονήματα), ιστορικά γεγονότα και τις πρώτες εφαρμογές τους στη ναυτιλία. Εργασία: Οι ομάδες τοποθετούν τις κάρτες σε ένα χρονοδιάγραμμα και συζητούν ποιες καινοτομίες καθοδηγήθηκαν από κριτήρια βιωσιμότητας. Αποτέλεσμα: Αναγνώριση της εξέλιξης των υλικών και των αναδυόμενων βιώσιμων εναλλακτικών.
1.2.1 Ανάλυση Κύκλου Ζωής (LCA) στη βιομηχανία σκαφών	Παζλ Κύκλου Ζωής	Στόχος: Κατανόηση των διαφορετικών σταδίων στον κύκλο ζωής ενός σκάφους και των επιπτώσεών τους. Οδηγίες: Παρέχετε κάρτες που απεικονίζουν στάδια (εξόρυξη πρώτων υλών, μεταφορά, χρήση, τέλος κύκλου ζωής) και τύπους επιπτώσεων (εκπομπές άνθρακα, τοξικότητα, κατανάλωση νερού). Οι ομάδες δημιουργούν ένα διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής και στη συνέχεια συνδέουν κάθε στάδιο με τις αντίστοιχες επιπτώσεις. Αποτέλεσμα: Οπτικοποίηση του τρόπου με τον οποίο οι επιλογές σχεδιασμού επηρεάζουν το συνολικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός σκάφους.

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
1.2.3 Όρια βιωσιμότητας: Προκλήσεις στην ανακύκλωση έναντι ανανεώσιμων πρώτων υλών	Αντιπαράθεση Ανακύκλωσης και Ανανεώσιμων Πηγών	Στόχος: Εξέταση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων διαφορετικών στρατηγικών βιωσιμότητας. Διαδικασία: Χωρίστε τους φοιτητές σε δύο ομάδες: - Ομάδα Α: Υποστηρίζει την ανακύκλωση σύνθετων υλικών. - Ομάδα Β: Υποστηρίζει ανανεώσιμες εναλλακτικές, όπως το λινάρι ή οι βιο-ρητίνες. Κάθε ομάδα προετοιμάζει επιχειρήματα με βάση την απόδοση, το κόστος, τους περιορισμούς και τις απαιτήσεις υποδομών. Αποτέλεσμα: Εμβάθυνση στην κατανόηση των συμβιβασμών (trade-offs) και των προκλήσεων που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα υλικών σε πραγματικές συνθήκες.
1.3.1 Future trends: Emerging materials, waste-free manufacturing	Το μέλλον της ναυπήγησης σκαφών – συζήτηση για την τρισδιάστατη εκτύπωση	Στόχος: Διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο σύγχρονες τεχνολογίες, όπως η 3D εκτύπωση, μπορούν να μετασχηματίσουν τον σχεδιασμό σκαφών, τα υλικά και τις μεθόδους κατασκευής. Διαδικασία: Δομημένη συζήτηση ή debate στην τάξη με βάση το ερώτημα: «Θα φέρει η 3D εκτύπωση επανάσταση στον τρόπο κατασκευής των σκαφών στο μέλλον;» Παρουσιάστε βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και χωρίστε τους φοιτητές σε ομάδες με διαφορετικά μελλοντικά σενάρια (αισιόδοξο, επιφυλακτικό, κριτικό). Οι φοιτητές αναπτύσσουν επιχειρήματα ή παρουσιάζουν διαφορετικές εκδοχές του μέλλοντος (πλήρως εκτυπωμένα σκάφη, υβριδικά μοντέλα, περιορισμοί) και συζητούν τις επιπτώσεις σε επίπεδο υλικών, βιωσιμότητας, κανονισμών και δεξιοτήτων. Αποτέλεσμα: Ανάπτυξη μελλοντοστραφούς σκέψης (futures thinking), δεξιοτήτων κριτικής συζήτησης και βαθύτερη κατανόηση των επιπτώσεων της καινοτομίας.

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Εισαγωγή στους τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας 2. Συγκεκριμένες προκλήσεις στο ναυτιλιακό πλαίσιο: εκπομπές, χρήση πόρων, απόβλητα υλικών	https://europeanboatingindustry.eu/images/Introduction%20to%20Sustainability%20in%20Marinas/Introduction-to-Sustainability-in-Marinas---2nd-Edition.pdf?t=1688484739 https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en	Κείμενο σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές για τη βιώσιμη διαχείριση, συμπεριλαμβανομένης της ενεργειακής αποδοτικότητας, της διαχείρισης αποβλήτων και των μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος στις παράκτιες υποδομές. Περιεχόμενο σχετικά με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η οποία αποτελεί τον στρατηγικό οδικό χάρτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης με στόχο την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, προωθώντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, τον βιώσιμο μετασχηματισμό της βιομηχανίας και την προστασία της βιοποικιλότητας.	Έγγραφο βέλτιστων πρακτικών, δημόσια διαθέσιμο
1. Εισαγωγή στην ανάπτυξη υλικών στη ναυπηγική: α) Επισκόπηση των παραδοσιακών υλικών κατασκευής σκαφών 3. Σύγκριση υλικών (παραδείγματα) α) Περιβαλλοντικές επιπτώσεις β) Μηχανικές ιδιότητες γ) Κόστος και διαθεσιμότητα στην αγορά / βιομηχανία.	A special issue of Forests (ISSN 1999-4907): Transforming Wood into Smart Materials: Innovations in Processing and Application (https://www.mdpi.com/journal/forests/special_issues/3K75GD42HU) Pagnotta, L. Sustainable Netting Materials for Marine and Agricultural Applications: A Perspective on Polymeric and Composite Developments. <i>Polymers</i> 2025, 17, 1454. https://doi.org/10.3390/polym17111454	Αυτό το τεύχος είναι αφιερωμένο στις πιο πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνικές επεξεργασίας, στις στρατηγικές τροποποίησης υλικών και στις λειτουργικές εφαρμογές του ξύλου ή του μπαμπού, με στόχο να προσφέρει στους αναγνώστες μια ολοκληρωμένη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αυτά τα φυσικά υλικά μπορούν να εξελίσσονται σε ανταπόκριση στην τεχνολογική πρόοδο. Αυτή η επιστημονική εργασία παρέχει μια ολοκληρωμένη και επικαιροποιημένη επισκόπηση των πολυμερών και σύνθετων υλικών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα διχτύων για θαλάσσιες και γεωργικές εφαρμογές, και αξιολογεί τη μηχανική τους απόδοση, την περιβαλλοντική τους συμπεριφορά και την καταλληλότητά τους για βιώσιμη ανάπτυξη.	Δημοσίευση, δημόσια διαθέσιμη

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Επισκόπηση διεθνών και περιφερειακών ναυτιλιακών κανονισμών (π.χ. IMO, ISO 14001, Οδηγίες ΕΕ) 2. Εισαγωγή στις πιστοποιήσεις για βιώσιμα υλικά και σκάφη 3. Ο ρόλος των κανονισμών στην εφαρμογή και την ενθάρρυνση βιώσιμων πρακτικών	ISO 12215 parts 1:-4	Αυτά τα κεφάλαια του προτύπου ISO 12215 ορίζουν τις ιδιότητες των υλικών (π.χ. πολύστρωτα υλικά, πυρήνες, ξύλο, μέταλλα).	Πρότυπο / τεχνικές απαιτήσεις – επί πληρωμή
1. Εισαγωγή στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) – ορισμός και σκοπός 2. Στάδια του κύκλου ζωής ενός σκάφους: α) Κατασκευή και παραγωγή β) Μεταφορά και διανομή γ) Φάση χρήσης / λειτουργίας δ) Τέλος κύκλου ζωής: απόρριψη, ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση 3. Προσδιορισμός εκπομπών, αποβλήτων και κατανάλωσης πόρων σε κάθε στάδιο.	<u>LCA handbook.</u> https://www.europeanboatingindustry.eu/eu-affairs/lca-blue-boat-horizon	Αναφορά στη μεθοδολογία της Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ), που καλύπτει την εκτίμηση των επιπτώσεων, τα όρια του συστήματος, την ερμηνεία των δεδομένων και τα εργαλεία λήψης αποφάσεων στην περιβαλλοντική ανάλυση. Το περιεχόμενο προωθεί τη χρήση της ΑΚΖ στον τομέα των σκαφών αναψυχής, με στόχο την αξιολόγηση και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλα τα στάδια σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας των σκαφών.	Ιστοσελίδα, δημόσια διαθέσιμη

Ενότητα 1: Εισαγωγή στη βιωσιμότητα στη κατασκευή σκαφών / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
2. Κατανόηση του Πλαισίου “3R”: α) Μείωση (Reduce) – ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων μέσω έξυπνου σχεδιασμού και αποδοτικής χρήσης των πόρων. β) Επαναχρησιμοποίηση (Reuse) – παράταση της διάρκειας ζωής του προϊόντος ή του εξαρτήματος μέσω επισκευής και επαναχρησιμοποίησης. γ) Ανακύκλωση (Recycle) – ανάκτηση υλικών και μετατροπή τους σε νέα προϊόντα. 3. Εισαγωγή στην κυκλική οικονομία; α) Ορισμός και αντίθεση με το παραδοσιακό γραμμικό μοντέλο («λήψη-παραγωγή-απόρριψη»). β) Βασικές αρχές: σχεδιασμός για ανθεκτικότητα, διατήρηση των υλικών σε χρήση, αναγέννηση των φυσικών συστημάτων.	“Enhancing Waste Resource Efficiency: Circular Economy for Sustainability and Energy Conversion”; Hadad Elroi, Grzymala Z., WójcikCzerniawska A., Szewczyk P. (2023)	Ένα ενδεικτικό κείμενο που εξετάζει πώς οι στρατηγικές της κυκλικής οικονομίας και η προσέγγιση του πλαισίου “3R” (μείωση-επαναχρησιμοποίηση-ανακύκλωση) μπορούν να βελτιώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα της επεξεργασίας αποβλήτων και τη χρήση πόρων σε συστήματα βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων.	Δημοσίευση, δημόσια διαθέσιμη
2. Έννοια της παραγωγής χωρίς απόβλητα	https://teconaut.eu/en/-/LEARNING-CONTENT-ON-EXISTING-AND-POTENTIAL-DEEP-TECH-MATERIALS	Πλατφόρμα έργου που παρέχει πληροφορίες για προηγμένα και καινοτόμα υλικά για τομείς όπως η ναυτιλία ή και άλλες βιομηχανίες, με έμφαση στις τεχνικές ιδιότητες, τη βιωσιμότητα και τις πρακτικές εφαρμογές.	Ιστοσελίδα, δημόσια διαθέσιμη



Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις



Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
2.1 Γενικές ιδιότητες και συμπεριφορά των υλικών	2.1.1 Ιδιότητες των υλικών: Χαρακτηριστικά και εφαρμογές	1. Εισαγωγή στα υλικά που χρησιμοποιούνται στη ναυπήγηση σκαφών. 2. Επισκόπηση των βασικών κατηγοριών υλικών: φυσικές ίνες, ανακυκλωμένες ίνες, ορυκτές ίνες και μήτρες πολυμερών. 3. Κύριες ιδιότητες υλικών: μηχανικές (εφελκυσμός, κάμψη, θλίψη), φυσικές (πυκνότητα, απορρόφηση υγρασίας), χημική αντοχή (υπεριώδη ακτινοβολία, θαλασσινό νερό), και ικανότητα κατεργασίας. 4. Αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών των υλικών με περιοχές εφαρμογής (π.χ. γάστρα, καταστρώματα, εσωτερικές κατασκευές). 5. Βασικές αρχές αξιολόγησης βιωσιμότητας: προσέγγιση κύκλου ζωής, ανανεωσιμότητα, ανακυκλωσιμότητα.	ΜΑ1: Αξιολόγηση των γενικών ιδιοτήτων και της απόδοσης βιώσιμων υλικών. ΜΑ2: Εξέταση των χημικών ιδιοτήτων των συστατικών των σύνθετων υλικών. ΜΑ3: Αναγνώριση βασικών κριτηρίων επιλογής βιώσιμων υλικών στη ναυπήγηση σκαφών.	1	Διαδραστική διάλεξη με πραγματικά δείγματα
	2.1.2 Μηχανική συμπεριφορά: Εφελκυσμός, κάμψη, θλίψη, στρέψη, αντοχή σε κρούση	1. Ανασκόπηση βασικών όρων μηχανικών ιδιοτήτων: εφελκυσμός, κάμψη, θλίψη, στρέψη, αντοχή σε κρούση. 2. Επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο ο προσανατολισμός των ινών, ο τύπος της ρητίνης και η διάταξη των στρώσεων (lay-up) επηρεάζουν τη μηχανική συμπεριφορά. 3. Εισαγωγή στη δομή των σύνθετων υλικών: αλληλεπίδραση ίνας και μήτρας. 4. Πρακτικά παραδείγματα: Διαφορές των μηχανικών απαιτήσεων μεταξύ της γάστρας, των φρακτών και των πάνελ. 5. Πρώτη επαφή με βασικές μεθόδους μηχανικών δοκιμών (π.χ. διάταξη δοκιμής κάμψης, παραμόρφωση με το χέρι). 6. Ερμηνεία των δεδομένων μηχανικής απόδοσης σε απλοποιημένη μορφή.		2	Διάλεξη με επίδειξη

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
2.1 Γενικές ιδιότητες και συμπεριφορά των υλικών	2.1.3 Χημική αντοχή: Υγρασία, θαλασσινό νερό, έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία (UV), αποικοδόμηση	1. Εισαγωγή στους χημικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες καταπόνησης: υπεριώδης ακτινοβολία (UV), υγρασία, θαλασσινό νερό, θερμοκρασία. 2. Διαφορές στη συμπεριφορά αποικοδόμησης μεταξύ φυσικών ινών και συνθετικών σύνθετων υλικών. 3. Τυπικά συμπτώματα φθοράς: δημιουργία φυσαλίδων, αποκόλληση στρώσεων, αποχρωματισμός, αποδόμηση ινών. 4. Επίδραση του τύπου ρητίνης στη διάρκεια ζωής (π.χ. πολυεστερική έναντι εποξειδικής έναντι βιολογικής ρητίνης). 5. Βασικές στρατηγικές πρόληψης και προστασίας. 6. Απλές δοκιμές που μπορούν να πραγματοποιηθούν εκτός εργαστηρίου δοκιμών (π.χ. εμβάπτιση σε νερό, τεχνητή γήρανση με λάμπα UV).	ΜΑ1: Αξιολόγηση ιδιοτήτων και απόδοσης βιώσιμων υλικών. ΜΑ2: Εξέταση χημικών ιδιοτήτων των συστατικών σύνθετων υλικών. ΜΑ3: Αναγνώριση βασικών κριτηρίων επιλογής βιώσιμων υλικών στη ναυπήγηση σκαφών.	1	Διαδραστική διάλεξη με φωτογραφίες και δείγματα
	2.1.4 Επιλογή υλικών και βιωσιμότητα κατά τον κύκλο ζωής του προϊόντος	1. Μεγέθη βιωσιμότητας στην επιλογή υλικών: περιβαλλοντικά, υγείας και ασφάλειας, τεχνικά και οικονομικά. 2. Στάδια κύκλου ζωής: εξόρυξη πρώτων υλών, παραγωγή, χρήση, συντήρηση, διάθεση ή ανακύκλωση. 3. Επισκόπηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων: εκπομπές, κατανάλωση ενέργειας, μεταφορές. 4. Απαιτήσεις και προκλήσεις ανακυκλωσιμότητας στα σύνθετα υλικά. 5. Συμβιβασμοί: εξισορρόπηση απόδοσης, διάρκειας ζωής και οικολογικού αποτυπώματος. 6. Εισαγωγή στους ποιοτικούς πίνακες αποφάσεων ή πίνακες σύγκρισης.		2	Καθοδηγούμενη ομαδική συζήτηση

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
2.1 Γενικές ιδιότητες και συμπεριφορά των υλικών	2.1.5 Συνηθισμένα κατασκευαστικά ελαττώματα	1. Επισκόπηση συνηθισμένων κατασκευαστικών ελαττωμάτων σε σύνθετα: - Φυσαλίδες αέρα (κενά) - Ξηρά σημεία - Εσφαλμένη ευθυγράμμιση ινών - Περιοχές πλούσιες σε ρητίνη - Αποκόλληση στρώσεων 2. Τυπικά αίτια κατά την εφαρμογή επίστρωσης με το χέρι και έγχυσης ρητίνης υπό κενό. 3. Επίδραση των ελαττωμάτων στη μηχανική και χημική συμπεριφορά. 4. Τεχνικές οπτικού ελέγχου και βασική ταξινόμηση της σοβαρότητας των ελαττωμάτων. 5. Σύνδεση μεταξύ ελέγχου διεργασίας και ποιότητας τελικού εξαρτήματος.	ΜΑ1: Αξιολόγηση ιδιοτήτων και απόδοσης βιώσιμων υλικών. ΜΑ2: Εξέταση χημικών ιδιοτήτων συστατικών σύνθετων υλικών. ΜΑ3: Αναγνώριση βασικών κριτηρίων επιλογής βιώσιμων υλικών στη ναυπήγηση σκαφών.	1	Διάλεξη με επίδειξη

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
2.2 Πρώτες ύλες και βιώσιμα συστατικά	2.2.1 Κατηγορίες πρώτων υλών: Φυσικές ίνες, ανακυκλωμένες ίνες, βασάλτης, αναγεννημένη κυτταρίνη	1. Εισαγωγή στις ίνες ενίσχυσης που χρησιμοποιούνται σε βιώσιμα σύνθετα υλικά. 2. Βασικοί τύποι: λινάρι (flax), κάνναβη (hemp), γιούτα (jute), βασάλτης, ανακυκλωμένο PET (rPET), αναγεννημένη κυτταρίνη. 3. Διάκριση μεταξύ τεχνικών και μη τεχνικών ινών (π.χ. αντοχή, ομοιομορφία, δυνατότητα κατεργασίας). 4. Φυσικά χαρακτηριστικά: αντοχή, ακαμψία, απορρόφηση υγρασίας, πυκνότητα. 5. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις: ανανεωσιμότητα, ανακυκλωσιμότητα, ενεργειακή κατανάλωση στην παραγωγή. 6. Τυπικές εφαρμογές στη ναυπήγηση σκαφών: εσωτερικά πάνελ, τμήματα γάστρας, διαμήκη ενισχυτικά (stringers).	ΜΑ: Αναγνώριση και περιγραφή πρώτων υλών και βιώσιμων συστατικών που χρησιμοποιούνται στα σύνθετα υλικά.	2 ½	Διερευνητική ομαδική δραστηριότητα με δείγματα
	2.2.2 Κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα: Υφάσματα στα σύνθετα υλικά	1. Επισκόπηση των αρχιτεκτονικών ύφανσης σε σύνθετα υλικά: - Υφάσματα (π.χ. απλά, διαγώνια) - Μη υφασμένα (ματ, πιλήματα) - Μονοκατευθυντικές (UD) ενισχύσεις - Πλεκτές ίνες (rovings) κ.λπ. 2. Επίδραση του προσανατολισμού των ινών στην αντοχή και την ακαμψία. 3. Δυνατότητα διαμόρφωσης (drapability): ο βαθμός ευκαμψίας ενός υφάσματος και η ικανότητά του να προσαρμόζεται σε καμπύλες επιφάνειες. 4. Τυπικές εφαρμογές κάθε τύπου υφάσματος στη ναυπήγηση σκαφών. 5. Σχέση μεταξύ αρχιτεκτονικής ύφανσης, πολυπλοκότητας της στρώσης και μηχανικής απόδοσης.		2 ½	Διαδραστική επίδειξη με δείγματα

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
2.2 Πρώτες ύλες και βιώσιμα συστατικά	2.2.3 Πολυμερείς μήτρες: Θερμοπλαστικά, θερμοσκληρυνόμενα, ρητίνες βιολογικής προέλευσης	1. Λειτουργικός ρόλος της μήτρας στα σύνθετα υλικά. 2. Θερμοσκληρυνόμενα έναντι θερμοπλαστικών: - Ιδιότητες (π.χ. συμπεριφορά σκλήρυνσης, αντοχή, δυνατότητα επισκευής) - Χαρακτηριστικά κατεργασίας. 3. Εισαγωγή στις ρητίνες βιολογικής προέλευσης (π.χ. βιο-εποξικές ρητίνες). 4. Ανακυκλωσιμότητα των διαθέσιμων επιλογών μήτρας. 5. Λογική επιλογής υλικού: μηχανικές απαιτήσεις έναντι στόχων βιωσιμότητας.	ΜΑ: Αναγνώριση και περιγραφή πρώτων υλών και βιώσιμων συστατικών στα σύνθετα υλικά.	1	Σύντομη παρουσίαση με συγκριτικό διάγραμμα
	2.2.4 Πρόσθετα και συμβατοποιητές: Ο ρόλος τους στη βιωσιμότητα	1. Τι είναι τα πρόσθετα; (Βασικός ορισμός: ουσίες που προστίθενται στα πλαστικά για τη βελτίωση της απόδοσής τους). 2. Συνήθεις τύποι πρόσθετων: - Επιβραδυντικά φλόγας - Σταθεροποιητές UV - Πλαστικοποιητές (για αύξηση της ευκαμψίας) 3. Τι είναι οι συμβατοποιητές; - Παράγοντες που βελτιώνουν τη σύνδεση μεταξύ ίνας και ρητίνης 4. Γιατί είναι σημαντικοί: - Καλύτερη πρόσφυση, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εξαρτήματος, ενσωμάτωση χαρακτηριστικών ασφάλειας 5. Περιβαλλοντικές παράμετροι: - Τα πρόσθετα μπορούν να μειώσουν την ανακυκλωσιμότητα ή να αυξήσουν την τοξικότητα 6. Βασική έννοια των "πράσινων" προσθετων (βιολογικές ή μη τοξικές εναλλακτικές λύσεις).		½	Εισαγωγική παρουσίαση με δοκιμή δειγμάτων

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
2.2 Πρώτες ύλες και βιώσιμα συστατικά	2.2.5 Βιώσιμοι πυρήνες για κατασκευές τύπου σάντουιτς: Ξύλο μπάλα, φελλός, ανακυκλωμένο PET, ξύλο, κυψελωτό χαρτί	1. Εισαγωγή στην κατασκευή σύνθετων τύπου σάντουιτς. 2. Συνήθη βιώσιμα υλικά πυρήνα: - Ξύλο μπάλα - Φελλός - Αφρός από ανακυκλωμένο PET - Κυψελωτό χαρτί - Κόντρα πλακέ και άλλοι ξύλινοι πυρήνες 3. Σύγκριση ιδιοτήτων πυρήνων: - Ακαμψία - Βάρος - Αντοχή στην υγρασία 4. Θέματα κατεργασίας: κοπή, συγκόλληση, συμβατότητα με συστήματα ρητίνης. 5. Περιβαλλοντική επίδραση: - Ανανεώσιμα έναντι ανακυκλωμένων υλικών - Προέλευση, ενεργειακή κατανάλωση στην παραγωγή, δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης.	ΜΑ: Αναγνώριση και περιγραφή πρώτων υλών και βιώσιμων συστατικών στα σύνθετα υλικά.	1 ½	Εισαγωγική παρουσίαση με δοκιμή δειγμάτων
	2.2.6 Ανακυκλωμένα στοιχεία: Χρήση επαναχρησιμοποιούμενων σύνθετων υλικών	1. Τι μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακυκλωθεί; 2. Προκλήσεις κατά τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών. 3. Πρακτικές στρατηγικές επαναχρησιμοποίησης υλικών στην ναυπήγηση σκαφών 4. Σχεδιασμός με σκοπό την επαναχρησιμοποίηση 5. Οφέλη για το περιβάλλον.		2	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
2.3 Βιολογικές και φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις σύνθετων υλικών	2.3.1 Μελέτες περιπτώσεων: Σκάφη κατασκευασμένα από φυσικές ίνες	1. Εισαγωγή: Γιατί να χρησιμοποιούνται φυσικές ίνες στην κατασκευή σκαφών; 2. Παρουσίαση επιλεγμένων μελετών περιπτώσεων: - Τύποι σκαφών (π.χ. μικρά σκάφη, ιστιοφόρα, εξαρτήματα) - Χρησιμοποιούμενες ίνες και συστήματα ρητίνης - Μέθοδοι κατασκευής 3. Κίνητρο πίσω από κάθε έργο (π.χ. μείωση CO₂, μάρκετινγκ, κανονισμοί) 4. Διδάγματα που προέκυψαν και προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν (κόστος, ανθεκτικότητα, δυνατότητα κλιμάκωσης παραγωγής). 5. Μεταφορά στο πλαίσιο του εκπαιδευόμενου: τι μπορεί να εφαρμοστεί ή να αποφευχθεί;	ΜΑ: Κατανόηση βιο-βασισμένων λύσεων σύνθετων υλικών και των εφαρμογών τους.	3	Καθοδηγούμενη παρουσίαση από τον εκπαιδευτή με ομαδική σύγκριση
	2.3.2 Οικολογικές λύσεις: Βιολογικά πολυμερή, κόλλες, ανακυκλώσιμα σύνθετα υλικά, σχεδιασμός από «λίκνο-σε-λίκνο» (cradle-to-cradle)	1. Βιολογικά υλικά στο επίκεντρο: - Βιορητίνες και συγκολλητικά (φυτικής προέλευσης, χαμηλών εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων ΠΟΕ) - Διαφορές μεταξύ βιολογικού και βιοαποδομήσιμου υλικού. 2. Ανακυκλώσιμα έναντι ανακυκλωμένων σύνθετων υλικών: Επιπτώσεις στον σχεδιασμό και στην επιλογή υλικών 3. Στρατηγικές βιωσιμότητας: - από ίκνο σε λίκνο (κυκλική) έναντι από το λίκνο στον τάφο (γραμμική) 4. Στρατηγικές κυκλικού σχεδιασμού: - Σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση - Διαχωρισμός υλικών - Συναρμολογούμενα και επισκευάσιμα στοιχεία 5. Πρακτική σημασία: πού εμφανίζονται αυτές οι έννοιες στον ναυπηγικό τομέα.		2	Διαδραστική ομαδική άσκηση σχεδιασμού (μάθηση μέσω έργου)

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
2.1.2 Μηχανική συμπεριφορά	Πρακτική σύγκριση σύνθετων στρώσεων (laminates) – Κατανόηση του προσανατολισμού των ινών και της μηχανικής συμπεριφοράς τους	Στόχος: Οι φοιτητές διερευνούν πώς ο προσανατολισμός των ινών και η διαστρωμάτωση του laminate επηρεάζουν τη μηχανική συμπεριφορά, παρατηρώντας τη δυσκαμψία, την ευκαμψία και τη στρεπτική απόκριση. Οδηγίες: Το περίγραμμα της δραστηριότητας μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους του εργαστηρίου. Προετοιμάστε 3–4 μικρά σύνθετα laminates με την ίδια μήτρα αλλά διαφορετικές διατάξεις ινών (μονοκατευθυντικές, cross-ply, $\pm 45^\circ$, και προαιρετικά υφαντές φυσικές ίνες). Μέγεθος A5 ή μικρότερο. Οι φοιτητές δοκιμάζουν χειρωνακτικά κάμψη, στρέψη, θλίψη, καταγράφουν συμπεριφορές και συζητούν ποια laminates είναι καταλληλότερα για διαφορετικά μέρη ενός σκάφους. Αποτέλεσμα: Αναγνωρίζουν την επίδραση του προσανατολισμού των ινών, συνδέουν τη βιωματική/απτική εμπειρία με τη μηχανική ορολογία και εφαρμόζουν την κατανόηση της διαστρωμάτωσης σε πραγματικά εξαρτήματα σκαφών.
2.1.2 Μηχανική συμπεριφορά	Τρόποι αστοχίας – Μια πιο προσεκτική ματιά	Στόχος: Οι φοιτητές παρατηρούν πραγματικά παραδείγματα αστοχίας σύνθετων υλικών, ώστε να αναγνωρίσουν τους διαφορετικούς τρόπους αστοχίας. Οδηγίες: Η δραστηριότητα έχει σχεδιαστεί για βαθύτερη κατανόηση μέσω απτικής και οπτικής παρατήρησης και μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των δειγμάτων. Συλλέξτε προ-σπασμένα δείγματα σύνθετων υλικών που παρουσιάζουν θραύση ινών, ρηγμάτωση της μήτρας και αποκόλληση μεταξύ στρώσεων (delamination). Τοποθετήστε ετικέτες μόνο για χρήση από τον διδάσκοντα. 1. Πρακτική παρατήρηση των αστοχημένων δειγμάτων. 2. Ομαδική συζήτηση που συνδέει τα οπτικά ευρήματα με το είδος της αστοχίας και τα πιθανά αίτιά της. 3. Σύνδεση με σχετικά μέρη και εξαρτήματα σκαφών. Μαθησιακά αποτελέσματα: Οι φοιτητές αναγνωρίζουν τους τρόπους αστοχίας των σύνθετων υλικών, κατανοούν τη σχέση μεταξύ φόρτισης, δομής του υλικού και θραύσης, και συνδέουν την αστοχία με πιθανούς κινδύνους στη ναυπήγηση σκαφών.

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
2.1.2 Μηχανική συμπεριφορά	Πρακτική δοκιμή – Εξερευνώντας την απόδοση	Στόχος: Να γίνουν οι μηχανικοί όροι πιο απτοί και κατανοητοί μέσα από φυσική δοκιμή. Διδακτικές σημειώσεις: Απαιτούνται απλά, προετοιμασμένα εκ των προτέρων δείγματα. Προετοιμασία: Δείγματα από sandwich laminate με πυρήνα αφρού PET, θαλάσσιο κόντρα πλακέ, συμπαγές laminate ινών (π.χ. λινάρι + εποξική ρητίνη). Προαιρετικά, χαλύβδινη σφαίρα για δοκιμή πτώσης. Μέρος 1: Χειροκίνητη δοκιμή κάμψης: Οι φοιτητές παρατηρούν την κάμψη, την επαναφορά και ενδείξεις από τον ήχο. Μέρος 2: Δοκιμή πτώσης: Παρατηρούν την αναπήδηση, τις ρωγμές και τον κίνδυνο εσωτερικής βλάβης. Απαιτούνται προστατευτικά γυαλιά. Μέρος 3: Καταγραφή: Οι φοιτητές καταγράφουν τις παρατηρούμενες συμπεριφορές και τις ιδιότητες που συνάγουν από αυτές. Μαθησιακά αποτελέσματα: Συσχετίζουν τη συμπεριφορά με μηχανικούς όρους, βιώνουν τις διαφορές μεταξύ διαφορετικών υλικών πυρήνα και αναστοχάζονται πάνω στις επιπτώσεις για την ασφάλεια και την ανθεκτικότητα.
2.1.2 Μηχανική συμπεριφορά	Συμπεριφορά τάσης-παραμόρφωσης – Παρατήρηση και ερμηνεία δεδομένων υλικού	Στόχος: Να βοηθηθούν οι εκπαιδευόμενοι να ερμηνεύουν καμπύλες τάσης-παραμόρφωσης και να τις συνδέουν με την πραγματική συμπεριφορά των υλικών. Διδακτικές σημειώσεις: Η δραστηριότητα γεφυρώνει τη φυσική δοκιμή με τα δεδομένα μηχανικής και δεν απαιτεί προχωρημένα μαθηματικά. Προετοιμασία: Εκτυπώστε απλοποιημένες καμπύλες τάσης-παραμόρφωσης για σύνθετο υλικό από λινάρι, σύνθετο υλικό από υαλοΐνες, σύνθετο υλικό από ανθρακονήματα, καθώς και καμπύλες θλίψης για αφρό ή κόντρα πλακέ. Προαιρετικά, δώστε κενά διαγράμματα. Μέρος 1: Παρουσίαση των περιοχών της καμπύλης τάσης-παραμόρφωσης (ελαστική περιοχή, διαρροή, μέγιστη αντοχή, θραύση). Μέρος 2: Σύγκριση των καμπυλών μεταξύ διαφορετικών υλικών και σύνδεσή τους με προηγούμενες παρατηρήσεις. Μέρος 3: Συζήτηση για τους περιορισμούς των δεδομένων και τη μη προβλεψιμότητα της συμπεριφοράς (κατευθυντικότητα, κρούση έναντι αργής φόρτισης). Μέρος 4: Μικρή εργασία επιλογής υλικών για ένα υποθετικό εξάρτημα σκάφους. Μαθησιακά αποτελέσματα: Οι εκπαιδευόμενοι κατανοούν τις καμπύλες τάσης-παραμόρφωσης, συγκρίνουν αναλυτικά διαφορετικά υλικά και αντιλαμβάνονται τη σύνδεση μεταξύ δεδομένων και φυσικής εμπειρίας.

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
2.1.5 Κατασκευαστικά ελαττώματα	Άσκηση αναγνώρισης κατασκευαστικών ελαττωμάτων	Στόχος: Να βοηθηθούν οι εκπαιδευόμενοι να αναγνωρίζουν τα συνήθη ελαττώματα των laminates και να κατανοούν τα αίτια και τις συνέπειές τους. Διδακτικές σημειώσεις: Πολλοί εκπαιδευόμενοι παρατηρούν ελαττώματα, αλλά δεν κατανοούν πώς δημιουργούνται. Προετοιμασία: Παρέχετε δείγματα ή φωτογραφίες ελαττωμάτων, όπως φυσαλίδες αέρα/κενά, ξηρά σημεία, κακή ευθυγράμμιση ινών και αποκόλληση μεταξύ στρώσεων. Δώστε φύλλο εργασίας με πίνακα ελαττωμάτων: ενδείξεις, αίτια, επίπτωση, πρόληψη. Μέρος 1: Οι εκπαιδευόμενοι περνούν διαδοχικά από σταθμούς επιθεώρησης, συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας και διατυπώνουν υποθέσεις για τα αίτια. Μέρος 2: Ομαδική συζήτηση για την ορατότητα των ελαττωμάτων, τη μακροπρόθεσμη επίδρασή τους και σχετικές εμπειρίες από το εργαστήριο. Προαιρετικά: Δημιουργήστε σκόπιμα ορισμένα δείγματα με ελαττώματα ή δείξτε βίντεο αστοχίας κατά το infusion. Μαθησιακά αποτελέσματα: Οι εκπαιδευόμενοι αναγνωρίζουν τα οπτικά σημάδια, κατανοούν τα αίτια παραγωγής, μαθαίνουν τρόπους πρόληψης ελαττωμάτων και τη νοοτροπία διασφάλισης ποιότητας.
2.2.1 Κατηγορίες πρώτων υλών	Εξερεύνηση τύπων ινών (φυσικές, ορυκτές, ανακυκλωμένες)	Στόχος δραστηριότητας: Οι φοιτητές εξερευνούν και συγκρίνουν διαφορετικούς τύπους ινών σπλισμού μέσα από πρακτική παρατήρηση και ανάλυση, συνδέοντας τις ίνες με ναυτιλιακές/ναυπηγικές εφαρμογές και ζητήματα βιωσιμότητας. Προετοιμασία: Δείγματα από λινάρι, κάνναβη, γιούτα, βασάλτη, rPET και αναγεννημένη κυτταρίνη, μαζί με κάρτες πληροφοριών και φύλλο εργασίας αντιστοίχισης. Προαιρετικά: μεγεθυντικός φακός, μικροσκόπιο, ζυγαριά. Μέρος 1: Εναλλαγή μεταξύ σταθμών ινών. Οι φοιτητές περνούν διαδοχικά από τους σταθμούς, αγγίζουν και εξετάζουν τις ίνες, διαβάζουν τα ενημερωτικά φύλλα και συμπληρώνουν το φύλλο εργασίας. Μέρος 2: Αναστοχασμός σε επίπεδο ολομέλειας. Ταξινόμηση των ινών σε κατηγορίες Φυσικές / Ορυκτές / Ανακυκλωμένες και συζήτηση σχετικά με την αντοχή, τη βιωσιμότητα και ό,τι τους έκανε εντύπωση. Προαιρετικά: Άσκηση τυφλής αναγνώρισης ινών ή συζήτηση/αντιπαράθεση για την επιλογή κατάλληλων ινών, π.χ. για ένα πάνελ καταστρώματος. Μαθησιακά αποτελέσματα: Οι φοιτητές αναγνωρίζουν διαφορετικούς τύπους ινών, τους αντιστοιχίζουν με ναυτιλιακές/ναυπηγικές εφαρμογές και αξιολογούν τα προφίλ βιωσιμότητάς τους.

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
2.2.2 Κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα	Εργαστήριο για τις μορφές των υφασμάτων: υφαντά, μη υφαντά, μονοκατευθυντικά (UD)	Στόχος δραστηριότητας: Οι φοιτητές κατανοούν πώς συμπεριφέρονται οι διαφορετικές μορφές υφασμάτων σε διαστρωματώσεις σύνθετων υλικών μέσα από πρακτική δοκιμή και ασκήσεις εφαρμογής σε καλούπι. Προετοιμασία: Υφαντά υφάσματα (plain, twill), μονοκατευθυντικά υφάσματα, μη υφαντά mats, μικρά καλούπια, ταινία, ψαλίδι, μαρκαδόροι, προαιρετικά spray adhesive, και φύλλα εργασίας. Μέρος 1 – Προσανατολισμός και ανισοτροπία: Οι φοιτητές σημειώνουν τη διεύθυνση των ινών στα UD υφάσματα και δοκιμάζουν τη συμπεριφορά τους κατά και εγκάρσια στις ίνες. Ακολουθεί σύντομη συζήτηση για τη σημασία τους στη μεταφορά φορτίων. Μέρος 2 – Άσκηση εφαρμογής σε καλούπι: Οι φοιτητές τοποθετούν τα υφάσματα πάνω σε καμπύλα καλούπια, παρατηρούν ζάρες ή πτυχώσεις, κάνουν μικρές τομές όπου χρειάζεται και συγκρίνουν ποια υφάσματα εφαρμόζουν καλύτερα. Μαθησιακά αποτελέσματα: Αναγνωρίζουν τις μορφές υφασμάτων, κατανοούν τη σχέση μεταξύ ύφανσης, προσανατολισμού ινών και δυνατότητας εφαρμογής, και αντιλαμβάνονται τη σημασία του
2.2.5 Βιώσιμοι πυρήνες για κατασκευές τύπου σάντουιτς	Εργαστήριο: Σύγκριση υλικών πυρήνα	Στόχος μάθησης: Οι φοιτητές συγκρίνουν βιώσιμα υλικά πυρήνα (balsa, cork, αφρό rPET, paper honeycomb, και προαιρετικά PVC για αναφορά) μέσω παρατήρησης, σύγκρισης βάρους, δοκιμών κάμψης και συζήτησης γύρω από τη βιωσιμότητα. Απαιτούμενα υλικά: Δείγματα από κάθε υλικό πυρήνα, κάρτες πληροφοριών, φύλλα εργασίας για δομή/ βάρος/δυσκαμψία, απλή διάταξη δοκιμής κάμψης, ζυγαριά, χάρακας και βάρος ή φορτίο. Διαδικασία: 1. Εισαγωγή: Σύντομη αναφορά στη λειτουργία του πυρήνα σε sandwich κατασκευές και ερώτημα: «Τι κάνει ένα υλικό πυρήνα κατάλληλο;» 2. Ομαδική εναλλαγή: Οι φοιτητές εξετάζουν και δοκιμάζουν κάθε δείγμα και καταγράφουν παρατηρήσεις. 3. Σύγκριση και αιτιολόγηση: Συμπληρώνουν πίνακα επιλογής με πιθανές χρήσεις και συμβιβασμούς (δυσκαμψία, αντοχή στο νερό, κόστος, βιωσιμότητα). 4. Συζήτηση: Σχολιάζουν ποιο υλικό τους εξέπληξε και πού θα χρησιμοποιούσαν π.χ. φελλό ή honeycomb. Μαθησιακό αποτέλεσμα: Κατανοούν τις διαφορές μεταξύ υλικών πυρήνα μέσα από πρακτική σύγκριση, αναγνωρίζουν βασικούς παραμέτρους βιωσιμότητας και εξασκούνται σε δομημένη επιλογή υλικού.

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
2.2.6 Ανακυκλωμένα στοιχεία	Εργαστήριο: Επαναχρησιμοποίηση υπολειμμάτων σύνθετων υλικών	Στόχος μάθησης: Οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν πρακτικές στρατηγικές επαναχρησιμοποίησης, κατανοούν τους περιορισμούς της ανακύκλωσης και αναστοχάζονται πάνω στη βιωσιμότητα στις καθημερινές πρακτικές του εργαστηρίου. Απαιτούμενα υλικά: Κουτί με υπολείμματα εργαστηρίου (αποκόμματα laminate, αχρησιμοποίητα fibre mats, ληγμένα prepregs, κύπελλα ρητίνης, κομμάτια πυρήνα, σπασμένα βοηθητικά εργαλεία/jigs), φύλλα εργασίας για ιδέες επαναχρησιμοποίησης και οπτικό υλικό για την ιεραρχία αποβλήτων. Διαδικασία: 1. Εισαγωγή: Παρουσιάζεται η ιδέα του «όχι απλώς πετάω, αλλά επανασκέφτομαι», με αναφορά στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα των αποβλήτων σύνθετων υλικών. 2. Ομαδική διερεύνηση: Οι φοιτητές ταξινομούν τα υπολείμματα, εντοπίζουν τι μπορεί να αξιοποιηθεί και προτείνουν τρόπους επαναχρησιμοποίησης (δομικές, βοηθητικές, εκπαιδευτικές ή δημιουργικές χρήσεις), λαμβάνοντας υπόψη και θέματα ασφάλειας. 3. Καταγραφή: Κάθε ομάδα διαμορφώνει σχέδιο επαναχρησιμοποίησης για 2-3 αντικείμενα, καταγράφει περιορισμούς και εξετάζει αν το απόβλητο θα μπορούσε να είχε αποφευχθεί. 4. Παρουσίαση (προαιρετικά): Οι ομάδες παρουσιάζουν συνοπτικά τις ιδέες τους. Μαθησιακό αποτέλεσμα: Οι εκπαιδευόμενοι κατανοούν τα όρια της ανακύκλωσης, αναπτύσσουν πρακτικές ιδέες επαναχρησιμοποίησης και ενσωματώνουν τη σκέψη της βιωσιμότητας στις καθημερινές αποφάσεις του εργαστηρίου.

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
2.3.2 Οικολογικές λύσεις	Εργαστήριο κυκλικού σχεδιασμού εξαρτημάτων	Στόχος μάθησης: Οι φοιτητές εφαρμόζουν την κυκλική σκέψη σε μια πρακτική άσκηση σχεδιασμού, εστιάζοντας στην προέλευση των υλικών, τη χρήση, το τέλος ζωής, τους συμβιβασμούς βιωσιμότητας και τις κατασκευαστικές επιπτώσεις. Απαιτούμενα υλικά: Φύλλα εκφώνησης σχεδιασμού, flipcharts ή μεγάλα χαρτιά, κάρτες/ δελτία υλικών (bio-epoxy, polyester, thermoplastic, flax, glass, basalt, rPET, balsa, rPET foam, cork, honeycomb), προαιρετικά βίντεο ή παραδείγματα κυκλικού σχεδιασμού, και φύλλο εργασίας για καταγραφή υλικών και στρατηγικών κυκλικότητας. Διαδικασία εργαστηρίου: 1. Εισαγωγή: Τι σημαίνει «κυκλικό»; Παρουσίαση των cradle-to-cradle και cradle-to-grave, με σχετικά παραδείγματα. 2. Ανάθεση: Οι ομάδες σχεδιάζουν ένα μικρό εξάρτημα σκάφους με βάση αρχές κυκλικού σχεδιασμού. Επιλέγουν υλικά, εξετάζουν παραγωγή και επισκευή, και ορίζουν σχέδιο επαναχρησιμοποίησης ή ανακύκλωσης. 3. Σχεδιαστική φάση: Οι φοιτητές κάνουν brainstorming, σκίτσα και επιλογές υλικών, και ετοιμάζουν μια σύντομη παρουσίαση με στρατηγικές, συμβιβασμούς και πιθανές δεύτερες χρήσεις. 4. Παρουσιάσεις: Οι ομάδες παρουσιάζουν το σχέδιό τους και λαμβάνουν ανατροφοδότηση. Μαθησιακό αποτέλεσμα: Οι φοιτητές κατανοούν τους συμβιβασμούς της βιωσιμότητας, εφαρμόζουν λογική κύκλου ζωής σε σύνθετα εξαρτήματα, προτείνουν στρατηγικές κυκλικού σχεδιασμού πέρα από την ανακύκλωση και αιτιολογούν τις επιλογές τους. Συμβουλές για τον εκπαιδευτή: Συνδέστε τη δραστηριότητα με πραγματικές πρακτικές εταιρειών ή παραδείγματα από τη βιομηχανία και ενθαρρύνετε τους φοιτητές να σκέφτονται ξεκινώντας από το τέλος ζωής του προϊόντος.

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
3. Κύριες ιδιότητες υλικών: μηχανικές (εφελκυσμός, κάμψη, θλίψη), φυσικές (πυκνότητα, απορρόφηση υγρασίας), χημική αντοχή (υπεριώδη ακτινοβολία, θαλασσινό νερό), και ικανότητα κατεργασίας.	Beckman, I. P., Lozano, C., Freeman, E., & Riveros, G. (2021). Fiber Selection for Reinforced Additive Manufacturing. <i>Polymers</i> , 13(14), 2231. https://doi.org/10.3390/polym13142231 (https://www.mdpi.com/2073-4360/13/14/2231)(table 4...)	Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με τις ιδιότητες διαφορετικών ινών (με πίνακες, διαγράμματα κ.λπ.).	Επιστημονική δημοσίευση, δημόσια διαθέσιμη
1. Ανασκόπηση βασικών όρων μηχανικών ιδιοτήτων: εφελκυσμός, κάμψη, θλίψη, στρέψη, αντοχή σε κρούση. 2. Επεξήγηση του τρόπου με τον οποίο ο προσανατολισμός των ινών, ο τύπος ρητίνης και η διάταξη των στρώσεων (lay-up) επηρεάζουν τη μηχανική συμπεριφορά. 3. Εισαγωγή στη δομή των σύνθετων υλικών: αλληλεπίδραση ίνας και μήτρας. 4. Πρακτικά παραδείγματα: Διαφορές των μηχανικών απαιτήσεων μεταξύ της γάστρας, των φρακτών και των πάνελ. 5. Πρώτη επαφή με βασικές μεθόδους μηχανικών δοκιμών (π.χ. διάταξη	https://eoceanic.com/sailing/tips/8/187/understanding_composites_for_larger_b_oat_projects/ ISO 12215-5:2019 ; ISO 12215-7:2019 ; ISO 12215-8:2019 ; ISO 12215-9:2019 ; ISO 12215-10:2019 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780081022924000011	Παρουσίαση με πολλά διαγράμματα και σαφή στοιχεία σχετικά με τις μηχανικές ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά των υλικών (ίνες, ρητίνες κ.λπ.) Κατασκευαστικές προδιαγραφές για μικρά σκάφη Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με τις μηχανικές δοκιμές για σύνθετα υλικά	Ιστοσελίδα / Πρότυπη τεκμηρίωση / Επιστημονική δημοσίευση – δημόσια διαθέσιμα (ISO: επί πληρωμή)

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Εισαγωγή στους χημικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες καταπόνησης: υπεριώδης ακτινοβολία (UV), υγρασία, θαλασσινό νερό, θερμοκρασία. 4. Επίδραση του τύπου ρητίνης στη διάρκεια ζωής (π.χ. πολυεστερική έναντι εποξειδικής έναντι βιολογικής ρητίνης).	Ali, Dr-Ahmed & Mohamed, Hamdy & ElSafty, Adel & Benmokrane, Brahim. (2017). INFLUENCE OF RESIN TYPE ON PHYSICAL, MECHANICAL AND DURABILITY PERFORMANCE OF GLASS-FRP BARS.	Εργασία συνεδρίου σχετικά με πειράματα σε ράβδους πολυμερούς ενισχυμένου με ίνες γυαλιού (GFRP) με διαφορετικούς τύπους ρητίνης (ισοπολυεστερική, βινυλεστερική, πολυουρεθανική και εποξική).	Εργασία συνεδρίου (διαθέσιμη με άδεια συγγραφών)
1. Μεγέθη βιωσιμότητας στην επιλογή υλικών: περιβαλλοντικά, υγείας και ασφάλειας, τεχνικά και οικονομικά. 2. Στάδια κύκλου ζωής: εξόρυξη πρώτων υλών, παραγωγή, χρήση, συντήρηση, διάθεση ή ανακύκλωση. 3. Επισκόπηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων: εκπομπές, κατανάλωση ενέργειας, μεταφορές. 4. Απαιτήσεις και προκλήσεις ανακυκλωσιμότητας στα σύνθετα υλικά. 5. Συμβιβασμοί: εξισορρόπηση απόδοσης, διάρκειας ζωής και οικολογικού αποτυπώματος. 6. Εισαγωγή στους ποιοτικούς πίνακες αποφάσεων ή πίνακες σύγκρισης.	https://as-proceeding.com/index.php/icaens/article/download/1035/971 Xianhui Zhao, Katie Copenhaver, Lu Wang, Matthew Korey, Douglas J. Gardner, Kai Li, Meghan E. Lamm, Vidya Kishore, Samarthya Bhagia, Mehdi Tajvidi, Halil Tekinalp, Oluwafemi Oyededeji, Sanjita Wasti, Erin Webb, Arthur J. Ragauskas, Hongli Zhu, William H. Peter, Soydan Ozcan, Recycling of natural fiber composites: Challenges and opportunities, Resources, Conservation and Recycling, Volume 177, 2022, 105962, ISSN 0921-3449, https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105962 . (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344921005711) Chapter 5 of Eco-Boat building guide	Σύντομη επιστημονική δημοσίευση σχετικά με τις μεθόδους ανακύκλωσης: μηχανικές, θερμικές και χημικές Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με τον αντίκτυπο της ανακύκλωσης στην ποιότητα και τις μηχανικές ιδιότητες των φυσικών ινών Επισκόπηση της μεθοδολογίας AKZ	Επιστημονική δημοσίευση, δημόσια διαθέσιμη

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
	https://www.addcomposites.com/post/defects-and-damage-in-composite-materials-and-structures#headline2	Σαφής, απλός και πρακτικός οδηγός σχετικά με τα σύνθετα υλικά, τα ελαττώματα και τις επιπτώσεις, με πολλές παραπομπές σε άλλα συναφή και σχετικά θέματα.	Ιστοσελίδα, δημόσια διαθέσιμη
	https://www.marineshift360.org/#lcatool https://www.openlca.org/	Παρουσίαση του δωρεάν εργαλείου MarineShift360, πρόσβαση στο εργαλείο με τη δημιουργία λογαριασμού, ειδικά για την άδεια «Educational Light». Πρόσβαση στο δωρεάν και επαγγελματικό εργαλείο AKZ OpenLCA απευθείας με τη λήψη του (λογισμικό ανοιχτού κώδικα).	Δωρεάν διαδικτυακή εφαρμογή (browser-based), λογισμικό LCA ανοικτού κώδικα
	https://www.youtube.com/watch?v=yn9UScW_Yjc https://www.youtube.com/watch?v=3Lt87LKaZUU	Παρουσιάσεις σχετικά με τις ίνες, με δείγματα και χαρακτηριστικά, προέλευση, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κατανομή	Βίντεο YouTube, δημόσια διαθέσιμα
1. Επισκόπηση των αρχιτεκτονικών ύφανσης σε σύνθετα υλικά. 2. Επίδραση του προσανατολισμού των ινών στην αντοχή και την ακαμψία. 3. Δυνατότητα διαμόρφωσης (drapability): ο βαθμός ευκαμψίας ενός υφάσματος και η ικανότητά του να προσαρμόζεται σε καμπύλες επιφάνειες.	Amit Rawal, Abhijit Majumdar, Vijay Kumar V, The Author(s) 2023. Published by Oxford University Press : Textile architecture for composite materials : back to basics (https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1808412/FULLTEXT01.pdf) Yasser S. Mohamed, Ahmed Abdelbary, Theoretical and experimental study on the influence of fiber orientation on the tensile properties of unidirectional carbon fiber/epoxy composite, Alexandria Engineering Journal, Volume 67, 2023, Pages 693-705, ISSN 1110-0168, (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S110016822008420)	Επιστημονική δημοσίευση που εξετάζει απλώς υφασμένα, μη υφασμένα, πλεκτά και πεπλεγμένα υφάσματα Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με πειράματα σε διαφορετικά δείγματα σύνθετων υλικών με διαφορετικό προσανατολισμό των ινών	Επιστημονική δημοσίευση, δημόσια διαθέσιμη

Ενότητα 2: Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και επιδόσεις / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
	https://www.youtube.com/watch?v=yQo4ucV3jfA	Να θυμάστε τις οδηγίες PSA και τις οδηγίες ασφαλείας Παρουσίαση διαφορετικών τύπων μήτρας σύνθετων	Βίντεο YouTube, δημόσια διαθέσιμο
3. Τι είναι οι συμβατοποιητές; - Παράγοντες που βελτιώνουν τη σύνδεση μεταξύ ίνας και ρητίνης 4. Γιατί είναι σημαντικοί; - Καλύτερη πρόσφυση, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, ενσωμάτωση χαρακτηριστικών ασφάλειας	Sakshi Shantharam Kamath, Ravi Kumar Chandrappa, Additives used in natural fibre reinforced polymer composites-a review, Materials Today: Proceedings, Volume 50, Part 5, 2022, Pages 1417-1424, ISSN 2214-7853, https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.331 . (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532105776X) https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/compatibilizer https://www.youtube.com/watch?v=4zpQwirFsbk https://www.youtube.com/watch?v=tiS8ArzEA58 https://www.youtube.com/watch?v=TNM8-pPPk-M https://www.youtube.com/watch?v=Bqb7iA6AG-g	Επιστημονική ανασκόπηση των προσθέτων που χρησιμοποιούνται με φυσικές ίνες Διάφορα άρθρα σχετικά με τους συμβατοποιητές. Διάλεξη σχετικά με την κατασκευή σύνθετων τύπου σάντουιτς (υψηλού επιπέδου, υπολογισμός μηχανικών παραμέτρων, ...) Παρουσίαση των πλεονεκτημάτων της κατασκευής σάντουιτς με απλές αλλά σαφείς επιδείξεις και προώθηση της μπάλας ως ενός πραγματικά αποτελεσματικού πυρήνα Κατασκευή του IY Open60AAL με έμφαση στη μπαλά και την επίστρωση Σύγκριση διαφόρων υλικών πυρήνα	Επιστημονικές δημοσιεύσεις (απαιτείται άδεια συγγραφέων)
1. Τι μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακυκλωθεί; 2. Προκλήσεις κατά τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών.	https://www.youtube.com/watch?v=ynGKEYIYXQo Daniele Tortorici, Yi Chen, Leon Mishnaevsky, Susanna Laurenzi, Recycling carbon fibers by solvolysis: Effects of porosity and process parameters, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 190, 2025, 108667, ISSN 1359-835X, https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2024.108667 . (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359835X24006651)	Έργο κυκλικής οικονομίας για σύνθετα υλικά Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με τη σολβολυτική ανακύκλωση Επιστημονική δημοσίευση που συγκρίνει θέματα ενέργειας μεταξύ πυρόλυσης και σολβόλυσης Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με μεθόδους ανακύκλωσης και ζητήματα για σύνθετα υλικά	Βίντεο YouTube / Άρθρο ιστοσελίδας / Επιστημονικές δημοσιεύσεις - δημόσια διαθέσιμα (εκτός των επιστημονικών δημοσιεύσεων)

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Τι μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να ανακυκλωθεί; 2. Προκλήσεις κατά τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών.	Kooduvalli, K., Unser, J., Ozcan, S., & Vaidya, U. K. (2022). Embodied Energy in Pyrolysis and Solvolysis Approaches to Recycling for Carbon Fiber-Epoxy Reinforced Composite Waste Streams. <i>Recycling</i>, 7(1), 6. https://doi.org/10.3390/recycling7010006 https://www.mdpi.com/2313-4321/7/1/6 Yongxiang Yang, Rob Boom, Brijan Irion, Derk-Jan van Heerden, Pieter Kuiper, Hans de Wit, <i>Recycling of composite materials, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification</i>, Volume 51, 2012, Pages 53-68, ISSN 0255-2701, https://doi.org/10.1016/j.cep.2011.09.007 . (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270111002029)		Επιστημονική δημοσίευση / Άρθρο ιστοσελίδας – δημόσια διαθέσιμα
2. Παρουσίαση επιλεγμένων μελετών περιπτώσεων: - Τύποι σκαφών (π.χ. μικρά σκάφη, ιστιοφόρα, εξαρτήματα) - Χρησιμοποιούμενες ίνες και συστήματα ρητίνης - Μέθοδοι κατασκευής 3. Κίνητρο πίσω από κάθε έργο (π.χ. μείωση CO ₂ , μάρκετινγκ, κανονισμοί)	https://www.youtube.com/watch?v=uD7UxIwumWU https://www.proboat.com/2022/05/greenboats-flax/ https://www.compositesworld.com/news/alliance-for-european-flax-linen-and-hemp-reports-increasing-flax-fiber-adoption-in-marine https://www.metstrade.com/news/sustainability/bio-based-and-recyclable-materials-prove-themselves	Πρόγραμμα ANT ARCTIC LAB (ηφαιστειακή ίνα) Έκθεση σχετικά με τα επιτεύγματα της Greenboats Άρθρο σχετικά με διάφορα έργα που αφορούν διαφορετικούς τύπους ινών και διαφορετικά σκάφη Άρθρο σχετικά με διάφορα έργα που ενσωματώνουν διαφορετικές βιώσιμες προσεγγίσεις	Βίντεο YouTube / Άρθρα ιστοσελίδας – δημόσια διαθέσιμα

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Βιολογικά υλικά στο επίκεντρο: - Βιορητίνες και συγκολλητικά (φυτικής προέλευσης, χαμηλών εκπομπών ΠΟΕ) - Διαφορές μεταξύ βιολογικού και βιοαποδομήσιμου υλικού. 4. 4. Στρατηγικές κυκλικού σχεδιασμού: - Σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση - Διαχωρισμός υλικών - Συναρμολογούμενα και επισκευάσιμα στοιχεία.	https://entropyresins.com/bioinfusion/ https://greenproxy.org/ Durmisevic, Elma & FIKKERT, Rick & Otheguy, Mariano. (2013). DfD as a Methodology to Improve the Sustainability of Offshore Accommodation. Technology Review 2013. (https://www.researchgate.net/publication/258837862_DfD_as_a_Methodology_to_Improve_the_Sustainability_of_Offshore_Accommodation)	Ιστότοπος ενός από τους λίγους παραγωγούς βιολογικών εποξικών ρητινών (Entropy Resins) Ιστότοπος ενός από τους λίγους παραγωγούς βιολογικών εποξικών ρητινών (Greenproxy – Sicomin). Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με τον σχεδιασμό για αποσυναρμολόγηση (DfD)	Ιστοσελίδα / Επιστημονικές δημοσιεύσεις – δημόσια διαθέσιμα



Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής



Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
3.1 Βιώσιμες μέθοδοι κατασκευής	3.1.1 Εργαλεία, εξοπλισμός, προετοιμασία επιφανείας	1. Εισαγωγή στα εργαλεία χειρός και τον εξοπλισμό για κατεργασία σύνθετων υλικών: - Ψαλίδια, ρολά, αποκολλητικά υφάσματα (peel plies), πινέλα, σακούλες κενού, αντλίες έγχυσης 2. Βασικές αρχές προετοιμασίας επιφανειών: - Καθαρισμός, λείανση, απολίπανση - Σημασία της ποιότητας της επιφάνειας για σωστή συγκόλληση 3. Θέματα ασφάλειας κατά τον χειρισμό εργαλείων και χημικών ουσιών 4. Διαφορές στη χρήση εργαλείων μεταξύ βιώσιμων και συμβατικών υλικών 5. Οπτικοί δείκτες επιφάνειας «έτοιμης για στρώσιμο» (ready-to-laminate)	ΜΑ: Οι εκπαιδευόμενοι αναγνωρίζουν και χρησιμοποιούν με ασφάλεια βασικά εργαλεία και εξοπλισμό για την κατασκευή σύνθετων υλικών. Κατανοούν και εκτελούν απλά βήματα προετοιμασίας επιφανειών.	4	Πρακτική επίδειξη με εξοπλισμό. Σύντομη καθοδηγούμενη παρουσίαση από τον εκπαιδευτή.
	3.1.2 Δομές υφασμάτων: Εργασία με υφάσματα φυσικών ινών	1. Εισαγωγή στα υφάσματα φυσικών ινών που χρησιμοποιούνται σε σύνθετα υλικά: - Λινάρι, κάνναβη, γιούτα, κενάφ 2. Μορφές υφασμάτων: - Υφαντά, μη υφασμένα, μονοκατευθυντικά 3. Κύρια χαρακτηριστικά φυσικών υφασμάτων: - Δυνατότητα διαμόρφωσης, πάχος, ευθυγράμμιση ινών, ευαισθησία στην υγρασία 4. Επίδραση της δομής του υφάσματος στη μηχανική απόδοση και στην κατεργασιμότητα 5. Περιοχές εφαρμογής στη ναυπηγική: εσωτερικά πάνελ, μη φέροντα στοιχεία κ.ά.	ΜΑ: Οι εκπαιδευόμενοι αναγνωρίζουν τύπους υφασμάτων από φυσικές ίνες και περιγράφουν πώς η δομή τους επηρεάζει τη διαδικασία κατασκευής και την απόδοση του τελικού εξαρτήματος.	8	Πρακτική συνεδρία χειρισμού υλικών με υποστήριξη από τον εκπαιδευτή.

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
3.1 Βιώσιμες μέθοδοι κατασκευής	3.1.3 Τεχνικές επίστρωσης σύνθετων: Εφαρμογή ρητινών βιολογικής βάσης με φυσικές ίνες	1. Εισαγωγή στα βασικά στάδια επίστρωσης πολύστρωτων: Κοπή ινών, ανάμιξη ρητινών, εφαρμογή ρητίνης με ρολό ή πινέλο 2. Ιδιαιτερότητες υλικών: - Χειρισμός υφασμάτων λιναριού ή βασαλτικών ινών - Συμπεριφορά διαβροχής βιολογικών συστημάτων ρητίνης 3. Κύριες παράμετροι της διαδικασίας: - Χρόνος εργασίας, μετατόπιση ινών, σωστή τοποθέτηση στρώσεων 4. Πρακτικές συμβουλές για επιτυχημένη ανοιχτή επίστρωση 5. Ωρίμανση (curing) και μεταγενέστερη κατεργασία (σύντομη επισκόπηση) 6. Προετοιμασία για σύγκριση στην επόμενη ενότητα (3.1.4): τα πάνελ θα υποστούν τεχνητή βλάβη και θα επισκευαστούν στη συνέχεια	ΜΑ: Οι εκπαιδευόμενοι επιδεικνύουν μια βασική διαδικασία hand lay-up χρησιμοποιώντας φυσικές ίνες και βιο-βασισμένες ρητίνες. Ακολουθούν τα βασικά βήματα της διαδικασίας και παράγουν ένα σύνθετο πάνελ (laminat) κατάλληλο για οπτική επιθεώρηση και σύγκριση.	11	Καθοδηγούμενη πρακτική άσκηση
	3.1.4 Προκλήσεις: Δυσκολίες επεξεργασίας και βελτιστοποίηση βιώσιμων υλικών	Ομάδα Α: Φυσικές ίνες, επίστρωση με το χέρι (ανοιχτή μέθοδος) Ομάδα Β: Ίνες γιαλιού, επίστρωση με το χέρι. Επίδειξη εκπαιδευτή: Φυσικές ίνες με έγχυση υπό κενό (κλειστή μέθοδος). Θέματα που καλύπτονται: 1. Χειρισμός υλικών και συμπεριφορά διαβροχής 2. Παρατηρούμενες δυσκολίες κατεργασίας: απορρόφηση ρητίνης, ξέφτισμα ινών, χρόνος εργασίας 3. Οπτική ποιότητα πολύστρωτου: φυσαλίδες, ξηρές ζώνες, ρυτίδες 4. Σημασία των κλειστών μεθόδων για ορισμένες φυσικές ίνες 5. Συζήτηση με τους εκπαιδευόμενους: Ποια μέθοδος ήταν ευκολότερη; Ποια προβλήματα εμφανίστηκαν; 6. Παρέμβαση εκπαιδευτή: Σύνοψη πλεονεκτημάτων και περιορισμών κάθε συνδυασμού υλικού-μεθόδου	ΜΑ: Οι εκπαιδευόμενοι βιώνουν βασικές προκλήσεις κατά την εργασία με βιώσιμα υλικά και συγκρίνουν την ευκολία επεξεργασίας και την οπτική τους ποιότητα με τα συμβατικά σύνθετα υλικά. Αναγνωρίζουν τη σημασία των κατάλληλων τεχνικών επεξεργασίας για διαφορετικούς τύπους ινών.	12	Ομαδική σύγκριση και συζήτηση

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
3.2 Στρατηγικές ανακατασκευής και επισκευής σκαφών	3.2.1 Στρατηγικές ανακατασκευής: Ενσωμάτωση βιώσιμων υλικών σε υπάρχοντα σκάφη	Αντικατάσταση μη φερόντων στοιχείων: εσωτερικό κέλυφος σκάφους, ντους, νιπτήρες, πάνελ δαπέδου, κουζίνα.	ΜΑ: Οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν να αναλύουν ένα κατεστραμμένο laminate, να το προετοιμάζουν για στρωματοποίηση/επισκευή και να το τοποθετούν στη θέση του.	15	Καθοδηγούμενη πρακτική άσκηση επισκευής
	3.2.2 Τεχνικές επισκευής: Τυποποιημένες μέθοδοι επισκευής για βιώσιμα σύνθετα υλικά	1. Ανάλυση βλάβης (μέγεθος, υλικό, τρόπος ανακατασκευής) 2. Αφαίρεση κατεστραμμένου υλικού 3. Τροχίσμα και λείανση 4. Ανακατασκευή.		15	Καθοδηγούμενη πρακτική άσκηση επισκευής

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
3.3 Μείωση αποβλήτων και αποδοτικότητα στις διαδικασίες σύνθετων υλικών	3.3.1 Διασφάλιση ποιότητας: Παρακολούθηση της αποδοτικότητας της ροής υλικών και ενέργειας	1. Τι είναι η διασφάλιση ποιότητας (ΔΠ) στην παραγωγή σύνθετων υλικών; - Ρόλος της ΔΠ στη βιωσιμότητα και στη διάρκεια ζωής των κατασκευών 2. Απλές τεχνικές ΔΠ για μικρής κλίμακας παραγωγή σύνθετων υλικών 3. Δείκτες ροής υλικών: - Κατανάλωση ρητίνης ανά πάνελ, ποσοστό αποκοπής ινών 4. Παράγοντες που σχετίζονται με την ενέργεια: - Χρόνος διεργασίας, εργαλεία θέρμανσης, φωτισμός 5. Εργαλεία τεκμηρίωσης: - Φύλλα καταγραφής, οπτικός έλεγχος, φωτογραφική τεκμηρίωση 6. Προβληματισμός: Πώς η τεκμηρίωση συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας και στη μείωση των αποβλήτων;	ΜΑ: Οι εκπαιδευόμενοι κατανοούν την έννοια της διασφάλισης ποιότητας στην κατασκευή σύνθετων υλικών. Είναι σε θέση να παρακολουθούν βασικούς δείκτες ροής υλικών και ενέργειας κατά την παραγωγή και να αναστοχάζονται σχετικά με τρόπους βελτίωσης της αποδοτικότητας.	5	Επίδειξη και καθοδηγούμενη ομαδική δραστηριότητα
	3.3.2 Μέθοδοι μείωσης αποβλήτων: Ακριβής κοπή, επαναχρησιμοποίηση υλικών, αναλώσιμα βιολογικής βάσης	1. Τι προκαλεί απόβλητα στις διεργασίες σύνθετων υλικών; - Συνήθεις αιτίες: κοπή, υπερβολική ανάμιξη ρητίνης, αναλώσιμα εργαλεία μίας χρήσης 2. Επαναχρησιμοποίηση υλικών: - Ιδέες αξιοποίησης υπολειμμάτων: υλικό πλήρωσης, ενίσχυση καλουπιού, δοκιμαστικά ή πρωτότυπα τεμάχια 3. Βιολογικά αναλώσιμα: - Ανακυκλώσιμα δοχεία ανάμιξης, κομποστοποιήσιμα γάντια, βιοδιασπώμενα φιλμ αποκόλλησης (συζήτηση: αποτελεί πράγματι ρεαλιστική επιλογή;) 4. Παραδείγματα καλών πρακτικών από τη βιομηχανία. 5. Ομαδική άσκηση: Ελαχιστοποίηση αποβλήτων κατά τον σχεδιασμό και την προετοιμασία ενός μικρού τεμαχίου 7. Προβληματισμός: Τι λειτούργησε; Πού εξακολουθήθηκαν να παράγονται απόβλητα;	ΜΑ: Οι εκπαιδευόμενοι εφαρμόζουν βασικές στρατηγικές για τη μείωση των αποβλήτων υλικών στην κατασκευή σύνθετων υλικών. Σχεδιάζουν την εργασία ώστε να βελτιστοποιούν τη χρήση υλικών, διερευνούν την επαναχρησιμοποίηση αποκομμάτων και αναγνωρίζουν βιώσιμες εναλλακτικές για αναλώσιμα.	5	Ομαδική άσκηση σχεδιασμού και αναστοχασμός

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
3.1.1 Εργαλεία, εξοπλισμός, προετοιμασία επιφανείας	Εργαστήριο – Αναγνώριση εργαλείων και στάδια επικάλυψης (lamination)	Στόχος: Εξοικείωση με βασικά εργαλεία και σωστή χρήση τους ως προς ασφάλεια και αποδοτικότητα επικάλυψης. Οδηγίες: Ομαδική εργασία. Κάθε ομάδα λαμβάνει εργαλεία και τα αντιστοιχίζει σε στάδια επικάλυψης και κανόνες ασφαλείας (σε λευκοπίνακα), αιτιολογώντας την επιλογή. Εξοπλισμός: Εργαλεία επικάλυψης, λευκοπίνακας. Αποτέλεσμα: Κατανόηση του ποιο εργαλείο χρησιμοποιείται, πότε και πώς, με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.
3.1.2 Δομές υφασμάτων	Σύγκριση δειγμάτων	Στόχος: Εξοικείωση με τα υφάσματα επικάλυψης και ικανότητα αναγνώρισής τους. Περιγραφή: Οι μαθητές λαμβάνουν δείγματα υφασμάτων από διαφορετικές ίνες, τα συγκρίνουν και καταγράφουν χαρακτηριστικά και συμπεριφορά. Εξοπλισμός: Διάφορα δείγματα υφασμάτων. Αποτέλεσμα: Αναγνώριση των ινών κάθε υφάσματος και κατανόηση των χαρακτηριστικών τους.
3.1.2 Δομές υφασμάτων	Συγκριτική ανάλυση και συσχέτιση διαγραμμάτων	Στόχος: Συσχέτιση ιδιοτήτων υφασμάτων με τη συμπεριφορά τους. Περιγραφή: Παρουσιάζονται διαγράμματα αντοχής υφασμάτων χωρίς αναφορά ταυτότητας. Οι μαθητές τα αντιστοιχίζουν με δείγματα βάσει χαρακτηριστικών. Εξοπλισμός: Διαγράμματα ιδιοτήτων υφασμάτων. Αποτέλεσμα: Επιλογή κατάλληλων υφασμάτων ανάλογα με τις απαιτήσεις του τελικού προϊόντος.

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
3.1.3 Τεχνικές ελασματοποίησης	Πρακτική επικάλυψη με χειροκίνητη διαστρωμάτωση (<i>hand lay-up</i>)	Στόχος: Εκμάθηση της διαδικασίας επικάλυψης και κατανόηση κρίσιμων σημείων. Περιγραφή: Κάθε μαθητής λαμβάνει καλούπι και υλικά (υφάσματα, εργαλεία, PPE, ρητίνη, σκληρυντή, αναλώσιμα) για εκτέλεση hand lay-up. Εξοπλισμός: Καλούπια, υφάσματα, εργαλεία, ρητίνη, σκληρυντής, PPE, αναλώσιμα. Αποτέλεσμα: Ικανότητα σωστής επικάλυψης με τη μέθοδο open-mould hand lay-up.
3.1.3 Τεχνικές ελασματοποίησης	Συνεργατική έγχυση κενού (<i>vacuum infusion</i>)	Στόχος: Εισαγωγή στη μέθοδο έγχυσης κενού (<i>vacuum infusion</i>) και ανάδειξη κρίσιμων σημείων. Περιγραφή: Ο εκπαιδευτής παρουσιάζει πλήρη διαδικασία επικάλυψης με έγχυση κενού. Οι μαθητές συμμετέχουν και παρατηρούν/συζητούν βασικά σημεία. Εξοπλισμός: Καλούπι, υφάσματα, ρητίνη, σκληρυντής, εργαλεία, PPE, αναλώσιμα, αντλία κενού. Αποτέλεσμα: Κατανόηση της διαδικασίας επικάλυψης με έγχυση κενού.
3.1.4 Προκλήσεις	Σύγκριση επικάλυψης (συμβατική vs βιώσιμη)	Στόχος: Εξοικείωση με τα δύο είδη υλικών και ανάπτυξη συγκριτικής κατανόησης. Περιγραφή: Οι μαθητές κατασκευάζουν μικρό κομμάτι με συμβατικά υλικά και επαναλαμβάνουν με βιώσιμα, καταγράφοντας παρατηρήσεις. Στο τέλος συγκρίνουν και παρουσιάζουν συμπεράσματα. Εξοπλισμός: Υφάσματα, ρητίνη, σκληρυντής, εργαλεία, PPE, αναλώσιμα. Αποτέλεσμα: Κατανόηση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων κάθε τύπου υλικού.

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
3.2.1 Στρατηγικές αναβάθμισης	Ομαδική παρουσίαση έργων αναβάθμισης (retrofitting)	Στόχος: Διερεύνηση του retrofitting και των σχετικών προκλήσεων. Περιγραφή: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες και ερευνούν έργα retrofitting ή ενσωμάτωσης βιώσιμων υλικών. Παρουσιάζουν σύνθεση 5 λεπτών με μέσο επιλογής τους. Ο εκπαιδευτής κατανέμει τα θέματα. Εξοπλισμός: Υπολογιστές, λευκοπίνακας, προβολέας. Αποτέλεσμα: Κατανόηση μεθόδων retrofitting, αναγνώριση προκλήσεων και ικανότητα σύνοψης βασικών σημείων.
3.2.2 Τεχνικές επισκευής	Παιχνίδι με γυαλόχαρτα και δίσκους λείανσης	Στόχος: Εξοικείωση με τα grit και τους τύπους γυαλόχαρτων/δίσκων λείανσης. Περιγραφή: Οι μαθητές αντιστοιχίζουν γυαλόχαρτα/δίσκους (μικτούς τύπους) με τιμές grit και τα τοποθετούν σε σειρά. Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτής εξηγεί την κατάλληλη χρήση ανά επιφάνεια, εργαλείο και εργασία. Εξοπλισμός: Γυαλόχαρτα/δίσκοι λείανσης, ετικέτες grit. Αποτέλεσμα: Κατανόηση της κλίμακας grit και της σωστής χρήσης.
3.2.2 Τεχνικές επισκευής	Πρακτική άσκηση επισκευής	Στόχος: Ανάπτυξη ικανότητας ανάλυσης επισκευών και επιλογής κατάλληλων μεθόδων. Περιγραφή: Μετά από επίδειξη, κάθε μαθητής λαμβάνει σκόπιμα φθαρμένο σύνθετο δείγμα. Επιλέγει μέθοδο επισκευής, την αιτιολογεί, λαμβάνει έγκριση και την εφαρμόζει. Εξοπλισμός: Φθαρμένο σύνθετο δείγμα, πρώτες ύλες, ρητίνη, σκληρυντής, υφάσματα, εργαλεία επικάλυψης, PPE, αναλώσιμα. Αποτέλεσμα: Ικανότητα επισκευής σύνθετων υλικών και επιλογής κατάλληλης στρατηγικής.

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
3.3.1 Διασφάλιση ποιότητας στις διαδικασίες	Αναστοχασμός & σχεδιασμός τεχνικών διασφάλισης ποιότητας (QA)	Στόχος: Ενθάρρυνση προσαρμογής εργαλείων QA για βελτίωση διαδικασιών. Περιγραφή: Οι μαθητές αναλύουν μια διαδικασία σε ομάδες και σχεδιάζουν την εφαρμογή τεχνικών και δεικτών QA. Παράγουν διάγραμμα με στάδια και προτεινόμενες βελτιώσεις. Εξοπλισμός: Υπολογιστές. Αποτέλεσμα: Ικανότητα εφαρμογής και ανάλυσης μεθόδων QA βάσει χαρακτηριστικών διαδικασίας.
3.3.2 Μείωση αποβλήτων	Καταιγισμός ιδεών για τη διαχείριση αποβλήτων	Στόχος: Ευαισθητοποίηση για τα απόβλητα και τον αντίκτυπό τους· ανάδειξη της σημασίας του έγκαιρου σχεδιασμού. Περιγραφή: Ο εκπαιδευτής παρουσιάζει παραδείγματα αποβλήτων στη ναυπήγηση σκαφών (με στοιχεία/στατιστικά). Οι μαθητές προτείνουν στρατηγικές μείωσης και η τάξη συνθέτει λίστα προτάσεων. Εξοπλισμός: Λευκοπίνακας. Αποτέλεσμα: Αντίληψη της διαχείρισης αποβλήτων ως βασικού στοιχείου οργάνωσης επιχείρησης.
3.3.2 Μείωση αποβλήτων	Σχεδιασμός διαδικασίας με ενσωματωμένη μείωση αποβλήτων	Στόχος: Προώθηση ολιστικού σχεδιασμού διαδικασιών με τη μείωση αποβλήτων ως βασικό στόχο. Περιγραφή: Οι ομάδες λαμβάνουν ένα τελικό προϊόν και δημιουργούν πλήρες πλάνο εργασιών, με περιγραφή τρόπων μείωσης αποβλήτων σε κάθε στάδιο. Παραδοτέο: φάκελος με πίνακα εργασιών και αναλυτικά φύλλα. Εξοπλισμός: Υπολογιστές. Αποτέλεσμα: Ενσωμάτωση της μείωσης αποβλήτων σε όλα τα στάδια της διαδικασίας.

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Εισαγωγή στα εργαλεία χειρός και τον εξοπλισμό για κατεργασία σύνθετων υλικών: - Ψαλίδια, ρολά, αποκολλητικά υφάσματα, πινέλα, σακούλες κενού, αντλίες έγχυσης 2. Βασικές αρχές προετοιμασίας επιφανειών: - Καθαρισμός, λείανση, απολίπανση - Σημασία της ποιότητας της επιφάνειας για σωστή συγκόλληση 3. Θέματα ασφάλειας κατά τον χειρισμό εργαλείων και χημικών ουσιών 5. Οπτικοί δείκτες επιφάνειας «έτοιμης για στρώσιμο» (ready-to-laminate)	https://aerospaceengineeringblog.com/composite-manufacturing/ https://compositeslab.com/composites-manufacturing-processes/ https://aerospaceengineeringblog.com/composite-manufacturing/	Ιστότοπος με άρθρα που παρέχουν οδηγούς για τα διάφορα στάδια της κατασκευής σκαφών από σύνθετα υλικά, με πρακτική προσέγγιση, βίντεο και φιλικό τρόπο επεξήγησης Ιστότοπος με σύντομες επεξηγήσεις διαδικασιών, υλικών και εργαλείων, καλά οργανωμένο περιεχόμενο Ιστότοπος με περιγραφή διαδικασιών μέσω απλών και σαφών σχημάτων	Ιστοσελίδες, δημόσια διαθέσιμες
2. Μορφές υφασμάτων: - Υφαντά, μη υφασμένα, μονοκατευθυντικά 3. Κύρια χαρακτηριστικά φυσικών υφασμάτων: - Δυνατότητα διαμόρφωσης, πάχος, ευθυγράμμιση ινών, ευαισθησία στην υγρασία 4. Επίδραση της δομής του υφάσματος στη μηχανική απόδοση και στην κατεργασιμότητα 5. Περιοχές εφαρμογής στη ναυπηγική: εσωτερικά πάνελ, μη φέροντα στοιχεία κ.ά.	https://www.isomatex.com/tenron/ https://www.circular-structures.com/ https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/ecotechnil-in-des-solutions-a-base-de-fibres-naturelles-au-service-de-lindustrie-134081/ (+ EcoTechnilin) S. Maiti, M. R. Islam, M. A. Uddin, S. Afroj, S. J. Eichhorn, N. Karim, Sustainable Fiber-Reinforced Composites: A Review. Adv. Sustainable Syst. 2022, 6, 2200258. https://doi.org/10.1002/adsu.202200258 (https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adsu.202200258)	Ιστότοποι προμηθευτών υφασμάτων για σύνθετα υλικά Άρθρο σχετικά με εταιρεία που παράγει υφάσματα ματ από διάφορες φυσικές ίνες και η οποία προσπαθεί επίσης να αναπτύξει βιομηχανία ανακύκλωσης Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με βιώσιμα σύνθετα υλικά	Εταιρικές ιστοσελίδες / Επιστημονικό άρθρο – δημόσια διαθέσιμα

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Εισαγωγή στα βασικά στάδια επίστρωσης πολύστρωτων: Κοπή ινών, ανάμιξη ρητινών, εφαρμογή ρητίνης με ρολό ή πινέλο 2. Ιδιαιτερότητες υλικών: - Χειρισμός υφασμάτων λιναριού ή βασαλτικών ινών - Συμπεριφορά διαβροχής βιολογικών συστημάτων ρητίνης 3. Κύριες παράμετροι της διαδικασίας: - Χρόνος εργασίας, μετατόπιση ινών, σωστή τοποθέτηση στρώσεων 4. Πρακτικές συμβουλές για επιτυχημένη ανοιχτή επίστρωση	https://www.addcomposites.com/post/what-are-the-fundamental-steps-of-composites-manufacturing https://www.youtube.com/watch?v=tE6KDNvyTuU	Σαφής, απλός και πρακτικός οδηγός για τα σύνθετα υλικά, τα ελαττώματα και τις επιπτώσεις, με πολλές παραπομπές σε άλλα συναφή και σχετικά θέματα Βίντεο σχετικά με την κατασκευή κανό από ίνες λιναριού και μπάλα, με έμφαση σε συγκεκριμένα βήματα της διαδικασίας.	Blog / Βίντεο YouTube – δημόσια διαθέσιμα
	https://www.youtube.com/watch?v=RrVy7jaSABM https://www.youtube.com/watch?v=AD98L9XICTU https://www.youtube.com/watch?v=Q09ZFVA6nR8	Παρουσίαση τεχνικών επίστρωσης με συγκρίσεις Βίντεο σχετικά με τη χρήση ινών λιναριού και τη μέθοδο έγχυσης ρητίνης Βίντεο σχετικά με την επίστρωση ινών γυαλιού, με επισημάνσεις σε κρίσιμα σημεία της διαδικασίας (όπως ο χρόνος των επιμέρους σταδίων κ.λπ.)	Βίντεο YouTube (επιδείξεις) – δημόσια διαθέσιμα
	https://www.imoca.org/en/news/news/lifting-the-lid-on-boat-build-impacts-for-a-more-sustainable-industry	Αναφορά σχετικά με την εφαρμογή βιώσιμων υλικών σε αγωνιστικό σκάφος (Imoca), συνοδευόμενη από αποκλειστικό βίντεο.	Άρθρο για βιώσιμο εκσυγχρονισμό (retrofitting) και επαναχρησιμοποίηση κύτους – δημόσια διαθέσιμα

Ενότητα 3: Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
4. Ανακατασκευή.	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127523008614	Επιστημονική δημοσίευση σχετικά με έναν πιθανό νέο τρόπο επισκευής σύνθετων υλικών	Επιστημονικό άρθρο – δημόσια διαθέσιμο
1. Τι είναι η διασφάλιση ποιότητας (ΔΠ) στην παραγωγή σύνθετων υλικών; - Ρόλος της ΔΠ στη βιωσιμότητα και στη διάρκεια ζωής των κατασκευών 2. Απλές τεχνικές ΔΠ για μικρής κλίμακας παραγωγή σύνθετων υλικών	https://www.addcomposites.com/post/quality-assurance-and-quality-control-in-composites-manufacturing	Περιγραφή των θεμάτων που θα διερευνηθούν για τη διασφάλιση της ποιότητας	Άρθρο blog για QA/QC στην κατασκευή σύνθετων υλικών – δημόσια διαθέσιμο
2. Επαναχρησιμοποίηση υλικών: - Ιδέες αξιοποίησης υπολειμάτων: υλικό πλήρωσης, ενίσχυση καλουπιού, δοκιμαστικά ή πρωτότυπα τεμάχια 3. Βιολογικά αναλώσιμα: - Ανακυκλώσιμα δοχεία ανάμιξης, κομποστοποιήσιμα γάντια, βιοδιασπώμενα φιλμ αποκόλλησης (συζήτηση: αποτελεί πράγματι ρεαλιστική επιλογή;) 4. Παραδείγματα καλών πρακτικών από τη βιομηχανία.	https://compositesuk.co.uk/industry-support/environmental/what-can-i-do-with-my-waste/	Μη εξαντλητική λίστα λύσεων για απόβλητα σύνθετων υλικών και υπολείμματα κοπής	Κλαδικό άρθρο με επιλογές διαχείρισης αποβλήτων και ανακύκλωσης – δημόσια διαθέσιμο



Ενότητα 4:

Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα



Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
4.1 Αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω ΑΚΖ	4.1.1 Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ): Βασικές αρχές της ΑΚΖ	1. Εισαγωγή στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) 2. Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην ΑΚΖ 3. Εφαρμογή της ΑΚΖ σε υλικά ναυπηγικής 4. Εντοπισμός περιβαλλοντικών προβληματικών σημείων στον κύκλο ζωής του προϊόντος 5. Χρήση της ΑΚΖ για τεκμηριωμένες αποφάσεις σχεδιασμού και προμηθειών 6. Η ΑΚΖ ως εργαλείο επιχειρησιακής στρατηγικής και συμμόρφωσης με τους κανονισμούς	ΜΑ: Ορισμός της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA) και των 4 φάσεων της. Αναγνώριση του σκοπού χρήσης της στη ναυπηγική σκαφών και των βασικών κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (PEF). Κατανόηση της συμβολής της στη λήψη αποφάσεων μέσω σύγκρισης προϊόντων ή υλικών σε όλο τον κύκλο ζωής.	2	Δια ζώσης διδασκαλία
	4.1.2 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα: Εκπομπές άνθρακα, κατανάλωση ενέργειας	1. Εκπομπές άνθρακα στη ναυπηγική 2. Κατανάλωση ενέργειας σε όλο τον κύκλο ζωής του σκάφους 3. Σύγκριση υλικών με βάση δεδομένα άνθρακα και ενέργειας 4. Μελέτη περιπτώσεων: Ανακύκλωση σύνθετων υλικών με ίνες γιαλιού 5. Χρήση προτύπων ISO και PEF στην ΑΚΖ	ΜΑ: Διάκριση μεταξύ εκπομπών άνθρακα και κατανάλωσης ενέργειας και κατανόηση του ρόλου τους στην αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Αναγνώριση βασικών πηγών στη ναυπηγική σκαφών και ερμηνεία δεδομένων (CO ₂ -eq, MJ). Σύγκριση περιβαλλοντικού αποτυπώματος μεταξύ τύπων σκαφών ή υλικών με απλοποιημένα δεδομένα.	3	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
4.1 Αξιολόγηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω ΑΚΖ	4.1.3 Εντοπισμός «σημείων αιχμής» (Hotspots): Κύριες περιοχές ανησυχίας για υλικά, ενέργεια και απόβλητα	1. Τι είναι τα περιβαλλοντικά σημεία ενδιαφέροντος στην LCA; 2. Σημεία ενδιαφέροντος σχετικά με τα υλικά στην κατασκευή σκαφών 3. Η χρήση ενέργειας ως κρίσιμη περιοχή επιπτώσεων 4. Προκλήσεις σχετικά με την παραγωγή αποβλήτων και το τέλος του κύκλου ζωής 5. Στρατηγικές για τη μείωση των περιβαλλοντικών σημείων ενδιαφέροντος 6. Μελέτη περιπτώσεων: Ανάλυση σημείων ενδιαφέροντος από τη μελέτη της ICOMIA για την απανθρακοποίηση της πρόωσης	ΜΑ: Ορισμός του τι είναι ένα hotspot στο πλαίσιο της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA). Αναγνώριση τυπικών hotspots που σχετίζονται με υλικά, ενέργεια και απόβλητα στον κύκλο ζωής της ναυπήγησης σκαφών. Επεξήγηση του πώς η ανάλυση hotspots βοηθά στην ιεράρχηση βελτιώσεων βιωσιμότητας. Ερμηνεία ευρημάτων από πραγματικές μελέτες περίπτωσης για την αξιολόγηση του πού συγκεντρώνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.	3	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
4.2 Οικονομικές και επιχειρηματικές παράμετροι	4.2.1 Οικονομική Ανάλυση: Σύγκριση Κόστους Βιώσιμων και Παραδοσιακών Υλικών	1. Βασικοί παράγοντες κόστους στην επιλογή υλικών για την κατασκευή σκαφών 2. Ανάλυση κόστους κύκλου ζωής: Από την αγορά έως το τέλος της ζωής 3. Συγκριτική μελέτη: Ηλεκτροκίνηση με μπαταρία έναντι πρόωσης με ανανεώσιμα καύσιμα 4. Στοχευμένες επενδύσεις βιωσιμότητας και οικονομική αποδοτικότητα 5. Πέρα από την τιμή: κίνητρα, εταιρική εικόνα και μακροπρόθεσμη αξία 6. Λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων μέσω ανάλυσης κόστους-οφέλους κύκλου ζωής	ΜΑ: Αναγνώριση βασικών συνιστωσών κόστους στην επιλογή υλικών (αρχικό, συντήρηση, τέλος ζωής). Σύγκριση οικονομικών επιπτώσεων βιώσιμων και συμβατικών υλικών. Εφαρμογή βασικού πλαισίου κόστους κύκλου ζωής και κατανόηση της αλληλεπίδρασης περιβαλλοντικών και οικονομικών παραγόντων για τεκμηριωμένες επιλογές.	1 ½	Δια ζώσης διδασκαλία
	4.2.2 Απόδοση επένδυσης: Μακροχρόνια οικονομικά οφέλη από βιώσιμες επιλογές	1. Κατανόηση της Απόδοσης Επένδυσης (ROI) στη βιώσιμη ναυπηγική 2. Αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων οφελών βιώσιμων υλικών 3. Οικονομικοί και στρατηγικοί παράγοντες πέρα από το αρχικό κόστος 4. Προκλήσεις και αβεβαιότητες στον υπολογισμό της Απόδοσης Επένδυσης 5. Χρήση της ΑΚΖ για την υποστήριξη επενδυτικών αποφάσεων 6. Μελέτη περιπτώσεων: Απόδοση Επένδυσης από αλλαγή υλικού σε μικρό ναυπηγείο	ΜΑ: Ορισμός της απόδοσης επένδυσης (ROI) και εφαρμογή της σε αποφάσεις βιώσιμου σχεδιασμού. Περιγραφή του πώς τα βιώσιμα υλικά δημιουργούν μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση ή προστιθέμενη αξία. Αναγνώριση μη χρηματοοικονομικών οφελών (π.χ. branding, ελκυστικότητα για πελάτες, κανονιστική ετοιμότητα). Ανάλυση μελέτης περίπτωσης για αξιολόγηση περιβαλλοντικών και οικονομικών αποδόσεων.	1 ½	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.
 **Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
4.3 Επιχειρηματικά μοντέλα για βιωσιμότητα στη ναυπήγηση	4.3.1 Κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα: γραμμική έναντι κυκλικής οικονομίας στη ναυπήγηση	1. Από το γραμμικό στο κυκλικό μοντέλο: Επαναπροσδιορισμός των συστημάτων ναυπηγικής 2. Βασικές στρατηγικές της κυκλικής οικονομίας στον σχεδιασμό σκαφών 3. Μελέτη περιπτώσεων: APER και η κυκλική ανακύκλωση σκαφών στη Γαλλία 4. Εφαρμογή της μεθόδου Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα Προϊόντος (PEF) στις κυκλικές επιλογές υλικών 5. Κυκλικός σχεδιασμός στην πράξη: Δεύτερη ζωή προϊόντων και αρθρωτά, επισκευάσιμα συναρμολογούμενα στοιχεία 6. Κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα ως στρατηγική ανταπόκριση στη ρυθμιστική συμμόρφωση και στη ζήτηση της αγοράς	ΜΑ: Περιγραφή της διαφοράς μεταξύ γραμμικών και κυκλικών οικονομικών μοντέλων. Αναγνώριση σχετικών κυκλικών στρατηγικών στη ναυπηγική σκαφών (π.χ. modularity, take-back, reuse). Κατανόηση της σημασίας της λογοδοσίας κύκλου ζωής και κανονισμών όπως η EPR. Ερμηνεία του ρόλου των κυκλικών μοντέλων στη μείωση αποβλήτων, κόστους και στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας.	1 ½	Δια ζώσης διδασκαλία
	4.3.2 Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση (DfD): Μέγιστη ανάκτηση υλικών στο τέλος ζωής	1. Τι Είναι ο Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση (DfD) στη Ναυπηγική; 2. Ο Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση στην Πράξη: Παραδείγματα σχεδιασμού που διευκολύνει την αποσυναρμολόγηση 3. Ο Ρόλος του Σχεδιασμού για Αποσυναρμολόγηση στους Κανονισμούς και τις Οικολογικές Ετικέτες 4. Σχεδιασμός για το τέλος του κύκλου ζωής από τη φάση του σχεδιασμού 5. Οφέλη του Σχεδιασμού για Αποσυναρμολόγηση για τη βιωσιμότητα, την ασφάλεια και την αξία μεταπώλησης	ΜΑ: Επεξήγηση του Design for Disassembly (DfD) και της σημασίας του. Αναγνώριση βασικών στρατηγικών DfD στη ναυπηγική σκαφών και κατανόηση του material passport. Συσχέτιση DfD και ιχνηλασιμότητας υλικών με ανακυκλωσιμότητα, ασφάλεια και συμμόρφωση με κανονισμούς ΕΕ.	1 ½	Δια ζώσης διδασκαλία

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
4.1.1 Βασικές αρχές της ΑΚΖ	Σταθμοί εξερεύνησης κύκλου ζωής Οι μαθητές κινούνται σε σταθμούς ανά υλικό (π.χ. υαλοίνες, λινάρι, αλουμίνιο), εντοπίζουν φάσεις κύκλου ζωής και σχετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αντιστοιχίζοντας υλικά με κατηγορίες επιπτώσεων PEF.	Στόχος: Εισαγωγή στη μεθοδολογία LCA και κατανόηση της επίδρασης των υλικών στον κύκλο ζωής. Αξιολόγηση: Άσκηση αντιστοίχισης όρων και φάσεων LCA· σύντομο quiz για τα τέσσερα στάδια· ερώτηση περίπτωσης για μετατόπιση επιπτώσεων (burden shifting). Αποτέλεσμα: Δυνατότητα εξήγησης των τεσσάρων σταδίων LCA, αναγνώριση κατηγοριών επιπτώσεων και εφαρμογή σκέψης κύκλου ζωής για σύγκριση υλικών.
4.1.2 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα	Συγκριτική πρόκληση άνθρακα Οι ομάδες αναλύουν δύο προφίλ σκαφών και εκτιμούν εκπομπές άνθρακα και κατανάλωση ενέργειας. Συζητούν συμβιβασμούς μεταξύ συστημάτων πρόωσης και υλικών.	Στόχος: Κατανόηση της συμβολής ενέργειας και εκπομπών στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα σε όλα τα στάδια κύκλου ζωής. Αξιολόγηση: Υπολογισμοί MJ και CO₂-eq (με απλοποιημένα δεδομένα)· γραπτή σύγκριση δύο υλικών ή καυσίμων· σύντομη ομαδική συζήτηση για συμβιβασμούς ενέργειας/περιβάλλοντος. Αποτέλεσμα: Ορισμός αποτυπώματος άνθρακα και ενεργειακής χρήσης, ερμηνεία περιβαλλοντικών δεδομένων και σύγκριση επιλογών.
4.1.3 Σημεία αιχμής	Παιχνίδι εντοπισμού κρίσιμων σημείων (hotspots) Οι μαθητές λαμβάνουν στιγμιότυπα LCA με επιπτώσεις ανά στάδιο και εξαρτήματα. Εντοπίζουν τα hotspots και προτείνουν στρατηγικές βελτίωσης.	Στόχος: Ανάπτυξη ικανότητας εντοπισμού και ανάλυσης περιβαλλοντικών hotspots και ιεράρχησης παρεμβάσεων. Αξιολόγηση: Φύλλο εργασίας για εντοπισμό hotspots· σύντομη ομαδική παρουσίαση περίπτωσης· προαιρετική ερώτηση για κατηγορίες hotspots. Αποτέλεσμα: Αναγνώριση hotspots σε υλικά, ενέργεια και απόβλητα και πρόταση βελτιώσεων.

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
4.2.1 Οικονομική ανάλυση	<i>Ανάλυση κόστους σκάφους Οι μαθητές συγκρίνουν κατανομή κόστους συμβατικών και βιώσιμων υλικών, αναλύοντας αρχικό, συντήρησης και τελικής διάθεσης κόστος.</i>	Στόχος: Ανάδειξη της επίδρασης των οικονομικών παραμέτρων στην επιλογή υλικών και κατανόηση του συνολικού κόστους κύκλου ζωής. Αξιολόγηση: Φύλλο εργασίας κόστους κύκλου ζωής· εντοπισμός τριών βασικών παραγόντων κόστους σε συζήτηση· σύντομη γραπτή ανάλυση συμβιβασμών. Αποτέλεσμα: Ικανότητα αναγνώρισης οικονομικών συμβιβασμών και τεκμηρίωσης αποφάσεων μέσω ανάλυσης κόστους.
4.2.2 Απόδοση επένδυσης	<i>Παιχνίδι ρόλων μελέτης περίπτωσης – Blue Horizon Boats Με βάση τη μελέτη περίπτωσης Blue Horizon Boats, οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλους ενδιαφερόμενων μερών και αξιολογούν αλλαγή υλικού και την απόδοσή της (ROI).</i>	Στόχος: Υποστήριξη αξιολόγησης ROI σε πρακτικά σενάρια με βιώσιμα υλικά. Αξιολόγηση: Πρότυπο υπολογισμού ROI· ομαδική παρουσίαση από οπτικές διαφορετικών stakeholders· αναστοχασμός σε απτά και μη απτά οφέλη. Αποτέλεσμα: Ικανότητα υπολογισμού απλοποιημένου ROI, αναγνώριση οφελών και σαφής επικοινωνία τους.

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
4.3.1 Κυκλικά επιχειρηματικά μοντέλα	<i>Εργαστήριο κυκλικού επανασχεδιασμού Οι μαθητές επανασχεδιάζουν ένα γραμμικό εξάρτημα σκάφους (π.χ. καταπακτή, τμήμα γάστρας) σύμφωνα με αρχές κυκλικότητας (επαναχρησιμοποίηση, ανακυκλωσιμότητα, αρθρωτότητα).</i>	Στόχος: Ενεργή εμπλοκή των μαθητών στον επανασχεδιασμό ναυτιλιακών προϊόντων με βάση την κυκλική οικονομία. Αξιολόγηση: Ομαδικό σχέδιο/διάγραμμα· γραπτή επεξήγηση των κυκλικών αρχών που εφαρμόστηκαν· ανατροφοδότηση από συμμαθητές. Αποτέλεσμα: Ικανότητα εξήγησης των αρχών κυκλικότητας και επανασχεδιασμού εξαρτημάτων για καλύτερη ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση και ανθεκτικότητα.
4.3.2 Σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση (DfD)	<i>Εργαστήριο σχεδιασμού για αποσυναρμολόγηση (DfD) Οι μαθητές επανασχεδιάζουν ένα εξάρτημα σκάφους (π.χ. καταπακτή αποθήκευσης, τμήμα καταστρώματος, πάγκος) βάσει αρχών DfD. Σχεδιάζουν/μοντελοποιούν το νέο μέρος, επιλέγουν συνδέσμους και εξηγούν στρατηγικές διαχωρισμού υλικών.</i>	Στόχος: Εισαγωγή στο Design for Disassembly (DfD) και κατανόηση του ρόλου του στη μείωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος στο τέλος ζωής σκαφών. Αξιολόγηση: Σχολιασμένο σχέδιο· ομαδική παρουσίαση· γραπτή επεξήγηση βελτιώσεων στο τέλος ζωής. Αποτέλεσμα: Εφαρμογή στρατηγικών DfD (σύνδεσμοι, αρθρωτότητα, διαχωρισμός υλικών) και κατανόηση της συμβολής τους στη βιωσιμότητα.

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
1. Εισαγωγή στην Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) 2. Κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην ΑΚΖ	https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.html , https://www.iso.org/home.html , Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, ISO STANDARDS https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html https://www.iso.org/standard/37456.html https://propellingourfuture.com/ Environmental Footprint Methods - European Commission Life Cycle Assessment for the circular economy https://www.lifecycleinitiative.org/ https://www.marineshift360.org/ https://www.recyclermonbateau.fr/l-aper-association-pour-la-plaisance-eco-responsable/ https://europeanboatingindustry.eu/images/Reports/A144650-R20241613a-UHo-EuCIA%20final%20report%20-%20summary-signed.pdf?t=1728385417 GREC HANDBOOK https://europeanboatingindustry.eu/images/EU%20affairs/Roadmap-for-decarbonisation-vessels_Final.pdf	Επίσημος ιστότοπος της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κανονισμοί ISO	Τεχνικό έγγραφο (ISO) / Οδηγός (GREC Handbook) / Έκθεση (Roadmap για την απανθρακοποίηση του ευρωπαϊκού τομέα σκαφών αναψυχής) / Ιστοσελίδα – δωρεάν (ISO: επί πληρωμή)
4. Μελέτη περιπτώσεων: Ανακύκλωση σύνθετων υλικών με ίνες γυαλιού 5. Χρήση προτύπων ISO και PEF στην ΑΚΖ	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, https://glassfibreeurope.eu/resource-type/report-study/ ,	Μελέτες σχετικά με την απανθρακοποίηση και τη μεθοδολογία ΑΚΖ	Ιστοσελίδα – δωρεάν

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
4. Προκλήσεις σχετικά με την παραγωγή αποβλήτων και το τέλος του κύκλου ζωής 5. Στρατηγικές για τη μείωση των περιβαλλοντικών σημείων ενδιαφέροντος 6. Μελέτη περιπτώσεων: Ανάλυση σημείων ενδιαφέροντος από τη μελέτη της ICOMIA για την απανθρακοποίηση της πρόωσης	4. Προκλήσεις σχετικά με την παραγωγή αποβλήτων και το τέλος του κύκλου ζωής 5. Στρατηγικές για τη μείωση των περιβαλλοντικών σημείων ενδιαφέροντος 6. Μελέτη περιπτώσεων: Ανάλυση σημείων ενδιαφέροντος από τη μελέτη της ICOMIA για την απανθρακοποίηση της πρόωσης	Μελέτες σχετικά με την απανθρακοποίηση και τη μεθοδολογία AKZ	Ιστοσελίδα – δωρεάν
		Μελέτες σχετικά με την απανθρακοποίηση και τη μεθοδολογία AKZ	Ιστοσελίδα – δωρεάν
5. Πέρα από την τιμή: κίνητρα, εταιρική εικόνα και μακροπρόθεσμη αξία	5. Πέρα από την τιμή: κίνητρα, εταιρική εικόνα και μακροπρόθεσμη αξία	Μελέτες σχετικά με την απανθρακοποίηση και τη μεθοδολογία AKZ	Ιστοσελίδα – δωρεάν
		Μελέτες σχετικά με την απανθρακοποίηση και τη μεθοδολογία AKZ	Ιστοσελίδα – δωρεάν

Ενότητα 4: Αξιολόγηση κύκλου ζωής και επιχειρησιακή σκοπιμότητα / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου	Παρατηρήσεις
3. Μελέτη περιπτώσεων: APER και η κυκλική ανακύκλωση σκαφών στη Γαλλία 4. Εφαρμογή της μεθόδου Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα Προϊόντος (PEF) στις κυκλικές επιλογές υλικών	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, https://www.recyclermonbateau.fr/ , https://eplca.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html	Studies on decarbonisations and LCA methodology	Ιστοσελίδα – δωρεάν
4. Σχεδιασμός για το τέλος του κύκλου ζωής από τη φάση του σχεδιασμού 5. Οφέλη του Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση για τη βιωσιμότητα, την ασφάλεια και την αξία μεταπώλησης	ICOMIA - RICARDO study, Propelling our future, Blue Boat Horizon LCA project, EC PEF method, https://data.europa.eu/en/news-events/news/eus-digital-product-passport-advancing-transparency-and-sustainability	Studies on decarbonisations and LCA methodology	Ιστοσελίδα – δωρεάν



Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις



Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
5.1 Ζήτηση βιομηχανίας για ειδίκευση στη βιώσιμη ναυπήγηση	5.1.1 Το τοπίο της βιομηχανίας: Τάσεις στην αγορά εργασίας και ζήτηση για πράσινες λύσεις	Ενημερωθείτε για το τρέχον πλαίσιο του ναυτιλιακού τομέα από την άποψη της βιωσιμότητας και εντοπίστε τις τάσεις που διαμορφώνουν την εξέλιξη της αγοράς εργασίας και τη ζήτηση για νέες τεχνικές λύσεις, υλικά και διαδικασίες.	ΜΑ: Κατανόηση του δομικού μετασχηματισμού του τομέα προς τη βιωσιμότητα, καθώς και των βασικών παραγόντων που τον καθοδηγούν και των εμποδίων που τον επηρεάζουν. Ενίσχυση της ομαδικής εργασίας, της αναλυτικής σκέψης και των δεξιοτήτων δημόσιας ομιλίας των εκπαιδευομένων, συμβάλλοντας στην επαγγελματική τους εξέλιξη.	2 ½	Δια ζώσης διδασκαλία και άμεση καθοδήγηση, εργαστηριακές δραστηριότητες και συζήτηση / αντιπαράθεση απόψεων
	5.1.2 Επαγγελματικές διαδρομές: Ρόλοι στη σχεδίαση, τη μηχανική, την παραγωγή, τις πωλήσεις, το μάρκετινγκ	Διερευνήστε τις επαγγελματικές σταδιοδρομίες στον τομέα της βιώσιμης ναυτιλίας, κατανοήστε τους αναδυόμενους ρόλους, την εξέλιξη των παραδοσιακών προφίλ και τις δεξιότητες που απαιτούνται για να επιτύχετε σε ένα τεχνικό, διασυνδεδεμένο και περιβαλλοντικά υπεύθυνο περιβάλλον.	ΜΑ: Παροχή μιας ολοκληρωμένης εικόνας των κύριων επαγγελματικών προφίλ, καθώς και των απαιτούμενων δεξιοτήτων και ικανοτήτων, ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να διεκδικήσουν και να αναπτύξουν σταδιοδρομία σε αυτές τις θέσεις.	2 ½	Δια ζώσης διδασκαλία και άμεση καθοδήγηση, ομαδική και συνεργατική μάθηση

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Διάρθρωση Μαθήματος

Τίτλος Διδακτικής Ενότητας	Υποενότητα*	Ανάλυση Υποενότητας**	Μαθησιακό Αποτέλεσμα (ΜΑ)	Διάρκεια (ώρες)	Μέθοδοι Διδασκαλίας
5.2 Επαγγελματικές διαδρομές και κατάρτιση στις βιώσιμες θαλάσσιες βιομηχανίες	5.2.1 Βασικές δεξιότητες: Τεχνικές και «μαλακές» δεξιότητες που απαιτούνται για επιτυχία	Παρουσίαση βασικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων στην βιώσιμη ναυπηγική, προσδιορισμός προκλήσεων και ευκαιριών για την ανάπτυξη σταδιοδρομίας στον τομέα. Αντιστοίχιση διατομεακών δεξιοτήτων και ικανοτήτων που σχετίζονται με τη βιώσιμη κατασκευή σκαφών και διεξαγωγή ασκήσεων σχεδιασμού σταδιοδρομίας.	ΜΑ: Αναγνώριση διεπιστημονικών τεχνικών και οριζόντιων δεξιοτήτων, καθώς και αξιολόγηση των υφιστάμενων κενών στην εκπαίδευση, στις επαγγελματικές διαδρομές και στις πρακτικές του κλάδου.	2 ½	Δια ζώσης διδασκαλία και άμεση καθοδήγηση, εργαστηριακές δραστηριότητες και ομαδική συζήτηση
	5.2.2 Επαγγελματική ανάπτυξη: Εκπαίδευση, πιστοποιήσεις, ευκαιρίες δικτύωσης	Αξιολόγηση των κενών στην εκπαίδευση και των τρεχουσών πρακτικών του κλάδου, προσδιορισμός πρακτικών μέτρων και μεθόδων για την προώθηση της σταδιοδρομίας. Ανακάλυψη πιστοποιήσεων, εκπαιδεύσεων, σχετικών εκδηλώσεων δικτύωσης και δικτυακών πυλών σταδιοδρομίας στον κλάδο για την ενίσχυση της απασχολησιμότητας.	ΜΑ: Διερεύνηση πρακτικών στρατηγικών για την ενίσχυση της απασχολησιμότητας και την επαγγελματική εξέλιξη. Ανάπτυξη σαφών, προσωπικά διαμορφωμένων σχεδίων σταδιοδρομίας με προσδιορισμένες σχετικές δεξιότητες και ικανότητες. Αναγνώριση και καταγραφή συναφών εκπαιδεύσεων και εκδηλώσεων, σε τοπικό και διεθνές επίπεδο.	2 ½	Δια ζώσης διδασκαλία και άμεση καθοδήγηση, εργαστηριακές δραστηριότητες και ομαδική συζήτηση

*Σημείωση 1: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Υποενότητα» υποδηλώνει ότι στον ακόλουθο πίνακα «Οδηγίες Δραστηριοτήτων» παρέχονται πιο αναλυτικές πληροφορίες για σχετικές δραστηριότητες με το συγκεκριμένο αντικείμενο.

**Σημείωση 2: Το κείμενο με έντονη γραφή στη στήλη «Ανάλυση Υποενότητας» υποδηλώνει τη διαθεσιμότητα επιπλέον πληροφοριών που περιέχονται στον πίνακα «Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες».

Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
5.1.1 Το τοπίο της βιομηχανίας	1: Δομημένη συζήτηση — Είναι ο ναυτιλιακός κλάδος έτοιμος για μια επιταχυνόμενη πράσινη μετάβαση;	Περιγραφή: Οι μαθητές συμμετέχουν σε δομημένη συζήτηση σχετικά με το κατά πόσο ο ναυτιλιακός κλάδος είναι έτοιμος για επιταχυνόμενη πράσινη μετάβαση. Χωρισμένοι σε δύο ομάδες — Υπέρ (έτοιμος) και Κατά (όχι έτοιμος) — αναπτύσσουν επιχειρήματα με βάση περιβαλλοντικούς, οικονομικούς, τεχνολογικούς και κανονιστικούς παράγοντες. Αναδεικνύονται βασικοί οδηγοί (π.χ. καινοτομία, πολιτικές στήριξης, ζήτηση) και εμπόδια (π.χ. υψηλό κόστος, έλλειψη υποδομών, αντίσταση στην αλλαγή). Ακολουθεί σύντομος αναστοχασμός. Στόχοι συζήτησης: - Ενίσχυση κριτικής σκέψης σε σύνθετα ζητήματα βιωσιμότητας. - Ανάπτυξη επιχειρηματολογίας με τεκμηριωμένο λόγο. - Ευαισθητοποίηση για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της ναυτιλίας και την ανάγκη μετάβασης. - Ενίσχυση συνεργασίας και σεβαστικού διαλόγου. - Ανάπτυξη συστημικής σκέψης (οδηγοί και εμπόδια). Αποτελέσματα: - Βαθύτερη κατανόηση προκλήσεων και ευκαιριών βιωσιμότητας. - Αναγνώριση και διατύπωση βασικών οδηγών και εμποδίων. - Βελτίωση επικοινωνίας και ομαδικής εργασίας. - Ενίσχυση ενδιαφέροντος για βιώσιμες λύσεις.

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
5.1.1 Το τοπίο της βιομηχανίας	2: Βιώσιμη ναυπήγηση σκαφών παγκοσμίως – Ερευνητική πρόκληση	Περιγραφή: Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες για να διερευνήσουν πώς διαφορετικές χώρες προσεγγίζουν τη βιώσιμη ναυπήγηση σκαφών. Κάθε ομάδα επιλέγει ή της ανατίθεται μια χώρα και εξετάζει πρακτικές, καινοτομίες, υλικά, κανονισμούς και τάσεις. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται (poster, παρουσίαση, βίντεο). Στόχοι: • Ανάπτυξη ερευνητικών και αναλυτικών δεξιοτήτων. • Εμβάθυνση σε βιώσιμα υλικά και τεχνολογίες. • Ανάδειξη διεθνών προσεγγίσεων και διαφορών. • Ενίσχυση ομαδικής εργασίας και οργάνωσης. • Ανάπτυξη δεξιοτήτων παρουσίασης. Αποτελέσματα: • Περιγραφή πρακτικών βιώσιμης ναυπήγησης σε τουλάχιστον μία χώρα. • Κατανόηση διεθνών διαφορών και καλών πρακτικών. • Βελτίωση συνεργασίας και οργάνωσης. • Βελτίωση παρουσίασης. • Σύνδεση διεθνών πρακτικών με τοπική εφαρμογή.

Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
5.1.2 Επαγγελματικές διαδρομές	1: Χαρτογράφηση επαγγελματικής πορείας (ομαδική εργασία)	Περιγραφή: Οι μαθητές λαμβάνουν κάρτες με επαγγελματικούς ρόλους στη βιώσιμη ναυπήγηση σκαφών και τους τοποθετούν σε πίνακα, συσχετίζοντάς τους με: • Απαιτούμενες τεχνικές δεξιότητες • Οριζόντιες/ήπιες δεξιότητες • Προτεινόμενη εκπαίδευση/κατάρτιση • Τυπικό εργασιακό περιβάλλον (ναυπηγείο, προμηθευτής, συμβουλευτική κ.λπ.)
	2: Δημιουργία επαγγελματικής ταυτότητας	Περιγραφή: Οι μαθητές κατανοούν διαφορετικά επαγγελματικά προφίλ στη βιώσιμη ναυπήγηση σκαφών δημιουργώντας μια πλήρη «επαγγελματική περσόνα». Κάθε ομάδα αναλαμβάνει έναν ρόλο, όπως: • Ναυπηγός μηχανικός (βιώσιμα υλικά) • Τεχνικός παραγωγής ναυπηγείου • Υπεύθυνος προμηθειών • Περιβαλλοντικός σύμβουλος • Σχεδιαστής οικο-αποδοτικών σκαφών • Υπεύθυνος ποιότητας και πιστοποίησης • Εκπαιδευτής ΕΕΚ στη βιώσιμη ναυπηγική Οι μαθητές δημιουργούν έναν επαγγελματικό χαρακτήρα που περιλαμβάνει: • Όνομα, ηλικία, εμπειρία • Υπόβαθρο • Κίνητρα και προκλήσεις • Τεχνικές δεξιότητες • Οριζόντιες/ήπιες δεξιότητες • Εκπαίδευση και κατάρτιση • Τυπικό εργασιακό περιβάλλον • Συμβολή στη βιωσιμότητα Παρουσίαση: Κάθε ομάδα παρουσιάζει για 5 λεπτά, δείχνοντας πώς ο χαρακτήρας εντάσσεται στην αλυσίδα αξίας της βιώσιμης ναυπήγησης σκαφών.

Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Οδηγίες Δραστηριοτήτων

Υποενότητα	Δραστηριότητα	Περιγραφή
5.2.1 Βασικές δεξιότητες	Σχεδιασμός οικολογικών εξαρτημάτων σκάφους αναψυχής με βιοσύνθετα υλικά Οι ομάδες δημιουργούν ένα εννοιολογικό σχέδιο για εξάρτημα γάστρας σκάφους χρησιμοποιώντας βιοσύνθετα (ίνες λιναριού, βιορητίνη). Περιλαμβάνει επιλογή υλικών, σχεδίαση CAD, βασικές αρχές LCA, μείωση αποβλήτων και σχεδιασμό συστήματος φιλτραρίσματος.	Ομάδα-στόχος: Σπουδαστές επαγγελματικής εκπαίδευσης με εξειδίκευση σε deep tech και βιώσιμα υλικά στη βιομηχανία σκαφών αναψυχής. Μαθησιακοί στόχοι: Κατανόηση της ενσωμάτωσης τεχνικών δεξιοτήτων στον σχεδιασμό σκαφών, εφαρμογή CAD, LCA και βελτιστοποίησης υλικών, ανάπτυξη επίγνωσης προκλήσεων βιωσιμότητας, συνεργασία σε ομάδες για επίλυση σχεδιαστικών προβλημάτων. Βήμα-βήμα: 1. Δημιουργία ομάδων και κατανομή ρόλων. 2. Παρουσίαση σεναρίου. 3. Φάση σχεδιασμού (επιλογή υλικών, σχεδιασμός CAD, ανασκόπηση LCA, μείωση αποβλήτων, σύστημα φιλτραρίσματος). 4. Παρουσίαση και συζήτηση. Κριτήρια αξιολόγησης (προαιρετικά): Σαφήνεια, εφικτότητα, ενσωμάτωση γνωστικών πεδίων, δημιουργικότητα, συνεργασία ομάδας. Ερωτήσεις συζήτησης: Γιατί βιοσύνθετα; Ποιες είναι οι περιβαλλοντικές προκλήσεις της παραδοσιακής παραγωγής σκαφών; Ποιος είναι ο ρόλος των CAD και LCA; Ποιοι είναι οι συμβιβασμοί από την αντικατάσταση παραδοσιακών υλικών;
5.2.2 Επαγγελματική ανάπτυξη	Σχεδιασμός σταδιοδρομίας	Περιγραφή: Οι μαθητές σχεδιάζουν τον προσωπικό τους χάρτη σταδιοδρομίας για είσοδο στη βιώσιμη ναυπήγηση σκαφών. Σε μεγάλο φύλλο καταγράφουν: • Βραχυπρόθεσμα βήματα (δεξιότητες, μαθήματα) • Μεσοπρόθεσμους στόχους (πρακτική, κατάρτιση, πιστοποιήσεις) • Μακροπρόθεσμο όραμα (συγκεκριμένα "πράσινα" επαγγέλματα) Επιπλέον εντοπίζουν: • Βασικούς φορείς του κλάδου (εταιρείες, ΜΚΟ) • Εκδηλώσεις (εκθέσεις, workshops, συνέδρια) • Δίκτυα και τρόπους δικτύωσης (LinkedIn, απόφοιτοι, μέντορες) Αποτέλεσμα: Παρουσίαση του πλάνου και λήψη ανατροφοδότησης.

Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Περισσότερες πληροφορίες και εμβάθυνση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου
EU Green Deal, Fit for 55 Package Waste Shipment regulation (EU) NextGenEU funds 3 countries (France, Germany, Netherlands) leading the way Current obstacles towards sustainability detailed Ocean Race article is a more general overview on obstacles and way forward Interview on green transition in the sector - casestudy of Benetau Case study of Benetauin video	https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en https://www.consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/ https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-shipments_en https://next-generation-eu.europa.eu/index_en https://www.yacht.de/en/shipyards/boatbuilding-ecolution-these-shipyards-are-working-on-sustainable-concepts/ https://teconaut.eu/en/downloads/ (New deep tech skills document) https://www.theoceanrace.com/en/racing-with-purpose/sustainable-sports-and-innovation/sustainable-boat-building https://no-frills-sailing.com/sustainability-boatbuilding-beneteau-erwan-faoucher-interview/ https://www.youtube.com/watch?v=ynGKEYIYXQo	Επίσημος ιστότοπος της ΕΕ για την Πράσινη Συμφωνία, το πακέτο «Fit for 55» και τον κανονισμό για τη μεταφορά αποβλήτων με τα βασικά σημεία, τους στόχους και τους σκοπούς σε διάφορες γλώσσες Αναλυτικές πληροφορίες για τα κονδύλια NextGenEU Παρουσίαση τριών επιτυχημένων μελετών περιπτώσεων που εφαρμόζουν βιώσιμα υλικά και πρακτικές και μοιράζονται ιδέες και εμπειρίες. Οι τρεις εταιρείες είναι: Beneteau, The Ecoracer από την Eco Yachts, Windelo, Bestevaer και Vaan. Λεπτομερής έρευνα σχετικά με τα υλικά deep tech, την εφαρμογή τους, τις απαιτούμενες δεξιότητες και γνώσεις, τα εμπόδια και τις προβλέψεις που συλλέχθηκαν από μια σειρά συνεντεύξεων μεγάλης κλίμακας με περισσότερους από 120 ειδικούς Το Ocean Race έχει διοργανώσει τέσσερα εργαστήρια καινοτομίας για τη βιώσιμη κατασκευή σκαφών από το 2017, ενώνοντας ηγέτες του κλάδου και ομάδες αγώνων για να δημιουργήσουν από κοινού έναν φιλόδοξο χάρτη πορείας για το 2030, με έμφαση στα υλικά, τη μείωση των αποβλήτων, την ενεργειακή απόδοση και παράγοντες όπως οι κανονισμοί και η ανάλυση του κύκλου ζωής, με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50% . Αυτά τα εργαστήρια έχουν αποφέρει έναν λεπτομερή Οδικό Χάρτη της Βιομηχανίας για το 2030, καθώς και πρακτικές οδηγίες και εκθέσεις που επισημαίνουν τα άμεσα μέτρα που μπορούν να λάβουν οι κατασκευαστές σκαφών για να επιταχύνουν τη μετάβαση σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον. Παρουσιάζοντας την περίπτωση της Beneteau, η οποία καταβάλλει σοβαρές, τεχνολογικά προσανατολισμένες προσπάθειες βιωσιμότητας — αναπτύσσοντας οικολογικές ρητίνες όπως το Elium®, αυξάνοντας τη χρήση φυσικών ινών, εισάγοντας ηλεκτρική/υβριδική πρόωση και εφαρμόζοντας προγράμματα ανάλυσης κύκλου ζωής και ανακύκλωσης — ενώ παράλληλα εξισορροπεί την καινοτομία με την ετοιμότητα των πελατών και το κόστος. + βίντεο συνέντευξης

Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Περισσότερες πληροφορίες και εμπάθунση στις υποενότητες



Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου
Jobs in shipyards & boatbuilding (in general)	https://www.marineinsight.com/careers-2/different-jobs-in-a-shipyard-shipbuilding-industry/ https://no-frills-sailing.com/sustainability-boatbuilding-beneteau-erwan-faoucher-interview/	Παρουσίαση των κύριων θέσεων εργασίας στον τομέα της ναυπηγικής, όπως συγκολλητές, κατασκευαστές, υδραυλικοί, ηλεκτρολόγοι, ξυλουργοί, τεχνίτες, ελεγκτές ποιότητας κ.ά
Wooden boat building in video New technologies in traditional boatbuilding How to build a traditional wooden dinghy - video Sustainable sailboat building - video	https://www.youtube.com/watch?v=cXkBA-h0IU https://www.youtube.com/watch?v=YbpcJiikP44 https://www.youtube.com/watch?v=xiE0n9lhk4g https://www.youtube.com/watch?v=De8E4YS6nNM	Σύντομα βίντεο που παρουσιάζουν τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής σκαφών, καθώς και τις απαιτούμενες δεξιότητες και ικανότητες για την επεξεργασία του ξύλου και την κατασκευή λέμβων ή ιστιοφόρων

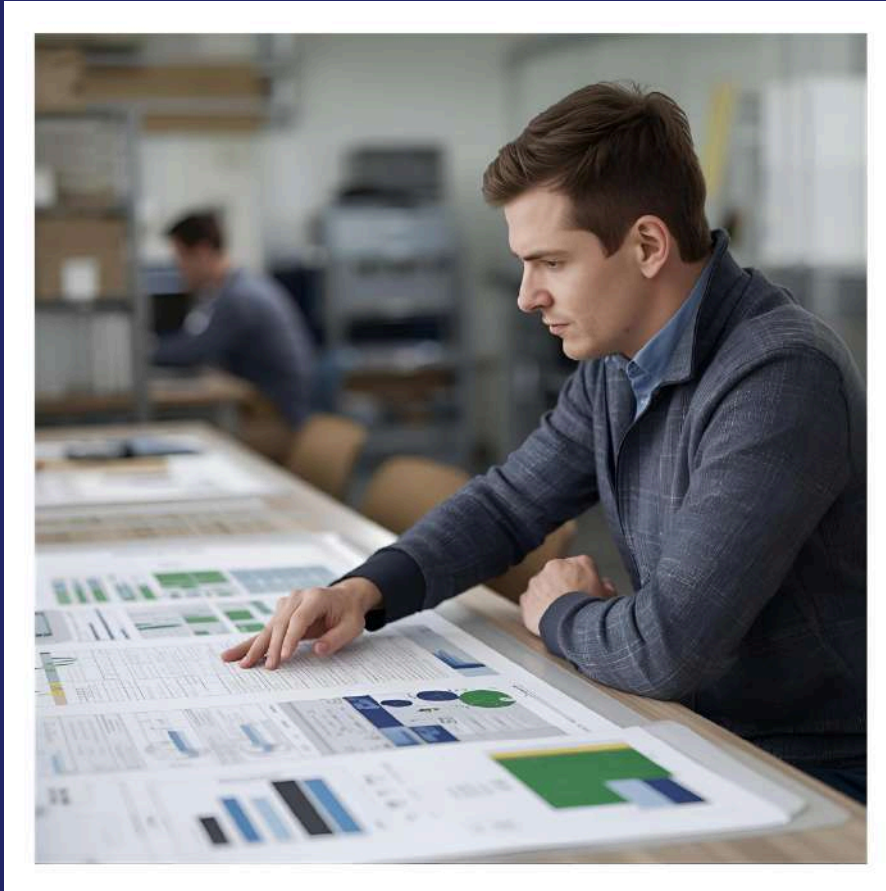
Ενότητα 5: Σχεδιασμός καριέρας, ευκαιρίες και προκλήσεις / Περισσότερες πληροφορίες και εμπάθунση στις υποενότητες

Θέμα για περαιτέρω μελέτη	Πηγή	Σύντομη περιγραφή περιεχομένου
Relevant skills needed in the sector, status-quo of curriculum and improvement needed Video presentation on building a career List of UK and international events for boatbuilders, shipyards, also great occasions to network Tips on how to do networking Metstrade Young Professionals LinkedIn Group Networking opportunities, preparation for international events, success stories	https://teconaut.eu/en/downloads/ https://www.youtube.com/watch?v=g34Vk5ehGHY https://marineindustrynews.co.uk/marine-industry-events/ https://www.youtube.com/watch?v=OVf5c7NthSw https://www.linkedin.com/groups/12717817/ https://fastercapital.com/content/Boating---Yachting-Networking-Event-Navigating-Success--How-Boating-and-Yachting-Networking-Events-Can-Boost-Your-Career.html	Έκθεση έρευνας για την αξιολόγηση προγραμμάτων σπουδών, οδηγίες για αναγνώριση και αξιολόγηση δεξιοτήτων, και παρουσίαση νέου συνόλου δεξιοτήτων deep tech. Θέσεις εργασίας στον τομέα της ναυπηγικής, συνεντεύξεις με ειδικούς και μελέτες περιπτώσεων Εκτενής λίστα με εκθέσεις σκαφών, φεστιβάλ και διεθνείς εκθέσεις στο Ηνωμένο Βασίλειο και διεθνώς, χρήσιμες για αναζήτηση εργασίας, δικτύωση και ενημέρωση για καινοτομία και βιωσιμότητα Συμβουλές από επαγγελματίες για το πώς να αποκτήσετε δεξιότητες δικτύωσης και να αφήσετε μόνιμη εντύπωση Ιδιωτική ομάδα στο LinkedIn για νέους επαγγελματίες ή εργαζόμενους στη ναυπηγική, για ανταλλαγή γνώσεων, μάθηση και δικτύωση Σημασία της δικτύωσης στον τομέα της ναυπηγικής, τα οφέλη της, επιτυχημένες ιστορίες, πώς να προετοιμαστείτε για διεθνείς εμπορικές εκθέσεις σκαφών, και ποιες τάσεις και καινοτομίες να παρακολουθήσετε



4

Πώς να υλοποιήσετε την εκπαίδευση



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

4. Πώς να υλοποιήσετε την εκπαίδευση



Το κεφάλαιο 4 παρέχει πρακτική καθοδήγηση με έμφαση στην εφαρμογή, για τους εκπαιδευτές που υλοποιούν το εκπαιδευτικό πρόγραμμα TEcoNaut. Στόχος της είναι να τους υποστηρίξει στα εξής:

- Εφαρμογή των προτεινόμενων μεθόδων διδασκαλίας και μάθησης
- Προσαρμογή των διδακτικών προσεγγίσεων σε διαφορετικά εκπαιδευτικά ή επιχειρησιακά πλαίσια
- Διευκόλυνση διαδραστικών και αποτελεσματικών μαθησιακών εμπειριών
- Διασφάλιση ότι τα προβλεπόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, και ιδίως εκείνα που σχετίζονται με τη βιώσιμη ναυπήγηση σκαφών, επιτυγχάνονται με συνέπεια σε όλα τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Τα υποκεφάλαια 4.1 και 4.2 παρουσιάζουν τη συνολική εκπαιδευτική προσέγγιση και την καθοδήγηση προς τους εκπαιδευτές. Συγκεκριμένα, το υποκεφάλαιο 4.1 παρέχει μια επισκόπηση των επιλεγμένων και συμπληρωματικών μεθόδων διδασκαλίας, ενώ το υποκεφάλαιο 4.2 προσφέρει πρακτικές συμβουλές για την υποστήριξη μιας αποτελεσματικής, μαθητοκεντρικής και βασισμένης στις δεξιότητες υλοποίησης του προγράμματος TEcoNaut.

Μέσα από αυτή την καθοδήγηση, οι εκπαιδευτές εξοπλίζονται ώστε να παρέχουν υψηλής ποιότητας εκπαίδευση, η οποία αντανakλά την έμφαση του προγράμματος στην καινοτομία, τη βιωσιμότητα και την ανάπτυξη πρακτικών δεξιοτήτων.

4.1 Εκπαιδευτική προσέγγιση και καθοδήγηση

Οδηγίες για τους εκπαιδευτές

Κατά την προετοιμασία και υλοποίηση των μαθημάτων, οι εκπαιδευτές θα πρέπει να:

- **Επιλέγουν κατάλληλες μεθόδους διδασκαλίας** από την Ενότητα 4.1, λαμβάνοντας υπόψη τα προβλεπόμενα μαθησιακά αποτελέσματα που περιγράφονται στους πίνακες κάθε υποενότητας της Ενότητας 3, τους διαθέσιμους πόρους και την προϋπάρχουσα εμπειρία των εκπαιδευομένων.
- **Εξισορροπούν τη θεωρία με την πράξη**, ώστε κάθε έννοια να εξηγείται και να εφαρμόζεται, επιτρέποντας στους εκπαιδευόμενους να αποκτήσουν βιωματική κατανόηση.
- **Διευκολύνουν την παροχή ανατροφοδότησης και τον αναστοχασμό** μετά από κάθε συνεδρία, για την εδραίωση της μάθησης και την ενθάρρυνση της αυτοαξιολόγησης.
- **Προσαρμόζουν τις μεθόδους στο εκάστοτε μοντέλο υλοποίησης** – δια ζώσης, εξ αποστάσεως ή υβριδικό – διατηρώντας παράλληλα τη συμμετοχικότητα και την ενεργή εμπλοκή των εκπαιδευομένων (βλ. Ενότητα 4.1: «Συνδυασμός Μεθόδων» για αναλυτική καθοδήγηση).



Επισκόπηση των επιλεγμένων μεθόδων

Το πρόγραμμα TEcoNaut αξιοποιεί έναν συνδυασμό πέντε συμπληρωματικών διδακτικών προσεγγίσεων, οι οποίες αποτελούν τον παιδαγωγικό κορμό του προγράμματος. Οι μέθοδοι αυτές έχουν σχεδιαστεί ώστε η εκπαίδευση να παραμένει **διαδραστική, προσανατολισμένη στις δεξιότητες και στενά συνδεδεμένη με τις πραγματικές συνθήκες του εργασιακού περιβάλλοντος**:

- **Βιωματική / Πρακτική Μάθηση (Hands-on Learning)** - Ενεργή συμμετοχή μέσω πρακτικών ασκήσεων που επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να εκτελούν πραγματικές ή προσομοιωμένες εργασίες και να εφαρμόζουν άμεσα τις έννοιες που διδάσκονται.
- **Δια ζώσης Διδασκαλία στην Τάξη (Classroom-based Learning)** - Δομημένες συνεδρίες με καθοδήγηση από τον εκπαιδευτή, που εισάγουν τις θεωρητικές βάσεις και δημιουργούν ευκαιρίες για καθοδηγούμενη συζήτηση.
- **Ηλεκτρονική Εκπαίδευση (Online Training)** - Διαδικτυακές ή αυτοκαθοδηγούμενες δραστηριότητες που προσφέρουν ευελιξία και πρόσβαση σε ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό.
- **Μάθηση μέσω Εμπειρίας (Experiential Learning)** - Μάθηση μέσα από τον αναστοχασμό προσωπικών ή συλλογικών εμπειριών, συνδέοντας πραγματικές καταστάσεις με νέα γνώση.
- **Μάθηση βάσει Έργου (Project-based Learning)** - Ομαδική διερεύνηση αυθεντικών προβλημάτων που απαιτούν τον συνδυασμό θεωρίας και πράξης για την παραγωγή απτών αποτελεσμάτων.

Συνολικά, οι προσεγγίσεις αυτές δίνουν στους εκπαιδευτές τη δυνατότητα να προσφέρουν **ελκυστικές και αποτελεσματικές μαθησιακές εμπειρίες**, ενισχύοντας την ανάπτυξη τόσο τεχνικών όσο και δεξιοτήτων που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα, κρίσιμων για τον τομέα της ναυπήγησης σκαφών.

Επιπλέον και συμπληρωματικές μέθοδοι

Οι εκπαιδευτές μπορούν να ενσωματώσουν με ευελιξία τις παρακάτω προσεγγίσεις, προσαρμόζοντας τις σε διαφορετικούς μαθησιακούς στόχους, προφίλ συμμετεχόντων ή τρόπους υλοποίησης:

- **Υβριδική Μάθηση (Hybrid Learning)** - Συνδυασμός διαδικτυακής και δια ζώσης εκπαίδευσης, για εξισορρόπηση ευελιξίας και αλληλεπίδρασης.
- **Εργαστήρια (Workshops)** - Εστίαση σε πρακτική, συναφή με ομότιμους (peer-to-peer) εξάσκηση μέσα σε μικρές ομάδες.

- **Συζητήσεις Ομάδας και Συνεργατική Μάθηση** (Group Discussions and Collaborative Learning) – Ενθαρρύνουν την ομαδική εργασία και την κοινή επίλυση προβλημάτων.
- **Άμεση Διδασκαλία** (Direct Instruction) – Σύντομα θεωρητικά εισαγωγικά μαθήματα ή επιδείξεις που χρησιμοποιούνται πριν από τις πρακτικές συνεδρίες.
- **Προσέγγιση Αντεστραμμένης Τάξης** (Flipped Classroom Approach) – Ανάθεση προπαρασκευαστικής αυτομάθησης, ώστε ο χρόνος στην τάξη να χρησιμοποιείται για εφαρμογή.
- **Μάθηση μέσω Παιχνιδιού** (Game-based Learning) – Ενσωμάτωση παιχνιδιών ή ανταγωνιστικών στοιχείων για την ενίσχυση της παρακίνησης.
- **Μάθηση με Σενάρια και Προσομοιώσεις / Παιχνίδια Ρόλων** (Scenario-based and Simulation-based Learning / Role-Playing) – Επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να πειραματιστούν με ρεαλιστικές περιπτώσεις με ασφαλή τρόπο.
- **Μάθηση βάσει Προβλήματος** (Problem-based Learning, PBL) – Οι εκπαιδευόμενοι συνεργάζονται για την επίλυση ανοιχτών, πραγματικών προκλήσεων υπό καθοδήγηση του εκπαιδευτή.

Οι επιπλέον αυτές μέθοδοι παρέχουν στους εκπαιδευτές **ευέλικτα εργαλεία για την προσαρμογή του προγράμματος** σε διαφορετικά πλαίσια, ενισχύοντας τη συμμετοχή των εκπαιδευομένων και την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής υλοποίησης.

Συνθέτοντας μεθόδους

Οι εκπαιδευτικές μέθοδοι μπορούν **να συνδυαστούν στρατηγικά** ώστε να βελτιωθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα. Για παράδειγμα:

- **Εναλλαγή Ρόλων** (Job Rotation) και **Διασταυρούμενη Εκπαίδευση** (Cross-Training) – Έκθεση των εκπαιδευομένων σε διαφορετικές λειτουργίες, διευρύνοντας την πρακτική τους εμπειρία.
- **Συνεργατικά Έργα με Συνεδρίες Επίλυσης Προβλημάτων** – Συνδυασμός ομαδικής εργασίας με καινοτομία, ενθαρρύνοντας την εφαρμογή της γνώσης σε πραγματικές προκλήσεις.

Οι εκπαιδευτές ενθαρρύνονται να εφαρμόζουν παρόμοιους συνδυασμούς, ώστε να **ενισχύεται η σύνδεση μεταξύ θεωρητικής κατανόησης και πρακτικής απόδοσης**, προσαρμόζοντας τις προσεγγίσεις στις συγκεκριμένες ανάγκες των εκπαιδευομένων και στο εκάστοτε εκπαιδευτικό πλαίσιο.

4.2 Πρακτικές συμβουλές

Αυτή η υποενότητα παρέχει πρακτικές συστάσεις για να βοηθήσει τους εκπαιδευτές να σχεδιάζουν και να υλοποιούν αποτελεσματικά τις συνεδρίες TEcoNaut. Σκοπός της είναι η υποστήριξη υψηλής ποιότητας διδασκαλίας, η ενίσχυση της συμμετοχής των εκπαιδευομένων και η προώθηση συνεπούς εφαρμογής του εκπαιδευτικού προγράμματος.

Πριν τη Συνεδρία - Προετοιμασία

- Καθορισμός Μαθησιακών Αποτελεσμάτων - Ορίστε με σαφήνεια τι πρέπει να μπορούν να κάνουν οι συμμετέχοντες στο τέλος του μαθήματος, αντί να επικεντρώνεστε μόνο στη θεωρητική γνώση.
- Προετοιμασία Υλικών εκ των προτέρων - Ελέγξτε ότι τα εργαλεία, τα δείγματα και τα ψηφιακά αρχεία λειτουργούν και είναι διαθέσιμα.
- Οργάνωση Μαθησιακού Περιβάλλοντος - Τακτοποιήστε καθίσματα και εξοπλισμό ώστε να ενισχύεται η συμμετοχή και να διασφαλίζεται η ασφάλεια.
- Επιλογή και Σκόπιμος Συνδυασμός Μεθόδων - Σχεδιάστε ποιες προσεγγίσεις από την Ενότητα 4.1 θα υποστηρίξουν καλύτερα τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα.
- Δημιουργία Θετικού Κλίματος - Ξεκινήστε με μια σύντομη εισαγωγή ή ερώτηση που συνδέει το θέμα με πραγματικές εργασιακές καταστάσεις.



Κατά τη Συνεδρία - Υλοποίηση

- Ενθάρρυνση Ενεργούς Συμμετοχής - Χρησιμοποιήστε ερωτήσεις, σύντομες συζητήσεις και πρακτικές ασκήσεις για να διατηρείτε το ενδιαφέρον των εκπαιδευομένων.
- Κατανομή Ευθυνών - Προσκαλέστε τους συμμετέχοντες να επιδείξουν διαδικασίες ή να συνοψίσουν τα βασικά σημεία.
- Εναλλαγή Θεωρίας και Πράξης - Παρέχετε σύντομες εξηγήσεις, ακολουθούμενες από διαδραστικές ή βιωματικές δραστηριότητες.
- Χρήση Οπτικών και Υλικών Βοηθημάτων - Δείξτε με φυσικά παραδείγματα, διαγράμματα ή σύντομα βίντεο για την υποστήριξη της κατανόησης.
- Κινητοποίηση Δημιουργικότητας - Σε δραστηριότητες βάσει έργου ή προβλήματος, επιβραβεύστε καινοτόμες λύσεις και τη συνεργασία.



Μετά τη Συνεδρία - Αναστοχασμός και Παρακολούθηση

- Σύντομη Ανασκόπηση (Debriefing) - Συζητήστε τι έμαθαν οι συμμετέχοντες και πώς μπορούν να το εφαρμόσουν στην εργασία τους.
- Συλλογή Άμεσης Ανατροφοδότησης - Χρησιμοποιήστε σύντομες γραπτές ή προφορικές αξιολογήσεις για να εντοπίσετε τα δυνατά σημεία και τα σημεία που χρειάζονται βελτίωση.
- Σύνοψη και Σύνδεση - Επανεξετάστε τα βασικά συμπεράσματα και επισημάνετε τη σύνδεση με τις επερχόμενες ενότητες.
- Καταγραφή Πρακτικών Παραδειγμάτων - Διατηρήστε φωτογραφίες ή σημειώσεις των δραστηριοτήτων που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ή να κοινοποιηθούν σε μελλοντικές συνεδρίες.

Ψηφιακή και Υβριδική Υλοποίηση

- Δοκιμή Τεχνολογίας εκ των προτέρων - Επιβεβαιώστε ότι τα εργαλεία ήχου, βίντεο και παρουσίασης λειτουργούν σωστά. Βλ. Ενότητα 8, «Εξοπλισμός Εκπαίδευσης».
- Διατήρηση Αλληλεπίδρασης - Εναλλάσσετε σύντομες παρουσιάσεις με δραστηριότητες των συμμετεχόντων για την αποφυγή κόπωσης από την οθόνη.
- Ενθάρρυνση Συνεργασίας Online - Χρησιμοποιήστε ομαδικές ασκήσεις ή κοινά έγγραφα για την προώθηση της ομαδικής εργασίας.
- Παροχή Αυτορρυθμιζόμενων Πόρων - Προσφέρετε εγγραφές ή ψηφιακό υλικό για τους εκπαιδευόμενους που χρειάζονται επιπλέον επανάληψη.



Βιώσιμη και Συμπεριληπτική Διδασκαλία

- Προβολή Βιωσιμότητας - Επαναχρησιμοποιείτε υλικά επίδειξης και μειώνετε τα έντυπα φυλλάδια χρησιμοποιώντας ψηφιακές εναλλακτικές λύσεις.
- Διασφάλιση Προσβασιμότητας - Προσαρμόζετε τις εξηγήσεις και τον ρυθμό διδασκαλίας ώστε να καλύπτονται διαφορετικά επίπεδα εμπειρίας.
- Ενίσχυση Σεβαστής Συμμετοχής - Δημιουργείτε ένα περιβάλλον όπου όλοι οι εκπαιδευόμενοι αισθάνονται άνετα να συμβάλλουν.
- Τονισμός Σχετικότητας - Χρησιμοποιείτε παραδείγματα από διάφορους ναυτιλιακούς τομείς για να συνδεθεί το μάθημα με τα διαφορετικά υπόβαθρα των εκπαιδευομένων.

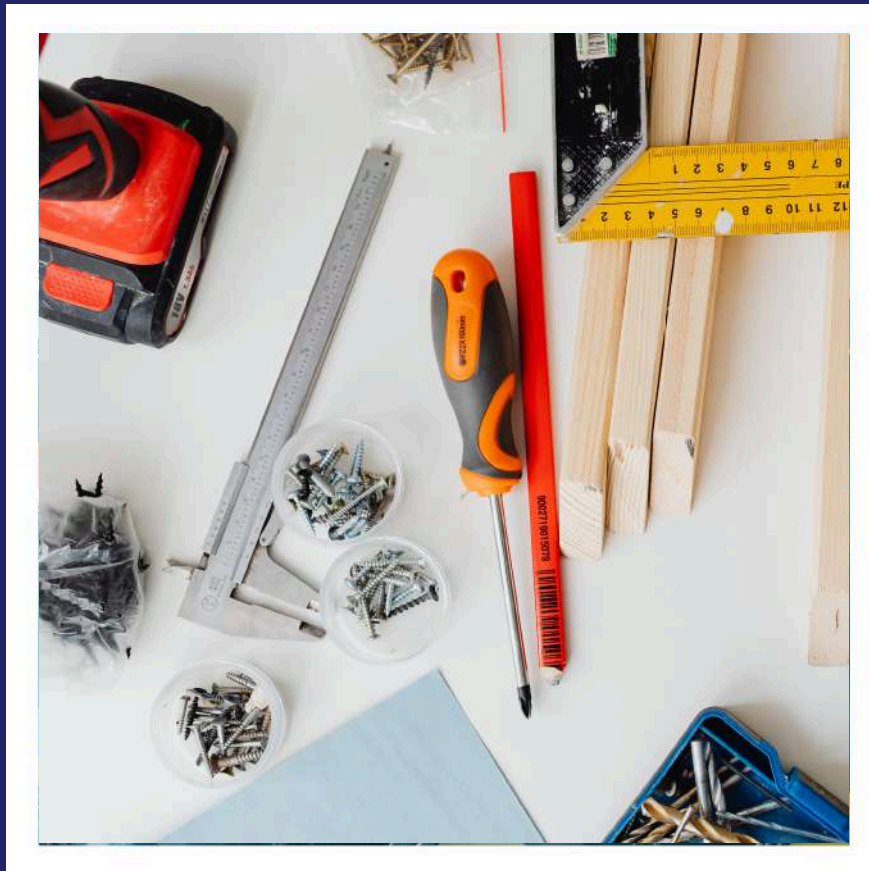


Οι παραπάνω συστάσεις λειτουργούν ως ευέλικτος οδηγός ελέγχου και όχι ως αυστηρή διαδικασία. Οι εκπαιδευτές ενθαρρύνονται να τις προσαρμόζουν στο συγκεκριμένο μαθησιακό περιβάλλον, στους διαθέσιμους πόρους και στις ανάγκες των συμμετεχόντων, διασφαλίζοντας ότι κάθε συνεδρία TEcoNaut παραμένει βιωματική, συμπεριληπτική και ευθυγραμμισμένη με πρακτικές βιωσιμότητας.



5

Τι υλικά και εξοπλισμό θα χρειαστείτε



5. Τι υλικά και εξοπλισμό θα χρειαστείτε

Η αποτελεσματική διδασκαλία στα κέντρα επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης βασίζεται σε προσεκτικά επιλεγμένο, πρακτικό εξοπλισμό κατάρτισης που επιτρέπει στους μαθητές να βλέπουν, να αγγίζουν, να συγκρίνουν και να εφαρμόζουν υλικά και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται σε πραγματικά περιβάλλοντα παραγωγής. Ο εξοπλισμός που περιγράφεται σε αυτή την ενότητα υποστηρίζει μια πρακτική προσέγγιση, βοηθώντας τους σπουδαστές να κατανοήσουν τις ιδιότητες, τις εφαρμογές και τις προκλήσεις επεξεργασίας των βιώσιμων σύνθετων υλικών. Μέσω του συνδυασμού φυσικών δειγμάτων, οπτικών βοηθημάτων, φύλλων εργασίας και καθοδηγούμενων πρακτικών εργαλείων, οι εκπαιδευτές μπορούν να γεφυρώσουν τη θεωρία με την πράξη και να προετοιμάσουν τους εκπαιδευόμενους για βιώσιμες εργασίες ναυπήγησης σκαφών.

Ενότητα 2 – Βιώσιμα υλικά, ιδιότητες και απόδοση

Υπο-ενότητα 2.1.1: Ιδιότητες υλικών: Χαρακτηριστικά και εφαρμογές

Ο εκπαιδευτικός εξοπλισμός για αυτή τη θεματική ενότητα επικεντρώνεται στο να δώσει τη δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να συγκρίνουν και να κατανοήσουν τα διάφορα υλικά ενίσχυσης που χρησιμοποιούνται συνήθως σε βιώσιμα σύνθετα υλικά. Δείγματα υλικών ενίσχυσης όπως το λινό, ο βασάλτης, το ανακυκλωμένο PET (rPET) και οι ίνες γυαλιού θα πρέπει να είναι διαθέσιμα σε μικρά, εύχρηστα κομμάτια, ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να εξετάσουν την υφή, την ευκαμψία, τη δομή των ινών και την επιφανειακή όψη.

Οι πίνακες σύγκρισης ιδιοτήτων ή τα φυλλάδια υποστηρίζουν τη δομημένη μάθηση, συνοψίζοντας με οπτικό τρόπο τα βασικά χαρακτηριστικά όπως είναι η ακαμψία, το βάρος, η συμπεριφορά στην υγρασία, η ανακυκλωσιμότητα και οι τυπικές εφαρμογές. Παρουσιάσεις PowerPoint ή άλλα οπτικά μέσα προβολής στον πίνακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επεξήγηση εννοιών όπως η αντοχή σε εφελκυσμό ή ο προσανατολισμός των ινών, ενώ εικόνες πραγματικών εξαρτημάτων των σκαφών βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να συνδέσουν αφηρημένες ιδιότητες υλικών με πρακτικές εφαρμογές σε γάστρες, καταστρώματα, εσωτερικούς χώρους ή δευτερεύουσες κατασκευές.

Κατάλογος βασικών υλικών και εξοπλισμού

- Δείγματα υλικών (π.χ. λινό, βασάλτης, rPET, ίνες γυαλιού)
- Πίνακες ή φυλλάδια σύγκρισης ιδιοτήτων
- Παρουσιάσεις PowerPoint ή οπτικά μέσα προβολής
- Εικόνες εφαρμογών πραγματικών εξαρτημάτων σκαφών

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



Ηφαιστειακό πέτρωμα - σκόνη βασάλτη



Ηφαιστειακό πέλετ

Υπο-ενότητα 2.2.1: Κατηγορίες πρώτων υλών: Φυσικές ίνες, ανακυκλωμένες ίνες, βασάλτης, αναγεννημένη κυτταρίνη

Για το αυτή την ενότητα, κάρτες δειγμάτων ινών με σαφή επισήμανση ή μικρά πακέτα επιτρέπουν στους μαθητές να διακρίνουν τις διαφορετικές κατηγορίες αυτών των πρώτων υλών. Οι ετικέτες πρέπει να περιλαμβάνουν τον τύπο των ινών και τις βασικές πληροφορίες που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα. Ένας πίνακας σύγκρισης τεχνικών και μη τεχνικών ινών βοηθά τους μαθητές να οπτικοποιήσουν το εύρος απόδοσης και τους περιορισμούς.

Ενημερωτικά φύλλα δεδομένων για τις ίνες παρέχουν σύντομες σχετικές πληροφορίες, ενώ ένα αντίστοιχο φύλλο εργασίας ή μια άσκηση κοπής και επικόλλησης ενισχύει τη μάθηση ζητώντας από τους μαθητές να συνδέσουν τους τύπους των ινών με τις ιδιότητες ή τις εφαρμογές τους. Εικόνες που δείχνουν τη χρήση αυτών των ινών σε εξαρτήματα κατασκευής σκαφών υπογραμμίζουν περαιτέρω τη σημασία τους στη σύγχρονη, βιώσιμη παραγωγή.

Κατάλογος βασικών υλικών και εξοπλισμού:

- Κάρτες ή πακέτα δειγμάτων ινών (με ετικέτες)
- Διάγραμμα σύγκρισης (τεχνικών έναντι μη τεχνικών ινών)
- Φύλλα δεδομένων για τις ίνες (σύντομα, οπτικά)
- Φύλλο εργασίας αντιστοίχισης ή άσκηση κοπής και επικόλλησης
- Εικόνες με εφαρμογές των ινών σε σκάφη.

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



Ηφαιστειακές ίνες (κομμένες)



Ηφαιστειακές ίνες

Υπο-ενότητα 2.2.2: Υφάσματα: Αρχιτεκτονικές υφασμάτων σε σύνθετα υλικά

Η διδασκαλία της αρχιτεκτονικής των υφασμάτων απαιτεί οπτικό εκπαιδευτικό εξοπλισμό. Δείγματα υφασμένων, μη υφασμένων και μονοκατευθυντικών (UD) ενισχυτικών ινών επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν με πρακτικό τρόπο τις διαφορές στη δομή και τη συμπεριφορά τους κατά τον χειρισμό. Τα βέλη κατεύθυνσης ινών που εφαρμόζονται απευθείας στα δείγματα ή που εμφανίζονται στα διαγράμματα βοηθούν στην εξήγηση των διαδρομών του φορτίου και της απόδοσης της κατασκευής.

Ένα μικρό μοντέλο εξαρτήματος, όπως ένα σχήμα κατασκευασμένο από αφρώδες υλικό, δίνει την δυνατότητα στους μαθητές να εξασκηθούν στο πως αυτό καλύπτεται με τα υφάσματα ενισχυτικών ινών και να παρατηρήσουν πώς οι διαφορετικές αρχιτεκτονικές ινών συμπεριφέρονται πάνω στις καμπύλες επιφάνειες. Τα φύλλα εργασίας με ασκήσεις αντιστοίχισης υφασμάτων με πρακτικές εφαρμογές ενισχύουν την κατανόηση και βοηθούν τους μαθητές να συνδέσουν την επιλογή των υφασμάτων με τις πραγματικές απαιτήσεις της ναυπήγησης σκαφών.

Λίστα βασικών υλικών και εξοπλισμού:

- Δείγματα υφασμάτων (υφασμένα, μη υφασμένα, μονοκατευθυντικά)
- Βέλη κατεύθυνσης ινών (σε δείγματα ή διαγράμματα)
- Μοντέλο για να το καλύψετε (π.χ. μικρό σχήμα από αφρώδες υλικό)
- Φύλλο εργασίας με άσκηση αντιστοίχισης υφασμάτων με πρακτικές εφαρμογές.

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού

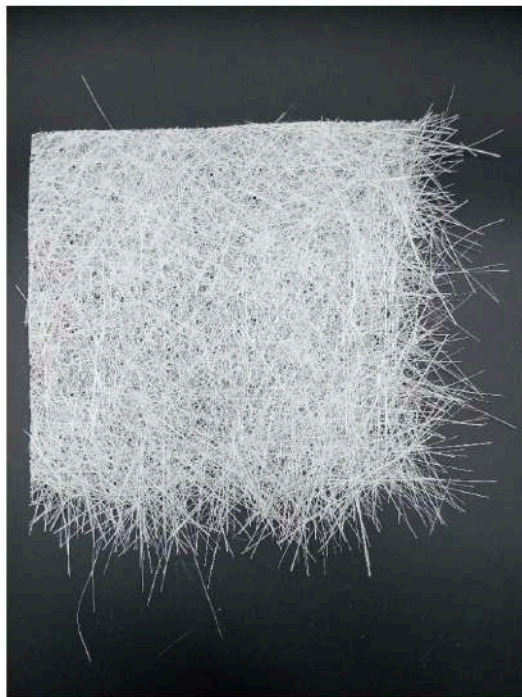


Διάξονικό ύφασμα από ίνες γυαλιού



Τριαξονικό ύφασμα από ίνες γυαλιού

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



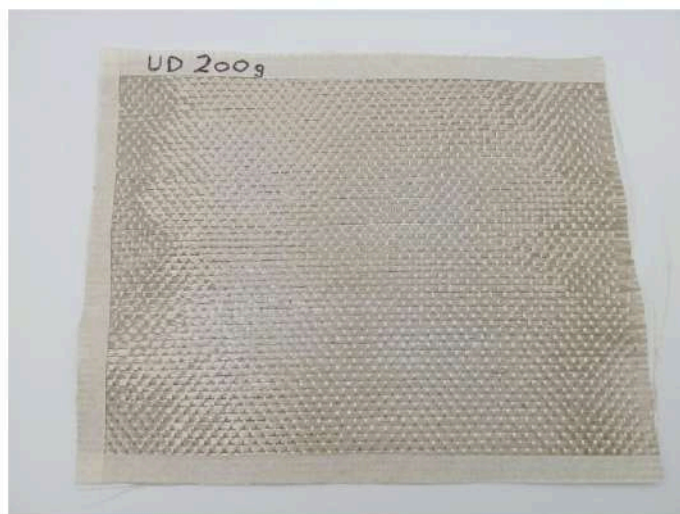
Υαλοϋφασμα από τεμαχισμένες ίνες γυαλιού



Ηφαιστειακό διαξονικό ύφασμα



Ηφαιστειακό τριαξονικό ύφασμα



Ηφαιστειακό μονοκατευθυντικό ύφασμα

Υπο-ενότητα 2.2.5: Βιώσιμοι πυρήνες τύπου sandwich: ξύλο μπάλα, φελλός, ανακυκλωμένο PET, ξύλο, κυψελωτό χαρτί

Αυτή η ενότητα αποκτά μεγάλη αξία με τη χρήση φυσικών δειγμάτων υλικών πυρήνα. Μικρά τεμάχια ή κομμάτια από μπαλά, φελλό, ανακυκλωμένο αφρό PET, ξύλο και κυψελωτό χαρτί επιτρέπουν στους μαθητές να συγκρίνουν το βάρος, την ακαμψία, την υφή της επιφάνειας και την εσωτερική δομή. Ένα απλό δελτίο δεδομένων ή ένας συνοπτικός πίνακας παρέχει βασικές πληροφορίες, όπως η πυκνότητα, η αντοχή σε θλίψη και οι πτυχές βιωσιμότητας.

Μια προαιρετική ζυγαριά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίδειξη διαφορών στην πυκνότητα, ενώ ασφαλή εργαλεία κοπής επιτρέπουν, υπό επίβλεψη, στους εκπαιδευόμενους να αντιληφθούν την αντίσταση του υλικού και την εσωτερική του δομή. Ένα φυλλάδιο με έναν πίνακα επιλογής υλικών πυρήνα υποστηρίζει ασκήσεις λήψης αποφάσεων όπου οι μαθητές επιλέγουν τους κατάλληλους πυρήνες για συγκεκριμένα εξαρτήματα σκαφών.

Κατάλογος βασικών υλικών και εξοπλισμού:

- Δείγματα σε μορφή τεμαχίων ή αποκομμάτων υλικών πυρήνα (μπαλά, φελλός, αφρώδες rPET κ.ά.)
- Απλό φύλλο δεδομένων/ συνοπτικός πίνακας ιδιοτήτων
- Ζυγαριά (προαιρετικά)
- Μαχαίρι ή εργαλείο κοπής για να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές την αφή (εάν είναι ασφαλές)
- Φυλλάδιο: πίνακας επιλογής υλικών πυρήνα.

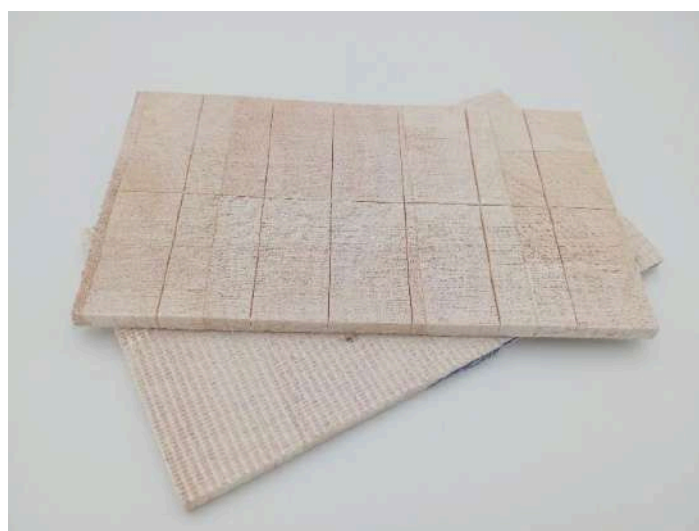
Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



Πυρήνας από τεμαχισμένο αφρώδες υλικό



Πυρήνας από συμπαγή αφρώδες υλικό



Πυρήνας από Balsa

Ενότητα 3 – Τεχνικές εφαρμογής στην κατασκευή και στις εργασίες επισκευής

Υπο-ενότητα 3.1.1: Εργαλεία, εξοπλισμός, προετοιμασία επιφανειών

Η ενότητα αυτή εισάγει τους μαθητές στα εργαλεία, τον εξοπλισμό και τα στάδια προετοιμασίας που απαιτούνται πριν από οποιαδήποτε εργασία επίστρωσης σύνθετων υλικών ή επισκευής. Ενδεικτικά εργαλεία χειρός, όπως ψαλίδια, ρολά και τριβίδια λείανσης, θα πρέπει να παρέχονται για πρακτική εξοικείωση. Δείγματα επιφανειών από διαφορετικά υλικά (π.χ. πλήρως σκληρυμμένα πολυστρώτα, επιφάνειες gelcoat ή υλικά πυρήνα) είναι απαραίτητα για την εξάσκηση στις διαδικασίες προετοιμασίας. Η ακετόνη ή κάποιο κατάλληλο και ασφαλέστερο υποκατάστατο χρησιμοποιείται για την επίδειξη καθαρισμού επιφανειών και απομάκρυνσης ρύπων. Εξοπλισμός ατομικής προστασίας, όπως γάντια, προστατευτικά γυαλιά και μάσκες, πρέπει να είναι διαθέσιμος και να χρησιμοποιείται συστηματικά κατά τη διάρκεια όλων των εργασιών προετοιμασίας. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύονται οι ασφαλείς πρακτικές εργασίας και αναδεικνύονται οι κίνδυνοι για την υγεία και το περιβάλλον που σχετίζονται με τη σκόνη, τους διαλύτες και τις ίνες. Μια έντυπη λίστα ελέγχου που περιγράφει τα βήματα προετοιμασίας της επιφάνειας παρέχει δομημένη καθοδήγηση, βοηθώντας τους μαθητές να εμπεδώσουν τη σωστή σειρά εργασιών, τους ελέγχους ποιότητας και τα μέτρα ασφαλείας.

Κατάλογος βασικών υλικών και εξοπλισμού:

- Δείγματα εργαλείων: ψαλίδια, ρολά, τριβίδια λείανσης, ακετόνη ή κατάλληλο υποκατάστατο
- Δείγματα επιφανειών για εργασίες προετοιμασίας
- Εξοπλισμός ατομικής προστασίας (γάντια, γυαλιά, μάσκες)
- Έντυπος κατάλογος ελέγχου για τα στάδια προετοιμασίας των επιφανειών

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



Ξύλινες σπάτουλες



Γυαλόχαρτα για λείανση επίπεδων επιφανειών με ηλεκτρικό εργαλείο(διάφορα μεγέθη κόκκων)



Γυαλόχαρτα γενικής χρήσης (διάφορα μεγέθη κόκκων)

Υπο-ενότητα 3.1.3: Τεχνικές επίστρωσης: Εφαρμογή βιολογικών ρητινών με φυσικές ίνες

Οι πρακτικές ασκήσεις επίστρωσης απαιτούν ρεαλιστικό εξοπλισμό εργαστηρίου. Τα υφάσματα από φυσικές ίνες, όπως οι ίνες λιναριού, σε συνδυασμό με βιολογικές ρητίνες επιτρέπουν στους μαθητές να επικεντρωθούν στη σωστή επεξεργασία και όχι σε λάθη προετοιμασίας των υλικών. Πινέλα, ρολά και εργαλεία ανάμιξης υποστηρίζουν την πρακτική εφαρμογή, ενώ ένα καλούπι ή μια χαλύβδινη πλάκα παρέχει μια ελεγχόμενη επιφάνεια επίστρωσης.

Ο προστατευτικός εξοπλισμός ενισχύει τις ασφαλείς πρακτικές εργασίας. Μια λίστα ελέγχου με οδηγίες επίστρωσης καθοδηγεί τους μαθητές βήμα προς βήμα στη διαδικασία, βοηθώντας τους να αναπτύξουν συνεπείς, επαναλαμβανόμενες τεχνικές που είναι σύμφωνες με τα πρότυπα της βιομηχανίας.

Κατάλογος βασικών υλικών και εξοπλισμού:

- Υφάσματα από φυσικές ίνες (λινά, τεχνικές ίνες)
- Βιολογική ρητίνη (προμετρημένη)
- Πινέλα, ρολά, εργαλεία ανάμιξης
- Καλούπι ή χαλύβδινη πλάκα
- Εξοπλισμός ατομικής προστασίας
- Λίστα ελέγχου οδηγιών επίστρωσης.

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



Πινέλο



Ρολλό βαφής



Ρολλό συμπίεσης ρητίνης και ινών



Κύπελο ανάμιξης



Αναδευτήρας

Υπο-ενότητα 3.1.4: Προκλήσεις: Δυσκολίες επεξεργασίας και βελτιστοποίηση βιώσιμων υλικών

Για την ανάδειξη των προκλήσεων κατά την επεξεργασία των υλικών, οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να εργαστούν με υλικά όπως υφάσματα λιναριού με διαγώνια ύφανση και υαλοϋφάσματα με διαγώνια ύφανση παρόμοιου βάρους, καθώς και με βιολογικές και τυπικές εποξικές ρητίνες. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την άμεση σύγκριση της συμπεριφοράς κατά τον χειρισμό, των χαρακτηριστικών διαβροχής των ινών και της ποιότητας της τελικής επιφάνειας.

Η εκτέλεση εργασίας επίστρωσης πάνω σε πλάκες ή καλούπια δρα υποστηρικτικά στην πρακτική εξάσκηση, ενώ ένα εκπαιδευτικό κιτ έγχυσης υπό κενό (vacuum infusion), που χειρίζεται ο εκπαιδευτής, παρουσιάζει πιο προηγμένες μεθόδους επεξεργασίας. Ενδεικτικές εικόνες ελαττωμάτων (π.χ. ξηρές περιοχές, παραμόρφωση ινών, περιοχές με περίσσεια ρητίνης) βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να αναγνωρίζουν συνήθη προβλήματα. Ένα φύλλο επιθεώρησης και αξιολόγησης ενθαρρύνει την ανάλυση και τη συζήτηση σχετικά με τον τρόπο βελτιστοποίησης της χρήσης βιώσιμων υλικών.

Κατάλογος βασικών υλικών και εξοπλισμού:

- Υφασμα από λινάρι (με πλέξη), ίνες γυαλιού (με πλέξη), παρόμοιου βάρους
- Βιολογικές και τυπικές εποξικές ρητίνες
- Εργαλεία ανάμειξης, πινέλα, ρολά
- Πλάκες ή καλούπια για την εξάσκηση επίστρωσης
- Κιτ επίδειξης έγχυσης ρητίνης υπό κενό (χρήση εκπαιδευτή)
- Δείγματα με εικόνες ελαττωμάτων για σύγκριση
- ΙΦύλλο εργασίας επιθεώρησης και αξιολόγησης για τους μαθητές.

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



Πολυεστερική ρητίνη (κοινός τύπος)



Πινέλα



Ρολλά βαφής



Κύπελο ανάμιξης



Αναδευτήρας



Αντλία κενού



Peel ply



Σακούλα κενού



Ταινία μόνωσης



**Διάφορα αναλώσιμα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την επίστρωση
πολύστρωτων με έγχυση ρητίνης υπό κενό**



Παγίδα ρητίνης

Υπο-ενότητα 3.2.2: Τεχνικές επισκευής: Τυποποιημένες μέθοδοι επισκευής για βιώσιμα σύνθετα υλικά

Η εκπαίδευση στις επισκευές απαιτεί ρεαλιστικά σενάρια φθοράς. Μια πλάκα από πολυστρωτο σύνθετο υλικό με ελεγχόμενη ζημιά χρησιμοποιείται ως βάση για ασκήσεις επισκευής με υφάσματα από φυσικές ή ηφαιστειακές ίνες και βιολογικές ρητίνες. Πινέλα, ρολά και εργαλεία ανάμιξης βοηθούν στην ελεγχόμενη εφαρμογή, ενώ ο εξοπλισμός λείανσης και τριψίματος επιτρέπει στους μαθητές να προετοιμάσουν σωστά τις περιοχές επισκευής.

Ο εξοπλισμός ατομικής προστασίας είναι απαραίτητος για την ενίσχυση των προτύπων ασφάλειας. Μια λίστα ελέγχου με οδηγίες επίστρωσης διασφαλίζει ότι οι επισκευές ακολουθούν μια δομημένη και τυποποιημένη μεθοδολογία, βοηθώντας τους μαθητές να κατανοήσουν τις απαιτήσεις ποιότητας στις εργασίες επισκευής βιώσιμων σύνθετων υλικών.

Κατάλογος βασικών υλικών και εξοπλισμού:

- Υφάσματα από φυσικές ίνες (ηφαιστειακές ίνες)
- Βιολογική ρητίνη (προμετρημένη)
- Πινέλα, ρολά, εργαλεία ανάμιξης
- Πολυστρωτη πλάκα με ζημιά
- Εξοπλισμός λείανσης και τριψίματος (γυαλόχαρτα, τροχός κ.λπ.)
- Εξοπλισμός ατομικής προστασίας
- Λίστα ελέγχου με οδηγίες επίστρωσης

Ενδεικτικές εικόνες του απαιτούμενου υλικού και εξοπλισμού



Πινέλα



Ρολλά βαφής



Κύπελο ανάμιξης



Αναδευτήρες



Γυαλόχαρτα για λείανση επίπεδων επιφανειών με ηλεκτρικό εργαλείο(διάφορα μεγέθη κόκκων)



Γυαλόχαρτα γενικής χρήσης (διάφορα μεγέθη κόκκων)



Παράρτημα

Παρουσιάσεις και υποστηρικτικό υλικό :

- Βίντεο από Skills Shadowing Workshops
- Παρουσίαση τα Deep-tech Υλικά (στα αγγλικά)
- Παρουσίαση για τις Μηχανικές Ιδιότητες των Υλικών (στα αγγλικά)





Βίντεο από Skills Shadowing Workshops



Co-funded by
the European Union

ERASMUS-EDU-2023-PI-ALL-INNO

Τα παρακάτω βίντεο έχουν δημιουργηθεί στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος TecoNaut. Συγκεκριμένα το υλικό έχει βιντεοσκοπηθεί κατά την διάρκεια των skills shadowing workshops στο ναυπηγείο της εταιρείας Astondoa, στις εγκαταστάσεις των εταιρειών Innovation Yachts και Green Boats.

Το υλικό καλύπτει όλο το φάσμα της παραγωγής, από τις οικολογικές πρώτες ύλες μέχρι την πρακτική εφαρμογή εξειδικευμένων τεχνικών παραγωγής, όπως είναι η έγχυση ρητίνης με κενό (vacuum infusion).

Βίντεο 1: Κατασκευή σύνθετων υλικών με ανακυκλωμένες ίνες και τεχνικές κενού

<https://www.youtube.com/watch?v=CxCg8OJMKFI>



Copyright © ASTONDOA

Τι περιλαμβάνει το βίντεο;

Το βίντεο παρουσιάζει την πρακτική εφαρμογή βιώσιμων υλικών, για την **κατασκευή σύνθετων πάνελ (laminates)**. Ξεκινά με θεωρητική κατάρτιση πάνω στις **ανακυκλωμένες ίνες άνθρακα** και συνεχίζει με την πρακτική εφαρμογή καλύπτοντας τη **διαδικασία έγχυσης ρητίνης υπό κενό (vacuum infusion)**. Χρησιμοποιείται στο πρώτο δοκίμιο **θερμοπλαστική ρητίνη** και **ανακυκλωμένα ανθρακονήματα**. Περιλαμβάνει κρίσιμα στάδια της διαδικασίας όπως ο **έλεγχος διαρροών της σακούλας κενού, δοκιμές αντοχής του τελικού πάνελ σε ακετόνη**. Στο δεύτερο δοκίμιο κατασκευάζεται σύνθετο πάνελ με βιο-εποξειδική ρητίνη, φελλό και ίνες λιναριού. Είναι ιδανικό για την επίδειξη της μετάβασης από τη θεωρία στην παραγωγή και τη σύγκριση διαφορετικών συστημάτων έγχυσης σε πραγματικές συνθήκες.

Βίντεο 2: Τεχνικές έγχυσης ρητίνης υπό κενό με φυσικές ίνες και πυρήνα από ξύλο Balsa σε καλούπι

<https://www.youtube.com/watch?v=qMBLFOvja0M>



Copyright © INNOVATION YACHTS

Τι περιλαμβάνει το βίντεο;

Το βίντεο αποτελεί έναν αναλυτικό οδηγό επίστρωσης βήμα προς βήμα για την κατασκευή σκάφους. Η διαδικασία ξεκινά με την **κοπή των στρώσεων** και την **προετοιμασία της επιφάνειας** του καλουπιού (mould) που ήδη φέρει **gelcoat**. Ακολουθεί η εφαρμογή της **πρώτης στρώσης ρητίνης**, με ιδιαίτερη προσοχή στις γωνίες, και η σταδιακή τοποθέτηση **τριών στρώσεων ινών**. Σημαντικό μέρος του βίντεο αφιερώνεται στην προετοιμασία και τοποθέτηση ξύλου balsa στα κατάλληλα σημεία. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με τη **φάση του κενού (vacuum phase)**, όπου χρησιμοποιούνται υλικά όπως **peel ply, release film, draining fleece και vacuum bag**, με τελικό στάδιο τον έλεγχο και τη διόρθωση τυχόν **διαρροών**.

Βίντεο 3: Καινοτομία και βιωσιμότητα στη ναυπηγική: Υλικά και Εφαρμογές

<https://www.youtube.com/watch?v=6fjG-WgYl6Y>



Copyright © INNOVATION YACHTS

Τι περιλαμβάνει το βίντεο;

Αυτό το βίντεο περιλαμβάνει μια συζήτηση για τη χρήση **πολυεστερικών υλικών** και **εποξικών ρητινών**, αναλύοντας τις προκλήσεις και τα πλεονεκτήματα κάθε επιλογής. Παρουσιάζονται **δείγματα ορισμένων υλικών βιολογικής προέλευσης** και ακολουθεί **πρακτική εφαρμογή της τεχνικής επίστρωσης με το χέρι** (handlay-up lamination) σε πραγματικό τμήμα σκάφους. Επιδεικνύεται η χρήση των **εργαλείων επίστρωσης με το χέρι, του ψαλιδιού κοπής ινών και υφασμάτων καθώς και η προετοιμασία κενού (vacuum preparation)**. Το βίντεο ολοκληρώνεται με την επιτυχημένη διαδικασία **ξεκαλουπώματος (dismolding)** του τελικού προϊόντος.

Βίντεο 4: Φυσικές ίνες λιναριού στη βιώσιμη ναυπήγηση σκαφών αναψυχής

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



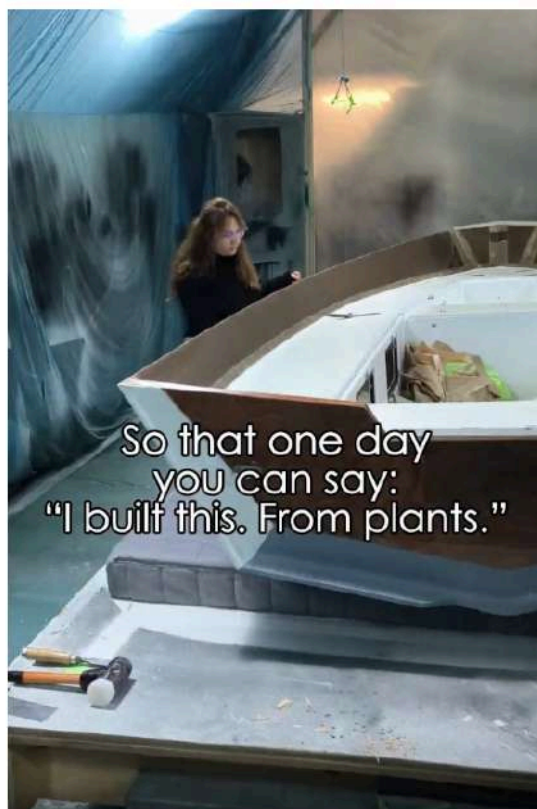
Copyright © GREENBOATS

Τι περιλαμβάνει το βίντεο;

Το βίντεο εστιάζει στη χρήση των **ινών λιναριού (flax fibres)** ως μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά υλικά ενίσχυσης. Παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα του λιναριού, όπως το **χαμηλό αποτύπωμα CO2** και οι εξαιρετικές **μηχανικές του ιδιότητες**, ενώ γίνεται σύγκριση με τις ίνες γυαλιού και άνθρακα. Η διαδικασία περιλαμβάνει την επεξηγήση της **καλλιέργειας και επεξεργασίας** του φυτού μέχρι τη μετατροπή του σε **υφαντά υφάσματα (fabrics)**. Στο πρακτικό σκέλος, παρουσιάζεται η εφαρμογή τους σε **κατασκευές sandwich** και η συμβατότητά τους με **βιο-ρητίνες**, αναδεικνύοντας τις δυνατότητες **ανακύκλωσης** και τη μείωση των αποβλήτων στον τομέα των σκαφών αναψυχής.

Βίντεο 5: Επίσκεψη και επισκόπηση βιώσιμων υλικών σε ναυπηγείο μικρων σκαφών

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



Copyright © GREENBOATS

Τι περιλαμβάνει το βίντεο;

ΤΤο βίντεο καταγράφει μια επίσκεψη σε πραγματικό χώρο παραγωγής εστιάζοντας στην οπτική επαφή με τα υλικά και τον εξοπλισμό. Παρουσιάζονται σε κοντινά πλάνα **ρολά από φυσικές ίνες** αποθηκευμένα σε ράφια, ενώ γίνεται επίδειξη ενός **πυρήνα (core material)** που έχει ήδη υποστεί επεξεργασία κενού. Ο μαθητής μπορεί να δει τη διαδικασία εφαρμογής **ταινίας σφράγισης (sealant tape)** σε καλούπι για την προετοιμασία της **σακούλας κενού**. Επίσης, προβάλλεται το τελικό αποτέλεσμα ενός **σκάφους σε φάση κατασκευής**, όπου φαίνεται η υφή των **φυτικών ινών** μετά την επίστρωση.

Βίντεο 6: Επέκταση των τεχνικών δεξιοτήτων ναυπήγησης με χρήση βιώσιμων υλικών στην κατασκευή οχημάτων

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



Copyright © GREENBOATS

Τι περιλαμβάνει το βίντεο;

Το βίντεο δείχνει πώς η τεχνογνωσία γύρω από τις **φυσικές ίνες** και τα **σύνθετα υλικά** μπορεί να μεταφερθεί από το ναυπηγείο σε άλλες κατασκευές. Εστιάζει στη χρήση **ελαφρών δομών** για τη δημιουργία **καμπινών** και τον εξοπλισμό **τροχόσπιτων**. Ο εκπαιδευόμενος μπορεί να δει την πρακτική εφαρμογή των **πάνελ σύνθετων υλικών** στην εσωτερική διαμόρφωση και τη μόνωση οχημάτων, αποδεικνύοντας ότι οι δεξιότητες στη διαχείριση αυτών των υλικών προσφέρουν λύσεις σε κάθε τομέα που απαιτεί **ανθεκτικότητα, χαμηλό βάρος και βιώσιμη δόμηση**.

Βίντεο 7: Οδηγός επτά Βημάτων για την έγχυση ρητίνης με κενό (vacuum infusion)

<https://teconaut.eu/en/downloads/skills-shadowing-videos/>



Copyright © GREENBOATS

Τι περιλαμβάνει το βίντεο;

Παρουσιάζεται η διαδικασία **έγχυσης ρητίνης σε κενό (vacuum infusion)** χωρισμένη σε επτά στάδια χρησιμοποιώντας **ίνες λιναριού**. Χρησιμοποιούνται **εργαλεία κοπής** για την προετοιμασία των υφασμάτων, **ταινία στεγανοποίησης (sealant tape)** και **ειδικοί εύκαμπτοι σωλήνες** για τη μεταφορά της ρητίνης και τη σύνδεση με την **αντλία κενού**. Φαίνεται η χρήση **μανομέτρου** για την ανίχνευση διαρροών αλλά και την παρακολούθηση της πίεσης κατά την έγχυση της ρητίνης. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη χρήση **δοχείων ανάμειξης ρητίνης** και **λαβίδων** για τη ρύθμιση της ροής στους σωλήνες, ενώ η τελική επιθεώρηση γίνεται σε **δοκίμιο** που έχει την μορφή επίπεδης πλάκας.



Παρουσίαση για τα Deep-tech Υλικά






Co-funded by the European Union

An Overview of the Deep Tech Materials Landscape

Artur Karczewski, PhD, Eng.
Gdańsk University of Technology
Gdańsk, Poland





Co-funded by the European Union

Presentation overview

- Deep Tech Materials definition?
- Why is there a need to use deep-tech materials?
- Deep Tech materials overview
- Group work and discussion



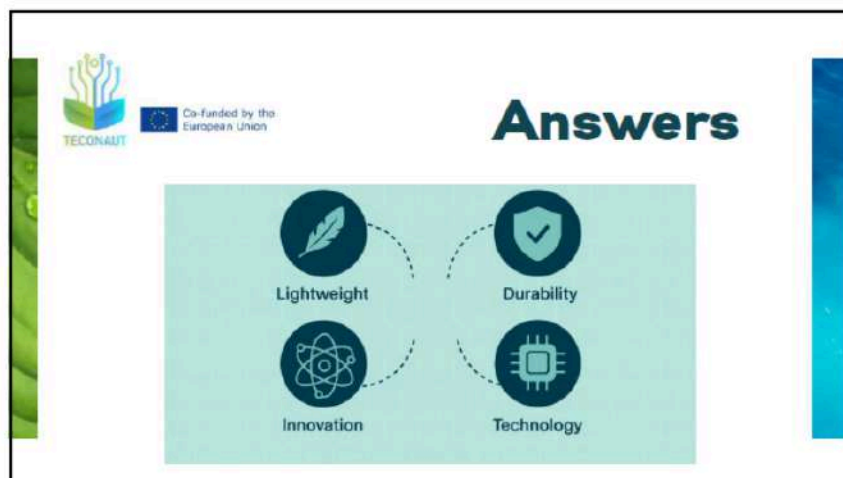
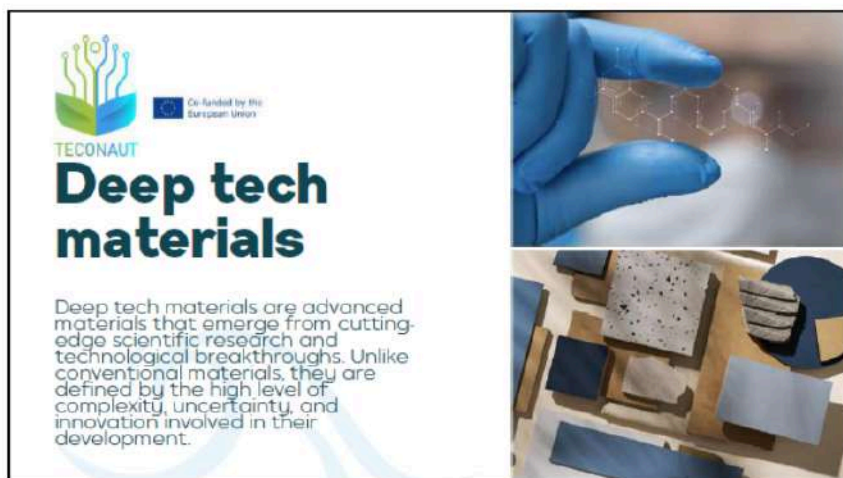
Co-funded by the European Union

Question

When you hear the term Deep tech material, what do you think of?

Scan and answer



Deep tech materials

Co-funded by the European Union

Deep tech materials are advanced materials that emerge from cutting-edge scientific research and technological breakthroughs. Unlike conventional materials, they are defined by the high level of complexity, uncertainty, and innovation involved in their development.

The slide features a background image of a hand in a blue glove pointing at a molecular structure, and a smaller image of a hand holding a small, dark, rectangular material sample.



Why do they matter?

Co-funded by the European Union

Deep tech materials aren't just new—they're changing the rules of how we design, produce, and use materials across industries.

They are transforming: automotive, aerospace, electronics and medicine.

The slide features a background image of a hand in a blue glove pointing at a molecular structure, and a smaller image of a hand holding a small, dark, rectangular material sample.



Co-funded by the European Union

Automotive

- Advanced high-strength steels (AHSSs) in body structures and chassis
- Natural-fiber-reinforced composites
- Graphene and carbon nanotubes in structural components
- Metamaterials for radar, antennas, and electromagnetic shielding for electric vehicles
- Piezoelectric materials in sensors and actuators
- Shape Memory Alloys (SMAs) in structural components and safety applications
- Man-made honeycomb structures in automobile components




Co-funded by the European Union

Aerospace

- Lightweight carbon-based nanomaterials and auxetic metamaterials (NPRs) in aerospace applications
- Advanced polymers for fuselage and wings
- Advanced composites for spacecrafts crew decks and armor use
- Bio-inspired design in aerospace innovations




Co-funded by the European Union

Electronics

- Quantum dots in display technologies
- Nanowires, carbon nanotubes (CNTs), graphene in electronic parts
- Advanced conductive polymers (ACPs), in smart electronics, bioelectronics, energy storage and conversion devices
- Smart materials and metamaterials in wearable electronics and sensors
- Transition metal dichalcogenides (TMDs) in photonics
- Bio-inspired materials in batteries and portable electronics




Co-funded by the European Union

Healthcare

- Biocompatible materials and electromagnetic metamaterials for wearable flexible hybrid electronics
- Polymer-based composites for tissue engineering and drug delivery
- Carbon nanotubes, nanowires, nanoparticles, quantum dots and graphene in diagnostics, drug and alcohol sensing, drug delivery, biosensors and bioelectronic devices
- Bio-inspired innovations in reducing disease transmission






Question

Why is there a need to search for new materials in boathbuilding?

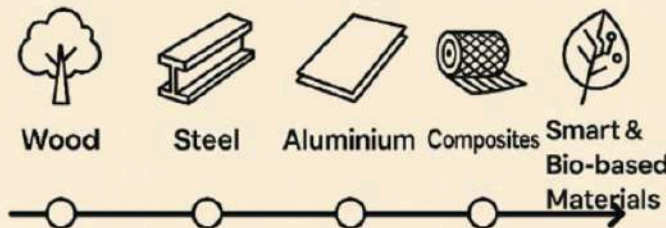
Office on the web Frame

Scan and answer






Transistion



Wood Steel Aluminium Composites Smart & Bio-based Materials



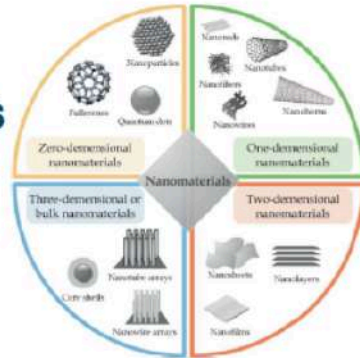

Comparison

	Deep-Tech	Traditional Materials
Weight	Lightweight	Heavier
Strength	Higher	Lower
Corrosion Resistance	High	Limited
UV Resistance	Strong	Needs Coating
Recyclability	Varies	Lower
Repairability	Easier	Easier




Nanomaterials

Nanomaterials are materials engineered at the nanometer scale (1 – 100 nm), where quantum and surface effects dominate material behavior. Due to their extremely small size and large surface area-to-volume ratio, nanomaterials exhibit unique mechanical, chemical, thermal, and electrical properties not observed in their bulk counterparts. These characteristics make them particularly well-suited for applications in challenging marine environments, including boat construction, underwater systems, and offshore infrastructure.



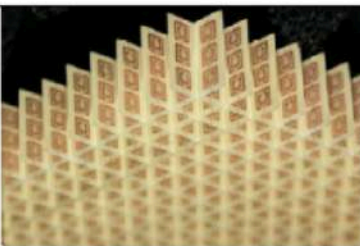



Nanomaterials

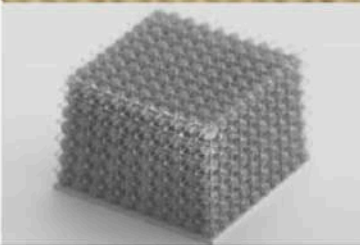
Category	Details
Material Classification	Nanostructured materials (e.g., nanoparticles, nanotubes, nanocomposites)
Mechanical Properties	High strength-to-weight ratio, fracture resistance, fatigue life enhancement
Surface Functions	Corrosion resistance, anti-fouling, UV protection, self-cleaning
Thermal/Optical Properties	UV blocking, heat dissipation, thermal insulation
Applications in Yachts	Nano-reinforced hulls, anti-fouling coatings, nanostructured UV-protective finishes, advanced sensor systems, nanocoatings on mechanical parts
Emerging Uses	Smart coatings, nanogenerators, lightweight energy storage (batteries, supercapacitors)




Metamaterials



Metamaterials are artificially engineered materials designed to exhibit physical properties not found in nature. By carefully structuring their internal geometry, these materials can control acoustic, thermal, and electromagnetic waves in ways conventional materials cannot. While metamaterials have been widely explored in aerospace, defense, and telecommunications, their potential in the field of boat construction is increasingly recognized.





Metamaterials

Category	Details
Material Classification	Advanced Engineered Materials (subset of functional materials)
Division into Groups	- Mechanical Metamaterials – optimized for strength, flexibility, etc. - Acoustic Metamaterials – control of sound waves; - Thermal Metamaterials – manipulation of heat flow; - Electromagnetic Metamaterials – control of EM/radar waves; - Optical Metamaterials – light wave control (cloaking, lenses)
Mechanical Properties	- High strength-to-weight ratio - Auxetic behavior (negative Poisson's ratio) - High stiffness or controlled deformability




Metamaterials

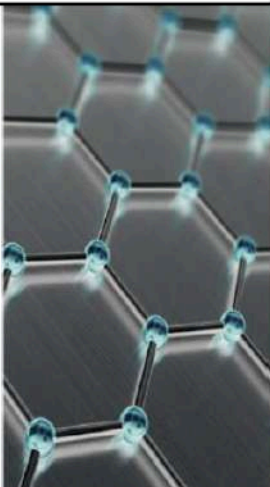
Category	Details
Mechanical Properties	- Energy absorption - Tuneable elasticity and density depending on geometry
Application Cases	- Boat hulls: lightweight, impact-resistant structures - Noise insulation: cabins with acoustic metamaterials - Radar stealth: reduced detectability of military vessels - Thermal management: optimized interior climate control - Hydrodynamic coatings: drag reduction, anti-biofouling - Energy harvesting: from wave or vibration-induced deformation




TECONAUT

Quantum materials

Quantum materials, defined by properties like entanglement, topological states, and strong electronic correlations, represent a new frontier in advanced materials. Their application can be already encountered particularly in the healthcare industry and electronics. Though their current use in the maritime sector—particularly the yacht industry—is limited, their potential is significant. These materials could revolutionize marine systems through ultra-sensitive sensors, efficient energy subsystems, and high-performance composites tailored for demanding oceanic environments.





TECONAUT

Quantum materials

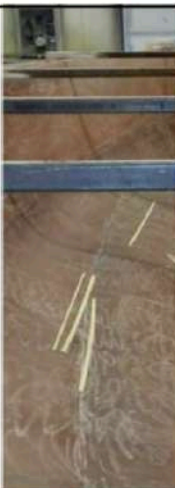
Category	Details
Material Classification	Topological insulators, Weyl and Dirac semimetals, Mott insulators, heavy fermion systems, unconventional superconductors, spin liquids
Division into Groups	- Topological states - Strong electronic correlations - Quantum spin and entanglement phenomena
Mechanical Properties	- Generally brittle and sensitive to defects - Low ductility and mechanical strength - Not suitable for structural or load-bearing use - Often require encapsulation or substrate stabilization




TECONAUT

Advanced polymers & composites

Polymers and composites are some of the most widely used materials in modern boatbuilding. Unlike traditional materials such as wood or steel, composites are made by combining a polymer resin (the glue or matrix) with reinforcing fibers (like glass, carbon, or flax). This combination creates materials that are light, strong, and versatile, making them ideal for both structural parts of a boat and interior features.





TECONAUT

Advanced polymers & composites

Category	Details
Material Classification	Polymers / composites are a composition of at least two materials, with different physical and chemical properties, in this case: - Polymer plastics, the resin - Organic and / or inorganic fibre reinforcements
Division into Groups	They are grouped by manufacturing qualities and origins: - Resins / Matrixes / Plastics / Glue: - Thermosets / Thermosetting polymer (e.g. Epoxy, Polyester) - Thermoplastics (e.g. Acrylics) - Fiber reinforcements: - Inorganic - Mineral (e.g. Volcanic, Basalt, Glass) - Organic: Plant fibres (e.g. Flax, Hemp, Bamboo); Synthetic fibres (e.g. Carbon, Aramid)




Advanced polymers & composites

Category	Details
Mechanical Properties	• Lightweight • High-strength & high-stiffness • Versatility in application & in design • Resistance to environment • Low manufacturing costs
Application Cases	• Hull and deck structure • Inner hull • Shower trays • Interior arrangement




Bio-inspired & smart materials

Bio-inspired & smart materials can be grouped by their functional analogy to natural systems, while smart materials are typically classified by their response to external stimuli such as temperature, pH, light, or mechanical stress. These two categories overlap in function but differ in conceptual origin: bio-inspiration derives from observed biological strategies; smart materials focus on stimulus-triggered reactions. Smart materials are typically classified by the external stimulus they respond to.






Bio-inspired materials

Category	Description
Material Classification	Bio-inspired (functionally nature-derived) / Smart (stimuli-responsive)
Division into Groups	Bio-inspired by surface (e.g., lotus, sharkskin), structure (e.g., fibres, cuticle), or function
Mechanical Properties	Varying: often not load-bearing; some materials offer vibration damping, wear and impact resistance
Limitations	Durability, lack of certification, limited structural applications, scalability
Application Cases	Anti-fouling coatings, composites, sensor-embedded laminates, self-healing coatings

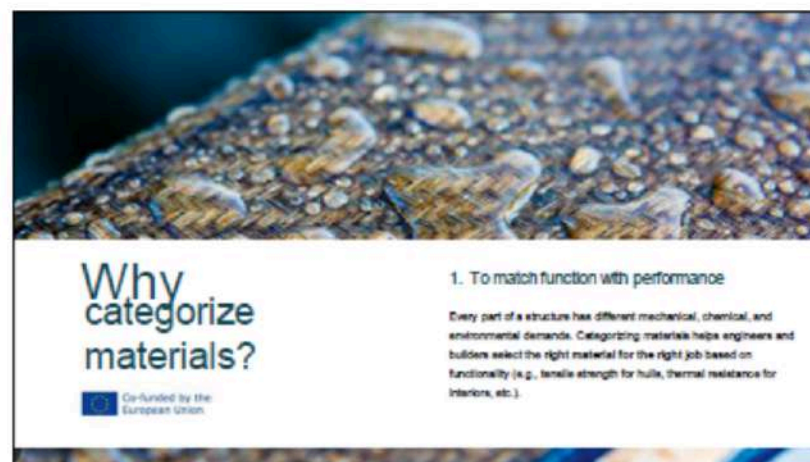



Sustainability materials

Sustainable materials—such as recycled PET cores, bio-based resins and recycled carbon fibers—are emerging as viable alternatives in marine construction. Offering solid structural performance and environmental benefits, they are increasingly used in hulls, decks, and non-critical components of energy-efficient vessels.









Why categorize materials?

Co-funded by the European Union

2. To enable smarter, more sustainable design

Categorizing materials based on properties like recyclability, bi-content, or lifecycle impact supports eco-conscious decisions. It helps designers avoid "burden shifting" (solving one environmental problem while creating another), a common issue in sustainability.



Why categorize materials?

Co-funded by the European Union

3. To improve manufacturing and maintenance efficiency

Functional categorization guides process planning — certain materials are better suited to vacuum infusion, others to hand lay-up or 3D printing. It also helps predict reparability, lifespan, and end-of-life scenarios (e.g., ease of disassembly, recyclability).



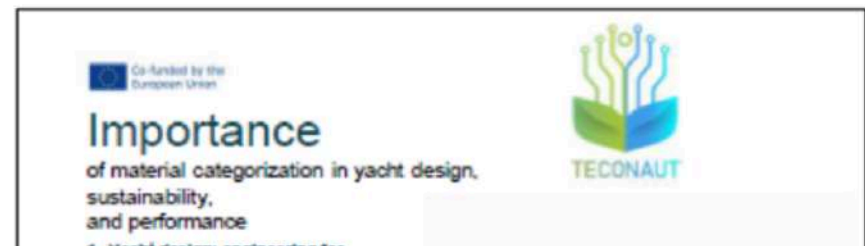
Why categorize materials?

Co-funded by the European Union

4. To align with regulatory and certification requirements

5. To support innovation and integration of new technologies

6. To enhance communication across teams



Importance of material categorization in yacht design, sustainability, and performance

Co-funded by the European Union

TECONAUT

1. Yacht design: engineering for purpose:

Categorizing materials based on their mechanical properties (tensile, flexural, impact, etc.) and functional roles helps naval architects and designers:

- Select optimal materials for each part
- Design lighter, stronger, and safer boats
- Balance cost vs. performance in a rational way

Hulls	Decks	Interiors
		
Impact and Water Resistance	Slip Resistance and Strength under Compression	Weight and Aesthetics

 Co-funded by the European Union

Importance

of material categorization in yacht design, sustainability, and performance

2. Sustainability: Smarter Material Choices

Functional categorization includes environmental metrics such as:

- Renewability
- Recyclability
- Life cycle emissions
- End-of-life options (reuse, biodegradability)

This enables builders to:

- Reduce carbon footprint (e.g., by choosing flax over fiberglass)
- Avoid toxic resins and coatings
- Improve circularity through modular construction and recyclable composites



 Co-funded by the European Union

Importance

of material categorization in yacht design, sustainability, and performance

3. Performance: Getting the best out of the boat

Materials influence the speed, durability, and comfort of a yacht.

Categorizing by performance allows:

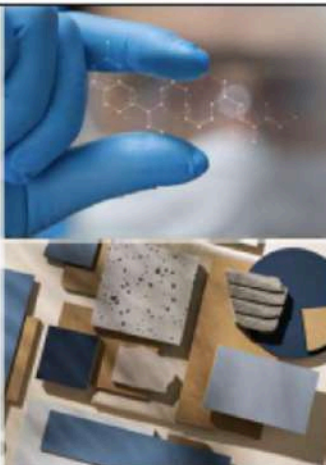
- Strategic layering and lay-up design
- Better resistance to marine threats (UV, osmosis, corrosion)
- Enhanced hydrodynamics through advanced coatings (e.g., sharkskin-inspired)



  Co-funded by the European Union

Deep – tech materials

Deep-tech materials are advanced materials that emerge from cutting-edge scientific research and technological breakthroughs. Unlike conventional materials, they are defined by the high level of complexity, uncertainty, and innovation involved in their development.



  Co-funded by the European Union

Key features

Complexity - Engineered at the molecular, nano, or multi-functional level. Often involve hybrid systems (e.g., bio-based + smart).

Innovation-Driven - Born from frontier science (nanotech, AI-driven materials discovery, quantum chemistry). Often protected by patents or require IP strategies.

Long R&D Cycles - Years (sometimes decades) from lab to commercial use. Require high investment and iterative testing.

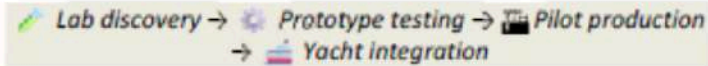


Co-funded by the
European Union

Key features

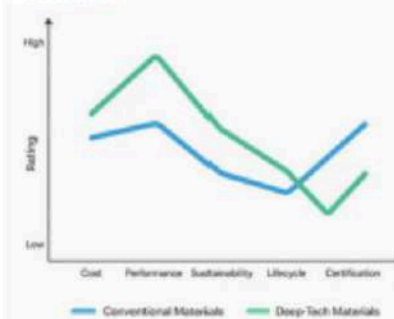
Uncertainty - Technical (performance in real-world), regulatory (compliance), and market-related (adoption and scale) risks.

High Entry Barriers - Require specialized knowledge, infrastructure, and certification. Not easily commoditized.



Co-funded by the
European Union

Key features



- Higher strength-to-weight ratios
- Improved fatigue, thermal, and chemical resistance
- Custom-engineered at nano or molecular levels (e.g., carbon nanotubes, graphene)
- Enable multifunctional applications (e.g., structural + sensing + self-healing)



Co-funded by the
European Union

Question

In your opinion, what is the greatest barrier to implementing modern materials in real-world structures?

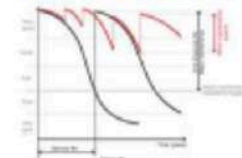


Co-funded by the
European Union

But also...



- High initial cost
- Lack of certification and regulatory approval
- Limited manufacturing infrastructure
- Resistance to change in industry culture
- Unknown long-term durability or performance
- Insufficient training or workforce skills
- Supply chain and sourcing limitations
- Lifecycle data and recyclability gaps





Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Natural fibers (Flax, Hemp, Jute)

- High tensile strength with low weight
- Bio-based and renewable
- Biodegradable or recyclable
- Lower environmental impact than fiberglass
- Good compatibility with bio-resins and vacuum infusion



Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Natural fibers (Flax, Hemp, Jute)

- Moisture absorption must be managed
- Variability in fiber quality
- Needs surface treatments for durability

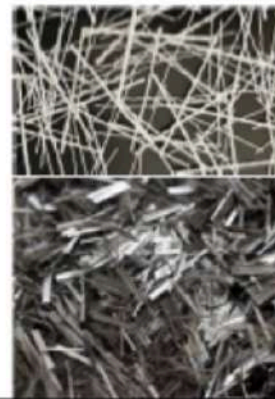


Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Basalt & recycled fiber reinforcements

- High thermal and fire resistance (Basalt > Fiberglass)
- Lightweight with excellent mechanical properties
- Made from abundant or waste resources
- Resistant to moisture, corrosion, and fatigue
- Enables reuse of industrial waste and lower embodied energy



Co-funded by the
European Union

Category 1: Structural reinforcement materials

Basalt & recycled fiber reinforcements

- Basalt is more expensive than fiberglass
- Recycled fibers can have variable quality and limited certifications
- Mechanical properties are often slightly below virgin carbon/glass



Category 2: Matrix and binding materials

TECONAUT 

Resins: The "Glue" of Composites

Bio-based thermoset resins

- Derived from plant oils, lignin, starch, or sugar
- Often used as drop-in replacements for epoxy or polyester
- Renewable

Thermoplastic resins

- Can be melted and reformed (vs. thermosets which are irreversible)
- Enable recyclability and modular construction (heat-formable)




Category 2: Matrix and binding materials

TECONAUT 

Resins: The "Glue" of Composites

- Cost of bio-resins still higher than petro-based
- Thermoplastics require different processing equipment
- Certification lag for marine use





Category 3: Functional smart and responsive materials

TECONAUT 

Smart polymers

- self-healing
 - Automatically repairs micro-cracks or surface damage without manual intervention
 - Increases lifespan and reduces maintenance
- thermo-Responsive (change stiffness, shape, or adhesion based on temperature)
- pH or moisture responsive (useful in bi-lge protection, humidity control, or corrosion prevention)




Category 3: Functional smart and responsive materials

TECONAUT 

Smart polymers

- Most applications still in R&D or prototype phase
- Need for marine-specific validation (saltwater, wear, etc.)
- Cost currently high for large-scale components



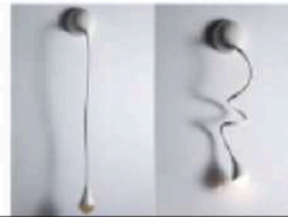
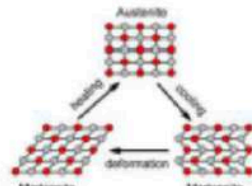

Category 3: Functional smart and responsive materials

Shape memory alloys

- Shape recovery after deformation - No external motors or hydraulics needed
- thermo-responsive actuation - React to heat, electric current, or magnetic field
- Silent and compact motion control - Ideal for tight spaces with no room for mechanics



Co-funded by the European Union



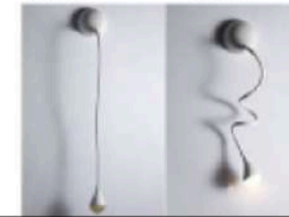
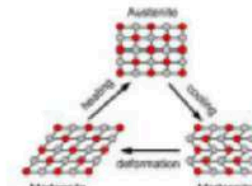
Category 3: Functional smart and responsive materials

Shape memory alloys

- High material cost (e.g., NITINOL)
- Needs precise temperature control
- Long-term fatigue in marine environments still under study
- Complex design integration (not plug-and-play)



Co-funded by the European Union



Category 3: Functional smart and responsive materials

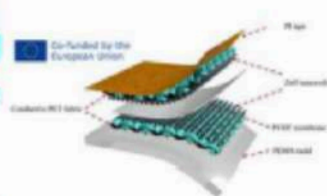
Piezoelectric & sensor materials

Materials that generate electrical signals when mechanically stressed, or change shape when voltage is applied.

- Real-time stress and vibration monitoring – structural health monitoring
- Wave impact & pressure detection - Adaptive behavior or alerts in rough seas
- Leak or bilge water sensors - Automatic pump activation, early warnings
- Position & strain sensing - smart sail adjustment or trim feedback



Co-funded by the European Union



Category 3: Functional smart and responsive materials

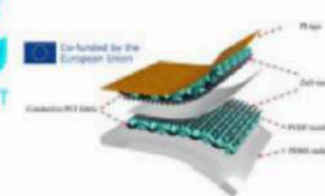
Piezoelectric & sensor materials

Materials that generate electrical signals when mechanically stressed, or change shape when voltage is applied.

- requires integration into design phase
- saltwater corrosion protection needed
- must avoid false positives due to motion/vibration (typical problems of SHM systems but in the case of sea environment it is even more difficult to manage)



Co-funded by the European Union



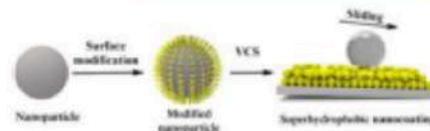


Nanocoatings

Ultra-thin surface treatments engineered at the nano-scale, providing enhanced protection and functional properties without changing the material's appearance or weight.

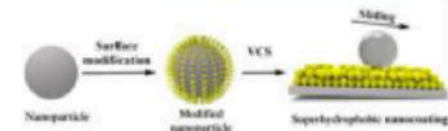
- UV Protection
- Self-Cleaning (Hydrophobic)
- Anti-Fouling Properties
- Corrosion & Abrasion Resistance

Category 4: Surface and environmental coatings



Nanocoatings

- the application requires precise surface prep
- wear over time — some coatings need reapplication
- the cost varies depending on the formula and substrate



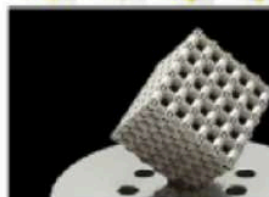
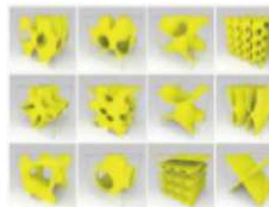
Category 4: Surface and environmental coatings



Metamaterial-based surfaces

Engineered materials with structured micro- or nano-geometries that give them unusual properties — not found in nature or traditional materials.

- drag reduction surfaces - micro-ridges or "sharkskin" textures reduce water resistance
- noise-dampening panels - internal geometries cancel or absorb engine and vibration noise
- wave-manipulating coatings - control heat, sound, or radar reflection (in military/military-adjacent designs)



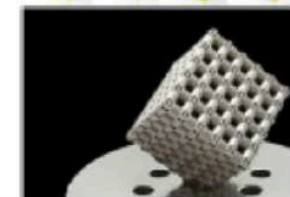
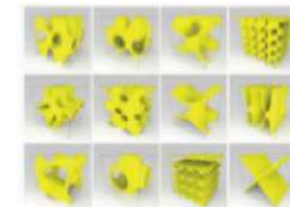
Category 4: Surface and environmental coatings



Metamaterial-based surfaces

Engineered materials with structured micro- or nano-geometries that give them unusual properties — not found in nature or traditional materials.

- most metamaterials are still in the research phase
- production requires precision microfabrication
- cost and marine durability testing are still evolving



Category 4: Surface and environmental coatings



Category 5: Core and lightweight materials

Sandwich core materials

Lightweight materials placed between two strong outer skins (like a composite laminate), creating a stiff, durable, and low-weight structure — much like an I-beam or honeycomb. Core materials in deep-tech yachts:

- recycled PET (rPET) foam
- balsa wood
- cork




Category 5: Core and lightweight materials

Sandwich core materials

- recycled PET (rPET) foam
 - lightweight, moisture resistant, and consistent
 - fully recyclable and available in various densities
- balsa wood
 - natural, ultra-light, excellent compressive strength
 - biodegradable, but vulnerable to moisture if not sealed
- cork
 - renewable, biodegradable, impact-absorbing
 - Naturally anti-slip
 - Lower strength than balsa, but very sustainable




Category 5: Core and lightweight materials

Paper honeycomb & foam alternatives

Lightweight, low-cost core structures used in non-structural or low-load areas, offering strength, flexibility, and sustainability — especially for yacht interiors.

Paper honeycomb cores:

- Made from recycled paper or cardboard
- Ultra-light, strong under compression, low cost
- Fully recyclable and biodegradable




Category 5: Core and lightweight materials

Paper honeycomb & foam alternatives

Lightweight, low-cost core structures used in non-structural or low-load areas, offering strength, flexibility, and sustainability — especially for yacht interiors.

Foam alternatives (bio-based or recycled):

- made from bio-resins, soy-based polyurethanes, or rPET foams
- used where lightweight filler or shape is needed
- often closed-cell = resistant to moisture
- non-toxic options replacing petroleum-based foam






Category 5: Core and lightweight materials

Paper honeycomb & foam alternatives

Lightweight, low-cost core structures used in non-structural or low-load areas, offering strength, flexibility, and sustainability — especially for yacht interiors.

- not suitable for high structural loads
- paper honeycomb needs sealing against moisture
- limited long-term performance data in marine settings



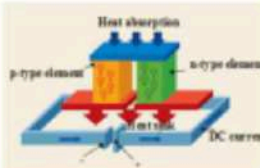



Category 6: Energy and thermal functional materials

Thermoelectric & Energy-Storing Materials

Thermoelectric materials - Materials that convert heat directly into electricity — without moving parts, wires, or batteries.

- Generate power from engine heat, sunlight, or surface temperature differences
- No fuel, no emissions, no moving parts
- Can power sensors, navigation beacons, micro-devices





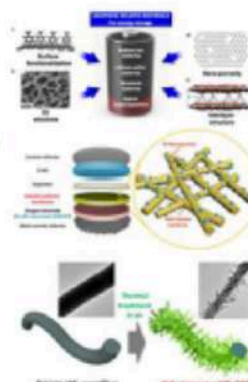


Category 6: Energy and thermal functional materials

Thermoelectric & Energy-Storing Materials

Energy storing materials - functional materials that can store and release energy — either integrated into boat structures or embedded in systems (e.g., supercapacitors, carbon fiber batteries).

- carbon fiber or composites infused with energy storage capacity
- panels or hull sections that store power like a battery
- potential to power lights, sensors, or small electronics

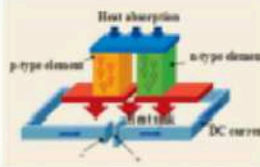





Category 6: Energy and thermal functional materials

Thermoelectric & Energy-Storing Materials

- Still in R&D or early prototype stages
- Low power output — only suitable for small loads
- High cost for energy-storing composites
- Needs custom integration into design phase






Co-funded by the European Union

Category 6: Energy and thermal functional materials

Solar integration with deep-tech layers

The embedding of solar energy harvesting into yacht components using thin, flexible, and smart photovoltaic materials — beyond traditional solar panels.

- flexible, lightweight, and can follow curved surfaces
- Transparent or semi-transparent films applied to glass, sails, or decks
- combine solar capture with UV protection, anti-fouling, or structural roles
- enables off-grid and silent operation
- powers lights, navigation systems, fridges, and winches





Co-funded by the European Union

Category 6: Energy and thermal functional materials

Solar integration with deep-tech layers

The embedding of solar energy harvesting into yacht components using thin, flexible, and smart photovoltaic materials — beyond traditional solar panels.

- efficiency still lower than rigid silicon panels
- vulnerable to abrasion, UV, and saltwater
- integration into curved composites requires advanced bonding techniques
- cost and durability under marine conditions still under



Which materials are ready now?



Co-funded by the European Union

TRL	Stage	Example materials
1-3	lab research	Shape-memory alloys, metamaterials
4-5	prototype testing	Smart polymers, energy-storing composites
6-7	pilot production	Thermoplastics, thermoelectrics
8-9	commercial use	Flax fiber, rPET foam, bio-resins, nanocoatings



Time for group work and discussion!



Co-funded by the European Union



Παρουσίαση για τις Μηχανικές Ιδιότητες των Υλικών



Co-funded by the European Union

Understanding of mechanical properties: Importance and Measurement methods

National Technical University of Athens

Vaire, 11 September 2025

SEATEACH soib Nautic Marine EBI INNOVATION anen POLBOAT




Part 1

Introduction

Co-funded by the European Union

Topics

- Definition of material properties
- Categories of material properties
- Definition of mechanical properties
- Why study mechanical properties
- Boatbuilding applications and mechanical properties' demands

Objectives

- Introduction to material properties
- Understanding of connection with boatbuilding applications

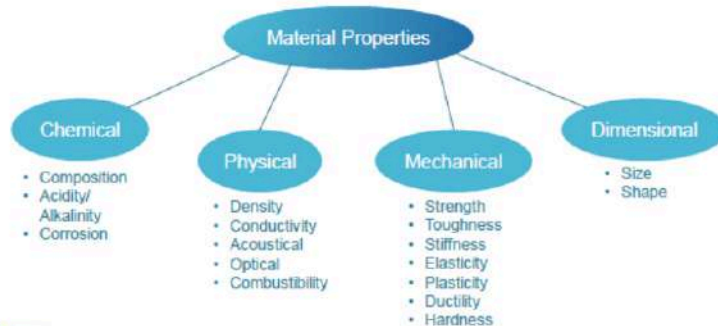
Co-funded by the European Union

Definition of material properties

- Materials have properties and measurements related to them.
- Material properties refer to the characteristics that define how a specific material behaves and responds under different conditions, encompassing its composition, physical attributes, and reaction to applied forces.
- Material properties determine materials use and applications.

Co-funded by the European Union

Categories of material properties



5

Definition of mechanical properties

- Mechanical properties refer to the characteristics of a material that describe its behavior under the action of external forces, such as tension, compression, bending, or torsion.
- These properties determine how a material responds to mechanical loads.
- They affect the mechanical strength and ability of a material to be molded in suitable shape and the ability to resist mechanical forces.
- They include attributes like strength, ductility, hardness, toughness, elasticity, and fatigue resistance.



6

Why study mechanical properties?

- Development and design of material applications for maximized efficiency.
Choosing the appropriate materials for specific applications is essential to ensure optimal performance within their intended environments.
- More efficient manufacturing process.
- Limitations awareness and management.
- Handling awareness for safety and accident prevention.
- Support the development of advanced materials for various applications in the boatbuilding industry.



7

Boatbuilding applications and mechanical properties' demands

- Understanding mechanical properties is essential as they determine the quality and functionality of the final product.
- Apart from quality and functionality, the mechanical properties influence durability, performance and damage vulnerability.
- Materials undergo testing and evaluations to ensure durability, resilience and finally suitability for applications.
- **Challenge:** Mechanical properties which contribute to operational performance optimization usually makes manufacturing process more difficult.
→ Close cooperation between the designer and the manufacturer is the key element to overcome the challenge. Compromises always need to be made!



8



Topics

- Mechanical properties
- In-plane tensile strength
- In-plane shear strength
- Compressive strength
- Stiffness
- Interlaminar shear strength (ILSS)
- Interlaminar fracture toughness
- Fatigue resistance
- Impact resistance
- Young's modulus
- Poisson's ratio
- Thermal expansion
- Moisture absorption

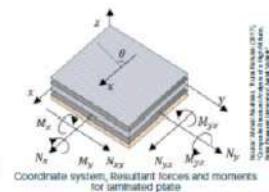
Objective

- Familiarization with mechanical properties

Co-funded by the European Union

Mechanical properties

The mechanical properties of composites describe how they react to applied forces, moments, torque and changes in environmental conditions such as temperature and humidity.



Coordinate system, resultant forces and moments for laminated plate

- ✓ In-plane tensile strength
- ✓ In-plane shear strength
- ✓ Compressive strength
- ✓ Stiffness
- ✓ Interlaminar shear strength (ILSS)
- ✓ Interlaminar fracture toughness
- ✓ Fatigue resistance
- ✓ Impact resistance
- ✓ Young's modulus
- ✓ Poisson's ratio
- ✓ Thermal expansion
- ✓ Moisture absorption

Co-funded by the European Union

In-plane tensile strength

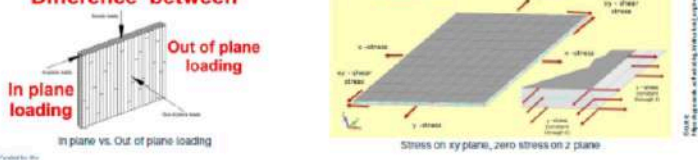
It is the maximum tensile stress that a composite material can withstand within the plane of its laminate layer before it breaks.

Because composites are fiber direction-dependent, in-plane tensile strength is measured in specific directions and is higher along the direction of fibers.



Tensile loading

Difference between In plane loading and Out of plane loading



In plane vs. Out of plane loading

Stress on xy plane, zero stress on z plane

Co-funded by the European Union

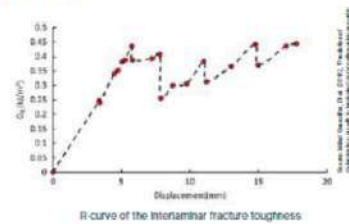


Co-funded by the
European Union

Interlaminar fracture toughness

It is a measure of a composite material's resistance to crack growth between its layers under different types of loading.

Compared to ILSS that measures stress, this one indicates how much energy the material can absorb before a crack between its layers grows.



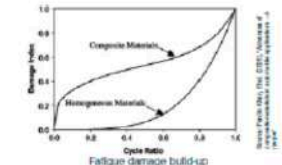
Co-funded by the
European Union

Fatigue resistance

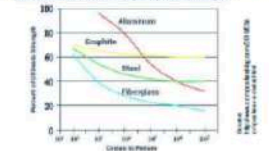
The ability of a composite material to withstand repeated cyclic loading (tension, compression, bending, or shear) without failing.

Fatigue occurs when a material is subjected to repeated or fluctuating stress, usually below its ultimate strength, causing progressive damage that can lead to sudden failure.

In composites fatigue is more complex, because the material is anisotropic and multiple failure mechanisms interact over time.



Comparison of Fatigue Strengths of Graphite, Steel, Fiberglass and Aluminum (R_f = Ratio of fatigue strength to ultimate strength)



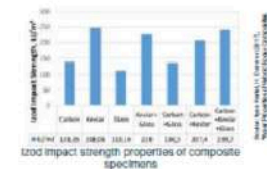
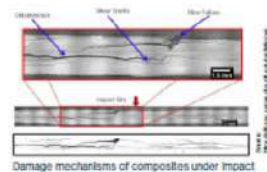
Co-funded by the
European Union

Impact resistance

The ability of a composite material to absorb and dissipate energy from a sudden force or impact (drop, strike, or collision) without catastrophic failure like cracking, delamination, or fiber breakage.

Importance:

- Composites are strong but often brittle (e.g., compared to Grade A/C45 steel)
- Impact can cause internal damage that is not visible but severely weakens the structure



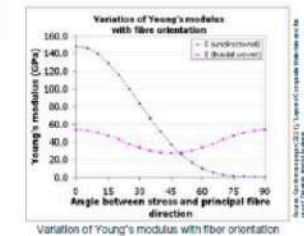
Young's Modulus, E

Young's modulus or modulus of elasticity, E , in composites is a measure of stiffness, that is, how much a composite resists deformation when a tensile, or compressive force is applied.

Higher E $\rightarrow$ stiffer material

Because composites are anisotropic, E depends on fiber orientation and laminate layout.

E_1 (along the fiber direction) $>$ E_2 (perpendicular the fiber direction)

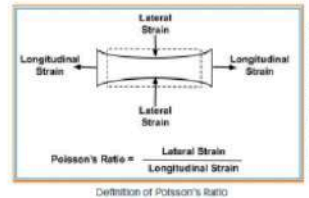


Poisson's Ratio, ν

It is the ratio of transverse strain to axial strain when the material is under tensile or compressive load.

Key point:

When a material is under tension in one direction, it shrinks in the perpendicular direction. Poisson's ratio measures the degree of shrinkage that occurs in a material in relation to its stretching.



Thermal Expansion

It refers to how much a composite changes in size (expansion or contraction) when the temperature changes.

The rate of this change is the coefficient of thermal expansion (CTE), denoted as α [$\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$] in literature.

Moisture Absorption

It refers to the uptake of water or humidity from the environment into the matrix material (usually a polymer).

This occurs over time and can change the composite's properties (strength, stiffness, dimensions, and durability).

Quiz Time ?

Why is high stiffness an important mechanical property of composite material?

- a) It makes the material heavier and more durable.
- b) It allows the material to stretch easily under force.
- c) It helps the material resist bending or deformation under load.

Quiz Time ?

Why is high stiffness an important mechanical property of composite material?

- a) It makes the material heavier and more durable.
- b) It allows the material to stretch easily under force.
- c) It helps the material resist bending or deformation under load.



Part 3

Measurements and Specifications

 Co-funded by the European Union



Topics

- Why do we need quality control?
- ASTM and ISO Standards
- Tensile testing
- Compression testing
- Flexural testing
- Interlaminar shear strength
- Shear testing ($\pm 45^\circ$)
- Impact testing
- Fatigue testing
- Environmental resistance testing

Objectives

- Material quality control procedures and standards
- Getting to know standardized material tests

 Co-funded by the European Union



Why do we need Quality Control?

- ✓ To ensure materials **meet** safety and performance standards.
- ✓ To **detect** manufacturing defects early.
- ✓ To **guarantee** long-term durability and reliability.




Essential for critical industries like boatbuilding, aerospace, and automotive

 Co-funded by the European Union

ASTM & ISO Standards

- **ASTM**: American Society for Testing and Materials (US-based).
- **ISO**: International Organization for Standardization (global).



Property of ASTM



Property of ISO

They provide standardized testing methods to compare materials fairly.

  Co-funded by the European Union

Tensile testing



Purpose: Measures how much force is needed to pull a composite material apart until it breaks.

- ASTM D3039 and ISO 527-4 are standard methods for testing fiber-reinforced composites.
- A flat rectangular specimen is pulled lengthwise until failure.
- Results help determine **tensile strength**, modulus of elasticity, and strain at break.



Preparing a composite sample for tensile testing.

Crucial for understanding how composites behave under stretching forces, important for structural parts in boatbuilding like hulls, decks, or masts.

28

Compression testing



Purpose: Measures how much force a composite material can withstand when compressed before it buckles or fails.

- ASTM D6641 and ISO 14126 are standard methods for testing compressive strength of fiber-reinforced composites.
- The specimen is loaded lengthwise in compression using special fixtures (e.g., combined loading or shear loading).
- Evaluates **material behavior** under squeezing forces, including strength and stability.



Composite specimen placed in a fixture for compression testing.

Crucial for assessing how composites perform in boat structures like hulls, frames, and panels that face compressive loads during service.

29

Flexural testing



Purpose: Measures how much force is needed to bend a composite material until it breaks or deforms.

- ASTM D790 and ISO 14125 are standard methods for testing the flexural strength and stiffness of composites.
- The sample sits on two supports and is pressed down in the middle (3-point bending).
- Results show how well a **material resists bending** — indicating its rigidity and durability.



Set up for flexural testing using a 3-point bending fixture.

Essential for boat parts like decks, beams, and panels that face bending loads during operation.

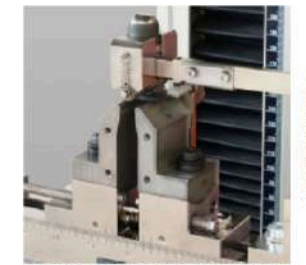
30

Interlaminar shear strength



Purpose: Measures how strongly the layers (plies) in a composite are bonded together.

- ASTM D2344 is the standard method used to test ILSS through a short beam bending test.
- A small beam is loaded in the center until the layers slide or separate.
- Helps **assess the adhesion between layers**, critical for avoiding delamination.



Short beam setup for testing the bonding between the composite layers.

Important for composites in boats, where strong bonding between layers ensures durability under repeated stress and vibration.

31

Shear testing ($\pm 45^\circ$)

Purpose: Measures how well a composite resists sliding forces between internal layers.

- **ASTM D3518** is the standard method for testing in-plane shear strength and stiffness using $\pm 45^\circ$ laminate specimens.
- The test pulls a specimen cut at $\pm 45^\circ$ angles to create a pure shear condition.
- Results show how the material handles twisting or diagonal forces.



Important for composite parts in boats like hulls and panels, where angled loads from waves or torsion can cause shear stress.

Impact testing

Purpose: Simulates accidental hits or drops to see how a composite material absorbs and resists sudden impact.

- **ASTM D7136** is the standard for impact testing using a falling weight method on composite panels.
- The test creates controlled damage, and then a Compression After Impact (CAI) test checks how the material performs afterward.
- Evaluates the material's damage resistance and ability to keep its strength after being hit.



Essential for real-world situations in boatbuilding — dropped tools, floating debris, or collisions can cause unexpected impacts.

Fatigue testing

Purpose: Measures how a composite behaves under repeated or fluctuating loads over time.

- **ASTM D3479** is the standard method for determining the tension-tension fatigue behavior of fiber-reinforced polymer matrix composites.
- A specimen is repeatedly pulled and released at a controlled frequency until failure.
- Results help determine how many cycles a material can endure before it cracks or breaks.



Important for predicting the lifespan of composite parts in boats exposed to wave forces, engine vibrations, or cyclic loading.

Environmental resistance testing

Purpose: Assesses how composite materials perform under harsh environmental conditions like moisture, salt exposure, and fire.

- **ASTM D570 – Water Absorption:** 

Measures how much water a material absorbs during immersion. Affects weight, strength, and stability in wet conditions.

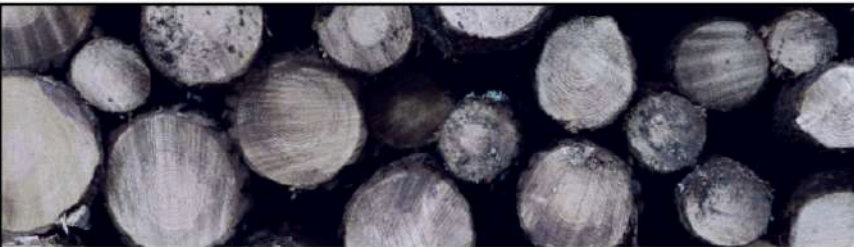
- **ASTM B117 – Salt Spray (Corrosion):** 

Simulates long-term saltwater exposure. Evaluates corrosion resistance of materials and protective coatings.

- **IMO FTP Code – Fire & Smoke Toxicity:** 

Tests flame spread, smoke density, and gas toxicity. Ensures fire safety compliance for marine applications.

Critical for boatbuilding, where materials must resist moisture, corrosion, and fire hazards over long service life.



Part 4

Factors affecting Mechanical Properties

Co-funded by the European Union

Topics

- Factors affecting material properties

Objective

- Getting to know which factors may affect material properties and how.

Co-funded by the European Union

Factors affecting mechanical properties

- Grain size
- Temperature
 - significant properties reduction in high temperatures
 - reduction of 10%, 50%, 90% in temperatures 90°C, 150°C, 200°C.
- Heat treatments
- Liquid environment presence
 - properties reduction
 - satisfactory protection through the use of gel coats.
- Atmospheric/ weather exposure
 - little impact
 - exposure to light, ultraviolet radiation, rain, frost.

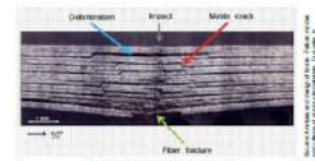


Vessel's exposure to frost

Co-funded by the European Union

Factors affecting mechanical properties

- Fiber properties
- Construction method
 - advanced methods $\Rightarrow$ small changes in properties
 - simple methods (hand lay-up) $\Rightarrow$ restricted quality and big changes in properties.
- Laminates' separation
- Polymerization rate

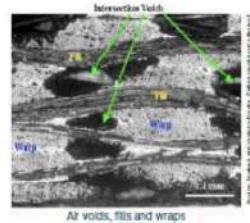


Depiction of mechanical failures

Co-funded by the European Union

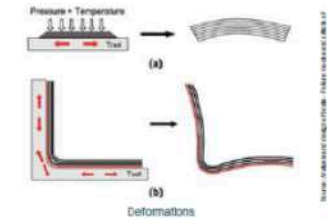
Factors affecting mechanical properties

- Conditions of storage
- Human factor
 - ✓ craftsman skill
 - ✓ fiber misalignment
 - ✓ poor resin distribution
 - ✓ air voids
 - ✓ ply wrinkling – foreign inclusions.



Factors affecting mechanical properties

- Remaining tensions
 - ✓ during the solidification process
 - ✓ different coefficient of thermal expansion of fibers and resin
 - ✓ possible rejection of the entire structure due to excessive deformations.



Quiz Time ?

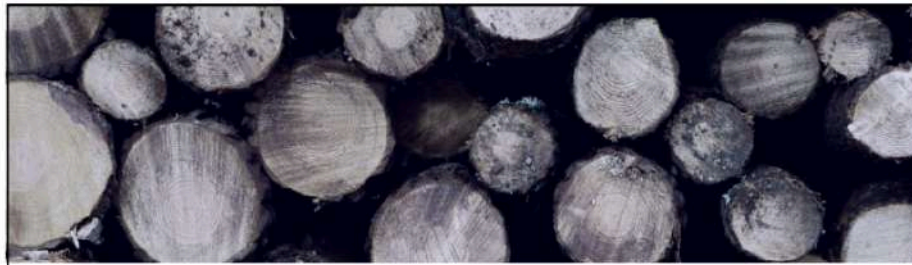
What is the nature of the factors affecting the material mechanical properties?

- Mainly external, including handling procedures, human factor and weather
- Inherent material factors concerning the fibers orientation and structure
- A combination of internal and external elements, acting in multiple ways and dynamically.

Quiz Time ?

What is the nature of the factors affecting the material mechanical properties?

- Mainly external, including handling procedures, human factor and weather
- Inherent material factors concerning the fibers orientation and structure
- A combination of internal and external elements, acting in multiple ways and dynamically.



Part 5

Types of Material Failures

Co-funded by the European Union

Topics

- Types of material failures
- Failure in tension
- Modes in failure in tension of a unidirectional layer
- Examples of tensile failures
- Failure in compression
- Failure in bending
- Examples of failures in bending
- Shear failure
- Creep failure
- Fatigue

Objective

- Familiarization with material failures

Co-funded by the European Union

Types of material failures

What is 'failure'?

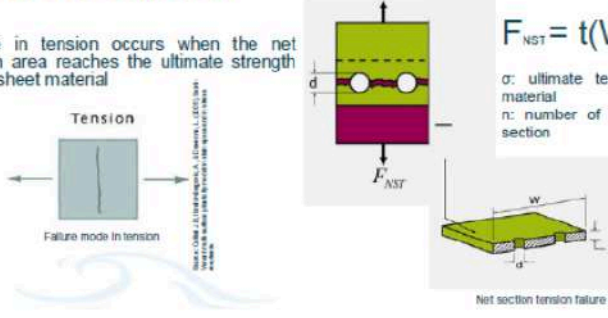


- ✓ Failure in tension
- ✓ Failure in compression
- ✓ Failure in bending
- ✓ Shear failure
- ✓ Fatigue
- ✓ Creep failure
- ✓ Impact

Co-funded by the European Union

Failure in tension

Failure in tension occurs when the net section area reaches the ultimate strength of the sheet material

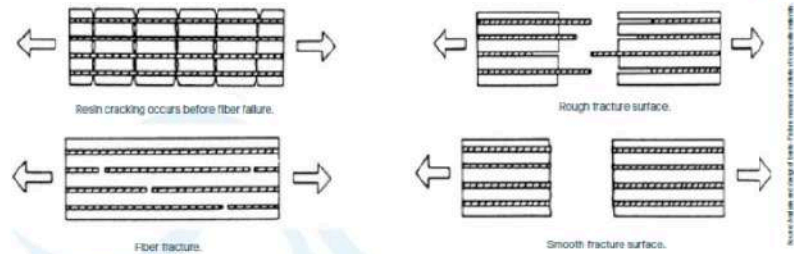


$$F_{NST} = t(W - n d) \sigma$$

σ : ultimate tensile strength of sheet material
 n : number of fasteners along the net section

Co-funded by the European Union

Modes of failure in tension of a unidirectional layer



Examples of tensile failures



Failure in compression

Compression failure usually occurs due to the development of compressive stresses greater than the allowable stresses.

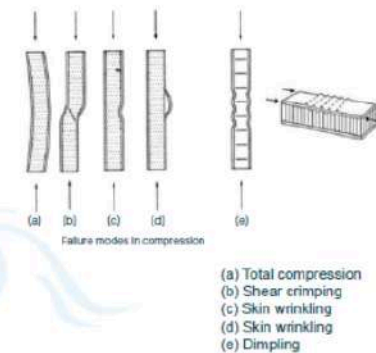
When a load is applied to a material, it exerts a force on the material's molecules, causing them to move closer together. As more force is applied, the molecules become increasingly compressed until they reach a point where they can no longer move any closer together. At this point, the material has reached its maximum compressive strength and will begin to deform or fail if additional force is applied.



Failure in compression

Factors affecting such failure:

- ✓ Non-complete fiber alignment, fiber adjacency
- ✓ Non-complete fiber-resin bonding
- ✓ Voids (entrapped air)

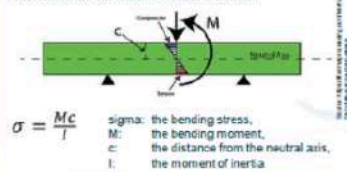




Co-funded by the
European Union

Failure in bending

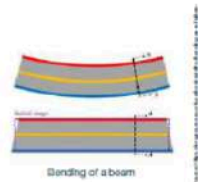
Failure in bending will occur when the bending moment is sufficient to induce tensile/compressive stresses greater than the yield stress of the material throughout the entire cross-section



Schematic of bending stress in a loaded beam

Failure Mechanisms:

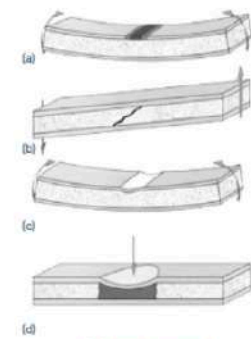
- ✓ **Yielding of extreme fibers:** causes gradual sagging eventually rendering the material ineffective.
- ✓ **Buckling of compression fibers:** occurs sideways, leading to sudden failure; primary or secondary cause of failure
- ✓ **Excessive shearing stresses:** causes primary failure or secondary failure
- ✓ **Localised Yielding of the overstressed portions:** Usually occur near bearing blocks that transmit concentrated loads or reactions to beams



Co-funded by the
European Union

Examples of failures in bending

- Failure of the compressed casing
- Failure of the core due to shear
- Formation of inward wrinkling of the core, accompanied by local crushing
- Local rushing of the core.

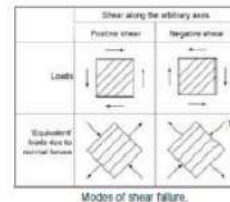
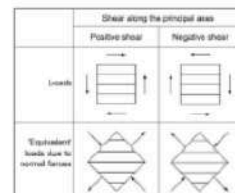


Co-funded by the
European Union

Shear failure

Shear failure refers to a type of material failure that occurs when a material experiences shear stress beyond its shear strength.

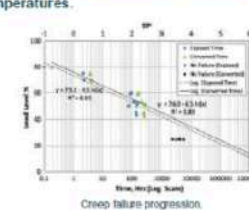
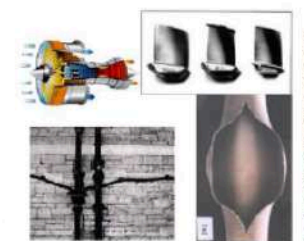
- ✓ One of the most critical failures.
- ✓ The occurrence of shear failure in a beam can lead to a sudden structural collapse
- ✓ A possible variation in strength between positive and negative shear depends on the direction of loading
- ✓ Shear can occur either along the principal axes or along arbitrary axes.



Co-funded by the
European Union

Creep failure

Creep failure caused by thermal stress. It has the characteristics of loading since a very early age, induced by variable compressive and tensile stress, and changing temperatures.



The time-dependent deterioration of stress is based on:

- ✓ High temperature
- ✓ Exposure to moisture
- ✓ Exposure to acidic environments

It appears when high temperatures develop, such as:

- ✓ decks due to sunlight
- ✓ machine foundations
- ✓ submarines with long submersion times
- ✓ piping lines

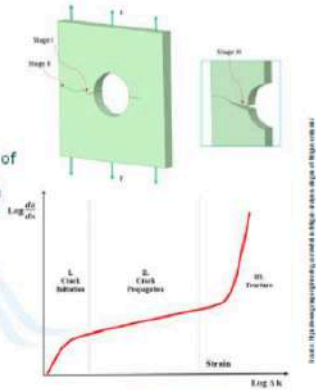


Fatigue

Fatigue is a failure mechanism that involves the cracking of materials and structural components due to **cyclic** (or fluctuating) stress. While applied stresses may be tensile compressive or torsional, crack initiation and propagation are due to the tensile component.

3 stages of fatigue failure:

- Stage I: Crack Initiation
- Stage II: Crack propagation
- Stage III: Failure



Stages of fatigue failure.



Part 6

Mechanical Properties, Failures and Deep Tech Materials



Co-funded by the European Union



Topics

- Recap: why mechanical properties matter
- Typical failures in composite boat structures
- Engineering response to failure
- Mechanical properties, failures and deep-tech materials
- Potential of deep-tech materials in boatbuilding to prevent failure
- Deep-tech materials: Nanomaterials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Metamaterials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Quantum materials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Advanced polymers and composites in boatbuilding
- Deep-tech materials: Bio-inspired and smart materials in boatbuilding
- Deep-tech materials: Energy and sustainability materials in boatbuilding
- Deep-tech materials: High-value added metals and materials in boatbuilding

Objective

- Exploring the application of knowledge about material mechanical properties, especially in the context of deep-tech materials.



Recap: why mechanical properties matter

- Performance and safety:** Mechanical properties like strength, stiffness, and toughness determine how a composite performs under load and stress—critical for safety in demanding environments like marine applications.
- Durability and reliability:** Understanding fatigue resistance, impact behavior and mechanical failures helps ensure long-term durability and consistent performance.
- Design optimization:** Knowledge of mechanical behavior enables engineers to design lighter, more efficient structures retaining integrity.
- Material selection:** Matching the right mechanical properties to the application ensures the composite will perform as expected.
- Cost Efficiency:** Reducing overengineering and selecting the right materials for the right job can lower manufacturing costs while maintaining quality.

Typical failures in composite boat structures

- **Delamination**
 - ✓ Separation between composite layers due to poor bonding or repeated loading.
 - ✓ Often caused by impact, fatigue or manufacturing defects.
- **Matrix cracking**
 - ✓ Cracks form in the resin matrix between fibers.
 - ✓ Reduces load transfer and can lead to further damage.
- **Fiber Breakage**
 - ✓ Occurs when individual fibers exceed their tensile or compressive limits.
 - ✓ Common in areas under high stress or impact.
- **Debonding**
 - ✓ Loss of adhesion between fiber and matrix or between composite and core material.
 - ✓ Weakens structural integrity.



63

Typical failures in composite boat structures

- **Core shear failure (in Sandwich structures)**
 - ✓ The core material fails under shear loads, especially in high-impact or high-load zones.
 - ✓ Can lead to face sheet separation or crushing.
- **Buckling**
 - ✓ Compressive loads cause structural instability in thin laminates or unsupported panels.
 - ✓ Often seen in hull bottoms or deck panels under pressure.
- **Fatigue failure**
 - ✓ Progressive damage from repeated loading/unloading cycles.
 - ✓ Can initiate matrix cracks or delamination over time.



64

Engineering response to failure

- **Identification of the problem**
Definition of the failure type and location.
- **Understanding of the cause**
Answering the question: "Was it design, material choice, loading or manufacturing?"
- **Refining the design**
Adjustment of fiber direction, laminate thickness or structures support.
- **Improvement of material use**
Choice of tougher resins, stronger fibers or more resilient core materials.
- **Improvement of processes**
Use of alternative processes which are more suitable.
- **Monitoring and maintenance**
Use of frequent inspections to detect issues early and extend the boat's life.



65

Mechanical properties, failures and deep-tech materials

Towards the future of composites in maritime design

- **What are deep-tech materials?**
Deep-tech materials are advanced materials that emerge from cutting-edge scientific research and technological breakthroughs. Unlike traditional materials, which are often well understood and widely used, deep-tech materials are defined not just by their composition or application, but by the high level of complexity, uncertainty, and innovation involved in their development.
- **Why they matter in boatbuilding?**
Deep knowledge of mechanical properties and failures builds confidence in boat construction. By combining this knowledge with emerging material technologies, we open the door to creating more advanced composites tailored for marine performance.
- **How sustainability and impact are addressed?**
Choosing the right material for a boat is about much more than just strength or weight. Each decision has an impact – on the environment, on health, on recyclability, and on cost. Sustainability is a core part of responsible boatbuilding. Responsible boatbuilding means prioritizing materials that reduce environmental impact while meeting performance demands.



66

Potential of deep-tech materials in boatbuilding to prevent failure

- **Stronger, tougher composites**
Increased resistance to cracking, impact and delamination.
- **Improved fatigue performance**
Withstand repeated loads over time.
- **Smart damage detection**
Materials with built-in sensors enable early issue detection.
- **Tailored properties**
Advanced design allows materials to meet specific load and performance needs.
- **Greater environmental resistance**
Better protection against moisture, salinity, UV and temperature changes.



22

Deep-tech materials: Nanomaterials in boatbuilding

Mechanical Properties	High strength-to-weight ratio, fracture resistance, fatigue life enhancement
Surface Functions	Corrosion resistance, anti-fouling, UV protection, self-cleaning
Thermal/Optical Properties	UV blocking, heat dissipation, thermal insulation
Applications in Yachts	Nano-reinforced hulls, anti-fouling coatings, nanostructured UV-protective finishes, advanced sensor systems, nanocoatings on mechanical parts
Emerging Uses	Smart coatings, nanogenerators, lightweight energy storage (batteries, supercapacitors)



23

Deep-tech materials: Metamaterials in boatbuilding

Material Classification	Advanced Engineered Materials (subset of functional materials)
Division into Groups	• Mechanical Metamaterials – optimized for strength, flexibility, etc. • Acoustic Metamaterials – control of sound waves; • Thermal Metamaterials – manipulation of heat flow; • Electromagnetic Metamaterials – control of EM/radar waves; • Optical Metamaterials – light wave control (cloaking, lenses)
Mechanical Properties	• High strength-to-weight ratio • Auxetic behavior (negative Poisson's ratio) • High stiffness or controlled deformability • Energy absorption • Tunable elasticity and density depending on geometry
Application Cases	• Yacht hulls: lightweight, impact-resistant structures • Noise insulation: cabins with acoustic metamaterials • Radar stealth: reduced detectability of military vessels • Thermal management: optimized interior climate control • Hydrodynamic coatings: drag reduction, anti-biofouling • Energy harvesting: from wave or vibration-induced deformation
Material Classification	Advanced Engineered Materials (subset of functional materials)



24

Deep-tech materials: Quantum materials in boatbuilding

Material Classification	Topological insulators, Weyl and Dirac semimetals, Mott insulators, heavy fermion systems, unconventional superconductors, spin liquids
Division into Groups	Grouped by dominant quantum effects: • Topological states • Strong electronic correlations • Quantum spin and entanglement phenomena • Generally brittle and sensitive to defects
Mechanical Properties	• Low ductility and mechanical strength • Not suitable for structural or load-bearing use • Often require encapsulation or substrate stabilization
Application Cases	• Quantum sensors (e.g. NV centers) for environmental monitoring or inertial navigation • Superconductors for high-efficiency energy subsystems in electrified propulsion • Thermoelectric quantum materials for onboard waste heat recovery



25

Deep-tech materials: Advanced polymers and composites in boatbuilding

Material Classification	Polymer composites are a composition of at least two materials: 1. Polymer plastics, the resin 2. Organic and / or inorganic fibre reinforcements
Division into Groups	- Resins / Matrixes / Plastics / Glue: - Thermosets / Thermosetting polymer (e.g. Epoxy, Polyester) - Thermoplastics (e.g. Acrylics) - Fibre reinforcements: - Inorganic - Mineral (e.g. Volcanic, Basalt, Glass) - Organic: Plant fibres (e.g. Flax, Hemp, Bamboo) / Synthetic fibres (e.g. Carbon, Aramid)
Mechanical Properties	- Lightweight - High-strength, High-stiffness - Versatility in application and in design - Low manufacturing costs
Application Cases	Hull and deck structure, Inner hull, Shower trays, Interior arrangement



18

Deep-tech materials: Bio-inspired and smart materials in boatbuilding

Material Classification	Bio-inspired (functionally nature-derived) / Smart (stimuli-responsive)
Division into Groups	Bio-inspired by surface (e.g., lotus, sharkskin), structure (e.g., fibres, cuticle), or function
Mechanical Properties	Varying: often not load-bearing; some materials offer vibration damping, wear and impact resistance
Limitations	Durability, lack of certification, limited structural applications, scalability
Application Cases	Anti-fouling coatings, composites, sensor-embedded laminates, self-healing coatings



19

Deep-tech materials: Energy and sustainability materials in boatbuilding

Material Classification	Recycled PET cores, bio-based epoxy resins, recyclable thermoplastic resins, recycled carbon fibers
Division into Groups	- Core materials: recycled PET foams for sandwich structures - Resin systems: bio-based and recyclable thermoplastics - Reinforcements: reclaimed fibers used in composites
Mechanical Properties	- Good structural stiffness and insulation (PET core) - Low viscosity and infusion compatibility (resins) - Recyclable or reusable through thermal recovery (thermoplastics) - Comparable strength to virgin carbon fiber (recycled fibers)
Application Cases	- Use of PET cores in hull and deck sandwich panels - Infusion of structures with recyclable or bio-based resins - Non-critical components made from recycled carbon fibers - Integration in energy-optimized yachts with solar, hybrid, or biofuel systems



20

Deep-tech materials: High-value added metals materials in boatbuilding

Material Classification	Aluminium alloys : aluminium-magnesium alloys and aluminium-magnesium-silicon alloys; graphene added alloys (experimental)
Division into Groups	- Aluminium alloys - Wrought alloys - Strain hardening - Age hardening - Casting alloys - Silicon alloys - Magnesium alloys - Graphene added alloys (still experimental)
Mechanical Properties	- Good corrosion resistance - High weldability - Easy to cut and form - Good strength/weight ratio
Application Cases	Hull, Frame, Pillars, Propeller



21



