

Interreg



Co-funded by
the European Union

**CATCHING THE WAVES
OF COOPERATION**

Italy – Croatia



Report Deliverable 1.3.2

Project Acronym: TOFOLA
Project number: ITHR0200352





**Title: JOINT TRAINING TOOLS SPECIFICALLY
DEVELOPED FOR THE FUTURE SHIPYARDS IN
NATIONAL LANGUAGES.**

WP n°	1
Task n°	1.3.2
Author(s)	Centro Consorzi
Contributors	University of Rijeka - Faculty of Maritime Studies (PFRI)
Type	Report, Document
Dissemination Level	Public
Revision	Final version
Due Date	28/02/2026
Date of submission	



Italy – Croatia**Table of contents**

MODULO 1 – Tradizione Marittima Adriatica e Introduzione alla Cantieristica Tradizionale	5
1.1 Sviluppo della cantieristica navale e della navigazione nel Mare Adriatico.....	5
1.2 Opportunità di Carriera nel Restauro di Imbarcazioni Tradizionali.....	7
1.2.1 Disegno tecnico (metodo fotogrammetria).....	7
1.2.2 Scansione 3D e ricostruzione digitale di imbarcazioni storiche.....	7
1.3 Metodi di costruzione delle imbarcazioni tradizionali	9
1.3.1 Strumenti e tecniche della costruzione navale tradizionale.....	9
1.3.2 Preparazione e misurazione.....	9
1.3.3 Lavorazione del legno	9
1.3.4 Assemblaggio e giunzione degli elementi.....	9
1.3.5 Fasi di costruzione dello scafo.....	10
1.3.6 Finitura e attrezzatura.....	10
1.3.7 Manutenzione delle imbarcazioni tradizionali.....	10
1.4 Progetto Arca Adriatica – Accademia della Costruzione Navale Tradizionale	11
1.5 Conservazione e rivitalizzazione del patrimonio marittimo del Quarnero e dell’Istria.....	12
MODULO 2 – Tecniche di Costruzione e Restauro delle Imbarcazioni in Legno	13
2.1 Federico Lenardon – Restauro e Progettazione di Barche in Legno	13
2.2.1 Restauro di Onkel Adolph.....	13
2.2.2 Restauro di HIAWATHA J. ANKER	15
2.2.3 Project of “NABABBO IV THE BORN”	19
2.2 Dinko Salopek – Progettazione della batana in legno.....	22
MODULO 3 – Design Navale Tradizionale, Innovazione e Accessibilità.....	24
3.1 Il cantiere navale di Giovanni da Ponte: tradizione veneziana, innovazione artigianale e progettazione inclusiva	24
3.2 Analisi delle Tecniche Costruttive Tradizionali della Gondola Veneziana: Visita alla Sede Storica dell’Associazione Arzanà.....	26
Conclusion	29



Italy – Croatia



Document Overview

The present document compiles and systematizes the training materials developed by the partners of the TOFOLA project within Deliverable 1.3.1, organising them according to the structure of the three planned training modules. The report coherently illustrates the technical, methodological and applicative contents elaborated through cross-border cooperation, subsequently translated into the national languages to ensure their use within the training activities carried out in Italy and Croatia.

In addition to presenting the materials produced, the document defines the reference framework of the training modules, their function within Work Package 1, and their contribution to building shared competences useful for the development of the project's future educational workshops.

Module 1: Maritime tradition and introduction to traditional boatbuilding, addressed to young people and students, took place between Italy and Croatia, with activities carried out particularly in the project partner areas, including Rijeka/Fiume, Istria and the coastal territories of Veneto. The programme included theoretical lessons, guided visits and hands-on workshops dedicated to the maritime heritage of the Adriatic and the Venice Lagoon, with contributions from navigation experts, master shipwrights and specialists in digital documentation.

Module 2: Techniques for the construction and restoration of traditional boats, aimed at master shipwrights and operators in traditional boatbuilding, was held mainly in specialised shipyards and workshops located in the partner territories, with particular reference to the artisanal shipyards of Friuli Venezia Giulia, Veneto and the Rijeka area. Activities included practical restoration sessions, structural analysis and the design of wooden boats, conducted by professionals such as Federico Lenardon and Dinko Salopek.

Module 3: Naval design, innovation and accessibility, addressed to designers and professionals in the naval sector, took place primarily in Veneto, with activities hosted at the Giovanni da Ponte Shipyard and the historic headquarters of the Arzanà Association in Venice. The module explored traditional Venetian construction techniques, principles of inclusive and sustainable design, and design solutions applicable to traditional boats, through technical visits, meetings with master shipwrights and direct observation of construction and restoration phases.

Taken together, the modules form an integrated training pathway aimed at enhancing the traditional nautical heritage of the Adriatic area and promoting skills useful for the development of sustainable tourism products in line with the objectives of the TOFOLA project.



MODULO 1 – Tradizione Marittima Adriatica e Introduzione alla Cantieristica Tradizionale

1.1 Sviluppo della cantieristica navale e della navigazione nel Mare Adriatico

Prima del Medioevo l'Adriatico era solcato soprattutto da Romani, Liburni e, più occasionalmente, da Greci. Questi popoli lasciarono un'impronta profonda nello sviluppo della navigazione e della costruzione navale della regione, scambiandosi conoscenze e tecniche che contribuirono alla crescita di una tradizione marittima condivisa. Un esempio emblematico di questo dialogo è la Liburna, una nave da guerra originaria dei Liburni che i Romani adottarono e perfezionarono nel I secolo avanti Cristo, adattandola alle proprie esigenze militari.

Parallelamente, le comunità costiere iniziarono a sviluppare imbarcazioni tradizionali semplici ma funzionali, pensate per la pesca, il trasporto di merci e il movimento di persone. La loro costruzione si basava su saperi locali tramandati oralmente di generazione in generazione. Le competenze necessarie spaziavano dalla lavorazione del legno, considerata una conoscenza di base, fino alle tecniche più complesse legate alla modellazione dello scafo e all'adattamento delle barche alle condizioni specifiche del territorio.

Le imbarcazioni destinate alla navigazione costiera erano generalmente piccole e leggere, spesso spinte dai remi ma talvolta anche dalla vela. Nelle acque basse si preferivano scafi a fondo piatto, mentre per affrontare il mare aperto erano indispensabili barche più grandi e robuste, progettate per garantire stabilità e sicurezza e basate soprattutto sull'uso della vela. Queste prime forme di sapere costruttivo posero le basi di una tradizione marinara che nei secoli successivi avrebbe caratterizzato profondamente la costa orientale dell'Adriatico.

La cantieristica e la navigazione tradizionale nacquero da esigenze pratiche: inizialmente dalla necessità di pescare, poi dal crescente sviluppo del commercio e del trasporto marittimo. Anche le abitudini alimentari della popolazione italica, fortemente legate al consumo di pesce, contribuirono a intensificare gli scambi tra le due sponde dell'Adriatico. A questo commercio partecipavano anche numerosi pescatori veneziani, in particolare i Čozoti, che frequentavano regolarmente le acque della costa orientale.

Lo sviluppo della nave mercantile prese forma già tra il XII e il XIII secolo, quando molte imbarcazioni assunsero una doppia funzione, commerciale e difensiva. Tuttavia, le radici della cantieristica sono molto più antiche e affondano nelle prime soluzioni escogitate dall'uomo per attraversare corsi d'acqua, baie o raggiungere isole vicine. Inizialmente si utilizzavano tronchi asciutti, poi tronchi legati insieme per ottenere maggiore stabilità e capacità di carico. La propulsione avveniva con pali, remi o pelli di animali usate come vele. Con lo scavo di tronchi più spessi nacquero i monossili, chiamati ladve, e un progresso decisivo fu rappresentato dall'introduzione della costruzione a cassero.

Uno dei primi esempi di questa tecnica fu la nada, conosciuta anche come Rabska laja, caratterizzata da una falsa chiglia fissata alle costole e rivestita da tavole. Una struttura simile fu adottata anche dai Liburni, che svilupparono due tipologie principali di navi: i trabaccoli destinati al commercio e i serioli impiegati nelle campagne militari. Entrambi i modelli presentavano una chiglia longitudinale, una struttura a costole e un fasciame, e in alcuni casi anche un ponte. Le giunture erano fissate con chiodi di legno e, nel caso dei trabaccoli, veniva utilizzato anche il fasciame cucito.



Italy – Croatia

TOFOLA

Nel corso dei secoli Venezia divenne il principale centro di cantieristica dell'Adriatico settentrionale, mentre sulla costa orientale si distingueva Senj, celebre per la produzione di remi in legno esportati in tutta l'area. In Istria la costruzione di piccole imbarcazioni era particolarmente sviluppata, soprattutto a Rovigno, dove si realizzavano tipiche barche da pesca. La presenza di vaste foreste e condizioni costiere favorevoli favorì la crescita della marina mercantile istriana. Nel XV secolo anche Fiume vide un forte sviluppo della cantieristica, con la produzione non solo di imbarcazioni ma anche di attrezzature navali.

In alcune zone della costa orientale soggette al dominio veneziano la cantieristica subì periodi di stagnazione a causa del monopolio veneziano e dei divieti imposti per preservare il legname destinato alla flotta della Serenissima. Nonostante ciò, nel XVIII secolo la navigazione conobbe una nuova fase di espansione e sorsero cantieri navali a Fiume, Kraljevica, Bakar, Volosko, Ika, Lussino e Senj, oltre che in altre località dell'Adriatico centrale e meridionale. Senj divenne inoltre nota per la produzione di corde e vele.

Con la Rivoluzione Industriale e l'introduzione della macchina a vapore, le navi a vela iniziarono gradualmente a scomparire, lasciando spazio alle prime imbarcazioni a vapore. In questo periodo l'attività cantieristica si intensificò anche a Capodistria, Isola, Portorose, Pirano, Rovigno, Cittanova, Fasana e Pola. Nel 1883 a Fiume fu costruita l'ultima nave a vela destinata ai lunghi viaggi, la Capricorno.

Nella seconda metà del XIX secolo Fiume divenne inoltre il centro di un'innovazione destinata a cambiare per sempre la guerra navale. Giovanni Luppis ideò un'imbarcazione carica di esplosivo e guidata da terra per colpire le navi nemiche, un prototipo che l'ingegnere inglese John Whitehead perfezionò fino a trasformarlo nel primo siluro moderno.

Nonostante i progressi tecnologici, il metodo di costruzione delle barche tradizionali rimase sostanzialmente invariato per secoli. Pur con l'introduzione di nuovi strumenti e macchinari, i principi fondamentali continuarono a essere gli stessi. L'avvento del motore modificò però le linee degli scafi: le barche a remi erano strette e allungate, mentre quelle a vela presentavano fianchi più larghi per resistere all'inclinazione provocata dal vento. Con i motori interni si diffusero sempre più i pasari, caratterizzati da una poppa solida che garantiva maggiore portanza e stabilità. Le condizioni naturali dell'Adriatico influenzarono profondamente la navigazione. I venti predominanti provenivano da nord e da sud, mentre d'estate soffiava regolarmente il maestrale. Le correnti marine scorrevano in senso antiorario ma non erano particolarmente intense. L'inverno, soprattutto nel settore settentrionale, rendeva la navigazione difficile a causa dei venti forti, delle onde alte e della nebbia. La costa orientale offriva tuttavia maggiori possibilità di riparo e punti di riferimento utili all'orientamento.

Durante l'epoca della Repubblica di Venezia i galeoni raggiungevano regolarmente il Mar Nero, Alessandria, i porti del Mediterraneo occidentale e persino le coste atlantiche, attraversando lo Stretto di Gibilterra. Venezia fondò colonie commerciali in molte di queste aree e i pellegrini diretti in Terra Santa viaggiavano a bordo dei galeoni. Numerosi resoconti dell'epoca sottolineano come il Golfo del Quarnero fosse considerato il tratto più pericoloso dell'intero viaggio, a causa delle sue condizioni meteorologiche e marine particolarmente insidiose.



1.2 Opportunità di Carriera nel Restauro di Imbarcazioni Tradizionali

1.2.1 Disegno tecnico (metodo fotogrammetria)

La fotogrammetria è una tecnica di misurazione ottica che permette di determinare con precisione le coordinate spaziali dei punti di un oggetto attraverso l'analisi di fotografie scattate da diverse angolazioni. Il suo principio fondamentale è la triangolazione, grazie alla quale è possibile ricostruire la posizione tridimensionale di ogni punto osservato. Quando un oggetto, come un'imbarcazione tradizionale, viene fotografato da più prospettive, le immagini raccolte vengono elaborate da software fotogrammetrici specializzati che analizzano i dati visivi e generano un modello digitale tridimensionale fedele all'originale. Questo modello può essere utilizzato per scopi tecnici, analitici o documentativi, ma anche integrato in ambienti di realtà virtuale per offrire esperienze immersive a fini educativi, espositivi, progettuali o promozionali.

La digitalizzazione delle imbarcazioni tradizionali tramite fotogrammetria rappresenta oggi uno strumento fondamentale per documentarle, conservarle e renderle accessibili nello spazio virtuale. Il processo inizia con la calibrazione della fotocamera, necessaria per garantire la massima precisione ottica. Successivamente si procede alla marcatura dell'imbarcazione, applicando sulla sua superficie specifici riferimenti che serviranno come punti di controllo durante l'elaborazione digitale. Una volta preparato il modello reale, si realizzano numerosi scatti da angolazioni differenti, assicurando una sovrapposizione sufficiente tra le immagini per consentire una ricostruzione accurata.

Le fotografie vengono poi importate nel software fotogrammetrico, che identifica e collega i punti corrispondenti presenti in più immagini, ricostruendo così la geometria tridimensionale dell'oggetto. Segue una fase di elaborazione iterativa, durante la quale il modello viene progressivamente raffinato fino a raggiungere un livello di accuratezza soddisfacente. Il risultato finale è un modello 3D completo, comprensivo di elementi tecnici come le linee di scafo, che può essere esportato in programmi CAD o in software grafici per ulteriori analisi, visualizzazioni o integrazioni in applicazioni di realtà virtuale.

L'utilizzo di strumenti digitali avanzati permette non solo di ottenere rappresentazioni estremamente precise delle imbarcazioni tradizionali, ma anche di valorizzarle attraverso nuove forme di presentazione in musei, piattaforme educative e archivi digitali. In questo modo la fotogrammetria contribuisce alla conservazione a lungo termine del patrimonio marittimo e ne offre una lettura contemporanea, capace di unire rigore tecnico e possibilità divulgative.

1.2.2 Scansione 3D e ricostruzione digitale di imbarcazioni storiche

La scansione 3D è una tecnologia moderna che permette di ottenere una ricostruzione digitale estremamente precisa di un oggetto reale, come una barca o una nave storica, trasformandolo in un modello spaziale tridimensionale. Durante il processo vengono acquisiti migliaia, talvolta milioni, di punti che compongono la cosiddetta nuvola di punti, nella quale ogni punto è definito dalle proprie coordinate spaziali. Collegando questi punti attraverso software dedicati si ottiene un modello 3D completo dell'oggetto.

Tra le tecnologie più diffuse rientrano gli scanner 3D attivi non a contatto, basati sul principio della luce strutturata. Il sistema è generalmente composto da un proiettore e da due fotocamere: il proiettore emette un pattern luminoso sulla superficie dell'oggetto, mentre le fotocamere registrano le deformazioni del pattern provocate dalle irregolarità della superficie stessa. Il software interpreta queste deformazioni e le traduce in informazioni geometriche accurate, generando una nuvola di punti che restituisce forma e dimensioni dell'oggetto scansionato.



Italy – Croatia



Il processo di digitalizzazione comprende diverse fasi. Si parte dalla preparazione dell'oggetto e dalla calibrazione dello scanner, necessaria per garantire la massima precisione. La scansione vera e propria produce la nuvola di punti, che viene poi importata in un software di elaborazione. Qui la nuvola viene trasformata in una mesh tridimensionale, un modello digitale pronto per analisi, verifiche e ulteriori utilizzi. L'ultima fase consiste nell'ottimizzazione del modello, che viene corretto e rifinito per assicurare un'elevata qualità geometrica e funzionale.

Le applicazioni dei modelli 3D nel campo delle imbarcazioni tradizionali e del patrimonio marittimo sono numerose. Dal punto di vista documentario permettono di creare archivi digitali accurati, fondamentali per preservare nel tempo la forma e i dettagli di navi storiche. Nella conservazione e nel restauro consentono di individuare deformazioni, corrosione o danni strutturali, offrendo un supporto prezioso agli interventi tecnici. In ambito progettuale e cantieristico la scansione 3D è utilizzata per analisi ingegneristiche e per la ricostruzione di componenti mancanti o deteriorati attraverso il reverse engineering. I modelli digitali trovano inoltre impiego in simulazioni, visualizzazioni e applicazioni immersive, come la realtà virtuale, l'addestramento alla navigazione o le esposizioni museali interattive, rendendo il patrimonio marittimo tradizionale accessibile e comprensibile anche al grande pubblico.



Italy – Croatia



1.3 Metodi di costruzione delle imbarcazioni tradizionali

1.3.1 Strumenti e tecniche della costruzione navale tradizionale

La costruzione di imbarcazioni tradizionali come pasara, guc o bracara richiedeva un livello straordinario di precisione, pazienza e abilità artigianale. I maestri d'ascia, depositari di un sapere antico, lavoravano il legno con una vasta gamma di strumenti e tecniche affinati nel corso dei secoli e trasmessi di generazione in generazione. Molti di questi metodi continuano a essere utilizzati ancora oggi, soprattutto nel restauro e nella realizzazione di nuove imbarcazioni in legno, a testimonianza della solidità e dell'efficacia di una tradizione costruttiva che ha saputo attraversare il tempo senza perdere il proprio valore.

1.3.2 Preparazione e misurazione

In origine la costruzione navale iniziava con la realizzazione di un semi - modello in legno, spesso una piccola pasara, che fungeva da riferimento per definire le linee dello scafo. A partire da questo modello ridotto, le linee venivano riportate a grandezza naturale attraverso l'uso di sagome navali appositamente preparate. Le misurazioni necessarie per garantire la precisione del tracciamento erano eseguite con strumenti specifici, come le squadre chiamate cinders e i goniometri mobili noti come cartaboni. Accanto a questi venivano impiegati anche strumenti metallici di alta precisione, tra cui il calibro da carpentiere, il rafet, e il metro da carpentiere, il pâté, che permettevano di controllare ogni dettaglio con grande accuratezza.

1.3.3 Lavorazione del legno

Nella prima fase di lavorazione dei tronchi si utilizzava una grande sega, conosciuta anche come sega del martire, indispensabile per tagli grossolani e per aprire il legno nelle sue dimensioni principali. Con il tempo, per ottenere tagli più sottili e regolari, si diffuse sempre di più la sega a nastro, la bansega, che permetteva una maggiore precisione. Nelle fasi successive, dedicate ai dettagli più fini, i maestri impiegavano le seghe da falegname tradizionali e seghetti più piccoli, chiamati šegaci o šegeti, adatti a interventi delicati.

Per sagomare e allineare correttamente gli elementi della struttura, i maestri d'ascia ricorrevano a diverse tipologie di pialle: dalla pialla classica a quella con lame intercambiabili, dalla pialla lunga, lo šoraman, a quella con base regolabile, scelta in base alla curvatura e alla dimensione del pezzo di legno da lavorare. Le finiture più precise venivano eseguite con coltelli e falci, mentre per le operazioni più pesanti si utilizzavano asce e martelli da carpentiere.

La realizzazione di fori e incastri richiedeva l'uso di trapani manuali, violas e punte di varie forme, strumenti che con il tempo furono affiancati dai primi trapani manuali meccanici, i trapan. Per le rifiniture finali erano fondamentali lime e scalpelli curvi, mentre la manutenzione delle seghe richiedeva un apposito apparecchio per affilarne i denti, indispensabile per garantire un taglio sempre pulito ed efficace.

1.3.4 Assemblaggio e giunzione degli elementi

Per unire tra loro le diverse parti lignee della nave si ricorreva a strumenti specifici, tra cui il soffiatore cavo, chiamato tirabroche, e particolari pinze note come tronchetto, indispensabili per garantire un serraggio efficace durante le fasi di assemblaggio. Per mantenere gli elementi in posizione mentre venivano lavorati o fissati, i maestri d'ascia



Italy – Croatia



utilizzavano inoltre morsetti da falegname, realizzati sia in ferro sia in legno, che assicuravano stabilità e precisione in ogni passaggio della costruzione.

1.3.5 Fasi di costruzione dello scafo

La costruzione di una nave prende avvio dalla chiglia, l'elemento strutturale principale, alla quale vengono collegate le aste longitudinali, chiamate aštas, e quelle contrapposte, note come kontraaštas. Su questa base si montano le costole, i piani e le korbe, che definiscono la forma dello scafo. Successivamente vengono installati gli scambi di attrito, le cente, e il sottoferro, il contracente, insieme ai tiranti, gli žbaji, che contribuiscono a irrigidire l'intera struttura.

Una volta completata questa fase si procede con l'applicazione della fascia di avvolgimento, la pajoli faša, e con l'installazione della panca, il bank foil, seguita dalla costruzione della linica, o gang dead. Sullo scheletro così formato vengono poi fissate le tavole di fasciame, le madera, che chiudono lo scafo e ne definiscono il profilo esterno. L'ultima fase consiste nel montaggio dei travetti del ponte, che andranno a costituire il ponte vero e proprio, completando la struttura portante dell'imbarcazione.

1.3.6 Finitura e attrezzatura

Una volta completato l'assemblaggio, lo scafo viene sagomato attraverso un processo che prevede la pressatura della corda con l'uso del martello a caldaia, dello scalpello e del palo chiamato komanda. Terminata questa fase si procede con la stuccatura, l'applicazione del primer e, in conclusione, con la verniciatura che conferisce all'imbarcazione la finitura protettiva ed estetica definitiva.

Parallelamente, in laboratori dedicati vengono realizzati gli alberi e le attrezzature come i remi, mentre la vela viene prima tracciata e poi cucita a mano utilizzando aghi, punti di rinforzo, i guards, e altri strumenti tradizionali da cucito. A completamento del lavoro, l'imbarcazione può essere dotata di un motore, integrando così le esigenze della navigazione moderna senza alterare la forma e l'autenticità funzionale della barca tradizionale.

1.3.7 Manutenzione delle imbarcazioni tradizionali

Le imbarcazioni a vela e le bracere venivano generalmente sottoposte a manutenzione posizionandole sul karen, o karina, una struttura che permetteva di sollevare lo scafo quel tanto che bastava per accedere alla parte sommersa. In questo modo era possibile effettuare le operazioni di pulizia, verniciatura e riparazione, indispensabili per mantenere l'imbarcazione efficiente e pronta alla navigazione.



Italy – Croatia



1.4 Progetto Arca Adriatica – Accademia della Costruzione Navale Tradizionale

Il progetto Arca Adriatica rappresenta un'iniziativa di grande rilievo dedicata alla conservazione, alla promozione e alla valorizzazione del patrimonio marittimo dell'Adriatico. Avviato il 1° gennaio 2019 nell'ambito del programma INTERREG V-A Italia-Croazia, dispone di un budget complessivo di 3,16 milioni di euro, finanziato per l'85% dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale.

L'obiettivo centrale del progetto è la creazione di un prodotto turistico congiunto fondato sui principi della sostenibilità sociale e ambientale, capace al tempo stesso di tutelare, valorizzare e rendere fruibile il ricco patrimonio marittimo dell'area transfrontaliera. Arca Adriatica riunisce dieci partner italiani e croati: la Contea Litoraneo-Montana, capofila dell'iniziativa, il Comune di Malinska-Dubašnica, l'Ente per il Turismo del Quarnero, l'Ecomuseo "Casa della Batana", il Comune di Tkon, i Comuni italiani di Cervia, Cesenatico e San Benedetto del Tronto, l'Università Ca' Foscari di Venezia e l'Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari.

Nel corso del progetto sono state realizzate numerose attività che hanno contribuito in modo concreto alla salvaguardia e alla diffusione della cultura marittima adriatica. Tra queste figurano il restauro di ventitré imbarcazioni tradizionali, la produzione di descrizioni tecniche e disegni dettagliati, e l'organizzazione di laboratori dedicati ai mestieri e alle abilità artigianali della tradizione. Sono stati inoltre istituiti sette centri di eccellenza e cinque centri di interpretazione, localizzati tra Malinska, Rovigno, Tkon, Cervia e Venezia, che fungono da punti di riferimento per la conoscenza e la divulgazione del patrimonio marittimo.

A completamento delle attività, il progetto promuove eventi culturali e turistici come regate di barche tradizionali e feste del mare, iniziative che rafforzano il legame con la tradizione nautica e contribuiscono a diffondere un modello di turismo sostenibile e attento alla storia e all'identità dell'Adriatico.



Italy – Croatia



1.5 Conservazione e rivitalizzazione del patrimonio marittimo del Quarnero e dell'Istria

La conservazione e la valorizzazione del patrimonio marittimo del Quarnero, portate avanti attraverso i progetti Mala Barka e Arca Adriatica, rappresentano non solo un risultato significativo a livello locale, ma anche un modello di cooperazione europea di successo e un esempio concreto di turismo sostenibile. Il progetto “Mala Barka 2” è stato riconosciuto come miglior progetto europeo delle contee croate nella categoria della cooperazione transfrontaliera per il 2020, secondo la decisione della giuria del concorso organizzato da *Jutarnji list* in collaborazione con l’Associazione delle Contee Croate, l’Ufficio del Parlamento Europeo in Croazia e il portale Župan.hr.

Sulla scia di questo successo, il marchio “Patrimonio Marittimo del Quarnero”, sviluppato dall’Ente per il Turismo del Quarnero insieme ai partner dei progetti Mala Barka 2 e Arca Adriatica, ha ottenuto numerosi riconoscimenti internazionali. Nel 2022 ha ricevuto il primo premio come miglior prodotto tematico di turismo culturale sostenibile in Europa, mentre il progetto Mala Barka aveva già conquistato il terzo posto nella categoria “Comunità e Governo” per il suo contributo al turismo sostenibile. A questi risultati si è aggiunto anche il premio BIG SEE nella categoria “Storie creative e identità della destinazione come esperienza unica”, che ha ulteriormente consolidato la reputazione del marchio.

Il Coordinamento per la Conservazione e la Promozione del Patrimonio Marittimo del Quarnero ha ricevuto due importanti riconoscimenti da parte dell’Ente per il Turismo del Quarnero, nel 2017 e nel 2024, per il ruolo svolto nel rafforzare l’identità culturale della regione e nello sviluppo del marchio dedicato al patrimonio marittimo.

Particolarmente significativi sono anche i risultati ottenuti nel campo del patrimonio culturale immateriale. “L’Arte della Costruzione e Navigazione delle Barche Tradizionali del Quarnero” è stata iscritta come bene culturale immateriale della Repubblica di Croazia, mentre nell’ambito del progetto Arca Adriatica è stata presentata la candidatura per l’inserimento dell’“Arte della Navigazione con Vele Latine e Auriche lungo la Costa Croata” nello stesso elenco nazionale. Parallelamente, l’Associazione dei Musei Marittimi del Mediterraneo ha avviato un’iniziativa per proporre questa tradizione alla lista UNESCO del patrimonio culturale immateriale dell’umanità, riconoscendone il valore e la necessità di una tutela duratura.

Per promuovere e sensibilizzare il pubblico su questi temi sono state organizzate due conferenze di grande rilievo nella Sala di Marmo del Museo Marittimo e Storico del Litorale Croato a Fiume: “Naviga il Quarnero con Noi” nel 2022 e “L’Arte della Navigazione con Vele Latine e Auriche” nel 2023. Entrambi gli eventi hanno riunito esperti, appassionati del mare e rappresentanti istituzionali, contribuendo a diffondere una maggiore consapevolezza sul valore della tradizione marittima.

Nonostante i risultati raggiunti, permangono alcune sfide. La mancanza di una scuola formale dedicata alla costruzione navale tradizionale rende ancora più urgente la creazione di laboratori in cui le imbarcazioni possano essere costruite e mantenute, e dove i maestri artigiani possano trasmettere alle nuove generazioni competenze che rischiano di andare perdute. Anche l’utilizzo commerciale delle imbarcazioni tradizionali richiede il rispetto di normative tecniche e di sicurezza molto rigorose, ma proprio attraverso progetti strutturati e il sostegno delle comunità locali queste difficoltà possono trasformarsi in opportunità di sviluppo.

Il patrimonio marittimo del Quarnero, reinterpretato come elemento identitario contemporaneo e come risorsa turistica, dimostra che la tradizione può generare valore economico e culturale, a condizione che le si offra il vento necessario per continuare a navigare nella memoria collettiva.



MODULO 2 – Tecniche di Costruzione e Restauro delle Imbarcazioni in Legno

2.1 Federico Lenardon – Restauro e Progettazione di Barche in Legno

2.2.1 Restauro di Onkel Adolph

L'imbarcazione Onkel Adolph (fig. 1), progettata nel 1907, costituisce un esempio straordinario della classe International Rule. Partecipò alla prima regata ufficiale della categoria nei pressi di Parigi e ne uscì vincitrice, diventando così un punto di riferimento nella definizione e nell'affermazione di questa nuova classe velica. La sua storia è altrettanto singolare: la barca fu ritrovata in un lago dell'ex Germania dell'Est, dove era stata deliberatamente sommersa durante la Seconda guerra mondiale per evitarne la requisizione.

Il restauro è stato condotto seguendo un rigoroso approccio filologico, con l'obiettivo di preservare il più possibile l'integrità storica e strutturale dell'imbarcazione. La disponibilità dei disegni originali del progettista ha permesso di mantenere inalterate le linee d'acqua, le proporzioni e gli elementi costruttivi principali, come la chiglia, le ordinate e il dritto di prua. I componenti metallici interni in acciaio, ormai compromessi dalla corrosione, sono stati rimossi e sostituiti con madieri in legno, più coerenti con la costruzione originaria e più adatti a garantire la durabilità dell'intervento.

La barca è realizzata secondo il metodo anglosassone, che prevede l'inserimento diretto delle ordinate nella chiglia, una tecnica che nel tempo ha favorito fenomeni di marcescenza. Per questo motivo il restauro ha previsto trattamenti specifici per contrastare tali danni, adottando soluzioni che combinano tecniche tradizionali e materiali moderni. Le resine epossidiche sono state impiegate con grande cautela, solo quando indispensabili per stabilizzare parti originali non sostituibili. Sono stati inoltre eseguiti consolidamenti mirati nell'area del dritto di prua, mentre bagli e correnti sono stati ricostruiti parzialmente, rispettando fedelmente proporzioni e sezioni originarie.

Anche gli interni hanno richiesto interventi complessi, ma molti elementi esistenti sono stati recuperati e rinforzati, restituendo all'imbarcazione una continuità funzionale, storica ed estetica. Il risultato finale è un restauro che non solo restituisce vita a un pezzo unico della storia della vela, ma ne preserva l'autenticità per le generazioni future.



Figura 1 Onkel Adolph 1907.



Italy – Croatia



Ricostruzione del Ponte e lavori al fasciame

Circa 80% del ponte è stato ricostruito ex novo, seguendo con grande rigore il disegno originale del 1907. I bulloni della chiglia sono stati completamente sostituiti e la sezione poppiera è stata rifatta, mentre la chiglia originaria è stata piallata per eliminare le parti deteriorate e successivamente rinforzata con due strati, uno interno e uno esterno, creando una struttura composita capace di proteggere e preservare il nucleo ligneo originale.

Il fasciame ha richiesto un intervento particolarmente accurato. I sigillanti moderni, come cotone sintetico e poliuretani, sono stati rimossi e sostituiti con un trattamento parziale di splining, che prevede l'inserimento di sottili listelli di legno incollati solo su un lato. Questa tecnica ha permesso di regolarizzare le giunture e di ripristinare la calafatura tradizionale con cotone, più coerente con la natura storica dell'imbarcazione.

Un elemento molto positivo è stata la buona conservazione dei rivetti in rame originali. Poiché non avevano danneggiato i fori del fasciame, non si è reso necessario sostituirli completamente, consentendo così di preservare la quasi totalità delle tavole originali ed evitando interventi invasivi. L'intera superficie dello scafo è stata poi carteggiata in vista delle finiture: lucidatura sopra la linea di galleggiamento e trattamento antivegetativo nella parte immersa, con l'obiettivo di ottenere una superficie perfettamente liscia, in linea con l'eleganza sportiva tipica di queste imbarcazioni.

Anche lo specchio di poppa è stato restaurato con attenzione, smontato e reincollato dopo una pulizia approfondita. La struttura del ponte è stata quasi completamente ricostruita, fatta eccezione per alcuni bagli centrali che sono stati mantenuti sia per ragioni strutturali sia per preservare un legame diretto con la configurazione storica originale.

Configurazione del Ponte e allestimento finale

Poiché l'imbarcazione era originariamente dotata di un ponte in tela, si è scelto di ripristinarne l'aspetto storico adottando però una soluzione strutturalmente più solida. A questo scopo sono stati applicati due sottili strati di compensato marino, rifiniti con listelli centrali in mogano, così da ricreare la configurazione originale in una versione moderna e più resistente.

In navigazione la barca si è rivelata slanciata, leggera e sorprendentemente manovrabile anche con vento sostenuto. Il layout del ponte è stato ricostruito con grande fedeltà, grazie all'unica fotografia d'epoca disponibile che ha guidato il posizionamento delle attrezzature e degli elementi funzionali. Il nome Onkel Adolph è stato inciso a mano e rifinito con una tecnica tradizionale ispirata ai modelli lignei dell'Alto Adriatico, una pratica artigianale tramandata dalle scuole di Grado e Pirano, che conferisce all'imbarcazione un ulteriore valore storico ed estetico.

Attrezzatura e armamento

L'attrezzatura originale in ferro forgiato è stata recuperata solo in parte, mentre gli elementi mancanti sono stati ricostruiti in acciaio inox, modellati con cura per mantenere la stessa resa estetica dei pezzi d'epoca. Alcuni componenti, come gli anelli superiori, sono stati invece reperiti in bronzo presso fornitori italiani, così da garantire continuità con le finiture storiche dell'imbarcazione.

Il boma e il picco sono stati realizzati in acacia e rifiniti con rinforzi lavorati a mano, rispettando le tecniche tradizionali. Le manovre correnti sono state impiombate manualmente utilizzando cordame Atlantic a 49 trefoli, mentre le zone soggette a maggiore attrito sono state protette con inserti in cuoio cuciti a mano, per evitare usura sia sul cordame sia sull'albero. In linea con il progetto originale, non sono stati installati winch: tutte le manovre vengono eseguite a



Italy – Croatia



mano, preservando così l'autenticità costruttiva e lo spirito sportivo che caratterizzavano l'imbarcazione all'epoca della sua nascita.

Prove in mare

Al termine del restauro, Onkel Adolph è stata trasferita su un lago alpino, dove è oggi custodita da un armatore austriaco appassionato di barche d'epoca. L'imbarcazione fa parte di un piccolo gruppo di cinque o sei yacht della Classe 6 Metri costruiti tra il 1908 e il 1917, tutti ormeggiati nelle stesse acque, creando un contesto unico per la conservazione e la navigazione di queste barche storiche.

La barca ha preso parte a una regata commemorativa organizzata per celebrare il 110° anniversario della Classe 6 Metri (fig. 2), disputata in condizioni di vento sostenuto, tra i 15 e i 20 nodi. Durante le prove in acqua *Onkel Adolph* ha mostrato una notevole stabilità e una grande reattività alle manovre, distinguendosi per precisione, equilibrio e affidabilità, qualità che confermano l'eccellenza del lavoro di restauro.

L'armatore, pur partecipando attivamente alla gestione delle manovre, preferisce lasciare il timone al restauratore durante le uscite, instaurando un rapporto fondato sulla fiducia reciproca e sul rispetto. Questa collaborazione riflette la consapevolezza del valore storico e culturale dell'imbarcazione e l'importanza di preservarne l'integrità anche durante la navigazione.



Figura 2 The 110 years race.

2.2.2 Restauro di HIAWATHA J. ANKER

Il secondo grande progetto di restauro ha riguardato Hiawatha J. Anker (fig. 3), un rarissimo esemplare di yacht della Classe Internazionale 7 Metri, una categoria velica oggi quasi scomparsa, con poco più di un centinaio di unità costruite in tutto il mondo. L'imbarcazione è stata ritrovata in Svezia, individuata quasi per caso attraverso un annuncio, e si presentava in condizioni estremamente compromesse: tra gli anni Cinquanta e Sessanta era stata completamente rivestita in vetroresina e, in seguito, abbandonata per decenni in una foresta, esposta senza protezione agli agenti atmosferici.

In un primo momento si era ipotizzato di destinarla a un uso puramente ornamentale, come scultura in un parco appartenente a una residenza storica austriaca. Tuttavia,



Figura 3 Hiawatha J. Anker.



Italy – Croatia



dopo un anno e mezzo di valutazioni e confronti, è maturata la decisione definitiva di intraprendere un restauro completo, nonostante le numerose incertezze tecniche e storiche legate allo stato dell'imbarcazione.

Il recupero di Hiawatha J. Anker ha richiesto quattro anni di lavoro non continuativo, caratterizzati da fasi complesse, soluzioni artigianali mirate e una lunga serie di interventi di precisione. Il risultato è il frutto di un impegno costante volto a restituire vita e dignità a un pezzo unico della storia della vela internazionale.

Rimozione della vetroresina e analisi strutturale

Una delle prime difficoltà affrontate è stata la rimozione della vetroresina, operazione impossibile da eseguire con metodi termici senza rischiare di danneggiare il legno sottostante. Si è quindi optato per un approccio interamente meccanico: la vetroresina è stata tagliata in piccoli pannelli e ogni sezione è stata rimossa con l'ausilio di cunei in legno e martello.

L'adesione del materiale variava sensibilmente da zona a zona. In alcune parti, l'umidità accumulata nel tempo aveva indebolito il legame, rendendo la rimozione relativamente semplice; in altre, invece, l'adesione era così forte da richiedere la rimozione anche del fasciame originale.

L'analisi strutturale successiva ha evidenziato un ulteriore problema: una grave corrosione elettrochimica. Numerosi ribattini in rame, posti a contatto con elementi in acciaio, avevano compromesso in modo irreversibile le teste delle ordinate e i punti di collegamento con la chiglia, rendendo necessario un intervento profondo e mirato.

Identificazione dell'imbarcazione

Con il supporto dell'Università di Stoccolma è stata confermata l'identità storica dell'imbarcazione: si tratta effettivamente della Hiawatha, progetto originale del 1910 dell'architetto norvegese Johan Anker. Una seconda conferma è giunta da una pubblicazione norvegese del 1913, che riportava un annuncio pubblicitario dedicato proprio a questa barca.

Per preservare le forme originali durante lo smontaggio, lo scafo è stato sottoposto a una completa scansione 3D, seguita dalla modellazione CAD delle linee d'acqua e della struttura interna. Il piano velico è stato solo leggermente modificato per migliorarne la manovrabilità, mantenendo però inalterate le proporzioni originarie, così da rispettare pienamente l'identità storica dell'imbarcazione.

Interventi strutturali

Il restauro ha seguito una sequenza operativa rigorosa, iniziando con la costruzione di una nuova chiglia in rovere massello, modellata all'esterno dello scafo e successivamente inserita. In questa fase una parte della struttura in vetroresina è stata temporaneamente mantenuta per garantire la stabilità complessiva. La ricostruzione delle ordinate ha richiesto soluzioni ibride: le ordinate principali segate sono state realizzate in legno massello nella parte superiore e in legno lamellare multistrato in quella inferiore, così da assicurare resistenza e stabilità; le ordinate intermedie, originariamente piegate a vapore, sono state invece ricostruite interamente in legno lamellare, poiché lo spazio interno non consentiva l'impiego della curvatura tradizionale.

I collegamenti strutturali sono stati eseguiti tramite madieri in legno lamellare e giunti metallici in acciaio inox, con una rimozione selettiva della vetroresina residua e un ripristino progressivo dei punti di unione mediante resina epossidica e bullonatura adeguata. Il fasciame originale in cedro brasiliano (cedrella) ha mostrato una sorprendente



Italy – Croatia

TOFOLA

integrità: circa il quaranta per cento è stato recuperato, soprattutto negli otto corsi superiori. Le parti danneggiate in corrispondenza dei vecchi madieri metallici sono state sostituite con mogano selezionato, poiché non era possibile reperire tavole di cedro della lunghezza necessaria. Le tavole originali sono state pulite con cura e reintegrate nella nuova struttura, incollate e avvitate alle ordinate con resina epossidica per garantire una maggiore resistenza meccanica.

Entrambi gli elementi terminali dello scafo sono stati completamente ricostruiti: la ruota di prua è stata rifatta e integrata nella struttura tramite un giunto a maschio completo, mentre il dritto di poppa, gravemente deteriorato alla base, è stato sostituito con una nuova struttura rinforzata da una cavallotta in legno massello, incollata e bullonata.

Il completamento del fasciame è avvenuto “a ritroso”, procedendo dalla mezzeria verso la chiglia per mantenere libero l’accesso all’area del bulbo e ai bulloni di fissaggio, consentendo così un serraggio finale sicuro. Il bulbo in ghisa, non originale e probabilmente frutto di un getto postbellico, presentava una forma asimmetrica che ha richiesto un riequilibrio tramite l’aggiunta di piombo fuso. Una volta riposizionato e fissato, è stato ricostruito il battente del fasciame inferiore, rifinito con stucco naturale e calafataggio in cotone. Le tavole della zona immersa sono state lavorate con splining parziale per accogliere il calafataggio, mentre quelle emerse sono state incollate strutturalmente.

Il ponte è stato completamente ricostruito: rivestito in compensato lamellare e rifinito con doghe in cedro, scelte per leggerezza e durabilità. Il risultato finale è un’imbarcazione esteticamente fedele all’originale ma tecnicamente migliorata, grazie anche all’impiego di materiali selezionati. L’asse del timone, un tempo in legno massello, è stato sostituito con un componente in acciaio inox dimensionato per consentire il riutilizzo della ferramenta originale restaurata.

Motorizzazione e prove in mare

Su richiesta dell’armatore è stato installato un motore elettrico dedicato alle manovre in porto. Per accoglierlo è stato realizzato un vano tecnico apposito e montato un propulsore compatto alimentato da batterie leggere, così da ridurre al minimo l’impatto su peso ed equilibrio dell’imbarcazione.

Hiawatha J. Anker è tornata in acqua nel settembre 2023, in occasione dell’Annapolis Classic Week (fig. 4). Durante le regate ha mostrato prestazioni veliche eccellenti, affrontando vento forte con una mano di terzaroli e fiocco ridotto, e riuscendo a vincere la competizione. Il suo comportamento in mare ha confermato ancora una volta la maestria progettuale di Johan Anker, soprannominato “il Maestro delle Linee” per la purezza e l’efficacia dei suoi scafi.





Figura 4 Sailing during the Annapolis Classic Week.

Armo e piano velico

L'armo adottato è quello originale, di tipo sliding gunter, caratterizzato da un albero corto e da una lunga penna scorrevole, una configurazione che richiama da vicino la vela latina. Si tratta di un sistema molto diffuso sulle barche metriche dell'epoca, apprezzato per il suo equilibrio, la manovrabilità e la facilità d'impiego, qualità che lo rendono particolarmente efficace anche con un equipaggio ridotto.



Italy – Croatia



2.2.3 Project of “NABABBO IV THE BORN”

Introduzione

Nel settembre dello scorso anno è stato progettato Nababbo IV The Born (fig. 5), un'imbarcazione di quasi dieci metri di lunghezza (9,95 m), destinata a un armatore esperto e attivo nel circuito delle regate nazionali ed europee. L'obiettivo era realizzare uno yacht da crociera veloce, capace di garantire ottime prestazioni e, allo stesso tempo, facilmente gestibile anche in solitaria.

Per raggiungere questo equilibrio è stato scelto uno scafo a chiglia lunga, caratterizzato da linee tradizionali ma ottimizzate per ottenere la massima leggerezza e performance. La sfida principale consisteva proprio nel conciliare la chiglia lunga solitamente poco associata all'alta competitività con un comportamento agile, reattivo e adatto a un impiego sportivo.



Figura 5 Nababbo IV The Born.

Caratteristiche progettuali e strutturali

Il progetto presenta uno scafo estremamente snello ed elegante, come mostrano i primi schizzi preliminari realizzati a mano, fondamentali per definire le proporzioni e offrire all'armatore una visione chiara dell'imbarcazione. Le linee d'acqua si ispirano alle barche storiche, in particolare ai Clyde cutters inglesi tra XIX e XX secolo, celebri per la loro snellezza, le forme profonde e il basso dislocamento. A queste influenze si aggiungono gli studi di Knud Reimers e Lorraine Stevens, progettisti noti per l'attenzione alla leggerezza e alle prestazioni in regata.

Uno degli elementi più caratteristici di Nababbo IV The Born è la particolare curvatura della sezione maestra, definita da una ginocchiera (*knee*) che riduce la superficie bagnata e contribuisce ad abbassare il baricentro, migliorando stabilità e performance. Il timone, con un taglio diagonale deciso, ottimizza la distribuzione dei pesi e dei volumi, mentre le estremità dello scafo, svasate e accuratamente sagomate, garantiscono la portanza necessaria sia con vento



Italy – Croatia



leggero sia in condizioni più impegnative. La scelta di un timone esterno montato a poppa su specchio risponde inoltre a criteri di funzionalità, semplificando installazione e manutenzione.

L'imbarcazione misura 9,95 metri di lunghezza, con un dislocamento di circa 5.800 kg e una lunghezza al galleggiamento di 8,75 metri. Le linee d'acqua armonizzano il profilo di prua e chiglia, conferendo allo scafo un aspetto affusolato simile a quello di una pinna. Il rapporto tra peso strutturale e dislocamento è stato ottimizzato mantenendo la struttura intorno al cinquanta per cento del peso totale, concentrando il resto nel piombo della chiglia. Questa scelta assicura un'elevata stabilità pur conservando la snellezza dello scafo, garantendo prestazioni elevate senza appesantire l'imbarcazione.

Il piano velico è stato progettato per essere semplice e sicuro da gestire anche in solitario. Sono previsti due fiocchi, utilizzati alternativamente, una configurazione che offre flessibilità e sicurezza anche con equipaggio ridotto. La superficie velica complessiva è di circa 64 m², un valore notevole per una barca di queste dimensioni e coerente con l'obiettivo di ottenere un'imbarcazione veloce, equilibrata e performante.

Materiali e costruzioni

Il progetto è stato interamente sviluppato in 3D, con tutti i componenti tagliati a controllo numerico (CNC) per garantire la massima precisione e velocizzare le fasi di assemblaggio. Le ordinate sono state distanziate in media di 50 cm, circa il doppio rispetto allo standard: questa scelta ha permesso di ridurre il loro numero complessivo a 19, alleggerendo la struttura senza comprometterne la solidità. Anche i componenti in acciaio, tagliati al laser, sono stati assemblati direttamente in cantiere, contribuendo a mantenere elevati standard qualitativi e a ridurre i tempi di costruzione.

La chiglia di Nababbo IV The Born è stata realizzata in legno massello, con l'inserimento successivo del piombo, posizionato con estrema precisione per garantire il corretto equilibrio dell'imbarcazione. La struttura portante è stata completata installando false ordinate in compensato tagliate a CNC, utilizzate come stampi per laminare le ordinate definitive in legno di acacia.

Le 38 ordinate totali (19 per lato) sono state prodotte con tecniche ispirate alla piegatura a vapore, utilizzando acacia lamellare. La maschera di laminazione, costruita in okumé per la sua flessibilità e resistenza, ha permesso di ottenere curvature precise e uniformi. Una volta verniciate, le ordinate sono state fissate alla chiglia tramite una gabbia di longheroni e bulloni in acciaio, mantenute temporaneamente in posizione da supporti rimossi solo a struttura completata.

Il fasciame è stato applicato con un sistema americano continuo, evitando le interruzioni tipiche delle tecniche tradizionali. Il primo strato è stato posato longitudinalmente con morsetti a catena, seguito da due strati diagonali che conferiscono una resistenza paragonabile a quella delle strutture in carbonio. Prima dell'applicazione del secondo strato sono stati inseriti rinforzi interni in acciaio, posizionati in modo da evitare tappi a vista. Il secondo strato è stato fissato con fasce in plastica, facilitando la rimozione dei punti di serraggio una volta completata la laminazione.

Gli interni, minimali ma funzionali, presentano un layout openspace con quattro cuccette, una cuccetta di guardia, una cucina e un bagno a prua. Progettati anch'essi in 3D, ottimizzano lo spazio garantendo comfort ed ergonomia, riducendo al minimo il rischio di urti accidentali. La loro costruzione separata rispetto allo scafo ha permesso una verniciatura a spruzzo uniforme e di alta qualità.



Italy – Croatia



La chiglia è stata realizzata in due fasi: una parte interna sagomata e un elemento esterno destinato a chiudere il fasciame. I vari componenti sono stati prodotti e preassemblati in officina, quindi montati e saldati in loco, riducendo sensibilmente i tempi di lavorazione. Se la costruzione tradizionale di una barca di queste dimensioni richiede circa 6.000 ore, grazie alle tecniche innovative adottate il tempo è stato ridotto a circa 4.500 ore.

Prestazioni e risultati

Nababbo IV The Born presenta un design armonioso, caratterizzato da una prua inclinata e da una chiglia diritta, elementi che richiamano chiaramente l'influenza dei modelli americani. I test in navigazione (fig. 6) hanno evidenziato una velocità massima compresa tra 8,5 e 8,7 nodi e un'eccellente maneggevolezza anche con vento sostenuto. L'imbarcazione ha inoltre partecipato a diverse regate, ottenendo risultati di rilievo e conquistando vittorie di classe, a conferma del buon equilibrio tra manovrabilità e prestazioni, nonostante le dimensioni contenute.



Figura 6 Sails testing.



Italy – Croatia



2.2 Dinko Salopek – Progettazione della batana in legno

Questa sezione è dedicata alla batana, una piccola imbarcazione tradizionale tipica della costa istriana. Lunga tra i quattro e gli otto metri e caratterizzata da un fondo piatto, è progettata per navigare in acque basse. Il suo nome deriva dal verbo battere, richiamando sia la semplicità dei materiali e delle tecniche costruttive, sia il ritmo regolare della navigazione che per generazioni ha accompagnato il lavoro quotidiano dei pescatori.

Nel corso del tempo la batana si è evoluta, passando da barca a remi e vela a imbarcazione motorizzata, adattandosi ai cambiamenti tecnologici e alle esigenze delle comunità locali. Oggi rappresenta un forte simbolo identitario della città di Rovigno, dove è al centro dell'Ecomuseo della Batana, riconosciuto dall'UNESCO come esempio di tutela del patrimonio culturale immateriale.

Dopo aver introdotto la batana e il suo valore culturale nel contesto adriatico, il modulo ha proposto una panoramica storica sull'evoluzione della cantieristica navale. Il percorso è iniziato dalle piroghe neolitiche, imbarcazioni rudimentali ricavate da un tronco scavato, considerate le prime forme di trasporto acquatico. Da queste strutture elementari si è sviluppata una grande varietà di soluzioni costruttive, nate per rispondere alle esigenze della navigazione, del commercio e della conquista.

L'analisi di esempi significativi ha mostrato come il legno sia stato per secoli il materiale principale nella costruzione navale, grazie alla sua versatilità, disponibilità e resistenza. Sono stati esaminati modelli emblematici come le barche egizie in cedro importato, le triremi greche, celebri per agilità e disposizione a tre file di rematori, e le galee romane, che introdussero innovazioni come i giunti metallici e l'impermeabilizzazione con catrame. Il modulo ha poi approfondito l'evoluzione della cantieristica dell'Europa settentrionale, soffermandosi sulle drakkar vichinghe, robuste e adatte al mare aperto, e sulle navi del Rinascimento caravelle e galeoni protagoniste delle esplorazioni oceaniche e costruite prevalentemente in quercia.

Questa panoramica storica ha permesso di comprendere come tecniche, materiali ed esigenze culturali abbiano costantemente interagito nel modellare forma, funzione e diffusione delle imbarcazioni in legno, offrendo un quadro ricco e articolato del sapere marinaro attraverso i secoli.

La batana incarna un equilibrio ideale tra funzionalità e tradizione. La sua costruzione si basa su legni selezionati in base alle loro proprietà: la quercia per gli elementi strutturali, resistente e durevole; il teak per coperture e fiancate, grazie alla sua impermeabilità; il pino, leggero e facile da lavorare, per gli interni; il cipresso, resistente alla corrosione salina, per gli alberi; e il frassino, elastico e robusto, per ordinate e remi. Le tecniche costruttive sono ibride e comprendono verniciatura, incalmo e diversi metodi di assemblaggio, dallo stile nordico *clinker*, che non richiede calafataggio, alla bordatura carvel tipica della tradizione americana. Questi approcci permettono di coniugare fedeltà storica e adattamento alle esigenze contemporanee.

Parallelamente, i cantieri navali hanno introdotto materiali alternativi al legno per rispondere a nuove richieste di leggerezza, durabilità e facilità di manutenzione. Tra questi, il PRFV (plastica rinforzata con fibra di vetro) è oggi molto diffuso: leggero, resistente e facilmente riparabile, è ideale per interventi pratici e a basso impatto. L'alluminio, apprezzato per la resistenza alla corrosione e la lavorabilità, è impiegato soprattutto nei piccoli cantieri, pur non possedendo il valore simbolico del legno. L'acciaio, solido e modellabile, risulta invece meno adatto a imbarcazioni leggere come la batana per via del peso elevato. Nonostante queste alternative, il legno rimane insostituibile per chi desidera preservare estetica, logica costruttiva e tradizione artigianale tramandata dai maestri d'ascia.



Italy – Croatia



Il processo di progettazione della batana, come illustrato da Dinko Salopek, inizia con un'analisi approfondita delle esigenze del committente. Una comunicazione chiara è fondamentale per comprendere l'uso previsto dell'imbarcazione e allineare le aspettative. Su questa base si sviluppa uno studio dettagliato che comprende la valutazione del peso e dei carichi strutturali che la barca dovrà sostenere.

Segue la definizione di un progetto strutturale preliminare, che stabilisce l'aspetto generale e individua i materiali più adatti, valutandone proprietà fisiche e resistenza all'ambiente marino. In questa fase vengono dimensionati gli elementi principali ordinate, traversi, coperta, prua, poppa e bordatura garantendo robustezza, funzionalità e coerenza estetica.

Il progetto deve rispettare le normative vigenti in materia di sicurezza e costruzione di navi in legno. Oltre alle dimensioni fondamentali, vengono definiti la disposizione degli spazi interni, la composizione della struttura portante e il peso specifico dei materiali. La stabilità è assicurata attraverso una precisa dimensionatura degli elementi strutturali, valutando sezioni, spessori e volumi, senza trascurare giunzioni, rivestimenti e fissaggi, essenziali per impermeabilità e resistenza agli agenti marini.

A titolo esemplificativo, il progetto prevede calcoli accurati sulle dimensioni delle fiancate, sulla coperta e sulle sezioni di ordinate, traversi e costole, variabili in funzione del numero e della distanza tra i telai strutturali. Questi dati sono fondamentali per ottenere un equilibrio ottimale tra leggerezza e resistenza.

Una volta definiti i dettagli tecnici, viene elaborata una proposta completa di disegni e specifiche, sottoposta al cliente e parallelamente condivisa con le autorità competenti per garantire la conformità normativa e l'idoneità alla navigazione.

La fase finale consiste nella preparazione dei disegni esecutivi, che includono tutti i dettagli costruttivi dalle giunzioni ai rivestimenti, dai fissaggi alla disposizione degli elementi strutturali. Questi elaborati costituiscono una guida indispensabile per i maestri d'ascia, permettendo di realizzare una batana fedele alla tradizione artigianale e, al tempo stesso, conforme ai più moderni requisiti di sicurezza e funzionalità.



MODULO 3 – Design Navale Tradizionale, Innovazione e Accessibilità

3.1 Il cantiere navale di Giovanni da Ponte: tradizione veneziana, innovazione artigianale e progettazione inclusiva

Il cantiere navale di Giovanni da Ponte, esperto maestro d'ascia veneziano, è situato a Venezia e si distingue per una lunga tradizione artigianale dedicata alla progettazione, costruzione e riparazione di imbarcazioni, in particolare taxi acquei e motoscafi destinati al trasporto passeggeri (fig. 7). Sebbene oggi la cantieristica veneziana sia molto ridotta rispetto ai tempi della Serenissima, con piccole realtà che spesso contano solo pochi dipendenti, il cantiere ha scelto di investire con decisione per continuare a crescere, puntando sulla qualità e sull'innovazione.

Questo impegno si traduce in un approccio che unisce sapientemente artigianalità e modernità: pur aggiornando i processi produttivi, il cantiere mantiene un forte legame con le tecniche tradizionali, come l'uso di tele di lino imbevute di olio di lino per la realizzazione degli scafi, una pratica che garantisce impermeabilità e resistenza. La combinazione di metodi storici e soluzioni innovative consente di ottenere imbarcazioni di alta qualità, capaci di rispondere alle esigenze del mercato e di sostenere un costante miglioramento strutturale.

Il lavoro artigianale rimane al centro dell'attività: ogni barca è un pezzo unico, progettato e costruito su misura in base alle necessità del cliente o del progetto. Il cantiere collabora anche con enti pubblici e forze dell'ordine locali per la realizzazione di imbarcazioni specializzate. Tra i progetti più significativi vi è la prima barca blindata per i Carabinieri di Venezia, lunga 12 metri e progettata per garantire la sicurezza nel trasporto delle autorità. In passato, infatti, le autorità raggiungevano Piazzale Roma in auto blindata per poi proseguire in gondola, una soluzione che comportava notevoli rischi. La progettazione di una barca blindata ha rappresentato una sfida nuova per Venezia, affrontata e risolta con successo.

Il cantiere è attivo anche nel campo della progettazione accessibile, sviluppando soluzioni che rendano le imbarcazioni fruibili da persone con disabilità. Il progetto più complesso riguarda una barca in legno tradizionale dotata di una pedana mobile che facilita l'accesso alle persone in carrozzina. La pedana si solleva automaticamente, consentendo un imbarco senza ostacoli, mentre l'intero design è stato studiato per garantire stabilità anche in presenza di maree molto variabili.



Figura 7 Prototipo di barca accessibile sviluppato da Giovanni da Ponte.



Italy – Croatia



Durante la progettazione è emersa l'importanza di prevedere passerelle regolabili per consentire l'accesso a bordo. Tuttavia, una delle principali criticità riguarda l'eccessivo dislivello tra imbarcazione e banchina: in alcuni casi l'inclinazione della passerella risulta troppo accentuata, rendendo difficile l'accesso soprattutto per chi utilizza ausili alla mobilità. Per questo motivo è stata valutata anche l'installazione di piccole gru per sollevare direttamente la persona dalla banchina all'imbarcazione, una soluzione particolarmente utile nei porti dove non è possibile intervenire sulle infrastrutture esistenti. Pur comportando costi maggiori, questa opzione risulta funzionale quando l'accessibilità rappresenta una priorità.

Per quanto riguarda gli interni, è stata ritenuta più adeguata la scelta di modelli personalizzabili e configurazioni modulabili, capaci di adattarsi alle diverse esigenze dei passeggeri, in particolare di quelli con disabilità. Questa soluzione, adottata nell'imbarcazione realizzata, è considerata una buona pratica nella progettazione accessibile: sedili smontabili, panchine mobili e spazi riconfigurabili permettono di garantire comfort, sicurezza e libertà di movimento anche in presenza di carrozzine.

Particolare attenzione è stata dedicata anche alla forma dello scafo, progettato ampio e stabile per affrontare i canali stretti di Venezia, dove la navigazione è complicata dalla variabilità delle maree. In questi contesti, le imbarcazioni devono adattarsi continuamente al livello dell'acqua, una sfida progettuale che richiede soluzioni specifiche per garantire accessibilità in ogni condizione.

Gli aspetti tecnici descritti rappresentano non solo una sfida progettuale, ma anche un impegno concreto verso l'inclusività sociale, assicurando a tutte le persone, comprese quelle con mobilità ridotta, il diritto alla mobilità senza barriere. Il cantiere continua a investire nel miglioramento delle proprie imbarcazioni, con particolare attenzione all'accessibilità. Tra le iniziative future è prevista la realizzazione di un nuovo prototipo pensato per utenti con mobilità ridotta, sviluppato in collaborazione con associazioni che lavorano con giovani.

Questa esperienza costituisce un modello replicabile, con l'obiettivo di diffondere soluzioni accessibili in altre realtà urbane e contesti simili, contribuendo a rispondere alla crescente domanda di imbarcazioni progettate per garantire inclusività e piena fruibilità.



3.2 Analisi delle Tecniche Costruttive Tradizionali della Gondola Veneziana: Visita alla Sede Storica dell'Associazione Arzanà

La visita alla sede storica dell'Associazione Arzanà, situata nel sestiere di Cannaregio a Venezia, ha permesso di approfondire le tecniche costruttive delle imbarcazioni tradizionali in legno della laguna. Tra i numerosi esemplari conservati e restaurati nel corso degli anni, uno dei più significativi è una gondoletta del 1870, unico esemplare superstite di una tipologia di gondola più piccola rispetto a quella attuale. Si tratta della gondola più antica oggi esistente a Venezia, un manufatto di eccezionale valore storico. La sua particolarità non risiede solo nelle dimensioni, simili a quelle utilizzate per la Regata Storica, ma soprattutto nella funzione originaria: a differenza delle barche da competizione, questa gondoletta era destinata al trasporto di passeggeri all'interno della laguna, rappresentando una testimonianza concreta dell'evoluzione d'uso e di forma delle imbarcazioni veneziane.

Le gondole veneziane presentano caratteristiche costruttive complesse, frutto di un lungo processo evolutivo che ha portato alla forma oggi più conosciuta, prevalentemente associata al turismo. In passato, tuttavia, esistevano numerose varianti, differenziate per dimensioni e destinazione d'uso: dalle gondolette per gli spostamenti urbani alle gondole a quattro remi impiegate per tragitti più lunghi, come quelli verso Chioggia. La gondoletta del 1870 conservata da Arzanà (fig. 8) è un esempio emblematico di questa diversificazione, appartenente a una tipologia un tempo comune e oggi quasi scomparsa.

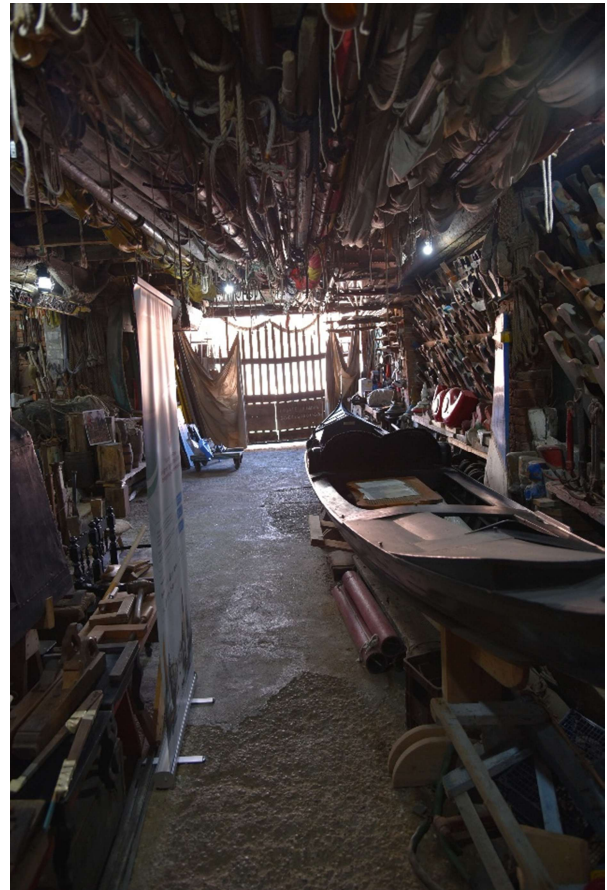


Figura 8 Gondoletta del 1870 conservata presso Ass.ne Arzanà.

Dal punto di vista costruttivo, la realizzazione di una barca veneziana tradizionale inizia con la posa della trave centrale, elemento portante su cui vengono montate le tavole del fondo e i cerchi in rovere, seguiti dalle ordinature che definiscono la forma dell'imbarcazione verso prua e poppa. Nelle barche più semplici il processo è lineare, mentre la costruzione della gondola richiede una maggiore complessità tecnica a causa della sua asimmetria. A differenza di altre imbarcazioni, infatti, la gondola non è simmetrica lungo l'asse longitudinale: questa caratteristica, indispensabile per la navigazione a un solo remo, deriva dalla curvatura della trave centrale e dalla disposizione specifica delle ordinature.

La costruzione avviene tramite l'uso dei *sesti*, sagome predefinite che guidano la formazione delle curve dello scafo. Ogni sagoma corrisponde a una sezione e definisce con precisione la posizione delle ordinature e la curvatura del fondo, dei fianchi e della poppa. Pur mantenendo dimensioni esterne simili, ogni gondola è costruita su misura, adattata alle esigenze del committente, secondo una tecnica che combina rigore e flessibilità. La fase di assemblaggio richiede grande precisione: le ordinature devono incastrarsi perfettamente e le maestre, le travi che determinano



Italy – Croatia

TOFOLA

larghezza e forma, vengono posizionate con inclinazioni diverse tra prua e poppa per garantire il corretto assetto galleggiante.

I materiali rivestono un ruolo fondamentale. L'olmo è storicamente uno dei legni più utilizzati per cerchi e travi portanti, grazie alla sua resistenza e alla capacità di sopportare l'umidità lagunare. Le forcole, i supporti dei remi, sono spesso realizzate in noce o acero, legni compatti e resistenti. La reperibilità dell'olmo di qualità si è però ridotta nel tempo, spingendo i costruttori a utilizzare materiali alternativi come il larice o, più recentemente, il compensato. Nonostante ciò, la tecnica costruttiva tradizionale è rimasta sostanzialmente invariata, preservando l'unicità dell'artigianato veneziano.

Tra i dettagli costruttivi più rilevanti vi è l'uso dei trincarini, nervature che collegano le ordinate e conferiscono stabilità allo scafo. Questi elementi non vengono fissati con colla o chiodi, ma tramite incastri manuali che garantiscono una tenuta precisa e duratura. Le gondole ottocentesche presentavano inoltre decorazioni finemente lavorate sulle tavole laterali, spesso con motivi a forma di pesce, oggi non più utilizzate.

Le caratteristiche strutturali della gondola, come il fondo alto circa 30 centimetri e inclinato di alcuni gradi, sono state studiate per compensare l'inclinazione naturale durante la voga, migliorando manovrabilità ed efficienza. La forma del fianco consente alla barca di "coricarsi" leggermente su un lato, aumentando la stabilità e facilitando la spinta del remo. Sebbene queste caratteristiche possano comportare instabilità in acque agitate, la gondola è progettata per operare in acque calme e protette. Anche gli spessori dei materiali, come la coperta di circa 3,5 centimetri, sono calibrati per sostenere il peso di un uomo in piedi e garantire sicurezza nelle operazioni di imbarco e sbarco.

Ogni componente è lavorato con grande precisione, in particolare le giunzioni tra le tavole. Tradizionalmente, l'impermeabilità era garantita da corde di cotone impregnate di pece, applicate dal calafato, l'artigiano specializzato nella sigillatura delle giunzioni.

Nella seconda parte della visita è stato analizzato il manuale *La gondola nei secoli* di Gianfranco Munerotto, che interpreta le tecniche tradizionali basandosi su un trattato cinquecentesco di Teodoro Danicolo. Il testo descrive il procedimento di costruzione della gondola, fornendo indicazioni pratiche sulle misure e sulla geometria dell'imbarcazione. Pur non corrispondendo esattamente ai modelli moderni, la barca descritta presenta caratteristiche affini a quelle storicamente utilizzate per i traghetti del Canal Grande. Le informazioni, sebbene sintetiche, risultano accurate se contestualizzate correttamente e hanno permesso di ricostruire una gondola dalle forme leggermente diverse da quelle attuali, ma pienamente funzionale.

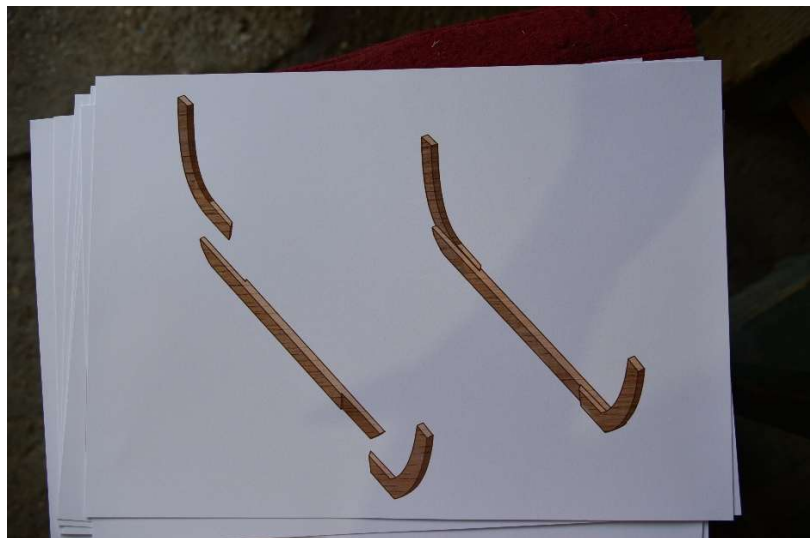


Figura 9 Sesto – Disegno.



Italy – Croatia



Un aspetto centrale del trattato è il concetto di sesto (Fig.9), il sistema di riferimento geometrico che definisce la forma della gondola. Le misure non sono espresse in modo minuzioso, ma costituiscono un punto di partenza essenziale. Il disegno del sesto, in scala ridotta, presenta linee dei fianchi apparentemente irregolari, ma questa imprecisione riflette un approccio costruttivo in cui la funzionalità prevale sulla simmetria. Il costruttore esperto interpretava e adattava i tracciati in modo flessibile, modellando la struttura secondo le esigenze pratiche.

Il trattato evidenzia inoltre che la forma definitiva del fianco non era rigidamente stabilita, ma poteva essere dedotta confrontando disegni antichi, soprattutto del XIX secolo. Da questa analisi emerge l'adozione di una curvatura a parabola come soluzione ottimale per garantire stabilità e manovrabilità. Un altro parametro fondamentale è lo *scorrere*, che regola l'adattamento progressivo della curvatura del fianco rispetto alla linea del fondo. A differenza della forma del fianco, più flessibile, lo scorrere è definito con precisione e consente di ottenere l'inclinazione corretta, contribuendo alla stabilità dinamica dell'imbarcazione.



Figura 10 Progetto Gondoletta.

Il concetto si basa sulla rotazione e sullo spostamento progressivo delle ordinazioni, adattando la curvatura della barca alle esigenze d'uso. Per esempio, modificando l'angolo del fondo è possibile aumentare la stabilità a poppa o rendere la linea centrale meno accentuata. Sebbene il principio sia semplice, la sua applicazione richiede strumenti precisi e una pianificazione accurata. La lavorazione delle ordinate è altrettanto cruciale: partendo dall'ordinata centrale, le successive vengono posizionate secondo una progressione geometrica che garantisce coerenza lungo tutta la struttura. Una sezione più "panciuta" al centro aumenta la stabilità, mentre una forma più affusolata nella parte inferiore favorisce velocità e manovrabilità.

In termini funzionali, le tecniche dello scorrere e della rotazione progressiva permettono di controllare la forma della barca in base all'uso previsto, mantenendo un equilibrio tra stabilità e agilità, indispensabile per navigare sia nei canali tranquilli sia in condizioni più dinamiche. Il sesto diventa così non solo un tracciato geometrico, ma una vera grammatica della costruzione navale.

Nonostante l'evoluzione dei materiali e l'introduzione di nuove tecnologie, le pratiche tradizionali rimangono centrali nella costruzione delle gondole veneziane. I cantieri continuano a valorizzare un sapere artigianale secolare, basato su forme, proporzioni e tecniche di assemblaggio tramandate nel tempo. Ciò che risulta particolarmente significativo è che questi metodi storici offrono ancora oggi spunti progettuali validi: tecniche come lo scorrere delle ordinate o la costruzione a partire dal sesto contengono principi geometrici applicabili anche alla progettazione contemporanea. Reinterpretate con attenzione, queste conoscenze permettono di realizzare imbarcazioni efficienti e ben bilanciate, dimostrando come la tradizione possa costituire una base solida per l'innovazione nella cantieristica navale.



Italy – Croatia



Conclusion

The drafted document enabled the creation of a joint training package on traditional wooden boatbuilding and on the skills needed for the future educational shipyards of the TOFOLA project. Italian and Croatian partners worked together to define the contents, organise them into three modules, and translate them into both national languages, ensuring their effective use in cross-border training programmes. The resulting materials combine historical knowledge, traditional construction techniques, digital documentation tools and innovative approaches to the design and restoration of wooden boats. They offer students, operators and enthusiasts practical resources to understand, document and preserve Adriatic maritime heritage, while also fostering a shared technical vocabulary and strengthening cooperation between the two countries.

The first module presents the historical and cultural background of Adriatic boatbuilding and introduces digital tools such as photogrammetry and 3D scanning, which are now essential for documenting and analysing traditional vessels. The second module focuses on real restoration and design case studies, illustrating operational methods and technical choices through examples such as Onkel Adolph, Hiawatha J. Anker and Nababbo IV – The Born, and includes a dedicated section on the design of the batana. The third module explores traditional Venetian boatbuilding through technical visits and direct observation of specialised shipyards, highlighting both historical techniques and recent innovations aimed at improving accessibility for people with motor, visual or cognitive disabilities.

Together, the three modules form an integrated training pathway that supports the safeguarding of maritime heritage, the development of technical and digital skills, and the creation of future professional profiles for the TOFOLA educational shipyards. This work lays the foundations for future workshops, innovative reconstruction processes and the long-term valorisation of traditional wooden boats within the project.

- End of the document -



Interreg



Co-funded by
the European Union

**CATCHING THE WAVES
OF COOPERATION**

Italy – Croatia



Report Deliverable 1.3.2

Project Acronym: TOFOLA
Project number: ITHR0200352





**Title: JOINT TRAINING TOOLS SPECIFICALLY
DEVELOPED FOR THE FUTURE SHIPYARDS IN
NATIONAL LANGUAGES.**

WP n°	1
Task n°	1.3.2
Author(s)	Centro Consorzi
Contributors	University of Rijeka - Faculty of Maritime Studies (PFRI)
Type	Report, Document
Dissemination Level	Public
Revision	Final version
Due Date	28/02/2026
Date of submission	



Italy – Croatia**Table of contents**

MODUL 1 – Jadranska pomorska tradicija i uvod u tradicionalnu brodogradnju.....	5
1.1 Razvoj brodogradnje i brodarstva u Jadranskom moru.....	5
1.2 Karijerne prilike u restauraciji tradicionalnih brodova	7
1.2.1 Tehničko crtanje (metoda fotogrametrije).....	7
1.2.2 3D skeniranje i digitalna rekonstrukcija povijesnih brodova	7
1.3 Tradicionalne metode gradnje brodova.....	9
1.3.1 Alati i tehnike tradicionalne brodogradnje	9
1.3.2 Priprema i mjerenje	9
1.3.3 Obrada drva	9
1.3.4 Sastavljanje i spajanje elemenata.....	9
1.3.5 Faze izgradnje trupa	10
1.3.6 Završna obrada i oprema	10
1.3.7 Održavanje tradicionalnih brodova	10
1.4 Projekt Jadranske arke – Akademija tradicionalne brodogradnje	11
1.5 Očuvanje i revitalizacija pomorske baštine Kvarnera i Istre.....	12
MODUL 2 – Tehnike izgradnje i restauracije drvenih brodova	13
2.1 Federico Lenardon – Restauracija i dizajn drvenih brodova.....	13
2.2.1 Obnova Onkel Adolpha.....	13
2.2.2 Obnova HIAWATHA J. ANKERA	15
2.2.3 Projekt "NABABBO IV THE BORN"	19
2.2 Dinko Salopek – dizajn drvene batane	22
MODUL 3 – Tradicionalni pomorski dizajn, inovacije i pristupačnost.....	24
3.1 Brodogradilište Giovannija da Ponte: venecijanska tradicija, zanatska inovacija i inkluzivan dizajn.....	24
3.2 Analiza tradicionalnih građevinskih tehnika venecijanske gondole: Posjet povijesnom sjedištu Udruge Arzanà	26
Conclusion	29



Italy – Croatia



Document Overview

The present document compiles and systematizes the training materials developed by the partners of the TOFOLA project within Deliverable 1.3.1, organising them according to the structure of the three planned training modules. The report coherently illustrates the technical, methodological and applicative contents elaborated through cross-border cooperation, subsequently translated into the national languages to ensure their use within the training activities carried out in Italy and Croatia.

In addition to presenting the materials produced, the document defines the reference framework of the training modules, their function within Work Package 1, and their contribution to building shared competences useful for the development of the project's future educational workshops.

Module 1: Maritime tradition and introduction to traditional boatbuilding, addressed to young people and students, took place between Italy and Croatia, with activities carried out particularly in the project partner areas, including Rijeka/Fiume, Istria and the coastal territories of Veneto. The programme included theoretical lessons, guided visits and hands-on workshops dedicated to the maritime heritage of the Adriatic and the Venice Lagoon, with contributions from navigation experts, master shipwrights and specialists in digital documentation.

Module 2: Techniques for the construction and restoration of traditional boats, aimed at master shipwrights and operators in traditional boatbuilding, was held mainly in specialised shipyards and workshops located in the partner territories, with particular reference to the artisanal shipyards of Friuli Venezia Giulia, Veneto and the Rijeka area. Activities included practical restoration sessions, structural analysis and the design of wooden boats, conducted by professionals such as Federico Lenardon and Dinko Salopek.

Module 3: Naval design, innovation and accessibility, addressed to designers and professionals in the naval sector, took place primarily in Veneto, with activities hosted at the Giovanni da Ponte Shipyard and the historic headquarters of the Arzanà Association in Venice. The module explored traditional Venetian construction techniques, principles of inclusive and sustainable design, and design solutions applicable to traditional boats, through technical visits, meetings with master shipwrights and direct observation of construction and restoration phases.

Taken together, the modules form an integrated training pathway aimed at enhancing the traditional nautical heritage of the Adriatic area and promoting skills useful for the development of sustainable tourism products in line with the objectives of the TOFOLA project.



MODUL 1 – Jadranska pomorska tradicija i uvod u tradicionalnu brodogradnju

1.1 Razvoj brodogradnje i brodarstva u Jadranskom moru

Prije srednjeg vijeka, Jadran su uglavnom prelazili Rimljani, Liburni i, povremeno, Grci. Ti su narodi ostavili dubok trag u razvoju plovidbe i brodogradnje u regiji, razmjenjujući znanja i tehnike koje su pridonijele razvoju zajedničke pomorske tradicije. Simboličan primjer ovog dijaloga je čburna, ratni brod koji je izvorno iz Liburnske ere, a Rimljani su ga usvojili i usavršili u prvom stoljeću pr. Kr., prilagođavajući ga vlastitim vojnim potrebama.

Paralelno, obalne zajednice počele su razvijati jednostavna, ali funkcionalna tradicionalna plovila, namijenjena ribolovu, prijevozu robe i transportu ljudi. Njihova izgradnja temeljila se na lokalnom znanju koje se prenosilo usmenom predajom s generacije na generaciju. Potrebne vještine kretale su se od obrade drva, što se smatralo osnovnim znanjem, do složenijih tehnika vezanih uz modeliranje trupa i prilagodbu brodova specifičnim uvjetima tog područja.

Brodovi namijenjeni obalnoj plovidbi uglavnom su bili mali i lagani, često pokretani veslima, ali ponekad i jedrima. U plitkim vodama prevladavali su trupovi ravnog dna, dok su veći i robusniji brodovi bili ključni za suočavanje s otvorenim morem, dizajnirani za osiguranje stabilnosti i sigurnosti, a prije svega temeljeni na korištenju jedara. Ovi prvi oblici građevinskog znanja postavili su temelje pomorske tradicije koja će u sljedećim stoljećima duboko obilježiti istočnu obalu Jadrana.

Tradicionalna brodogradnja i brodarstvo nastali su iz praktičnih potreba: najprije iz potrebe za ribolovom, a zatim iz rastućeg razvoja trgovine i pomorskog prometa. Prehrambene navike talijanskog stanovništva, snažno povezane s konzumacijom ribe, također su pridonijele intenziviranju trgovine između dviju obala Jadrana. Brojni venecijanski ribari također su sudjelovali u ovoj trgovini, osobito Čozoti, koji su redovito boravili u vodama istočne obale.

Razvoj trgovačkih brodova oblikovao se već u dvanaestom i trinaestom stoljeću, kada su mnogi brodovi imali dvostruku funkciju, trgovačku i obrambenu. Međutim, korijeni brodogradnje su mnogo stariji i leže u prvim rješenjima koja je čovjek osmislio za prelazak plovnih putova, zaljeva ili dolazak do obližnjih otoka. Isprva su se koristili suhi trupci, a zatim su se drva vezala zajedno radi veće stabilnosti i nosivosti. Pogon se ostvarivao pomoću štapova, vesala ili životinjskih koža koje su služile kao jedra. Iskopavanjem debljih trupaca nastali su monoksili, zvani ladve, a odlučujući napredak predstavljalo je uvođenje konstrukcije oplata.

Jedan od najranijih primjera ove tehnike bila je nađa, poznata i kao Rabska laja, karakterizirana lažnom kobilicom pričvršćenom na rebra i prekrivenom daskama. Sličnu strukturu usvojili su i Liburni, koji su razvili dvije glavne vrste brodova: trabacole namijenjene trgovini i serioli korišteni u vojnim pohodima. Oba modela imala su uzdužnu kobilicu, rebrastu konstrukciju i daske, a u nekim slučajevima čak i palubu. Spojevi su fiksirani drvenim čavlama, a u slučaju trabakila korištene su i šivane daske. Kroz stoljeća, Venecija je postala glavno brodograđevno središte sjevernog Jadrana, dok se na istočnoj obali Senj isticao, poznat po proizvodnji drvenih vesala koja su se izvozila diljem tog područja. U Istri je posebno razvijena izgradnja malih brodova, osobito u Rovinju, gdje su se proizvodili tipični ribarski brodovi. Prisutnost velikih šuma i povoljnih obalnih uvjeta pogodovala je razvoju istarske trgovačke mornarice. U petnaestom stoljeću Rijeka je također doživjela snažan razvoj brodogradnje, s proizvodnjom ne samo brodova nego i mornaričke opreme.



Italy – Croatia

TOFOLA

U nekim dijelovima istočne obale pod mletačkom vlašću, brodogradnja je trpjela razdoblja stagnacije zbog mletačkog monopola i zabrana nametnutih za očuvanje drva namijenjenog floti Serenissime. Unatoč tome, u osamnaestom stoljeću brodarstvo je doživjelo novu fazu ekspanzije, a brodogradilišta su osnovana u Rijeci, Kraljevici, Bakar, Vološću, Iki, Lošinj i Senju, kao i na drugim mjestima u središnjem i južnom Jadranu. Senj je također postao poznat po proizvodnji užadi i jedara.

S industrijskom revolucijom i uvođenjem parnog stroja, jedrenjaci su postupno počeli nestajati, ustupajući mjesto prvim parobrodima. Tijekom tog razdoblja brodogradnja se intenzivirala i u Kopr, Izoli, Portorožu, Piranu, Rovinju, Novigradu, Fažani i Puli. Godine 1883. u Rijeci je izgrađen posljednji jedrenjak namijenjen za duga putovanja, Capricorn.

U drugoj polovici devetnaestog stoljeća Rijeka je također postala središte inovacije koja je zauvijek promijenila pomorsko ratovanje. Giovanni Luppis dizajnirao je plovilo natovareno eksplozivom i vođeno s kopna da pogodi neprijateljske brodove, prototip koji je engleski inženjer John Whitehead usavršio do te mjere da ga je pretvorio u prvi moderni torpedo.

Unatoč tehnološkom napretku, način izrade tradicionalnih brodova ostao je uglavnom nepromijenjen stoljećima. Čak i s uvođenjem novih alata i strojeva, osnovna načela ostala su ista i dalje ista. Pojava motora, međutim, promijenila je linije trupa: čamci za vesla bili su uski i izduženi, dok su jedrenjaci imali šire bokove kako bi izdržali nagib uzrokovan vjetrom. S unutarnjim motorima, pasare su postajale sve raširenije, karakterizirane čvrstom krmom koje je jamčila veći uzgon i stabilnost.

Prirodni uvjeti Jadrana duboko su utjecali na plovidbu. Prevladavajući vjetrovi dolazili su sa sjevera i juga, dok je ljeti mistral redovito puhao. Morske struje tekle su suprotno od kazaljke na satu, ali nisu bile osobito intenzivne. Zima, osobito u sjevernom sektoru, otežavala je plovidbu zbog jakih vjetrova, visokih valova i magle. Istočna obala, međutim, nudila je više zaklona i korisnih orijentacijskih točaka. Tijekom doba Mletačke Republike, galeoni su redovito stizali do Crnog mora, Aleksandrije, luka zapadnog Mediterana pa čak i do atlantske obale, prelazeći Gibraltarski tjesnac. Venecija je osnovala trgovačke kolonije u mnogim od tih područja, a hodočasnici u Svetu zemlju putovali su na galeonima. Brojni izvještaji iz tog vremena naglašavaju kako je zaljev Kvarner smatran najopasnijim dijelom cijelog putovanja, zbog posebno opasnih vremenskih i morskih uvjeta.



1.2 Karijerne prilike u restauraciji tradicionalnih brodova

1.2.1 Tehničko crtanje (metoda fotogrametrije)

Fotogrametrija je optička mjerna tehnika koja omogućuje precizno određivanje prostornih koordinata točaka objekta analizom fotografija snimljenih iz različitih kutova. Njezin temeljni princip je triangulacija, zahvaljujući kojoj je moguće rekonstruirati trodimenzionalni položaj svake promatrane točke. Kada se objekt, poput tradicionalnog broda, fotografira iz više perspektiva, prikupljene slike obrađuje specijalizirani fotogrametrijski softver koji analizira vizualne podatke i generira trodimenzionalni digitalni model vjeran izvorniku. Ovaj model može se koristiti u tehničke, analitičke ili dokumentarne svrhe, ali se također može integrirati u okruženja virtualne stvarnosti kako bi ponudio uranjajuća iskustva za obrazovne, izložbene, dizajnerske ili promotivne svrhe.

Digitalizacija tradicionalnih brodova putem fotogrametrije sada je temeljni alat za dokumentiranje, očuvanje i omogućavanje pristupa u virtualnom prostoru. Proces započinje kalibracijom kamere, što je nužno za osiguranje maksimalne optičke točnosti. Brod se zatim označava, primjenjujući specifične reference na njegovu površinu koje služe kao kontrolne točke tijekom digitalne obrade. Nakon što je sam model pripremljen, snima se više fotografija iz različitih kutova, osiguravajući dovoljno preklapanja između slika za preciznu rekonstrukciju.

Fotografije se zatim uvoze u fotogrametrijski softver, koji identificira i povezuje odgovarajuće točke prisutne na više slika, čime se rekonstruira trodimenzionalna geometrija objekta. Nakon toga slijedi iterativna faza obrade, tijekom koje se model postupno usavršava dok ne postigne zadovoljavajuću razinu točnosti. Konačni rezultat je kompletan 3D model, uključujući tehničke elemente poput linija trupa, koje se mogu izvesti u CAD programe ili grafički softver za daljnju analizu, vizualizaciju ili integraciju u aplikacije virtualne stvarnosti.

Korištenje naprednih digitalnih alata omogućuje ne samo iznimno precizne prikaze tradicionalnih brodova, već i njihovo unapređenje kroz nove oblike prezentacije u muzejima, obrazovnim platformama i digitalnim arhivima. Na taj način fotogrametrija doprinosi dugoročnoj zaštiti pomorske baštine i nudi suvremenu interpretaciju, sposobnu kombinirati tehničku rigoroznost i mogućnosti širenja.

1.2.2 3D skeniranje i digitalna rekonstrukcija povijesnih brodova

3D skeniranje je moderna tehnologija koja omogućuje iznimno preciznu digitalnu rekonstrukciju stvarnog objekta, poput broda ili povijesnog broda, pretvarajući ga u trodimenzionalni prostorni model. Tijekom procesa prikupljaju se tisuće, ponekad milijuni točaka koje čine tzv. oblak točaka, u kojem je svaka točka definirana vlastitim prostornim koordinatama. Povezujući te točke putem namjenskog softvera, dobiva se potpuni 3D model objekta.

Među najpopularnijim tehnologijama su aktivni 3D skeneri bez kontakta, temeljeni na principu strukturiranog svjetla. Sustav se obično sastoji od projektor i dvije kamere: projektor emitira svjetlosni uzorak na površini objekta, dok kamere bilježe deformacije uzorka uzrokovane nepravilnostima same površine. Softver interpretira te deformacije i prevodi ih u točne geometrijske informacije, generirajući oblak točaka koji vraća oblik i veličinu skeniranog objekta.

Proces digitalizacije uključuje nekoliko koraka. Počinje pripremom objekta i kalibracijom skenera, što je nužno za maksimalnu preciznost. Stvarno skeniranje proizvodi oblak točaka, koji se zatim uvozi u softver za obradu. Ovdje se oblak pretvara u trodimenzionalnu mrežu, digitalni model spreman za analizu, verifikaciju i daljnju upotrebu. Zadnja faza sastoji se od optimizacije modela, koji se ispravlja i usavršava kako bi se osigurala visoka geometrijska i funkcionalna kvaliteta.



Italy – Croatia

TOFOLA

Primjene 3D modela u području tradicionalnih plovila i pomorske baštine su brojne. S dokumentarnog stajališta, omogućuju stvaranje točnih digitalnih arhiva, koji su ključni za očuvanje oblika i detalja povijesnih brodova kroz vrijeme. U konzervaciji i restauraciji omogućuju vam prepoznavanje deformacija, korozije ili strukturnih oštećenja, pružajući vrijednu podršku tehničkim intervencijama. U sektorima dizajna i izgradnje, 3D skeniranje koristi se za inženjersku analizu i za rekonstrukciju nedostajućih ili oštećenih komponenti putem reverznog inženjeringa. Digitalni modeli također se koriste u simulacijama, vizualizacijama i uranjajućim aplikacijama, poput virtualne stvarnosti, obuke za navigaciju ili interaktivnih muzejskih izložbi, čineći tradicionalnu pomorsku baštinu dostupnom i razumljivom široj javnosti.



Italy – Croatia



1.3 Tradicionalne metode gradnje brodova

1.3.1 Alati i tehnike tradicionalne brodogradnje

Izgradnja tradicionalnih plovila poput pasare, guca ili bracere zahtijevala je izvanrednu razinu preciznosti, strpljenja i majstorstva. Brodograditelji, čuvari drevnog znanja, obrađivali su drvo širokim spektrom alata i tehnika usavršanih tijekom stoljeća i prenošenih s generacije na generaciju. Mnoge od tih metoda i danas se koriste, osobito u restauraciji i izgradnji novih drvenih brodova, što svjedoči o čvrstoći i učinkovitosti građevinske tradicije koja je uspjela prijeći kroz vrijeme bez gubitka svoje vrijednosti.

1.3.2 Priprema i mjerenje

Izvorno je brodogradnja započela izradom poludrvenog modela, često male pasare, koja je služila kao referenca za definiranje linija trupa. Počevši od ovog smanjenog modela, linije su vraćene u punu veličinu korištenjem posebno pripremljenih mornaričkih silueta. Mjerenja potrebna za točnost praćenja provedena su specifičnim instrumentima, poput onih nazvanih *cinders* i mobilnih kutomjera poznatih kao *cartaboni*. Uz njih su se koristili i visokoprecizni metalni alati, uključujući stolarski kalibar, rafet, i stolarski ravnalo, *pâté*, koje je omogućavalo preciznu provjeru svakog detalja.

1.3.3 Obrada drva

U prvoj fazi obrade trupaca korištena je velika pila, poznata i kao pila mučenika, koja je bila ključna za grube rezove i za otvaranje drva u njegovim glavnim dimenzijama. S vremenom, kako bi se postigli tanji i pravilniji rezovi, tračna pila, odnosno tračna pila, postajala je sve raširenija, što je omogućilo veću preciznost. U kasnijim fazama, posvećenim finim detaljima, majstori su koristili tradicionalne stolarske pile i manje pile za metal, zvane šegaci ili šegeti, prikladne za delikatne poslove.

Za pravilno oblikovanje i poravnanje elemenata konstrukcije, brodograditelji su koristili različite vrste blana: od klasične ravnice do one s izmjenjivim lopaticama, od duge ravnice, šoramana, do one s podesivom bazom, odabrane prema zakrivljenosti i veličini komada drva koji se obrađuje. Najprecizniji završni radovi izvođeni su noževima i srpovima, dok su za najteže zahvate korištene stolarske sjekire i čekići.

Stvaranje rupa i spojeva zahtijevalo je upotrebu ručnih bušilica, viola i nastavaka raznih oblika, alata koji su s vremenom spojeni prvim mehaničkim ručnim bušilicama, trapanima. Za završne obrade bili su ključne turpije i zakrivljena dlijeta, dok je održavanje pila zahtijevalo poseban uređaj za oštrenje zuba, neophodan za uvijek čist i učinkovit rez.

1.3.4 Sastavljanje i spajanje elemenata

Za spajanje različitih drvenih dijelova broda koristili su se posebni alati, uključujući šuplji puhač, nazvan broš-puller, i posebna kliješta poznata kao trupac, ključna za učinkovito zatezanje tijekom faza sastavljanja. Kako bi elementi ostali na mjestu dok su se radili ili fiksirali, brodograditelji su također koristili stolarske stezaljke, izrađene od željeza i drva, koje su osiguravale stabilnost i preciznost u svakom koraku gradnje.



Italy – Croatia



1.3.5 Faze izgradnje trupa

Izgradnja broda počinje od kobilice, glavnog strukturnog elementa, na koji su povezane uzdužne šipke, zvane ašta, i suprotne, poznate kao kontraašta. Na ovoj bazi montirani su rebra, vrhovi i korbe, koji definiraju oblik trupa. Nakon toga ugrađuju se trenjski prekidači, cente, i podtračnica, kontracent, zajedno s veznim polugama, žbaji, koji pomažu učvrstiti cijelu konstrukciju.

Nakon završetka ove faze, nastavljamo s nanošenjem omotne trake, pajoli faše, te s postavljanjem klupe, obalne folije, nakon čega slijedi izrada linice, odnosno *gang dead*. Na tako oblikovanom kosturu učvršćuju se daske, madera, koje zatvaraju trup i definiraju njegov vanjski profil. Zadnja faza sastoji se od sastavljanja palubnih greda, koje čine samu palubu, dovršavajući nosivu konstrukciju broda.

1.3.6 Završna obrada i oprema

Nakon završetka sastavljanja, trup se oblikuje procesom koji uključuje prešanje užeta pomoću čekića kotla, dlijeta i štapa, nazvanog komanda. Nakon završetka ove faze, nastavlja se s fugiranjem, nanošenjem temeljnog premaza i, na kraju, bojanjem koje brodu daje konačni zaštitni i estetski završni sloj. Istovremeno, jarboli i oprema poput vesala izrađuju se u posebnim radionicama, dok se jedro prvo iscrtava, a zatim ručno šiva pomoću igala, ojačavajućih šavova, štitnika i drugih tradicionalnih šivaćih alata. Za dovršetak radova, brod se može opremiti motorom, čime se integriraju potrebe moderne navigacije bez promjene oblika i funkcionalne autentičnosti tradicionalnog broda.

1.3.7 Održavanje tradicionalnih brodova

Jedrenjaci i bakrke uglavnom su se održavale postavljanjem na karen, odnosno, strukturu koja je omogućavala podizanje trupa taman toliko da se pristupi potopljenom dijelu. Na taj način bilo je moguće obavljati čišćenje, bojanje i popravke, što je bilo ključno za održavanje učinkovitosti i spremnosti broda za plovidbu.



Italy – Croatia



1.4 Projekt Jadranske arke – Akademija tradicionalne brodogradnje

Projekt Arca Adriatica predstavlja vrlo važnu inicijativu posvećenu očuvanju, promicanju i unapređenju pomorske baštine Jadrana. Pokrenut 1. siječnja 2019. kao dio INTERREG V-A programa Italija-Hrvatska, ima ukupni proračun od 3,16 milijuna eura, od čega je 85% financirano iz Europskog fonda za regionalni razvoj.

Središnji cilj projekta je stvaranje zajedničkog turističkog proizvoda temeljenog na načelima društvene i ekološke održivosti, sposobnog istovremeno štiti, unaprijediti i omogućiti korištenje bogate pomorske baštine prekograničnog područja. Arca Adriatica okuplja deset talijanskih i hrvatskih partnera: primorsko-goranska županija, voditelja inicijative, Općinu Malinska-Dubašnica, Turističku zajednicu Kvarnera, Ekomuzej "Kuća Batane", Općinu Tkon, talijanske općine Cervia, Cesenatico i San Benedetto del Tronto, Sveučilište Ca' Foscari u Veneciji i Mediteranski agronomski institut Bari.

Tijekom projekta provedene su brojne aktivnosti koje su konkretno pridonijele očuvanju i širenju jadranske pomorske kulture. To uključuje restauraciju dvadeset i tri tradicionalna broda, izradu tehničkih opisa i detaljnih crteža te organizaciju radionica posvećenih tradicionalnim obrtima i zanatstvu. Također je osnovano sedam centara izvrsnosti i pet interpretacijskih centara, smještenih između Malinske, Rovinja, Tkona, Cervije i Venecije, koji služe kao referentne točke za znanje i širenje pomorske baštine.

Kako bi se aktivnosti dovršile, projekt promiče kulturne i turističke događaje poput tradicionalnih brodskih regata i morskih festivala, inicijative koje jačaju povezanost s pomorskom tradicijom i doprinose širenju održivog turističkog modela koji je usmjeren na povijest i identitet Jadrana.



Italy – Croatia



1.5 Očuvanje i revitalizacija pomorske baštine Kvarnera i Istre

Očuvanje i unapređenje pomorske baštine Kvarnera, provedeno kroz projekte Mala Barka i Arca Adriatica, predstavlja ne samo značajno postignuće na lokalnoj razini, već i model uspješne europske suradnje te konkretan primjer održivog turizma. Projekt "Mala Barka 2" prepoznat je kao najbolji europski projekt hrvatskih županija u kategoriji prekogranične suradnje za 2020. godinu, prema odluci žirija natječaja koji organizira *Jutarnji list* u suradnji s Udrugom hrvatskih županija, Uredom Europskog parlamenta u Hrvatskoj i Župan.hr portalom.

Nakon ovog uspjeha, oznaka "Kvarner Pomorska baština", koju je razvila Turistička zajednica Kvarnera zajedno s projektnim partnerima Mala Barka 2 i Arca Adriatica, osvojila je brojne međunarodne nagrade. Godine 2022. osvojila je prvu nagradu za najbolji tematski proizvod održivog kulturnog turizma u Europi, dok je projekt Mala Barka već osvojio treće mjesto u kategoriji "Zajednica i vlada" zbog svog doprinosa održivom turizmu. Ovim rezultatima pridružila se i nagrada BIG SEE u kategoriji "Kreativne priče i identitet destinacije kao jedinstveno iskustvo", što je dodatno učvrstilo reputaciju brenda. Koordinacija za očuvanje i promicanje pomorske baštine Kvarnera dobila je dvije važne nagrade od Turističke uprave Kvarnera, 2017. i 2024. godine, za svoju ulogu u jačanju kulturnog identiteta regije i razvoju brenda pomorske baštine.

Rezultati dobiveni na području nematerijalne kulturne baštine također su posebno značajni. "Umijeće gradnje i jedrenja tradicionalnih kvarnerskih brodova" upisano je kao nematerijalno kulturno dobro Republike Hrvatske, dok je projekt Jadranska arka podnio zahtjev za uvrštavanje "Umijeća jedrenja s latinskim i auričkim jedrima duž hrvatske obale" na isti nacionalni popis. Istovremeno, Udruga pomorskih muzeja Mediterana pokrenula je inicijativu za uvrštavanje ove tradicije na UNESCO-ov popis nematerijalne kulturne baštine čovječanstva, prepoznajući njezinu vrijednost i potrebu za trajnom zaštitom.

Kako bi se promovirala i podigla svijest javnosti o tim pitanjima, u Mramornoj dvorani Pomorskog i povijesnog muzeja Hrvatskog primorja u Rijeci organizirane su dvije velike konferencije: "Plovite Kvarnerom s nama" 2022. i "Umijeće jedrenja s latinskim i auričkim jedrima" 2023. godine. Oba događaja okupila su stručnjake, zaljubljenike u more i predstavnike institucija, pomažući u širenju svijesti o vrijednosti pomorske tradicije.

Unatoč postignutim rezultatima, postoje određeni izazovi. Nedostatak formalne škole posvećene tradicionalnoj brodogradnji čini još hitnijim stvaranje radionica u kojima se brodovi mogu graditi i održavati, te gdje majstori mogu prenijeti vještine novoj generaciji koja je u opasnosti da bude izgubljena. Komercijalna upotreba tradicionalnih brodova također zahtijeva poštivanje vrlo strogih tehničkih i sigurnosnih propisa, ali upravo kroz strukturirane projekte i podršku lokalnih zajednica te se poteškoće mogu pretvoriti u razvojne prilike.

Pomorska baština Kvarnera, reinterpetirana kao suvremeni identitetski element i turistički resurs, pokazuje da tradicija može donijeti gospodarsku i kulturnu vrijednost, pod uvjetom da joj se pruži potreban vjetar za nastavak jedrenja u kolektivnom sjećanju.



Italy – Croatia



MODUL 2 – Tehnike izgradnje i restauracije drvenih brodova

2.1 Federico Lenardon – Restauracija i dizajn drvenih brodova

2.2.1 Obnova Onkel Adolpha

Onkel *Adolph* (slika 1), dizajniran 1907. godine, izvanredan je primjer klase International Rule. Sudjelovao je na prvoj službenoj regati te kategorije blizu Pariza i izašla kao pobjednica, čime je postala referentna točka u definiciji i potvrdi ove nove klase jedrenja. Njegova priča je jednako jedinstvena: brod je pronađen u jezeru u bivšoj Istočnoj Njemačkoj, gdje je namjerno potopljen tijekom Drugog svjetskog rata kako bi se izbjegla rekvizicija.

Restauracija je provedena prema rigoroznom filološkom pristupu, s ciljem očuvanja povijesnog i strukturnog integriteta broda koliko god je to moguće. Dostupnost originalnih crteža dizajnera omogućila je očuvanje vodovodnih linija, proporcija i glavnih elemenata konstrukcije, poput kobilice, okvira i pramca, ravnima. Unutarnji čelični metalni dijelovi, sada oštećeni korozijom, uklonjeni su i zamijenjeni drvenim podnim daskama, što je bilo više u skladu s izvornom konstrukcijom i prikladnije za osiguranje trajnosti intervencije.

Brod je izgrađen prema anglosaksonskoj metodi, koja uključuje izravno umetanje okvira u kobilicu, tehniku koja je s vremenom pogodovala pojavama truljenja. Iz tog razloga, obnova je omogućila specifične tretmane za suzbijanje takvih oštećenja, koristeći rješenja koja kombiniraju tradicionalne tehnike i moderne materijale. Epoksidne smole koriste se s velikom oprežnošću, samo kada su neophodne za stabilizaciju originalnih nezamjenjivih dijelova. Ciljane konsolidacije provedene su i u području pramca na desnoj strani, dok su grede i grede djelomično rekonstruirane, vjerno poštujući izvorne proporcije i presjeke.

Unutrašnjost je također zahtijevala složene intervencije, ali su mnogi postojeći elementi obnovljeni i ojačani, čime je vraćen funkcionalni, povijesni i estetski kontinuitet broda. Konačni rezultat je restauracija koja ne samo da oživljava jedinstveni dio povijesti jedrenja, već i čuva njegovu autentičnost za buduće generacije.



Slika 1 Onkel Adolph 1907.



Italy – Croatia



Obnova mosta i radovi na daskama

Oko 80% mosta izgrađeno je od nule, slijedeći izvorni dizajn iz 1907. s velikom strogošću. Vijci kobilice su potpuno zamijenjeni, a stražnji dio obnovljen, dok je originalna kobilica obrađena kako bi se uklonili oštećeni dijelovi i naknadno ojačala s dva sloja, jednim unutarnjim i jednim vanjskim, stvarajući kompozitnu konstrukciju sposobnu zaštititi i sačuvati izvornu drvenu jezgru.

Postavljanje dasaka zahtijevalo je posebno pažljivu intervenciju. Moderna brtvila, poput sintetičkog pamuka i poliuretana, uklonjena su i zamijenjena djelomičnim *utorima*, koji uključuju umetanje tankih drvenih letvica zalijepljenih samo s jedne strane. Ova tehnika omogućila je ujednačenje spojeva i obnovu tradicionalnog brtvljenja pamukom, što je više u skladu s povijesnom prirodom broda.

Vrlo pozitivan element bila je dobra očuvanost izvornih bakrenih zakovica. Budući da nisu oštetile rupe u daskama, nije bilo potrebno potpuno ih zamijeniti, što je omogućilo očuvanje gotovo svih izvornih dasaka i izbjeglo invazivne intervencije. Cijela površina trupa zatim je brušena s obzirom na završne obrade: poliranje iznad vodene linije i *antifouling* tretman u potopljenom dijelu, s ciljem postizanja savršeno glatke površine, u skladu sa sportskom elegancijom tipičnom za ove brodove.

Krma je također pažljivo restaurirana, rastavljena i ponovno zalijepljena nakon temeljitog čišćenja. Struktura mosta gotovo je u potpunosti obnovljena, osim nekih središnjih greda koje su sačuvane i iz strukturnih razloga i radi očuvanja izravne veze s izvornom povijesnom konfiguracijom.

Konfiguracija mosta i konačno opremanje

Budući da je brod izvorno bio opremljen platnenom palubom, odlučeno je obnoviti njegov povijesni izgled uz primjenu čvršćeg strukturnog rješenja. U tu svrhu nanosena su dva tanka sloja morske šperploče, završena središnjim trakama mahagonija, kako bi se originalna konfiguracija rekonstruirala u modernijoj i otpornijoj verziji.

Prilikom jedrenja, brod se pokazao vitkim, laganim i iznenađujuće okretnim čak i pri jakom vjetru. Raspored mosta rekonstruiran je s velikom vjernošću, zahvaljujući jedinoj dostupnoj povijesnoj fotografiji koja je usmjeravala pozicioniranje opreme i funkcionalnih elemenata. Ime *Onkel Adolph* ručno je gravirano i dovršeno tradicionalnom tehnikom inspiriranom drvenim modelima Sjevernog Jadrana, zanatskom praksom koju prenose škole Grado i Piran, što brodu daje dodatnu povijesnu i estetsku vrijednost.

Oprema

Originalna oprema od kovanog željeza samo je djelomično vraćena, dok su nedostajući elementi rekonstruirani u nehrđajućem čeliku, pažljivo modelirani kako bi se zadržao isti estetski izgled kao i vintage komadi. Neki dijelovi, poput gornjih prstenova, pronađeni su u broncik od talijanskih dobavljača, kako bi se osigurala kontinuitet s povijesnim završnim obradama broda.

Krak i vrh izrađeni su od akacije i završeni ručno izrađenim ojačanjima, poštujući tradicionalne tehnike. Pogonska oprema ručno je spajana pomoću Atlantic 49-žilne užadi, dok su područja izložena većem trenju zaštićena ručno šivenim kožnim umetcima, kako bi se izbjeglo trošenje i užeta i jarbola. U skladu s izvornim dizajnom, nisu ugrađena vitla: svi manevri izvode se ručno, čime se čuva autentičnost gradnje i sportski duh koji su obilježavali brod u vrijeme nastanka.



Italy – Croatia



Pomorska ispitivanja

Na kraju obnove, *Onkel Adolph* je premješten u alpsko jezero, gdje ga sada čuva austrijski vlasnik koji gaji strast prema vintage brodovima. Brod je dio male skupine od pet ili šest jahti klase 6 metara izgrađenih između 1908. i 1917., sve usidrene u istim vodama, stvarajući jedinstven kontekst za očuvanje i navigaciju ovih povijesnih brodova.

Brod je sudjelovao u komemorativnoj regati organiziranoj povodom 110. obljetnice klase 6-Metre (slika 2), održanoj u jakim vjetrovitim uvjetima, između 15 i 20 čvorova. Tijekom vodenih ispitivanja, *Onkel Adolph* pokazao je izvanrednu stabilnost i veliku odzivnost na maneuvre, ističući se preciznošću, ravnotežom i pouzdanošću, osobinama koje potvrđuju izvrsnost restauratorskog rada.

Vlasnik, dok aktivno sudjeluje u upravljanju manevrima, radije prepušta kormilo restauratoru tijekom izleta, uspostavljajući odnos temeljen na međusobnom povjerenju i poštovanju. Ova suradnja odražava svijest o povijesnoj i kulturnoj vrijednosti broda te važnosti očuvanja njegove cjelovitosti čak i tijekom plovidbe.



Slika 2 Utrka 110 obljetnice klase 6-Metre.

2.2.2 Obnova HIAWATHA J. ANKERA

Drugi veliki projekt obnove uključivao je *Hiawatha J. Anker* (slika 3), vrlo rijedak primjerak jahte Međunarodne klase 7-Metre, kategorije jedrilica koja je danas gotovo nestala, s nešto više od stotinu proizvedenih jedinica širom svijeta. Brod je pronađen u Švedskoj, gotovo slučajno identificiran putem oglasa, i bio je u izrazito lošem stanju: između pedesetih i šezdesetih bio je potpuno prekriven staklenim vlaknima, a kasnije je desetljećima bio napušten u šumi, izložen vremenskim uvjetima bez zaštite.

Isprva se pretpostavljalo da će se koristiti isključivo u ukrasne svrhe, kao skulptura u parku koji pripada povijesnoj austrijskoj rezidenciji. Međutim, nakon godinu i pol evaluacija i usporedbi, donesena je konačna odluka



Slika 3 Hiawatha J. Anker.



Italy – Croatia



o potpunoj restauraciji, unatoč brojnim tehničkim i povijesnim neizvjesnostima vezanim uz stanje broda.

Oporavak *Hiawathe J. Anker*a zahtijevao je četiri godine neprekidnog rada, obilježenog složenim fazama, ciljanim zanatskim zahvatima i dugim nizom preciznih intervencija. Rezultat je rezultat stalne predanosti usmjerenoj na vraćanje života i dostojanstva jedinstvenom dijelu povijesti međunarodnog jedrenja.

Uklanjanje staklenih vlakana i strukturna analiza

Jedna od prvih poteškoća bila je uklanjanje staklenih vlakana, operacija koju nije bilo moguće izvesti termalnim metodama bez rizika od oštećenja drva ispod površine. Stoga je odabran potpuno mehanički pristup: staklena vlakna rezana su na male panele, a svaki dio uklanjan je uz pomoć drvenih klinova i čekića.

Prijanjanje materijala značajno se razlikovalo od područja do područja. Na nekim dijelovima, vlaga koja se nakupila tijekom vremena oslabila je vezu, čineći uklanjanje relativno jednostavnim; u drugima, međutim, prijanjanje je bilo toliko jako da je bilo potrebno ukloniti i originalne daske.

Naknadna strukturna analiza istaknula je još jedan problem: ozbiljnu elektrokemijsku koroziju. Brojne bakrene zakovice, postavljene u kontakt sa čeličnim elementima, nepovratno su oštetile glave okvira i spojne točke s kobilicom, što je zahtijevalo duboku i ciljanu intervenciju.

Identifikacija broda

Uz podršku Sveučilišta u Stockholmu, povijesni identitet broda potvrđen je: doista je riječ o *Hiawathi*, izvornom projektu norveškog arhitekta Johana Anker-a iz 1910. godine. Druga potvrda došla je iz norveške publikacije iz 1913., koja je izvijestila o oglasu posvećenom ovom brodu.

Kako bi se sačuvali izvorni oblici tijekom rastavljanja, trup je podvrgnut potpunom 3D skeniranju, nakon čega je uslijedilo CAD modeliranje vodenih linija i unutarnje strukture. Plan jedara je samo neznatno izmijenjen radi poboljšanja upravljivosti, uz zadržavanje izvornih proporcija, kako bi se u potpunosti poštovao povijesni identitet broda.

Strukturne intervencije

Obnova je slijedila rigorozan operativni slijed, počevši od izgradnje nove kobilice od punog hrasta, oblikovane na vanjskoj strani trupa i naknadno umetnute. U ovoj fazi, dio fiberglas konstrukcije privremeno je održavan radi osiguranja ukupne stabilnosti. Rekonstrukcija okvira zahtijevala je hibridna rješenja: glavni piljeni okviri bili su izrađeni od punog drva u gornjem dijelu, a od višeslojnog laminiranog drva u donjem dijelu, kako bi se osigurala čvrstoća i stabilnost; Srednji okviri, izvorno savijeni parom, u potpunosti su obnovljeni od laminiranog drva, jer unutarnji prostor nije dopuštao upotrebu tradicionalne zakrivljenosti.

Strukturni spojevi izrađeni su korištenjem laminiranih drvenih podnih dasaka i metalnih spojeva od nehrđajućeg čelika, uz selektivno uklanjanje preostalih staklenih vlakana i postupnu obnovu spojnih točaka korištenjem epoksidne smole i odgovarajućih vijaka. Izvorne brazilske cedrove daske (*cedar*) pokazale su iznenađujuću čvrstoću: oko četrdeset posto je obnovljeno, osobito u osam gornjih slojeva. Oštećeni dijelovi u skladu sa starim metalnim podnim daskama zamijenjeni su odabranim mahagonijem, jer nije bilo moguće pronaći cedrove daske potrebne duljine. Originalne daske pažljivo su očišćene i ponovno integrirane u novu strukturu, zalijepljene i pričvršćene na okvire epoksidnom smolom radi veće mehaničke otpornosti.



Italy – Croatia



Oba krajnja dijela trupa potpuno su obnovljena: pramčani kotač je obnovljen i integriran u konstrukciju pomoću punog muškog spoja, dok je krmeni desni dio, koji je u osnovi ozbiljno oštećen, zamijenjen novom konstrukcijom ojačanom masivnim drvenim U-vijkom, zalijepljenim i pričvršćenim vijcima.

Oplata je bila dovršena "unatrag", krećući se od središnje linije prema kobilici kako bi se omogućio pristup području žarulje i vijcima za pričvršćivanje, čime je omogućeno sigurno zatezanje. Lijevana željezna žarulja, koja nije originalna i vjerojatno rezultat poslijeratnog lijevanja, imala je asimetričan oblik koji je zahtijevao ponovno balansiranje dodavanjem rastaljenog olova. Nakon premještanja i fiksiranja, donji list dasaka je rekonstruiran, završen prirodnim kitom i pamučnim brtvljenjem. Daske u uronjenom dijelu obrađene su djelomičnim utorima kako bi se omogućilo brtvljenje, dok su one koje su izašle bile strukturno zalijepljene.

Most je potpuno obnovljen: prekriven laminiranom šperpločom i završen cedrovim letvicama, odabranim zbog lakoće i izdržljivosti. Konačni rezultat je brod koji je estetski vjeran originalu, ali tehnički poboljššan, zahvaljujući i korištenju odabranih materijala. Osovina kormila, koja je nekada bila od punog drva, zamijenjena je komponentom od nehrđajućeg čelika dimenzioniranom za ponovnu upotrebu originalne obnovljene opreme.

Motorizacija i pomorska ispitivanja

Na zahtjev vlasnika ugrađen je električni motor namijenjen manevriranju u luci. Kako bi se on smjestio, stvoren je poseban tehnički odjeljak i ugrađen je kompaktni motor na lagane baterije, kako bi se smanjio utjecaj na težinu i ravnotežu broda.

Hiawatha J. Anker vratio se u vodu u rujnu 2023., povodom Annapolis Classic Weeka (slika 4). Tijekom regata pokazao je izvrsne jedriličarske nastupe, suočavajući se sa jakim vjetrovima s rukom za skraćivanje i smanjenim fokom, te je uspio pobijediti na natjecanju. Njegovo ponašanje na moru ponovno je potvrdilo dizajnersku vještinu Johana Ankera, nadimka "Majstor linija" zbog čistoće i učinkovitosti svojih trupova.



Italy – Croatia



Slika 4 Jedrenje tijekom tjedna Annapolis Classic.

Užad i plan jedara

Usvojena oprema je izvorna, tipa kliznog *guntera*, karakterizirana kratkim jarbolom i dugim kliznim perom, konfiguracijom koja vrlo podsjeća na latinsko jedro. To je vrlo čest sustav na metričkim brodovima tog vremena, cijenjen zbog ravnoteže, upravljivosti i jednostavnosti korištenja, osobina koje ga čine posebno učinkovitim čak i s malom posadom.



Italy – Croatia



2.2.3 Projekt "NABABBO IV THE BORN"

Uvod

U rujnu prošle godine dizajniran je *Nababbo IV The Born* (slika 5), čamac dug gotovo deset metara (9,95 m), namijenjen iskusnom vlasniku aktivnom na nacionalnim i europskim regatama. Cilj je bio stvoriti brzu krstareću jahtu, sposobnu jamčiti izvrsne performanse, a istovremeno lako upravljivu čak i samostalno.

Kako bi se postigla ta ravnoteža, odabran je trup s dugom kobilicom, karakteriziran tradicionalnim linijama, ali optimiziran za maksimalnu lakoću i performanse. Glavni izazov bio je upravo uskladiti dugu koblicu, koja obično nije povezana s visokom natjecateljskom naravi, s agilnim, reaktivnim i prikladnim ponašanjem za sportsku upotrebu.



Slika 5 Nabbabo IV Born.

Dizajn i strukturne karakteristike

Projekt ima iznimno tanak i elegantan trup, što pokazuju prve preliminarne skice izrađene ručno, koje su ključne za definiranje proporcija i pružanje jasnog pogleda vlasniku na brod. Vodene linije inspirirane su povijesnim brodovima, osobito engleskim *Clyde brodovima* između devetnaestog i dvadesetog stoljeća, poznatim po svojoj vitkosti, dubokim oblicima i maloj istisnini. Uz ove utjecaje, tu su i studiji Knuda Reimera i Lorraine Stevens, dizajneri poznati po pažnji prema lakoći i performansama u utrkama.

Jedan od najkarakterističnijih elemenata *Nababbo IV The Born* je posebna zakrivljenost glavnog dijela koja smanjuje mokru površinu i pomaže sniziti težište, poboljšavajući stabilnost i performanse. Kormilo, sa snažnim dijagonalnim rezom, optimizira raspodjelu težina i volumena, dok krajevi trupa, rašireni i pažljivo oblikovani, jamče potreban uzgon i pri slabom vjetru i u zahtjevnijim uvjetima. Odabir vanjskog kormila montiranog straga na ogledalu također zadovoljava funkcionalne kriterije, pojednostavljujući instalaciju i održavanje.



Italy – Croatia

TOFOLA

Čamac je dug 9,95 metara, s istisninom od oko 5.800 kg i duljinom vodene linije od 8,75 metara. Vodene linije usklađuju profil pramca i kobilice, dajući trupu sužen, perajasti izgled. Omjer strukturne mase i istiska optimiziran je tako da konstrukcija ostaje oko pedeset posto ukupne težine, dok se ostatak koncentrira u olovu kobilice. Ovaj izbor osigurava visoku stabilnost uz zadržavanje vitkosti trupa, osiguravajući visoke performanse bez opterećenja broda.

Plan jedrenja osmišljen je tako da bude jednostavan i siguran za upravljanje čak i samostalno. Dva foka su dostupna naizmjenično, što omogućuje fleksibilnost i sigurnost čak i s malom posadom. Ukupna površina jedara iznosi oko 64 m², što je izvanredna vrijednost za plovilo ove veličine i u skladu s ciljem postizanja brzog, uravnoteženog i visokoučinkovitog plovila.

Materijali i konstrukcije

Projekt je u potpunosti razvijen u 3D-u, pri čemu su svi dijelovi izrezani numeričkom kontrolom (CNC) kako bi se osigurala maksimalna preciznost i ubrzale faze montaže. Okviri su razmaknuti u prosjeku 50 cm, otprilike dvostruko više od standarda: ovaj izbor omogućio je smanjenje njihovog ukupnog broja na 19, olakšavajući konstrukciju bez narušavanja čvrstoće. Laserski rezani čelični dijelovi također su sastavljeni izravno na licu mjesta, pomažući u održavanju visokih standarda kvalitete i smanjenju vremena izgradnje.

Kobilica *broda Nababbo IV The Born* izrađena je od punog drveta, s naknadnim umetanjem olova, postavljenim s iznimnom preciznošću kako bi se osigurala pravilna ravnoteža broda. Nosiva konstrukcija dovršena je ugradnjom CNC rezanih lažnih okvira od šperploče, koji su korišteni kao kalupi za laminiranje konačnih okvira od akacije.

Ukupno 38 rebara (19 po strani) proizvedeno je tehnikama inspiriranim savijanjem pare, koristeći laminiranu akaciju. Laminacijska maska, ugrađena u okumé zbog svoje fleksibilnosti i otpornosti, omogućila je postizanje preciznih i ujednačenih zakrivljenosti. Nakon bojanja, okviri su pričvršćeni za kobilicu pomoću kaveza od čeličnih greda i vijaka, privremeno pričvršćenih potporama koje su uklonjene tek nakon dovršetka konstrukcije.

Daske su nanošene kontinuiranim američkim sustavom, izbjegavajući prekide tipične za tradicionalne tehnike. Prvi sloj položen je uzdužno s lančanim stezaljkama, a zatim su uslijedila dva dijagonalna sloja koja daju čvrstoću usporedivu s karbonskim strukturama. Prije nanošenja drugog sloja umetnute su unutarnje čelične armature, postavljene tako da se izbjegnu vidljive kape. Drugi sloj bio je pričvršćen plastičnim trakama, što je olakšavalo uklanjanje stezaljki nakon završetka laminiranja.

Unutrašnjost, minimalistička ali funkcionalna, ima otvoreni raspored s četiri ležaja, stražarskim ležajem, kuhinjom i kupaonicom u pramcu. Također dizajnirani u 3D-u, optimiziraju prostor osiguravajući udobnost i ergonomiju, smanjujući rizik od slučajnih udara.

Kobilica je izrađena u dvije faze: oblikovani unutarnji dio i vanjski element namijenjen zatvaranju dasaka. Različite komponente su proizvedene i prethodno sastavljene u radionici, a zatim sastavljene i zavarene na licu mjesta, što je značajno smanjilo vrijeme obrade. Iako tradicionalna izgradnja broda ove veličine traje oko 6.000 sati, zahvaljujući inovativnim tehnikama, vrijeme je smanjeno na oko 4.500 sati.



Italy – Croatia



Performanse i rezultati

Nababbo IV The Born ima skladan dizajn, karakteriziran nagnutim pramcem i ravnim kobilicom, elementima koji jasno podsjećaju na utjecaj američkih modela. Navigacijski testovi (slika 6) pokazali su maksimalnu brzinu između 8,5 i 8,7 čvorova i izvrsno upravljanje čak i pri jakom vjetru. Brod je također sudjelovao na nekoliko regata, postižući značajne rezultate i pobjede u klasama, potvrđujući dobar balans između upravljivosti i performansi, unatoč svojoj maloj veličini.



Slika 6 Testiranje jedara.



Italy – Croatia



2.2 Dinko Salopek – dizajn drvene batane

Ovaj dio posvećen je batani, malom tradicionalnom čamcu tipičnom za istarsku obalu. Dugačka između četiri i osam metara i karakterizirana ravnim dnom, dizajnirana je za plovidbu u plitkim vodama. Njegovo ime potječe od glagola „udarati“ („biti“), što podsjeća na jednostavnost materijala i građevinskih tehnika, kao i na redoviti ritam plovidbe koji je generacijama pratio svakodnevni rad ribara.

S vremenom se batana razvila iz čamca na vesla i jedrilice u motorni čamac, prilagođavajući se tehnološkim promjenama i potrebama lokalnih zajednica. Danas predstavlja snažan simbol identiteta grada Rovinja, gdje se nalazi u središtu Batana Ekomuzeja, koji je UNESCO prepoznao kao primjer zaštite nematerijalne kulturne baštine.

Nakon uvođenja batane i njezine kulturne vrijednosti u jadranskom kontekstu, modul je ponudio povijesni pregled razvoja brodogradnje. Ruta je započinjala neolitičkim pirogama, primitivnim čamcima izrađenim od izdubljenog debla, koji su se smatrali prvim oblicima vodenog prijevoza. Iz tih osnovnih struktura razvila se velika raznolikost građevinskih rješenja, stvorenih kako bi zadovoljila potrebe plovidbe, trgovine i osvajanja.

Analiza značajnih primjera pokazala je kako je drvo stoljećima bio glavni materijal u brodogradnji, zahvaljujući svojoj svestranosti, dostupnosti i čvrstoći. Ispitivani su simbolični modeli poput egipatskih čamaca izrađenih od uvezenog cedra, grčkih trirema, poznatih po svojoj okretnosti i rasporedu veslanja s tri reda, te rimskih galija, koje su uvele inovacije poput metalnih spojeva i vodonepropusnosti od katrana. Modul se zatim bavio evolucijom sjevernoeuropske brodogradnje, s naglaskom na vikinške drakkare, robusne i prikladne za otvoreno more, te na renesansne brodove, karavele i galije, protagoniste istraživanja oceana, građene uglavnom od hrasta.

Ovaj povijesni pregled omogućio je razumijevanje kako su tehnike, materijali i kulturne potrebe neprestano međusobno oblikovali oblik, funkciju i širenje drvenih brodova, nudeći bogatu i artikuliranu sliku pomorskog znanja kroz stoljeća.

Batana utjelovljuje idealnu ravnotežu između funkcionalnosti i tradicije. Njena konstrukcija temelji se na drvu odabranom prema njihovim svojstvima: hrast za strukturne elemente, otporan i izdržljiv; tikovina za krovove i bočne strane, zahvaljujući nepropusnosti; bor, lagan i jednostavan za obradu, za interijere; čempres, otporan na koroziju od soli, za drveće; i jasen, elastični i robustan, za okvire i vesla. Tehnike izrade su hibridne i uključuju bojanje, incalmo i različite metode sklapanja, od nordijskog *klinker* stila, koji ne zahtijeva brtvljenje, do *karvel* rubova tipičnih za američku tradiciju. Ovi pristupi omogućuju kombiniranje povijesne vjernosti i prilagodbe suvremenim potrebama.

Istovremeno, brodogradilišta su uvela alternativne materijale umjesto drva kako bi zadovoljila nove zahtjeve za lakoćom, izdržljivošću i jednostavnošću održavanja. Među njima, GRP (plastika ojačana staklenim vlaknima) danas je vrlo raširen: lagan, otporan i lako popravljiv, idealna za praktične i niskoutjecajne intervencije. Aluminij, cijenjen zbog otpornosti na koroziju i obradivosti, uglavnom se koristi na manjim gradilištima, iako nema simboličku vrijednost kao drvo. Čelik, čvrst i oblikovan, manje je prikladan za lake brodove poput batane zbog svoje velike težine. Unatoč tim alternativama, drvo ostaje nezamjenjivo za one koji žele sačuvati estetiku, logiku gradnje i tradiciju izrade koju su prenijeli brodograditelji.

Proces dizajna batana, kako je ilustrirao Dinko Salopek, započinje dubinskom analizom potreba klijenta. Jasna komunikacija ključna je za razumijevanje namjene broda i usklađivanje očekivanja. Na temelju toga razvija se detaljna studija koja uključuje procjenu težine i strukturnih opterećenja koje će brod morati podnijeti.



Italy – Croatia

TOFOLA

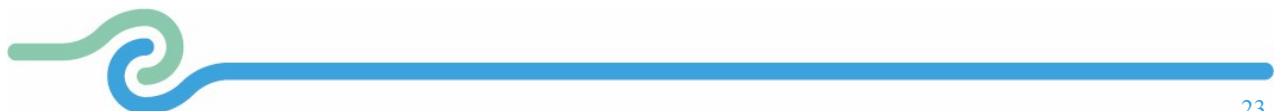
Nakon toga slijedi definicija preliminarnog strukturnog projekta, koji utvrđuje opći izgled i identificira najprikladnije materijale, procjenjujući njihova fizička svojstva i otpornost na morsko okruženje. U ovoj fazi naručuju se glavni elementi, krme, paluba, pramac, krma i rubovi, čime se osigurava čvrstoća, funkcionalnost i estetska dosljednost.

Projekt mora biti u skladu s važećim propisima o sigurnosti i izgradnji drvenih brodova. Osim osnovnih dimenzija, definirani su raspored unutarnjih prostora, sastav nosive konstrukcije i specifična težina materijala. Stabilnost se osigurava preciznim dimenzioniranjem strukturnih elemenata, procjenom presjeka, debljina i volumena, bez zanemarivanja spojeva, premaza i pričvršćiva, što je ključno za nepropusnost i otpornost na morske agense.

Na primjer, projekt uključuje točne izračune dimenzija stranica, kolovoza i presjeka okvira, nadstrešnica i rebara, koji variraju ovisno o broju i udaljenosti između konstrukcijskih okvira. Ovi podaci su ključni za postizanje optimalne ravnoteže između lakoće i čvrstoće.

Nakon što su tehnički detalji definirani, izrađuje se potpuni prijedlog nacrtu i specifikacija, podnosi kupcu i paralelno dijeli s nadležnim tijelima kako bi se osigurala usklađenost s propisima i plovnost.

Završna faza sastoji se od izrade izvršnih nacrtu, koji uključuju sve građevinske detalje od spojeva do obloge, od pričvršćivanja do rasporeda strukturnih elemenata. Ovi crteži su neizostavan vodič za brodograditelje, omogućujući im izradu batane koja je vjerna tradiciji zanata, a istovremeno u skladu s najsuvremenijim sigurnosnim i funkcionalnim zahtjevima.



Italy – Croatia



MODUL 3 – Tradicionalni pomorski dizajn, inovacije i pristupačnost

3.1 Brodogradilište Giovannija da Ponte: venecijanska tradicija, zadržana inovacija i inkluzivan dizajn

Brodogradilište Giovannija da Ponte, stručnog venecijanskog brodograditelja, nalazi se u Veneciji i ističe se dugom tradicijom obrtništva posvećenog dizajnu, izgradnji i popravku brodova, posebno vodenih taksija i motornih čamaca namijenjenih prijevozu putnika (slika 7). Iako je danas venecijanska brodograđevna industrija znatno manja nego u doba Serenissime, s malim tvrtkama koje često imaju samo nekoliko zaposlenika, brodogradilište je odlučilo odlučno ulagati kako bi nastavilo rasti, fokusirajući se na kvalitetu i inovacije.

Ova predanost prevodi se u pristup koji vješto spaja majstorstvo i modernost: dok ažurira proizvodne procese, brodogradilište održava snažnu povezanost s tradicionalnim tehnikama, poput korištenja lanenog ulja za izradu trupova, što jamči nepropusnost i otpornost. Kombinacija povijesnih metoda i inovativnih rješenja omogućuje dobivanje visokokvalitetnih brodova, sposobnih odgovoriti na potrebe tržišta i podržavati stalna strukturna poboljšanja.

Izrada ostaje u središtu poslovanja: svaki brod je jedinstvena narudžba, dizajnirana i izrađena prema potrebama kupca ili projekta. Brodogradilište također surađuje s javnim tijelima i lokalnim policijskim agencijama na izgradnji specijaliziranih brodova. Među najznačajnijim projektima je prvi oklopni brod za karabinjere Venecije, dug 12 metara, dizajniran da osigura sigurnost u prijevozu vlasti. U prošlosti su, zapravo, vlasti stizale do Piazzale Roma oklopnim vozilom, a zatim nastavile gondolom, što je bilo rješenje koje je nosilo znatne rizike. Dizajn oklopnog broda predstavljao je novi izazov za Veneciju, koji je uspješno prevladan i riješen.

Brodogradilište je također aktivno u području pristupačnog dizajna, razvijajući rješenja koja čine brodove upotrebljivima osobama s invaliditetom. Najsloženiji projekt odnosi se na tradicionalni drveni brod opremljen mobilnom platformom koja olakšava pristup osobama u invalidskim kolicima. Peron se automatski podiže, omogućujući nesmetano ukrcaj, dok je cijeli dizajn proučen kako bi se osigurala stabilnost čak i u prisutnosti vrlo promjenjivih plime.

Tijekom procesa dizajna pokazala se važnost osiguravanja podesivih prolaza za pristup na brodu. Međutim, jedno od glavnih kritičnih pitanja odnosi se na preveliku razliku u visini između broda i pristaništa: u nekim slučajevima nagib



Slika 7 Prototip pristupačne brodice razvio je Giovanni da Ponte.



Italy – Croatia



mostića je preizražen, što otežava pristup, osobito onima koji koriste pomagala za kretanje. Iz tog razloga također je procijenjena ugradnja malih dizalica za izravno podizanje osobe s pristaništa do broda, što je posebno korisno rješenje u lukama gdje nije moguće intervenirati u postojećoj infrastrukturi. Iako je ova opcija skuplja, funkcionira kada je pristupačnost prioritet.

Što se tiče unutrašnjosti, izbor prilagodljivih modela i modularnih konfiguracija, sposobnih za prilagodbu različitim potrebama putnika, osobito osoba s invaliditetom, smatran je prikladnijim. Ovo rješenje, usvojeno na brodu, smatra se dobrom praksom u pristupačnom dizajnu: uklonjiva sjedala, pokretne klupe i prilagodljivi prostori omogućuju vam jamčenje udobnosti, sigurnosti i slobode kretanja čak i u prisutnosti invalidskih kolica.

Posebna pažnja posvećena je i obliku trupa, dizajniranog široko i stabilno, te prilagođeno uskim kanalima Venecije, gdje je plovidba otežana promjenjivošću plime i oseke. U takvim kontekstima, brodovi se moraju kontinuirano prilagođavati razini vode, što je dizajnerski izazov koji zahtijeva konkretna rješenja kako bi se osigurala pristupačnost u svim uvjetima.

Opisani tehnički aspekti predstavljaju ne samo dizajnerski izazov, već i konkretnu predanost društvenoj inkluzivnosti, osiguravajući da svi ljudi, uključujući one s ograničenom pokretljivošću, imaju pravo na mobilnost bez prepreka. Brodogradilište nastavlja ulagati u poboljšanje svojih brodova, s posebnim naglaskom na pristupačnost. Buduće inicijative uključuju izradu novog prototipa namijenjenog korisnicima s ograničenom pokretljivošću, razvijenog u suradnji s udrugama koje rade s mladima.

Ovo iskustvo predstavlja model koji se može replicirati, s ciljem širenja dostupnih rješenja u drugim urbanim stvarnostima i sličnim kontekstima, pomažući odgovoriti na rastuću potražnju za brodovima dizajniranim da osiguraju uključivost i punu upotrebljivost.



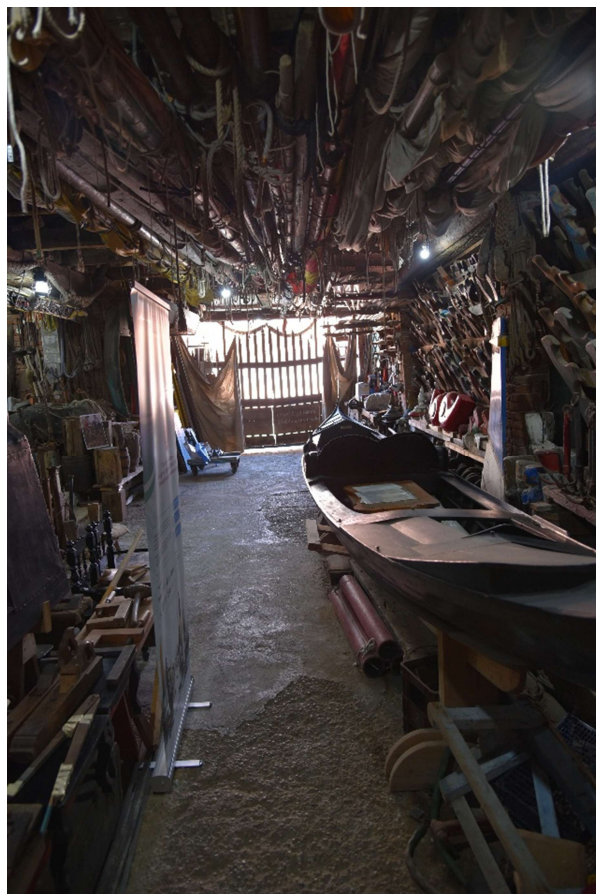
3.2 Analiza tradicionalnih građevinskih tehnika venecijanske gondole: Posjet povijesnom sjedištu Udruge Arzanà

Posjet povijesnom sjedištu Udruge Arzanà, smještenom u četvrti Cannaregio u Veneciji, omogućio nam je da produbimo znanje o tehnikama gradnje tradicionalnih drvenih brodova lagune. Među brojnim primjercima sačuvanim i restauriranim tijekom godina, jedan od najznačajnijih je gondoleta iz 1870., jedini sačuvani primjer manjeg tipa gondole od današnje. Danas je to najstarija gondola u Veneciji, artefakt iznimne povijesne vrijednosti. Njezina posebnost ne leži samo u dimenzijama, sličnim onima korištenim na Povijesnoj regati, već prije svega u izvornoj funkciji: za razliku od trkaćih brodova, ova gondoleta bila je namijenjena prijevozu putnika unutar lagune, predstavljajući konkretan dokaz evolucije upotrebe i oblika venecijanskih brodova.

Venecijanske gondole imaju složene građevinske karakteristike, rezultat dugog evolucijskog procesa koji je doveo do najpoznatijeg oblika danas, uglavnom povezanog s turizmom. U prošlosti je, međutim, postojalo mnogo varijanti, razlikovanih po veličini i namjeni: od gondola za gradski promet do četveroveslih gondola koje su se koristile za duža putovanja, poput onih do Chioggije. Gondoleta iz 1870. koju je sačuvao Arzanà (slika 8) simboličan je primjer te raznolikosti, pripadajući tipologiji koja je nekada bila uobičajena, a sada je gotovo nestala.

S gledišta konstrukcije, izgradnja tradicionalnog venecijanskog broda započinje polaganjem središnjeg nosača, nosivog elementa na koji su postavljene donje daske i hrastovi krugovi, nakon čega slijede daske koje definiraju oblik broda prema pramcu i krmi. Kod jednostavnijih brodova proces je linearan, dok izgradnja gondole zahtijeva veću tehničku složenost zbog asimetrije. Za razliku od drugih brodova, gondola zapravo nije simetrična duž uzdužne osi: ova karakteristika, ključna za plovidbu jednim veslom, proizlazi iz zakrivljenosti središnjeg dijela i specifičnog rasporeda redova.

Izgradnja se odvija korištenjem *šestina*, unaprijed definiranih formi koje usmjeravaju formiranje krivulja trupa. Svaki oblik odgovara jednom presjeku i precizno definira položaj redova te zakrivljenost dna, bokova i krme. Uz zadržavanje sličnih vanjskih dimenzija, svaka gondola je izrađena po mjeri, prilagođena potrebama klijenta, prema tehnici koja kombinira rigoroznost i fleksibilnost. Faza sklapanja zahtijeva veliku preciznost: narudžbe se moraju savršeno uklopiti, a glavne grede, grede koje određuju širinu i oblik, postavljene su s različitim nagibima između pramca i krme kako bi se osigurala ispravna plutajuća trima.



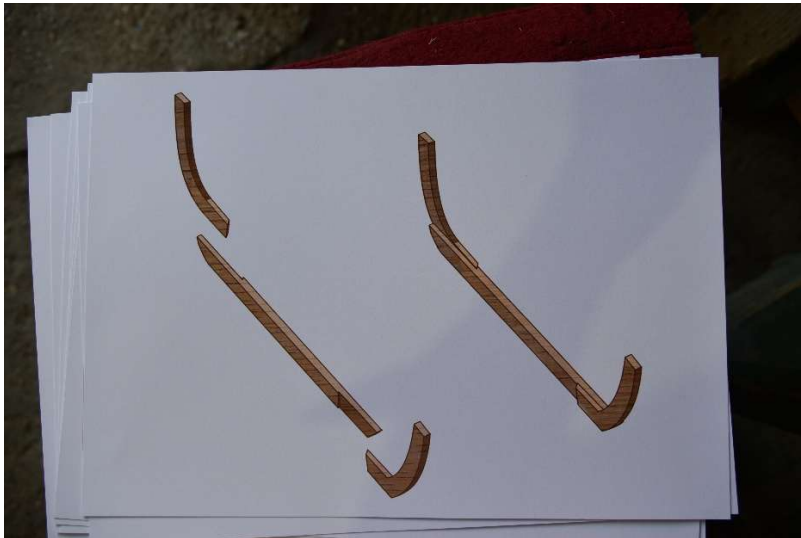
Slika 8 Gondoleta iz 1870. sačuvana u Ass.ne Arzanà.



Italy – Croatia

TOFOLA

Materijali igraju ključnu ulogu. Brijest je povijesno jedno od najčešće korištenih drva za nosive krugove i grede, zahvaljujući svojoj otpornosti i sposobnosti da izdrži vlagu u laguni. Vilice, oslonci za vesla, često su izrađeni od oraha ili javora, kompaktnog i otpornog drva. Međutim, dostupnost kvalitetnog brijesta s vremenom se smanjila, što je potaknulo graditelje da koriste alternativne materijale poput ariša ili, u novije vrijeme, šperploče. Unatoč tome, tradicionalna građevinska tehnika ostala je uglavnom nepromijenjena, čuvajući jedinstvenost venecijanskog zanatstva.



Slika 9 Sesto – Dizajn.

Među najvažnijim graditeljskim detaljima je upotreba bočnih bokova, rebara koja povezuju redove i pružaju stabilnost trupu. Ti se elementi ne fiksiraju ljepljom ili čavlima, već ručnim spojevima koji jamče precizno i dugotrajno držanje. Gondole iz 19. stoljeća također su imale fino izrađene ukrase na bočnim panelima, često s motivima u obliku ribe, koji se danas više ne koriste.

Strukturne karakteristike gondole, poput dna visine oko 30 centimetara i nagiba za nekoliko stupnjeva, dizajnirane su da kompenziraju prirodni nagib tijekom veslanja, poboljšavajući okretnost i učinkovitost. Oblik bočne strane omogućuje brodu da se lagano "spusti" na bok, povećavajući stabilnost i olakšavajući guranje vesla. Iako ove značajke mogu uzrokovati nestabilnost u nemirnim vodama, gondola je dizajnirana za rad u mirnim i zaštićenim vodama. Čak su i debljine materijala, poput palube od oko 3,5 centimetara, kalibrirane da podrže težinu čovjeka koji stoji i osiguraju sigurnost pri ukrcavanju i iskrcavanju.



Slika 10 Projekt "Gondoletta"

Svaka komponenta obrađena je s velikom preciznošću, posebno spojevi između ploča. Tradicionalno, vodootpornost se osiguravala pamučnim užadima impregniranim katranom, koje je nanosio brtvitelj, majstor specijaliziran za brtvljenje spojeva.

U drugom dijelu posjeta analiziran je priručnik *Gondola kroz stoljeća* Gianfranca Munerotta, koji tumači tradicionalne tehnike temeljene na traktatu iz šesnaestog stoljeća Teodora Danicola. Tekst opisuje proces izgradnje



Italy – Croatia



gondole, pružajući praktične upute o mjerama i geometriji broda. Iako ne odgovara točno modernim modelima, opisani brod ima karakteristike slične onima koje su se povijesno koristile za trajekte Velikog kanala. Informacije, iako sintetičke, točne su ako se pravilno kontekstualiziraju i omogućile su rekonstrukciju gondole s nešto drugačijim oblicima od trenutnih, ali potpuno funkcionalnim.

Središnji aspekt traktata je koncept *šeste* (Slika 9), geometrijskog referentnog sustava koji definira oblik gondole. Mjere nisu detaljno izražene, ali predstavljaju ključnu polaznu točku. Dizajn *šeste*, u manjem mjerilu, očito ima nepravilne bočne linije, ali ta nepreciznost odražava konstruktivan pristup u kojem funkcionalnost prevladava nad simetrijom. Iskusni graditelj fleksibilno je tumačio i prilagođavao rasporede, oblikujući strukturu prema praktičnim zahtjevima.

Rasprava također ističe da konačni oblik stranice nije bio strogo utvrđen, već se mogao zaključiti usporedbom drevnih crteža, osobito iz devetnaestog stoljeća. Iz ove analize proizlazi primjena parabolične zakrivljenosti kao optimalnog rješenja za osiguranje stabilnosti i upravljivosti. Još jedan ključni parametar je *svitak*, koja regulira progresivnu prilagodbu zakrivljenosti bočne stijenke u odnosu na osnovnu liniju. Za razliku od fleksibilnijeg oblika bočne stijenke, klizanje je precizno definirano i omogućuje postizanje ispravnog nagiba, što doprinosi dinamičkoj stabilnosti broda.

Koncept se temelji na rotaciji i progresivnom premještanju narudžbi, prilagođavajući zakrivljenost broda potrebama korištenja. Na primjer, promjenom kuta dna moguće je povećati stabilnost na krmi ili učiniti središnju liniju manje izraženom. Iako je princip jednostavan, njegova primjena zahtijeva precizne alate i pažljivo planiranje. Obrada okvira jednako je ključna: počevši od središnjeg okvira, sljedeći se pozicioniraju prema geometrijskom slijedu koji jamči dosljednost kroz cijelu strukturu. U sredini je izraženiji "pot-bell" dio koji povećava stabilnost, dok suženiji oblik na dnu potiče brzinu i okretnost.

U funkcionalnom smislu, tehnike klizanja i progresivne rotacije omogućuju vam kontrolu oblika broda prema namjeni, održavajući ravnotežu između stabilnosti i okretnosti, što je ključno za navigaciju i u mirnim kanalima i u dinamičnijim uvjetima. *Šesti* tako postaje ne samo geometrijski raspored, već prava gramatika brodogradnje.

Unatoč razvoju materijala i uvođenju novih tehnologija, tradicionalne prakse ostaju središnje za izgradnju venecijanskih gondola. Brodogradilišta i dalje unapređuju stoljetnu izradu, temeljena na oblicima, proporcijama i tehnikama sklapanja koje se prenose kroz vrijeme. Posebno je značajno to što ove povijesne metode i danas nude valjane dizajnerske ideje: tehnike poput klizanja okvira ili konstrukcije od *šeste* sadrže geometrijska načela koja se mogu primijeniti i na suvremeni dizajn. Pažljivo reinterpretirano, ovo znanje omogućuje stvaranje učinkovitih i uravnoteženih brodova, pokazujući kako tradicija može biti čvrsta osnova za inovacije u brodogradnji.



Italy – Croatia



Conclusion

The drafted document enabled the creation of a joint training package on traditional wooden boatbuilding and on the skills needed for the future educational shipyards of the TOFOLA project. Italian and Croatian partners worked together to define the contents, organise them into three modules, and translate them into both national languages, ensuring their effective use in cross-border training programmes. The resulting materials combine historical knowledge, traditional construction techniques, digital documentation tools and innovative approaches to the design and restoration of wooden boats. They offer students, operators and enthusiasts practical resources to understand, document and preserve Adriatic maritime heritage, while also fostering a shared technical vocabulary and strengthening cooperation between the two countries.

The first module presents the historical and cultural background of Adriatic boatbuilding and introduces digital tools such as photogrammetry and 3D scanning, which are now essential for documenting and analysing traditional vessels. The second module focuses on real restoration and design case studies, illustrating operational methods and technical choices through examples such as Onkel Adolph, Hiawatha J. Anker and Nababbo IV – The Born, and includes a dedicated section on the design of the batana. The third module explores traditional Venetian boatbuilding through technical visits and direct observation of specialised shipyards, highlighting both historical techniques and recent innovations aimed at improving accessibility for people with motor, visual or cognitive disabilities.

Together, the three modules form an integrated training pathway that supports the safeguarding of maritime heritage, the development of technical and digital skills, and the creation of future professional profiles for the TOFOLA educational shipyards. This work lays the foundations for future workshops, innovative reconstruction processes and the long-term valorisation of traditional wooden boats within the project.

- End of the document -

