



HAL
open science

**Arhitektura broda / The hull remains of the boat /
L'architettura dell'imbarcazione / L'architecture du bateau**

Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač

► **To cite this version:**

Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač. Arhitektura broda / The hull remains of the boat / L'architettura dell'imbarcazione / L'architecture du bateau. I. Koncani Uhač; G. Boetto; M. Uhač. Zambratija. Prapovijesni šivani brod / Prehistoric sewn boat / Una barca cucita preistorica / Un bateau cousu préhistorique, 85, Archaeological Museum of Istria, pp.34-47, 2017, Katalog, 978-953-8082-12-2. <halshs-01978867>

HAL Id: halshs-01978867

<https://shs.hal.science/halshs-01978867v1>

Submitted on 24 Jan 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

ZA MBR ATI JA

*Prapovijesni
šivani
brod*

*Prehistoric
sewn
boat*

*Una barca
cucita preistorica*

*Un bateau
cousu
préhistorique*



ISSN 1845-8025

Zambratija



Zambratija

Prapovijesni šivani brod – Prehistoric sewn boat

Una barca cucita preistorica – Un bateau cousu préhistorique



2. izmijenjeno i dopunjeno izdanje / second revised and expanded édition / seconda edizione
aggiornata e ampliata / deuxième édition revue et augmentée

Urednici kataloga / Catalogue editors / Curatori del catalogo / Editeurs du catalogue
Ida Koncani Uhač, Giulia Boetto, Marko Uhač



arheološki muzej istre

Pula, 2018.

ARHEOLOŠKI MUZEJ ISTRE / ARCHAEOLOGICAL MUSEUM
OF ISTRIA / MUSEO ARCHEOLOGICO DELL'ISTRIA / MUSÉE
ARCHÉOLOGIQUE DE L'ISTRIE

Katalog 85 / Catalogue 85 / Catalogo 85 / Catalogue 85

Izložba / Exhibition / Mostra / Exposition

Zambratija – prapovijesni šivani brod

Zambratija – prehistoric sewn boat

Zambratija – una barca cucita preistorica

Zambratija – un bateau cousu préhistorique

**Organizator izložbe / Exhibition organization / Organizzatore
della mostra / Organization de l'exposition**

Arheološki muzej Istre - Archaeological Museum of Istria

Museo archeologico dell'Istria - Musée archéologique de l'Istrie

**Izdavač kataloga / Catalogue publisher / Editore del catalogo /
Maison d'édition**

Arheološki muzej Istre - Archaeological Museum of Istria

Museo archeologico dell'Istria - Musée archéologique de l'Istrie

**Za organizatora i izdavača / For the organizer and publisher /
Rappresentante dell'Organizzatore e dell'Editore / Représentant
de l'organisation et de la maison d'édition**

Darko Komšo

**Urednici kataloga / Catalogue editors / Curatori del catalogo /
Editeurs du catalogue**

Ida Koncani Uhač, Giulia Boetto, Marko Uhač

**Autori izložbe / Exhibition authors / Autori della mostra /
Auteurs de l'exposition**

Ida Koncani Uhač, Marko Uhač, Giulia Boetto

**Autori tekstova / Texts written by / Autori dei testi / Auteurs
des textes**

Giulia Boetto, Carine Cenzon-Salvayre, Vincent Dumas, Alba Ferreira Dominguez, Frédéric Guibal, Ida Koncani Uhač, Pierre Poveda, Marko Uhač

**Uredništvo / Editorial board / Comitato di redazione /
Comité de rédaction**

Adriana Gri Štorga, Darko Komšo, Katarina Zenzerović

**Tajnica uredništva / Editorial board secretary / Segreteria
di redazione / Secrétariat de rédaction**

Adriana Gri Štorga

Fotografije / Photography / Fotografie / Photographie

Aerofoto 3D, Lojč Damelet, Vincent Dumas, Alba Ferreira Dominguez, Philippe Groscaux, Ida Koncani Uhač, Lionel Roux, Marko Uhač

Video / Video / Filmati / Vidéo

Artimi video produkcija Pula, Neptun d.o.o., Ida Koncani Uhač, Christian Petretich, Marko Uhač

Ilustracije / Illustrations / Illustrazioni / Illustrations

Vincent Dumas, Pierre Poveda

**Oblikovanje postava / Set-up design / Allestimento grafico /
Design de l'exposition**

Kadar - Dražen Tomić

**Tehnički postav izložbe / Technical set-up / Allestimento tecnico
della mostra / Réalisation technique de l'exposition**

Andrea Sardoz, Admir Dizdarević, Milan Stanić

Prijevod / Translation / Traduzioni / Traductions

Baraohara jezične usluge, Giulia Boetto, Ana Đukić, Barbara Smith Demo

**Redaktura, lektura i korektura / Proof-editing / Rilettura
e correzioni / Relecture et corrections**

Baraohara jezične usluge, Vanesa Begić, Giulia Boetto, Giulia Codacci Terlević, Ida Koncani Uhač, Miranda Richardson, Marko Uhač

Oblikovanje plakata, kataloga i pozivnice / Poster, catalogue and invitation design / Design del manifesto, del catalogo e dell'invito / Design de l'affiche, du catalogue et du carton d'invitation

Kadar - Dražen Tomić

Priprema za tisak / Layout / Impaginazione / Mise en page

Kadar - Dražen Tomić

Izrada sekcije broda / Building the boat section / Realizzazione della sezione dell'imbarcazione / Construction de la section du bateau

Christian Petretich, Savudrijska Batana Salvorina,
Ida Koncani Uhač, Marko Uhač

3D model / 3D modelling / Modelli 3D / Modelisation 3D

Vincent Dumas, Pierre Poveda

Video montaža / Video editing / Video editing / Montage vidéo

Artimi videoprodukcija Pula

Tisak / Printed by / Stampa / Impression

Kerschhoffset d.o.o.

Naklada / N° of copies / Tiratura / N° de copies

700

Izložba i prvo izdanje kataloga realizirani su financijskom potporom Ministarstva kulture Republike Hrvatske, Istarske županije, Arheološkog muzeja Istre, Francuskog Instituta u Zagrebu te sudjelovanjem Francuskog Ministarstva vanjskih poslova te Centra Camille Jullian (Sveučilište Aix Marseille, CNRS, francusko Ministarstvo kulture, CCJ iz Aix-en-Provence, Francuska). 2. izdanje kataloga je tiskano prigodom održavanja kongresa 15th International Symposium on Boat and Ship Archaeology, održanom u Marseilleu od 22 do 27 listopada 2018, zahvaljujući novčanim sredstvima AgiSofta LLC.

The exhibition and first edition of the catalogue were realized through the financial support provided by the Ministry of Culture of the Republic of Croatia, Istrian Region, Archaeological Museum of Istria, and French Institute of Croatia, and with the participation of

the French Ministry of Foreign Affairs, and Centre Camille Jullian (Aix Marseille Univ, CNRS, Minist Culture, CCJ, Aix-en-Provence, France). Publishing the 2nd edition of the catalogue has been realized in occasion of the 15th International Symposium on Boat and Ship Archaeology, held in Marseilles 22-27 October 2018, through the financial support provided by AgiSoft LLC.

La mostra e la prima edizione del catalogo sono stati realizzati con il supporto finanziario del Ministero della cultura della Repubblica di Croazia, della Regione Istriana, del Museo archeologico dell'Istria e dell'Istituto Francese della Croazia e con la partecipazione del Ministero francese degli affari esteri e del Centre Camille Jullian (Aix Marseille Univ, CNRS, Minist Culture, CCJ, Aix-en-Provence, Francia). La seconda edizione del catalogo è stata realizzata all'occasione della 15a edizione dell'International Symposium on Boat and Ship Archaeology, tenutosi a Marsiglia dal 22 al 27 ottobre 2018, grazie al sostegno di AgiSoft LLC.

L'exposition et la première édition du catalogue ont été réalisés avec le soutien financier du Ministère de la culture de la République de Croatie, de la Région de l'Istrie, du Musée archéologique de l'Istrie et de l'Institut français de Croatie, et la participation du Ministère des Affaires étrangères et du Centre Camille Jullian (Aix Marseille Univ, CNRS, Minist Culture, CCJ, Aix-en-Provence, France). La deuxième édition de ce catalogue a été réalisé grâce au soutien d'AgiSoft LLC, à l'occasion du 15e International Symposium on Boat and Ship Archaeology, qui s'est tenu à Marseille du 22 au 27 octobre 2018.

ISBN 978-953-8082-27-6

CIP zapis dostupan u računalnome katalogu Sveučilišne knjižnice u Puli pod brojem 141219077

Zaštićeno autorskim pravom Arheološkog muzeja Istre. Sva prava zadržana. Copyright by the Archaeological Museum of Istria. All rights reserved. Proprietà riservata del Museo archeologico dell'Istria. Tutti i diritti riservati. Propriété du Musée archéologique de l'Istrie. Tous droits réservés.



Sadržaj / Contents / Indice / Table des matières

Predgovor / Foreword / Prefazione / Avant-propos (<i>Darko Komšo</i>)	8
Uvod / Introduction / Introduzione / Introduction (<i>Ida Koncani Uhač</i>)	10
Istraživanja broda / Researching the boat / Storia delle ricerche sul relitto / Historique des recherches sur l'épave (<i>Ida Koncani Uhač, Marko Uhač</i>)	20
Arhitektura broda / The hull remains / L'architettura dell'imbarcazione / L'architecture du bateau (<i>Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač</i>)	34
Digitalna fotogrametrija i dokumentacija broda / Digital photogrammetry and recording the boat / La fotogrammetria digitale e la documentazione del relitto / La photogrammétrie numérique et la documentation de l'épave (<i>Vincent Dumas, Giulia Boetto</i>)	50
Prva hipoteza rekonstrukcije forme trupa / The first hypothesis of the reconstruction of the hull shape / La prima ipotesi di ricostruzione delle forme dello scafo / Première hypothèse de restitution des formes de la coque (<i>Pierre Poveda, Giulia Boetto</i>)	54
Analiza drva / Wood analysis / Lo studio del legno / Etude du bois	60
<i>(Alba Ferreira Dominguez, Giulia Boetto, Frédéric Guibal, Carine Cenzon-Salvayre)</i>	
Katalog / Catalogue / Catalogo / Catalogue (<i>Ida Koncani Uhač</i>)	66
Bibliografija / Bibliography / Bibliografia / Bibliographie (<i>Ida Koncani Uhač</i>)	68

Arhitektura broda

Brod se nalazi na plitkom morskom dnu (2,2 m - 2,5 m) u sjeverozapadnom dijelu uvale Zambratija. Brod je orijentiran u smjeru sjever - jug, s očuvanim krajem trupa okrenutim prema plaži. Kada je potonuo, brod je nalegao na istočni bok koji je radi toga ostao očuvan sve do razme, za razliku od slabije očuvanog zapadnog boka.

The hull remains

The wreck lies on the seabed in the north-western part of Zambratija Cove in shallow water (2.2-2.5 m), around 150 m from the shore. The wreck is oriented nearly N-S with one preserved end of the hull pointing towards the beach. When the vessel sunk, it came to rest on one side, thus the western side is poorly preserved while the eastern side survives up to the gunwale.

Pogled na brod u Zambratiji sa sjeverozapada. (Ph. Groscaux).

View of the boat of Zambratija from the north-west.

Vista da nord-est dell'imbarcazione di Zambrattia.

Vue depuis nord-est du bateau de Zambratija.



L'architettura dell'imbarcazione

Il relitto riposa su un fondale marino poco profondo (2,2 – 2,5 m) nella parte nord-occidentale della baia di Zambrattia. Esso è orientato nord-sud con l'estremità conservata dello scafo verso la spiaggia. Durante l'affondamento, l'imbarcazione si è appoggiata sul fianco orientale, e ciò spiega la buona conservazione della carena fino al capo di banda, contrariamente al fianco occidentale che è meno ben conservato.

I resti dello scafo misurano 6,7 m di lunghezza e 1,6 m di larghezza. L'imbarcazione si compone di un elemento assiale (la chiglia), cinque corsi di fasciame sul fianco orientale e solo due a occidente, e tre madieri.

La posizione di tre altre ordinate è stata identificata sul fasciame grazie alla presenza di file di buchi tappati, probabilmente connessi con il sistema di assemblaggio della carpenteria trasversale. Alcune tracce più scure sul legno e alcune impronte lasciate dalla base delle ordinate sullo strato interno di pece indicano chiaramente la posizione delle ordinate non conservate.

Un unico pezzo di legno ottenuto da un tronco di olmo con un diametro di più di 40 cm costituisce l'elemento assiale dell'imbarcazione. Alla sezione maestra, questo elemento è piatto, spesso 3 cm, mentre verso

L'architecture du bateau

L'épave repose sur un fond marin peu profond (2,2 – 2,5 m) dans la partie nord-occidentale de la baie de Zambratija. Elle est orientée nord-sud, l'extrémité préservée de la coque étant tournée vers la plage. En coulant, le bateau s'est couché sur le flanc est, ce qui explique sa bonne préservation jusqu'au plat-bord, contrairement au flanc ouest qui s'est moins bien conservé.

Les vestiges de la coque mesurent 6,7 m de long et 1,6 m de large. Le bateau se compose d'un élément axial ou quille, de 5 virures sur le côté est, de 2 virures à l'ouest ainsi que de 3 varangues. Sur le bordé, des rangées de trous rebouchés qui participaient, probablement, au système d'assemblage des membrures indiquent la position de trois autres éléments transversaux non conservés. De même, les traces sombres visibles sur la coque et les empreintes laissées sur la couche de poix présente à l'intérieur de l'épave témoignent de la présence à l'origine de ces membrures.

L'élément longitudinal ou quille, a été fabriqué à partir d'un tronç d'orme dont le diamètre devait être supérieur à 40 cm. Au niveau du maître-couple, cette pièce est plate et mesure 3 cm d'épaisseur. Elle s'épaissit vers l'extrémité nord pour atteindre 21 – 23 cm. De même, sa largeur passe graduellement de 39

Ostaci trupa broda dugi su 6,7 m, a široki 1,6 m. Brod se sastoji od osnovnog monoksilnog elementa, pet vojeva na istočnoj, dva voja platica na zapadnoj strani te tri rebrenice.

Nizovi začepljenih rupa na oplati broda, koji su vjerojatno bili dio sustava za spajanje rebara, identificiraju položaj još triju rebara. Ovo je dodatno potvrđeno

The hull remains measure 6.7 m in length and 1.6 m in width at the widest section. The wreck consists of a carved logboat-style base, five strakes of planking on the eastern side and two strakes on the western side, and three floor-timbers.

The positions of three more frames have been identified by rows of plugged holes on the planking

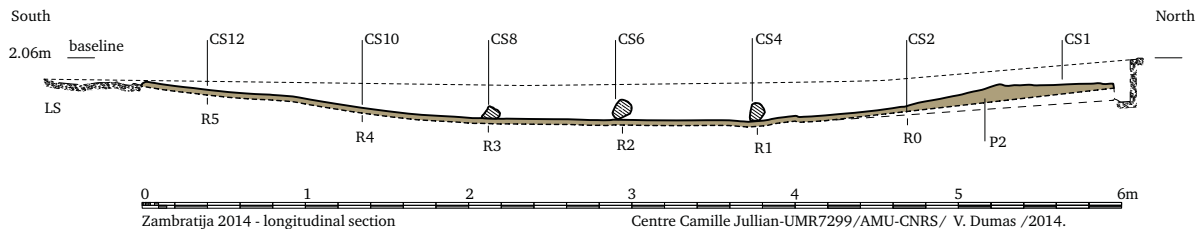
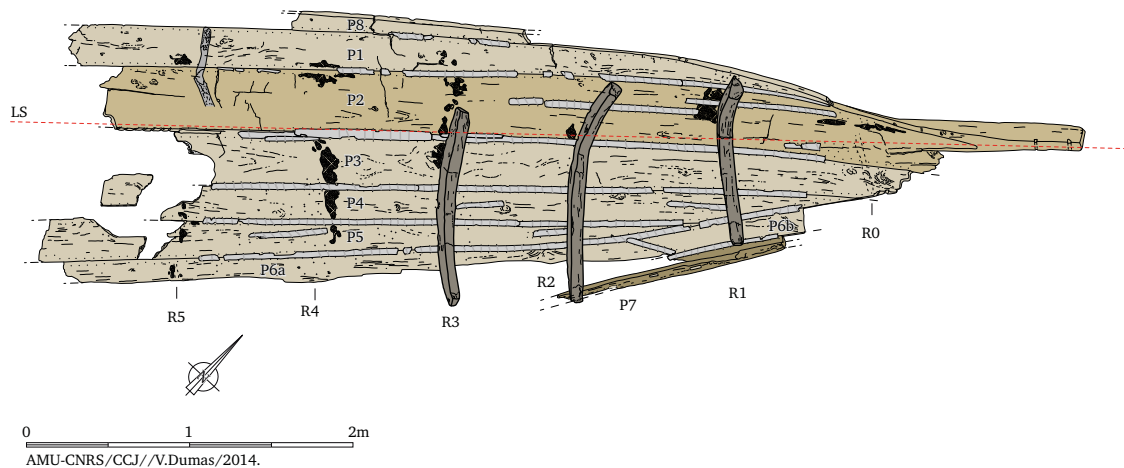
Plan i uzdužni presjek broda (V. Dumas).

Plan and longitudinal section of the boat.

Pianta e sezione longitudinale dell'imbarcazione.

Plan et section longitudinale du bateau.

- osni element / axial element / elemento assiale / élément longitudinal
- oplata / planking / fasciame / bordé
- razma / gunwale / capo di banda / plat-bord
- rebro / frame / ordinate / membrure
- letvica / lath / tavoletta / latte
- tragovi šivanja / sewing trace / traccia della cucitura / trace de la couture
- čavao / peg / spinotto / cheville
- smola / pitch / pece / poix



settentrione il suo spessore aumenta per raggiungere 21-23 cm. La larghezza passa da 39 cm a 6 cm. L'estremità nord di questo elemento assiale, forse da identificare con la prua, fu lavorata in modo da ottenere un blocco con una forma molto affilata. Indubbiamente, questo elemento gioca da un punto di vista architettonico e strutturale, il ruolo di una chiglia.

A parte questo elemento assiale, l'imbarcazione conserva due corsi di fasciame sul fianco occidentale e cinque corsi di fasciame sul fianco orientale. Le tavole, spesse in media 2,8 cm, sono larghe tra 13,5 cm e 24,6 cm. Tutte sono costruite con legno d'olmo.

Il secondo e il terzo corso del fasciame sono caratterizzati da un'estremità appuntita orientata verso il nord. Queste unghie perse servono a ridurre la superficie del fasciame verso l'estremità affilata dell'imbarcazione. Due tavole assemblate con un giunto obliquo compongono il quarto corso. Infine, il quinto e ultimo corso di fasciame va identificato con il capo di banda. Esso presenta una sezione a L orientata verso la parte interna dello scafo spessa 3-4,3 cm. Questo capo di banda presenta sulla faccia superiore due (forse tre) aperture rettangolari di funzione ancora incerta.

I corsi di fasciame, che sono costruiti a paro, sono connessi gli uni agli altri attraverso un sistema di cuciture longitudinali. La cucitura, realizzata con delle fibre vegetali, non è conservata, ma le tracce

cm au niveau du maître-couple à 6 cm à l'extrémité nord du bateau. On peut donc en déduire que cette partie du navire a été travaillée pour obtenir un massif d'extrémité à la forme effilée, peut-être identifiable avec la proue. Sur le plan architectural et structural, il ne fait aucun doute que cet élément longitudinal a été fabriqué à partir d'une seule pièce de bois et qu'il servait de quille.

Outre cet élément de base, le bordé comporte deux virures côté ouest et cinq côté est. Les bordages font 2,8 cm d'épaisseur en moyenne, et leur largeur varie de 13,5 à 24,6 cm. Toutes ces planches sont fabriquées en bois d'orme.

La deuxième et la troisième virures se terminaient en pointe vers le nord ce qui permettait de réduire la surface du bordé vers l'extrémité effilée du bateau. La quatrième virure se compose de deux bordages assemblés par un biseau.

La cinquième et dernière virure en forme de L constitue le plat-bord. Elle est orientée vers l'intérieur de la coque et mesure entre 3 et 4,3 cm d'épaisseur. Cette pièce de bois travaillée présente deux (peut-être trois) entailles rectangulaires sur sa face supérieure. Leur fonction n'est pas claire.

Les virures à franc-bord sont assemblées par un système de ligatures longitudinales. Ces liens, réalisés avec des fibres végétales, n'ont pas été conservés, mais leur passage a laissé des traces sur les lattes

tamnijim tragovima te otiscima baze rebara u smolom premazanom unutarnjem dijelu trupa.

Jedan komad brijestovog trupca, čiji je promjer veći od 40 cm, bio je upotrijebljen za izradu osnog elementa broda. Pri glavnom rebru isti je plosnat, debljine 3 cm, a prema sjevernom kraju broda debljina mu se povećava i doseže 21 - 23 cm. Širina mu se pak također postupno mijenja, od 39 cm pri glavnom rebru do 6 cm na sjevernom kraju broda. Iz toga proizlazi da je sjeverni kraj tj. mogući pramac broda obrađen kako bi se dobila masivna ali oštra forma. Neupitno je, s arhitektonskog i strukturalnog gledišta, da je ovaj osni monoksilni element izrađen iz jednog komada drva te da je imao ulogu kobilice.

Od oplate su očuvana dva voja na zapadnoj te pet vojeva na istočnoj strani broda. Platice su prosječno debele 2,8 cm, a njihova širina varira od 13,5 do 24,6 cm. Svi ovi dijelovi načinjeni su od drva roda brijesta.

Drugi i treći voj karakterizira zakošeni dio na njegovu sjevernom kraju, čime se omogućila adekvatna zakrivljenost forme broda. Četvrti voj sačinjavaju dvije platice povezane kosim spojem.

Peti voj, tj. razma broda je L – profila, i orijentirana je prema unutrašnjosti trupa. Taj je voj u presjeku debeo od 3 do 4,3 cm. Ovo obrađeno deblo ima dva, možda i tri, utora pravokutnog oblika sa svoje gornje strane, čija funkcija zasad još nije poznata.

that were probably part of the system by which the frames were attached. Some dark traces on the wood, and evident marks left by the base of the frames on an interior layer of pitch, also clearly indicate the position of frame stations.

A single piece of wood obtained from the trunk of an elm tree with a diameter of more than 40 cm constitutes the axial element of the vessel. At the main frame, it is flat and 3 cm thick, while towards the north its thickness increases to 21–23 cm. It narrows from 39 in the centre to 6 cm at the northern extremity, perhaps the bow, where the log is carved to a sharp point. This major longitudinal timber plays, from an architectural and structural point of view, the role of a keel.

Two strakes on the west side and five strakes on the east side are also preserved. The planks are 2.8 cm thick on average. Their width is between 13.5 cm and 24.6 cm. All are made of elm.

The second and the third strakes are characterized by a pointed end to the north. These stealers were used to reduce the planking at the pointed end of the boat. Two planks connected with an oblique scarf compose the fourth strake.

The fifth plank is the gunwale. It has an L-shaped section oriented towards the interior of the hull and its section is 3–4.3 cm thick. This carved L-shaped timber has two (possibly three) rectangular, open mortises, the function of which is still uncertain.

lasciate dal passaggio delle corde (punti di cucitura) sono chiaramente visibili sulle tavolette situate sulla giunzione tra le tavole prima della cucitura e che appartengono al sistema d'impermeabilizzazione dell'imbarcazione. Due linee scure fiancheggiano una zona più chiara che corrisponde al passaggio della cucitura.

Questa è realizzata tramite un punto semplice (motivo ///) e passa attraverso dei canali obliqui tagliati secondo un orientamento diagonale rispetto ai bordi delle tavole (canali non perpendicolari). L'orientamento delle cuciture non è regolare: i punti sono più o meno obliqui anche se sempre paralleli.

Le cuciture erano bloccate da piccoli spinotti affilati e appuntiti, almeno due o tre per ogni canale. Questi spinotti, ottenuti dal taglio di rametti di legno tenero, presentano delle sezioni semicircolari o triangolari. Essi sono inseriti dalla faccia interna dello scafo a una distanza media di 6 cm (tra centro/centro). Una sottile tavoletta, ricavata da legno d'abete e larga 3-4 cm, era situata sopra le giunzioni prima della cucitura per mantenere il materiale d'impermeabilizzazione. Questo strato è stato principalmente realizzato con delle fibre provenienti da piante marine appartenenti alla famiglia delle *Cymodoceaceae*.

Alcune fratture, osservate sull'elemento assiale e sulle tavole, sono state riparate con lo stesso tipo di cucitura utilizzato nel resto del fasciame. Uno strato



placées sur les bords des virures et qui font partie du système d'étanchéité du bateau. Deux lignes sombres encadrent une zone plus claire et correspondent à l'emplacement des liens.

L'assemblage est réalisé avec de simples points parallèles (schéma ///) et les liens passent à travers des trous obliques creusés en diagonale et non pas de manière perpendiculaire par rapport aux bords des virures. Les points de couture ne sont pas verticaux, mais plus ou moins obliques et toujours parallèles entre eux.

Sjeverni kraj broda (Ph. Groscaux).
The northern end of the boat.
L'estremità nord dell'imbarcazione.
L'extrémité nord du bateau.

Platice su položene stično, tako da im se bočni rubovi dodiruju, a međusobno su spojene uzdužnim sustavom šivanja. Šavovi, izvedeni užetom od biljnih vlakana, nisu očuvani, ali se vide njihovi jasni tragovi na letvicama položenim preko sljubnica platica, koje pripadaju sustavu brtvljenja broda. Dvije vidljive tamnije crte poklapaju se s položajem i dimenzijama nekadašnjih šavova.

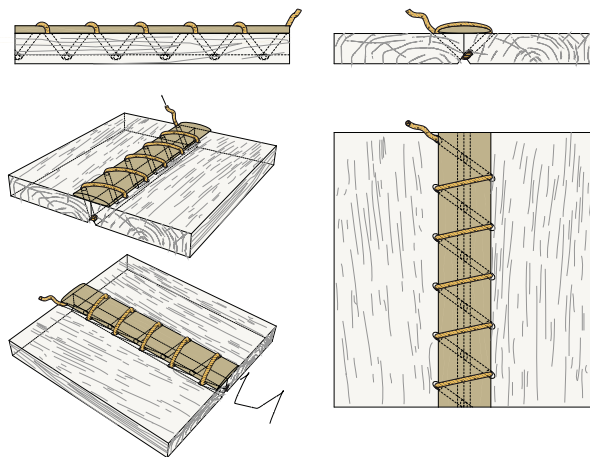
Šivanje je izvedeno na jednostavan paralelni način (uzorak ///), a šavovi prolaze kroz nepravilne rupe izdubljene dijagonalno prema sljubnicama platica (nisu okomiti). Šavovi nisu pravilno orijentirani, već su više ili manje zakošeni te uvijek međusobno paralelni.

Aksonometrijski prikaz sistema šivanja
(P. Poveda)

Axonometric reconstruction of the
sewing system.

Ricostruzione assonometrica del
sistema della cucitura.

Reconstruction axonométrique du
système de couture.



The strakes, which are flush-laid, are assembled using a longitudinal sewing system. The stitches were made of vegetal fibres, but have not been preserved. Instead, traces left by the cord are clearly visible on laths placed over the seams to make the vessel watertight before the planks were sewn together. Two dark lines flank a lighter zone where the cord ran.

The sewing consists of simple over-edge stitches (/// pattern) going through oblique stitch holes cut diagonally, rather than perpendicular, to the plank edges. The angle of the sewing isn't regular: the angle of the stitches varies while they remain parallel to each other.

Small tapered and sharpened pegs, at least two or three for each stitch hole, locked each stitch in place. The pegs, obtained from splitting softwood stems, are semi-circular or triangular in section. They were driven from the inside of the hull at an average spacing (centre-to-centre) of 6 cm. A thin lath, 3–4 cm wide, made of fir, was placed over the seams before sewing to hold wadding. The wadding was made of loose vegetal fibres, principally marine plants of the *Cymodoceaceae* family. Some cracks in the planking and the keel-like timber were covered using the same method. In addition, an interior coat of pitch ensured the hull was watertight.

Three floor-timbers, made of alder and wild pear tree, were found *in situ*. The eastern arms of these



di pece interno assicurava l'impermeabilizzazione dello scafo.

Tre madieri, in ontano e in pero, erano conservati *in situ*. Le loro estremità orientali erano complete, mentre quelle situate a occidente erano spezzate.

Queste ordinate sono molto spaziate (maglia di 83 cm in media) e hanno una sezione trapezoidale con una base stretta e una faccia superiore più larga e arrotondata. La base è liscia ed è stata lavorata in modo da adattarsi alla superficie interna del fasciame. Altre tracce, molto leggere, sono visibili alla base e alcune di esse sembrano essere state prodotte dal contatto tra le ordinate e le tavolette d'impermeabilizzazione. Inoltre, la base dei madieri è stata intagliata per permettere la circolazione dell'acqua di sentina.

Des petites chevilles effilées et pointues, en raison de deux à trois dans chaque canal, bloquaient les ligatures. Ces chevilles, obtenues en fendant des tiges de bois tendre, présentent une section semi-circulaire ou triangulaire. Elles étaient insérées depuis la face intérieure de la coque. Une fine latte de sapin de 3-4 cm de largeur, était placée à la jonction entre les bords des virures avant la ligature pour protéger les fibres végétales servant à l'étanchéité. Ces fibres proviennent principalement de plantes marines appartenant à la famille des *Cymodoceaceae*.

Certaines fissures observées sur la quille et sur le bordé ont été réparées avec le même système d'assemblage observé sur les virures. Enfin, une couche de poix appliquée à l'intérieur de la coque assurait l'étanchéité du bateau.

Trois varangues en bois d'aulne et de poirier sauvage ont été retrouvées *in situ*. Le côté est de ces varangues était complet, tandis que le côté ouest n'était que partiellement préservé. Très espacées (maille d'environ 83 cm en moyenne), elles présentent une section trapézoïdale, avec une base étroite et un dos plus large et arrondi.

La base a été façonnée de façon à bien épouser les formes de la coque. D'autres traces sont aussi visibles et elles sont dues, peut-être, au contact entre les varangues et les lattes.

Tragovi šivanja (Ph. Groscaux).

Detail of the sewing marks.

Dettaglio delle tracce lasciate dalla cucitura.

Vue de détail des traces de la couture.

Mali drveni šiljati čavli, od jedan do tri po rupi, zaptivali su rupe za šavove. Čavli, dobiveni obradom stabljika mekog drva, imaju polukružni ili trokutasti presjek, a zabijani su s unutrašnje strane trupa. Tanka letvica od jele širine 3 - 4 cm položena je preko sljubnica vojeva prije šivanja kako bi se učvrstila biljna vlakna u funkciji brtvila. Nepovezana biljna vlakna potječu iz morskih biljaka vrste trava *Cymodoceaceae*.

Neke pukotine na trupu, koje su primjetne na osnovnom uzdužnom elementu te oplati, šivane su na isti način kao i sljubnice vojeva. Premaz smolom na cijeloj unutrašnjoj strani trupa osiguravao je brtvljenje tj. dodatnu vodonepropusnost sljubnica.

Tri rebrenice od drva roda johe i divlje kruške pronađeni su *in situ*. Istočna strana rebrenica očuvana je u potpunosti, dok je njihov zapadni dio samo dijelom očuvan. Široko razmaknute (oko 83 cm u prosjeku), ove rebrenice imaju trapezoidni presjek s uskom bazom i zaobljenim gornjim dijelom.

Donja strana rebrenica oblikovana je na način da odgovara unutrašnjoj strani oplata, a na njoj su vidljivi određeni tragovi koji su možda nastali kontaktom između rebrenice i letvica.

Pored toga, na donjem dijelu rebrenica nalaze se kaljužni otvori koji omogućavaju cirkulaciju i protok vode.

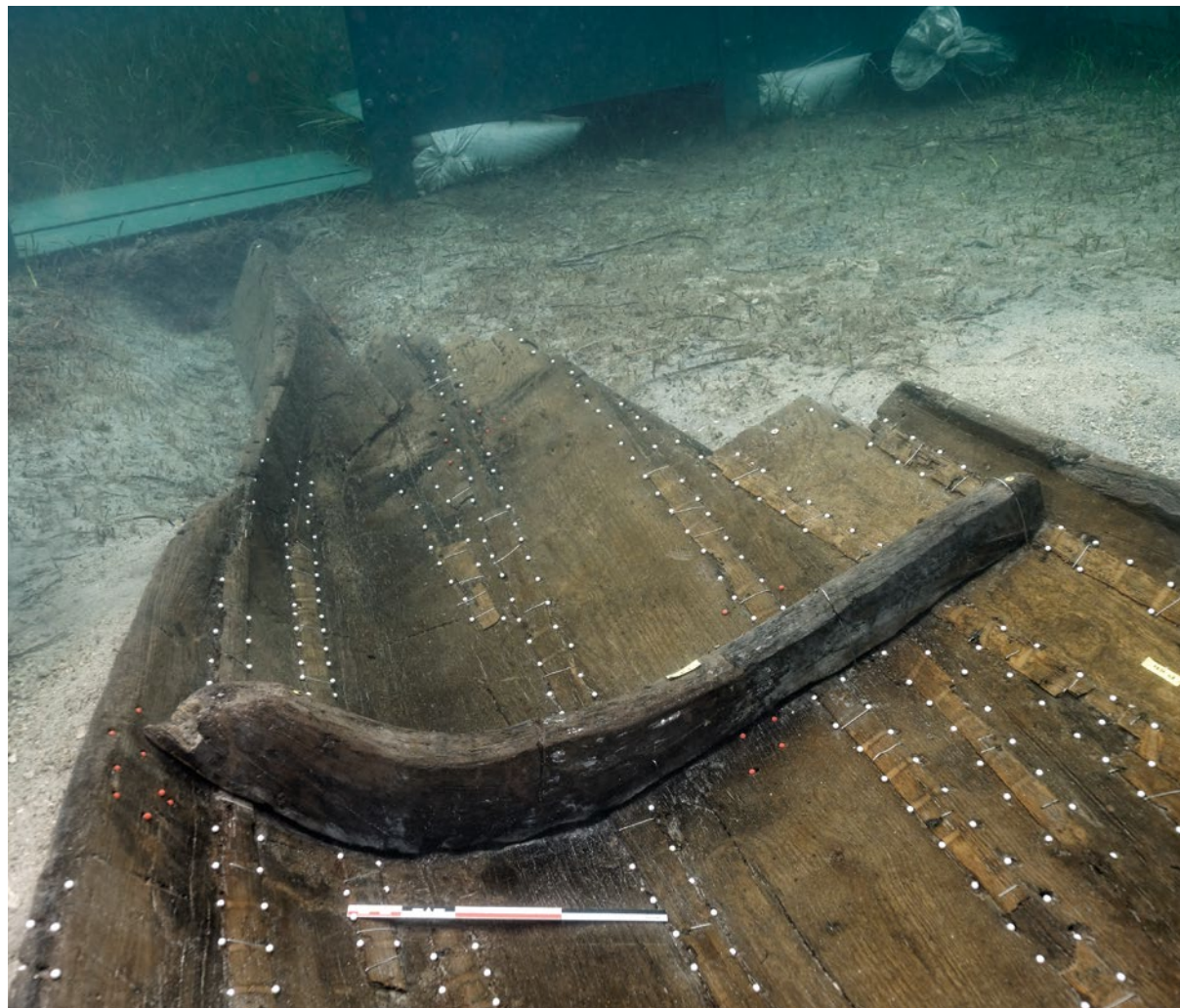
elements conserve their tops, while the western arm is broken. Widely spaced (around 83 cm on average), these floor-timbers have a trapezoidal section with a narrow foot and a rounded and wider upper surface.

The lower face of the floor-timbers is smooth and shaped to match the inner surface of the planking. Fine marks visible on the lower face may have been produced by contact with the frames and the laths. Additionally, the foot of each floor-timber was carved with limber holes, allowing the circulation of bilge water.

The floor-timbers lack holes for treenails, nails, or stitches, and were originally lashed to the planking. The lashings did not survive, but are indicated by holes cut obliquely in the planks and pegs that locked the lashings in place.

There is no doubt that the construction principle used for the Zambratija vessel is based on a shell concept for the hull structure, and on a longitudinal, strake-oriented concept for its shape. The building process is shell first. Indeed, only a shell process is compatible with longitudinal sewn planking.

The Zambratija vessel is the most ancient example of an entirely sewn boat found in the Mediterranean, as it has been dated between the last quarter of the 12th and the last quarter of the 10th centuries BCE (Beta Analytic Inc.). Its construction is unparalleled



Pogled na rebrenicu R1 s juga
(Ph. Groscaux).

View of the floor-timber R1 from the
south.

Il madiere R1 visto da sud.

Vue depuis le sud de la varangue R1.

Detalj četverokutnih kaljužnih otvora na rebrenici R2 (Ph. Groscaux).

Detail of the pair of rectangular limber holes of floor-timber R2.

Dettaglio del paio di fori di biscia rettangolari sul madiere R2.

Vue de détail du couple d'anguillers rectangulaires de la varangue R2.



Rebrenice nemaju elemente unutrašnjeg učvršćenja za oplatu (drveni klinovi, čavli, uže), što znači da su izvorno privezani za oplatu sustavom vanjskog privezivanja. Ove vezice, koje nisu očuvane, prolazile su kroz koso probušene rupe u platicama, a zatim su zaptivene malim drvenim čavlima.

Nema sumnje da se princip gradnje broda iz Zambratije temelji na konceptu ljuske za sam trup, te na konceptu uzdužnih vojeva za formu broda. Proces izgradnje jest „prvo ljuska“, što je ujedno i jedini proces koji je kompatibilan s uzdužnim šivanjem oplate.

at this date, as is the sewing technique employed to assemble the planking and the system of wadding and laths used to render the vessel watertight.

Due to these construction characteristics, the type of assemblage, and the early date of the boat, the Zambratija boat can be considered an archetype of the sewn-boat tradition found within the north-eastern Adriatic geographical zone. This tradition survived until the as demonstrated by the discovery of eight wrecks dated from the 1st to the 2nd century AD in Istria, at Pula, and in Dalmatia, at Caska, and Zaton.

I madieri non presentavano degli assemblaggi interni (caviglie, chiodi, cuciture) e quindi essi dovevano essere stati collegati al fasciame con un sistema di cuciture esterne. Queste cuciture, non conservate, passavano attraverso dei fori obliqui e poi erano bloccate con dei piccoli spinotti.

Senza dubbio il principio di costruzione dell'imbarcazione di Zambrattia è a guscio portante, mentre il processo di costruzione prevedeva la messa in opera della carpenteria assiale e del fasciame prima dell'inserzione delle ordinate. In ogni caso questo processo è l'unico compatibile con una cucitura longitudinale del fasciame.

L'imbarcazione di Zambrattia, non solo è l'esempio più antico di un'imbarcazione completamente cucita rinvenuta nel Mediterraneo poiché è stata datata tra l'ultimo quarto del XII e l'ultimo quarto del X secolo a. C. (Beta Analytic Inc.), ma essa corrisponde anche a un tipo d'imbarcazione completamente inedito. La tecnica della cucitura utilizzata per collegare il fasciame e il sistema d'impermeabilizzazione sono anch'essi senza paragoni.

A causa delle sue caratteristiche architettoniche, il tipo degli assemblaggi e la datazione molto antica, l'imbarcazione di Zambrattia può essere considerata come l'archetipo di una delle tradizioni d'imbarcazioni cucite identificate nell'Adriatico nord-orientale. Questa tradizione è sopravvissuta fino all'epoca

En outre, la partie inférieure des varangues a été percée pour permettre l'écoulement de l'eau de sentine.

Les varangues ne possèdent pas d'éléments internes de fixation au bordé (gournables, clous, ligatures), ce qui indique qu'elles étaient assemblées à ce dernier par un système de ligatures externes. Ces liens, qui n'ont pas été conservés, passaient à travers des trous creusés obliquement dans les bordages, avant d'être bloqués par des petites chevilles en bois.

Il ne fait aucun doute que l'architecture du bateau de Zambrattia reflète les principes de la construction navale antique qui reposent sur une conception « longitudinale sur bordé » et sur des procédés « sur bordé premier ». D'autre part, l'assemblage par ligatures du bordé est seulement compatible avec ce type de procédé de construction.

Le bateau de Zambrattia est le plus ancien exemple de navire entièrement cousu découvert en Méditerranée. Sa datation remonte à une période comprise entre le dernier quart du XII^e siècle av. J.-C. et le dernier quart du X^e siècle av. J.-C. (Beta Analytic Inc.). Son architecture et sa construction, la technique d'assemblage des virures, ainsi que le système l'étanchéité de la coque, n'ont aucun équivalent dans l'espace méditerranéen.

En raison de toutes ces caractéristiques architecturales, des types d'assemblage employés et de la

Brod iz Zambratije najstariji je primjer u potpunosti šivanog broda koji je ikad pronađen u Mediteranu, a datiran je u vrijeme između posljednje četvrtine 12. i posljednje četvrtine 10. st. pr. Kr. (Beta Analytic Inc.). Njegova arhitektonska rješenja i gradnja, tehnika šivanja i spajanja dijelova oplata, kao i sustav brtvljenja samog trupa nemaju paralela na širem području Mediterana.

Zbog svih ovih arhitektonskih karakteristika, tipa gradnje i rane datacije, brod iz Zambratije može se smatrati arhetipom jedne od tradicija brodogradnje šivanjem koje su identificirane na prostoru sjeveroistočnog Jadrana. Ova tradicija preživjela je do rimskog razdoblja kao što pokazuju otkrića osam brodova na području istočnog Jadrana, u Istri (Pula) i Dalmaciji (Caska i Zaton), datiranih u vrijeme između 1. i 2. st.

Na kraju valja zaključiti da je otkriće broda u Zambratiji polazišna točka za istraživanje podrijetla i evolucije brodova građenih platicama na Mediteranu, te potpora teorijama Basila Greenhilla i njegova prethodnika Jamesa Hornella o derivaciji brodova potpuno građenih platicama iz četiri izvora primitivnih plovila.

Nalazom broda iz Zambratije moguće je, prvi put iz arheološke perspektive, potvrditi ulogu i važnost monoksila kao osnove za razvoj brodova građenih platicama na sjevernom Mediteranu, te osobito sjeveroistočnom Jadranu.

In conclusion, the discovery of the Zambratija wreck constitutes a milestone in the study of the origin and development of plank-built boats in the Mediterranean. It follows the theories of Basil Greenhill and, before him, James Hornell, about the derivation of fully plank-built boats from four roots of primitive watercraft.

The Zambratija vessel provides the first archaeological evidence of the logboat's role as a root in the development of fully planked boats in the northern Mediterranean, and, more particularly, within the north-eastern Adriatic maritime area.

romana come dimostrato dalla scoperta di otto relitti d'imbarcazioni cucite datati tra il I e il II secolo d. C. in Istra (Pola) e in Dalmazia (Caska e Zaton).

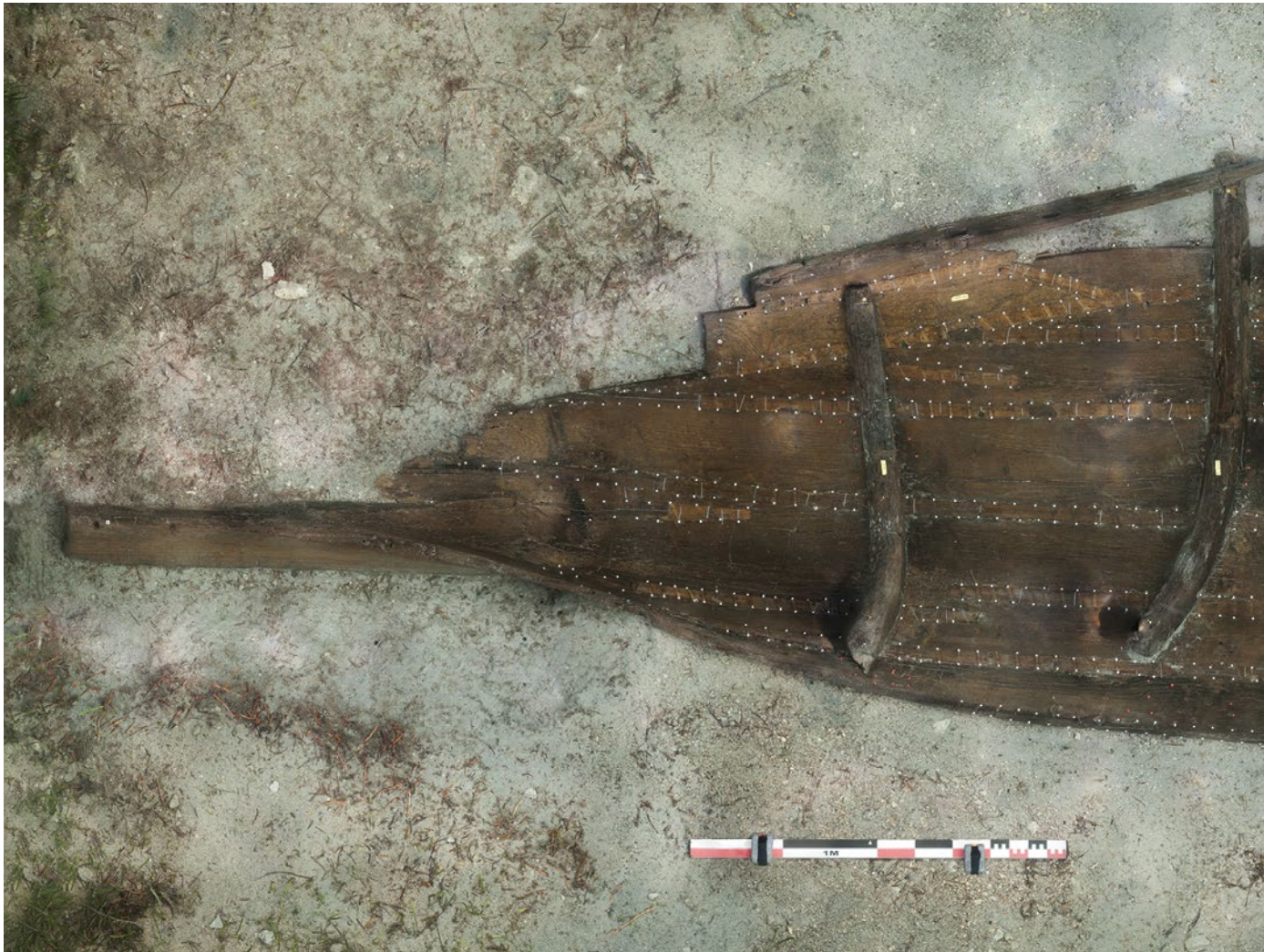
In conclusione, la scoperta del relitto di Zambrattia costituisce una tappa fondamentale per lo studio delle origini e dell'evoluzione delle imbarcazioni a tavole assemblate nel Mediterraneo, nel solco delle teorie di Basil Greenhill e, prima di lui, di James Hornell, secondo cui l'origine di queste imbarcazioni deve essere ricercata in quattro tipi di natanti primitivi.

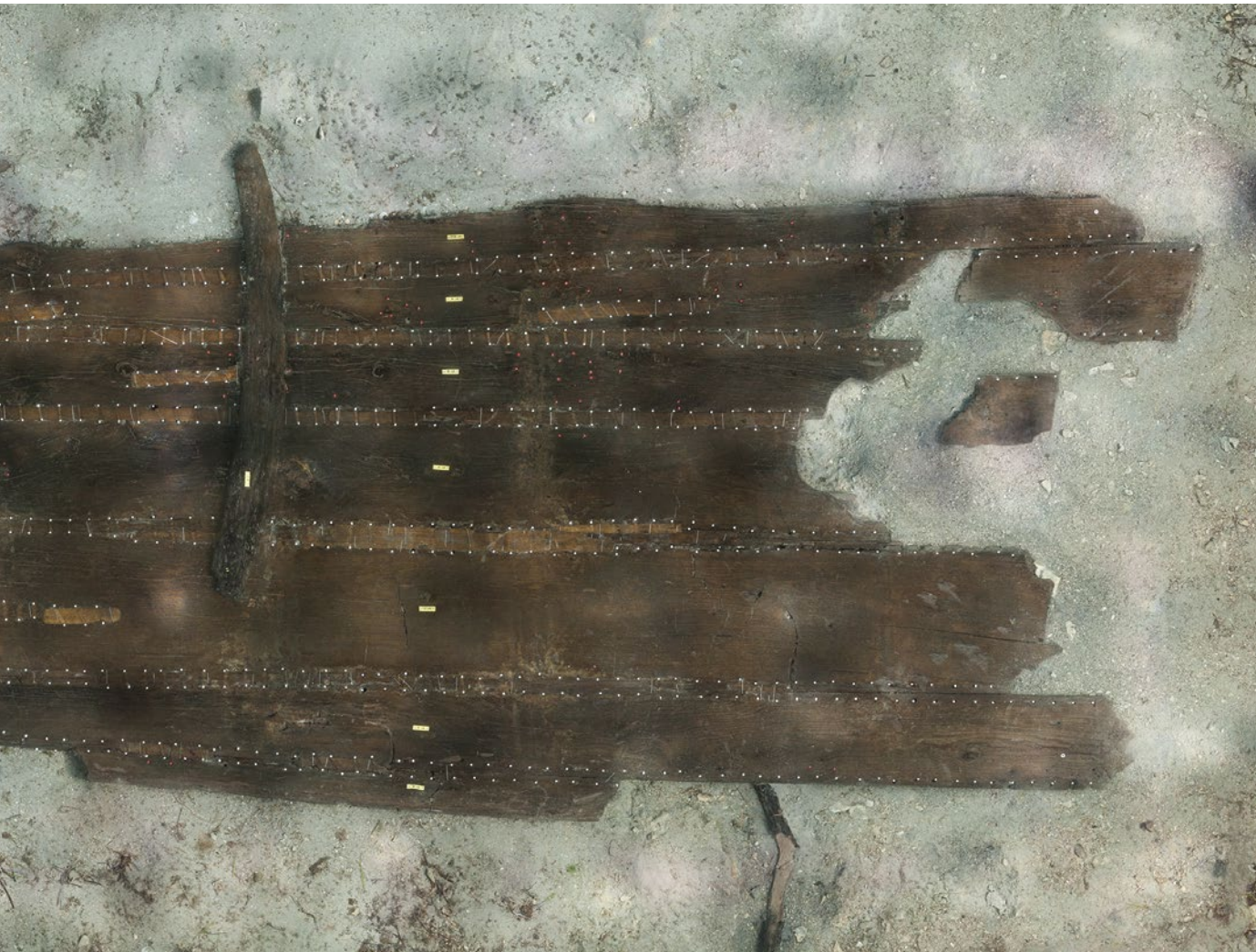
Con l'imbarcazione di Zambrattia, è stato possibile mettere in evidenza per la prima volta da un punto di vista archeologico il ruolo della piroga nello sviluppo delle imbarcazioni a tavole assemblate nel Mediterraneo settentrionale e, in particolare, nell'Adriatico nord-orientale.

datation, le bateau de Zambrattija peut être considéré comme l'archétype d'une des traditions de construction de bateaux cousus identifiées en Adriatique. Ces bateaux cousus ont survécu jusqu'à la période romaine comme l'attestent les huit bateaux découverts en Adriatique orientale, en Istrie (Pula) et en Dalmatie (Caska et Zaton) et qui sont datés entre le I^{er} et le II^e siècle ap. J.-C.

Pour conclure, la découverte du bateau de Zambrattija marque une étape fondamentale dans l'étude des origines et de l'évolution des bateaux entièrement composés de bordages en Méditerranée, et vient appuyer les théories de Basil Greenhill et de son prédécesseur James Hornell sur la dérivation de ces embarcations à partir de quatre embarcations primitives.

La découverte du bateau de Zambrattija a permis de souligner, pour la première fois et selon un point de vue archéologique, le rôle des monoxyles dans le développement des bateaux entièrement composés de bordages en Méditerranée septentrionale et, en particulier, dans la zone nord-orientale de l'Adriatique.





Ortofoto (V. Dumas, Ph. Groscaux).

Ortophoto.

Ortofoto.

Ortophoto.

Bačić, B., 2005, Šume, in M. Bertoša, R. Matijašić, *Istarska enciklopedija*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb: 791-793

Baillie, M.G.L., 1982, *Tree-ring dating and archaeology*, Croom Helm, London, 274 p.

Beltrame, C. and Gaddi, D., 2013, Fragments of Boats from the Canale Anfora of Aquileia, Italy, and Comparison of Sewn-Plank Ships in Roman Era, *IJNA*, 42.2: 296-304.

Boetto, G., Koncani Uhač, I., and Uhač, M., 2014, Navires de l'âge du Bronze à l'époque romaine en Istrie, in P. Pomey (ed.), *Ports et Navire dans l'Antiquité et à l'époque byzantine*, *Dossiers d'Archéologie*, 364: 22-25.

Boetto, G., Koncani Uhač, I., and Uhač, M., 2017, *Sewn Ships from Istria (Croatia): the shipwrecks of Zambratija and Pula*, in J. Litwin and W. Ossowski (eds.), *Baltic and Beyond, Change and Continuity in shipbuilding, Proceedings of the 14th International Symposium on Boat and Ship Archaeology* (ISBSA 14,) Gdansk 2015: 189-198.

Boetto, G., and Radić Rossi, I., 2014, Au large de la Dalmatie. Nouvelles recherches d'archéologie navale, in P. Pomey (ed.), *Ports et Navire dans l'Antiquité et à l'époque byzantine*, *Dossiers d'Archéologie*, 364: 52-55.

Boetto, G., and Radić Rossi, I. 2017, Ancient ships from the bay of Caska (Island of Pag, Croatia), in J. Litwin and W. Ossowski (eds.), *Baltic and Beyond, Change and Continuity in shipbuilding, Proceedings of the 14th International Symposium on Boat and Ship Archaeology* (ISBSA, 14, Gdansk, 2015): 279-288.

Boetto, G., and Rousse, C., 2011, Le chaland de Lipe (Ljubljana, Slovénie) et la tradition de construction « sur

sole » de l'Europe sud-orientale : quelles influences méditerranéennes ? in G. Boetto, P. Pomey and A. Tchernia (eds.), *Batellerie Gallo-romaine. Pratiques régionales et influences maritimes méditerranéennes*, BiAMA 9, Errance/Centre Camille Jullian, Paris, Aix-en-Provence: 179-191.

Boetto, G. and Rousse, C., 2012, Traditions régionales d'architecture navale en Adriatique à l'époque romaine, *Histria Antiqua*, 21: 427-441.

Brusić, Z., and Domjan, M., 1985, Liburnian Boats: their construction and form, in S. McGrail and E. Kentley (eds.), *Sewn Plank Boats*, BAR, Int. Series 276, Oxford: 67-85.

Čelhar, M., 2008, The underwater interdisciplinary project in Caska bay, Pag island, in I. Radić Rossi, A. Gaspari and A. Pydyn (eds), *Proceedings of the 13th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists, Session: Underwater Archaeology, Zadar 2007*, Croatian Archaeological Society Zagreb: 176-186.

Dumas, V., Groscaux, Ph., and Boetto, G., 2015, Application de la photogrammétrie en archéologie navale, *Revue d'Histoire Maritime*, 21: 127-156.

Evin, J. and Oberlin, Ch., 2005, La méthode de datation par le Radiocarbone, in J. Evin, G.N. Lambert, L. Langouët, Ph. Lanos and Ch. Oberlin, *La datation en laboratoire*, Collection "Archéologiques", Errance, 2nd edition, Paris: 77-119.

Glušćević S., 2004, Hydroarchaeological excavation and the discovery of the third "sewn" Liburnian ship – seriliae – in the roman port of Zaton near Zadar, *Archaeologia Maritima Mediterranea*, 1: 41 – 52.

Giordano, G., 1980, *I legnami nel mondo: dizionario enciclopedico*, Il Cerilo, Roma, 1184 p.

Greenhill, B., 1976, *Archaeology of the boat. A new introductory study*, Black, London.

Guibal, F., and Pomey, P., 1998, Dendrochronologie et dendromorphologie, in G. Volpe (ed.), *Archeologia subacquea. Come opera l'archeologo sott'acqua. Storie dalle acque*, All'Insegna del Giglio, Firenze: 425-445.

Hornell, J., 1946, *Water transport: origin and early evolution*, Cambridge University Press, Cambridge.

Jacquot, C., 1955, *Atlas d'anatomie des bois des conifères*, 2 tomes, Centre technique du bois, Paris, 134 p., 64 pl.

Jacquot, C., Trenard, Y., and Dirol, D., 1973, *Atlas d'anatomie des bois des angiospermes*, tome 1- texte, 2 vol., Centre technique du bois, Paris, 176 p., 72 pl.

Kaennel, M., and Schweingruber, F. H., 1995, *Multilingual glossary of dendrochronology, Terms and definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian*, Swiss federal institute for forest, snow and landscape research, WSL/FNP Birmensdorf, Paul Haupt publishers, Bern, Stuttgart, Vienna, 467 p.

Koncani Uhač, I. 2009a, Podvodna arheološka istraživanja u uvali Zambratija / Underwater Archaeological Researches in Zambratija Cove, *Histria Antiqua*, 17: 263–268.

Koncani Uhač, I. 2009b, Zambratija – uvala, *Hrvatski arheološki godišnjak / Croatian Archaeological Yearbook*, 5/2008 : 396-398.

Koncani Uhač, I., Čuka, M. 2016, Doprinos poznavanju podmorskog eneolitičkog nalazišta u Zambratija / The underwater Eneolithic site at the Zambratija Cove: A Contribution to Knowledge, *Histria Archeologica*, 46/2015: 25-73.

Koncani Uhač, I. and Uhač, M., 2012, Prapovijesni brod iz uvale Zambratija – Prva kampanja istraživanja / Prehistoric Boat from Zambratija Cove – The First Campaign of Exploration, *Histria Antiqua*, 21: 533-538.

Koncani Uhač, I. and Uhač, M., 2014, La barca protostorica di Zambratija/Zambratia in Istria: risultati preliminari della prima campagna di scavo, in A. Asta, G. Caniato, D. Gnola and S. Medas (eds), *Archeologia, Storia e Etnografia navale, Atti del II Convegno Nazionale, Cesenatico, 2008*, Navis, 5, Padova: 29-33.

McGrail, S. and Kentley, E. (eds.), *Sewn Plank Boats*, BAR, Int. Series 276, Oxford.

Pearson, G.W., 1986, Precise calendrical dating of known growth-period samples using a “curve fitting” technique, *Radiocarbon*, 28: 292-299.

Pomey, P., 1985, Mediterranean Sewn Boats in Antiquity, in S. McGrail and E. Kentley (eds.), *Sewn Plank Boats*, BAR, Int. Series 276, Oxford: 35-47.

Pomey, P., 2004, Principles and methods of construction in ancient naval architecture, in F. M. Hocker and C. A. Ward (eds.), *The Philosophy of Shipbuilding. Conceptual approaches to the study of wooden ships*, T&M Univeristy Press, College Station: 25-36.

Pomey, P., and Boetto, G., forthcoming, Ancient Mediterranean Sewn Boats Traditions, in L. Blue (ed.), *The Indian Ocean Conference Series. The Sewn Boats of the Indian Ocean*, papers based on the Workshop held in Oman, 14-16 February 2015.

Pomey, P., and Rieth, E., 2005, *L'archéologie navale*, Errance, Paris.

Pomey, P., Kahanov, Y., and Rieth, E., 2012, Transition from Shell to Skeleton in Ancient Mediterranean Ship-Construction: analysis, problems, and future research, *IJNA*, 41, 2: 235-314.

Pomey, P., Kahanov, Y., and Rieth, E., 2013, On the Transition from Shell to Skeleton, *IJNA*, 42, 2: 434-438.

Poveda, P. 2015, Méthode de restitution des navires antiques : nouveaux outils et nouvelles analyses des restitutions en archéologie navale, *Revue d'Histoire Maritime*, 21: 157-169.

Radić Rossi, I., 2009, Dugouts from Croatia, in R. Bockius (ed.), *Between the Seas. Transfer and Exchange in Nautical Technology, Proceedings of the 11th International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 11)*, Mainz 2006, RGZM-Tagungen, 3, Verlag des RGZ, Mainz: 133-145.

Radić Rossi, I., and Boetto, G., 2010, Arheologija broda i plovidbe: šivani brod u uvali Caski na Pagu - Istraživačka kampanja 2009. / Archeologia navale : il relitto cucito nella baia di Caska sull'isola di Pag – Campagna di scavo 2009, *Histria Antiqua*, 19: 299-304.

Radić Rossi, I., and Boetto, G., 2011, Šivani brod u uvali Caska na Pagu - Istraživačka kampanja 2010. / Il relitto cucito nella baia di Caska sull'isola di Pag – Campagna di scavo 2010, *Histria Antiqua*, 20: 505-513.

Radić Rossi, I., and Boetto, G., 2013, Međunarodnog interdisciplinarno istraživanje u uvali Caska na otok Pagu. Rezultati istraživačke kampanje 2012. / International Interdisciplinary Investigation in the Bay of Caska on the Island of Pag : Results of the 2012 Investigation, *Histria Antiqua*, 22: 377-390.

Rameau, J.-C., Mansion, D., and Dumé, G., 1989, *Flore forestière française, Guide écologique illustré, t.1 : Plaines et collines*, Institut pour le Développement Forestier, Paris, 1786 p.

Rival, M., 1991, *La charpenterie navale romaine. Matériaux, méthodes, moyens*, Travaux du CCJ, 4, éditions du CNRS, Marseille, 333 p.

Schweingruber, F.H., 1978-1982, *Mikroskopische Holzanatomie, Anatomie microscopique des bois, Microscopic wood anatomy*, F. Flück-Wirth, Institut Fédéral de Recherches Forestières, Ed. Zürcher AG, Zug, 226 p.

Schweingruber, F. H., 1990, *Anatomie europäischer Hölzer, Anatomy of European woods*, Bern und Stuttgart, Haupt, 800 p.

Trouy, M.-Ch., 2015, *Anatomie du bois. Formation, fonctions et identification*, éditions Quae, Versailles, 151 p.

Van de Moortel, A., 2003, A new look at the Utrecht Ship, in C. Beltrame (ed.), *Boats, Ships and Shipyards, Proceedings of the 9th International Symposium on Boat and Ship Archaeology (ISBSA 9) Venice, 2000*, Oxbow, Oxford: 183-189.

Venet, J., and Keller, R., 1986, *Identification et classement des bois français*, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, 2^e ed., 312 p.