

Zambratija. Prapovijesni šivani brod / Prehistoric sewn boat / Una barca cucita preistorica / Un bateau cousu préhistorique

Ida Koncani Uhač, Giulia Boetto, Marko Uhač

▶ **To cite this version:**

Ida Koncani Uhač, Giulia Boetto, Marko Uhač (Dir.). Zambratija. Prapovijesni šivani brod / Prehistoric sewn boat / Una barca cucita preistorica / Un bateau cousu préhistorique. Archaeological Museum of Istria, Katalog (85), 2017, 978-953-8082-12-2. halshs-01977636

HAL Id: halshs-01977636
https://shs.hal.science/halshs-01977636

Submitted on 10 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.

ZAMBRATIJA

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

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

arheološkimuzejistre

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 bord secretary / Segreteria di redazione / Sécretariat de rédaction
Adriana Gri Štorga

Fotografije / Photography / Fotografie / Photographie
Aerofoto 3D, Loïc Damelet, Vincent Dumas, Alba Ferreira Dominguez, Philippe Groscaux, Ida Koncani Uhač, Lionel Roux, Marko Uhač

Video / Video / Filmati / Vidéo
Artimi d.o.o., Neptun d.o.o., Ida Koncani Uhač, Christian Petretich, Marko Uhač

Ilustracije / Ilustrations / 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, Giulia Boetto, Ana Đukić, Barbara Smith Demo

Redaktura, lektura i korektura / Proof-editing / Rilettura e correzioni / Relecture et corrections
Baraohara, 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 – 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 d.o.o.

Tisak / Printed by / Stampa / Impression
Tiskara MPS

Naklada / N° of copies / Tiratura / N° de copies
1000

Izložba i katalog realizirani su financijskom potporom Ministarstva kulture Republike Hrvatske, Istarske županije, Arheološkog muzeja Istre, Francuskog Instituta u Zagrebu te sudjelovanjem Francuskog Ministarstva vanjskih poslova i međunarodnog razvoja te Centra Camille Jullian (Sveučilište Aix Marseille, CNRS, francusko Ministarstvo kulture i komunikacija, CCJ iz Aix en Provance, Francuska).

The exhibition and 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 International Development, and Centre Camille Jullian (Aix Marseille Univ, CNRS, Minist Culture & Com, CCJ, Aix-en-Provence, France).

La mostra e il 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 dello Sviluppo internazionale e del Centre Camille Jullian (Aix Marseille Universite, CNRS, Minist Culture & Com, CCJ, Aix-en-Provence, Francia).

L'exposition et le 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 Développement international et du Centre Camille Jullian (Aix Marseille Universite, CNRS, Minist Culture & Com, CCJ, Aix-en-Provence, France).

ISBN 978-953-8082-12-2
CIP zapis dostupan u računalnome katalogu Sveučilišne knjižnice u Puli pod brojem 140905044

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 *(Darko Komšo)* 8

Uvod / Introduction / Introduzione / Introduction *(Ida Koncani Uhač)* 10

Istraživanja broda / Researching the boat / Storia delle ricerche sul relitto / Historique des recherches sur l'épave *(Ida Koncani Uhač, Marko Uhač)* 20

Arhitektura broda / The hull remains of the boat / L'architettura dell'imbarcazione / L'architecture du bateau *(Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač)* 34

Digitalna fotogrametrija i dokumentacija broda / Numerical photogrammetry and documentation of the boat / La fotogrammetria numerica e la documentazione del relitto / La photogrammétrie numérique et la documentation de l'épave *(Vincent Dumas, Giulia Boetto)* 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 *(Pierre Poveda, Giulia Boetto)* 54

Analiza drva / Wood analysis / Lo studio del legno / Etude du bois *(Alba Ferreira Dominguez, Giulia Boetto, Frédéric Guibal, Carine Cenzon-Salvayre)* 60

Katalog / Catalogue / Catalogo / Catalogue *(Ida Koncani Uhač)* 66

Bibliografija / Bibliography / Bibliografia / Bibliographie *(Ida Koncani Uhač)* 68

Predgovor

Zbirka za podvodnu arheologiju najmlađa je zbirka Arheološkog muzeja Istre. Registrirana je 2017. godine, dok počeci podvodnih arheoloških istraživanja u Istri datiraju još iz 60-ih godina 20. stoljeća. Posljednjih nekoliko godina djelatnici Arheološkog muzeja Istre pronašli su više izuzetnih podvodnih arheoloških nalaza, među kojima treba istaknuti pronalazak dvaju antičkih brodova u pulskoj luci, podvodne arheološke nalaze u Bijeci i Medulinskom zaljevu, bakrenodobno nalazište iz Zambratije, te zasigurno izniman i svjetski važan nalaz potopljenog broda iz Zambratije kod Umaga.

Brod iz Zambratije najstariji je primjer u potpunosti šivanog broda ikad pronađenog na Sredozemlju. Njegova arhitektonska rješenja i gradnja, tehnika šivanja i spajanja dijelova oplate, kao i sustav brtvljenja samog trupa nemaju paralela na širem području Sredozemlja. Ova izložba pruža mali uvid u samo istraživanje broda i njegovu važnost. Nadamo se da će ovaj brod, kada budu osigurani svi uvjeti za adekvatnu konzervaciju i restauraciju, te za suvremenu i primjerenu prezentaciju tog važnog nalaza, biti izvađen s morskog dna, i predstavljen kao jedan od najvažnijih arheoloških nalaza Istre i Hrvatske.

Foreword

The underwater archaeological collection, registered in 2017, is the latest to be added to the Archaeological Museum of Istria's collection, while underwater archaeological research began in the 1960s. For the last several years, the employees of the Museum have come across several exceptional underwater archaeological findings. Of these, of particular interest we can remember the Roman ship remains found in Pula, underwater archaeological findings in Bijeca and the Medulin bay, and the eneolithic site of Zambratija near Umag with the exceptional sunken boat found nearby.

The boat from Zambratija is the oldest example of a fully sewn boat ever found in the Mediterranean. Its architectural design and construction, the sewing technique and planking seams, as well as the system of sealing the hull, are unparalleled in the entire Mediterranean region. This exhibition gives some insight into the research done on this boat and its importance. We hope that this boat, once all conditions are ensured regarding its conservation and restoration, and a modern and fitting presentation of this important find can be made, it will be taken out of the sea and presented as one of the most important archaeological discoveries in Istria and Croatia.

Prefazione

La collezione d'archeologia subacquea è l'ultima arrivata tra le collezioni del Museo archeologico dell'Istria; è stata istituita nel 2017, mentre gli inizi della ricerca archeologica subacquea in Istria risalgono agli anni Sessanta del XX secolo. Negli ultimi anni gli operatori del Museo archeologico dell'Istria hanno recuperato un gran numero di straordinari reperti archeologici subacquei, tra i quali meritano di essere ricordate le due navi romane del porto di Pola, le strutture antiche di Bijeca e della baia di Medulin, il sito dell'età del Rame di Zambratija, vicino a Umag, e l'eccezionale imbarcazione affondata proprio in questo stesso luogo.

L'imbarcazione di Zambratija rappresenta il più antico esempio di nave completamente "cucita" mai rinvenuto nel Mediterraneo. La sua struttura, le tecniche di costruzione e di cucitura del fasciame, così come il sistema d'impermeabilizzazione dello scafo non hanno paralleli nel Mediterraneo. Questa esposizione è dedicata alle ricerche effettuate sulla nave, e sottolinea l'importanza del suo ritrovamento. Ci auguriamo che questa imbarcazione - una volta assicurati tutti i requisiti per un'adeguata conservazione ed un appropriato restauro, seguiti da una presentazione consona all'importanza della scoperta - possa essere recuperata dal fondo del mare e possa essere presentata come uno dei più importanti ritrovamenti archeologici dell'Istria e della Croazia.

Avant-propos

Etablie en 2017, la collection d'archéologie sous-marine est la plus récente du musée archéologique de l'Istrie, bien que les premières recherches archéologiques sous-marines en Istrie déboutèrent dans les années 1960. Dans les dernières années, l'équipe du musée archéologique de l'Istrie a réalisé plusieurs découvertes archéologiques sous-marines majeures, parmi lesquelles il convient de citer les deux bateaux romains trouvés à Pula, les structures antiques de Bijeca et de la baie de Medulin, le site de Zambratija, près d'Umag, daté de l'Enéolithique, ainsi que l'exceptionnelle épave découverte dans ce même lieu.

L'épave de Zambratija est le plus ancien exemple de bateau entièrement cousu jamais découvert en Méditerranée. Les solutions architecturales et la construction du navire, la technique d'assemblage des éléments du bordé, tout comme le système d'imperméabilisation de la coque n'ont pas d'équivalent dans tout le pourtour méditerranéen. La présente exposition offre un aperçu des recherches réalisées sur le bateau et souligne l'importance de la découverte. Il faut espérer que, lorsque toutes les conditions seront réunies pour permettre une conservation et une restauration adéquates, ainsi une présentation muséographique, l'épave pourra être récupérée et présentée comme l'une de plus importantes découvertes archéologiques de l'Istrie et de la Croatie.

Uvod

Uvala Zambratija smještena je na pitomoj, nisko položenoj sjeverozapadnoj obali istarskog poluotoka. Područje uvale omeđeno je poluotokom Sipar na jugu te Crvenom uvalom na sjeveru.

Arheološki krajolik Zambratije datira još od eneolitika preko antike do razdoblja kasnog srednjeg vijeka.

Introduction

Zambratija Cove is located on the gentle, low-lying north-western coast of the Istrian peninsula. The cove is bordered by the Sipar peninsula to the south and Crvena uvala to the north. The landscape of Zambratija holds archaeological remains dating from as far back as the eneolithic, through the Roman period, to the Late



Uvala Zambratija. Nalazište broda (Aerofoto 3D).
Zambratija Cove. The site.
La baia di Zambrattia. Il sito.
La baie de Zambratija. Le site.

Introduzione

La baia di Zambrattia consiste in una costa bassa situata nella parte nord-occidentale della penisola dell'Istria. Essa è delimitata a sud dalla penisola di Sipar e a nord dalla baia Crvena uvala. Il suo patrimonio archeologico s'iscrive tra l'Eneolitico, il periodo romano e il Medioevo.

Questa mostra è dedicata ai risultati dei lavori effettuati su un relitto d'imbarcazione protostorica, uno dei numerosi tesori nascosti nella baia di Zambrattia.

Il merito della scoperta va a Christian Petretich, pescatore e subacqueo locale. Dopo aver parlato del relitto con il suo amico Niki Fachin, gli chiese d'informarne gli archeologi subacquei.

Una prima operazione fu organizzata durante l'estate del 2008 al fine d'esaminare il fondale nel punto indicato. Questa prima prospezione attestò la presenza dei resti lignei di un'imbarcazione costruita secondo la tecnica antica detta delle "navi cucite". Tuttavia, la datazione dei resti archeologici rimase indeterminata. In seguito, le datazioni al radiocarbonio realizzate su alcuni campioni di legno prelevati sul relitto riveleranno che l'imbarcazione di Zambrattia risale al periodo di transizione tra l'età del Bronzo e l'età del Ferro. Un risultato che avrà una grande risonanza nell'ambiente archeologico, in Croazia e all'estero.

Introduction

La baie de Zambratija forme une côte basse au nord-ouest de la péninsule de l'Istrie. Elle est délimitée au sud par la presqu'île de Sipar et au nord par la baie Crvena uvala.

Son patrimoine archéologique s'inscrit entre l'Enéolithique, la période romaine et le Bas Moyen Âge.

La présente exposition est consacrée aux résultats des travaux menés sur une épave de bateau protohistorique, l'un des nombreux trésors que recèle le fond de la baie de Zambratija.

Le mérite de la découverte de l'épave revient à Christian Petretich, un pêcheur et plongeur des environs. Faisant part de sa trouvaille à son ami Niki Fachin, il lui demanda d'en informer des archéologues sous-marins.

Une première campagne archéologique fut donc organisée durant l'été 2008 afin d'examiner les fonds marins à l'emplacement indiqué. Cette première prospection attesta de la présence des vestiges en bois d'une embarcation construite selon la technique dite des « bateaux cousus ». Cependant, la datation de ces vestiges, appartenant surement à l'époque antique, demeura indéterminée.

Par la suite, les datations au radiocarbone réalisées sur des échantillons de bois prélevés sur l'épave révèleront que le bateau de Zambratija remonte à la

Između brojnih nalaza koje skriva podmorje uvale, izložba je posvećena rezultatima istraživanja prapovijesnog broda, jedinstvenog takvog nalaza uopće.

Čast pronalaska ostataka brodske konstrukcije u podmorju uvale Zambratija pripada lokalnom roniocu i ribaru Christianu Petretichu, koji je informaciju o postojanju lokaliteta povjerio prijatelju Nikiju Fachinu, od kojeg je zatražio da podatak proslijedi podvodnim arheolozima.

Nakon saznanja o spomenutom lokalitetu, u ljeto 2008. godine, u podmorju je obavljen stručni arheološki uviđaj. Zaključci sumirani nakon prvog uviđaja upućivali su na to da na morskome dnu, ispod tankog sloja pijeska postoje drveni ostaci brodske konstrukcije. Ista je bila izrađena tehnikom šivanja, ali njezina datacija tada još nije bila utvrđena. Analizama koje su provedene na uzorcima drveta, starost broda datirana je u razdoblje prijelaza iz brončanog u željezno doba, a dobiveni je datum podignuo prašinu u domaćoj i stranoj arheološkoj struci te je, upravo zahvaljujući zaljubljenicima u rodni zavičaj, Christianu i Nikiju, lokalitet s „drvenim daskama“ postao jedan od najznačajnijih arheoloških otkrića brodske konstrukcije ne samo na Jadranu nego na prostoru Mediterana.

U razdoblju koje je uslijedilo nakon otkrića broda, između 2008. i 2012. godine, prikupljani su razni arheološki podaci o brodskoj konstrukciji te su izve-

Middle Ages. Although many ancient finds lie hidden in the seabed, this exhibition is dedicated to the results of the excavation of one unique prehistoric vessel.

The boat remains were found by a local diver and fisherman, Christian Petretich, who confided in his friend Niki Fachin, asking him to pass on the information to underwater archaeologists.

An initial underwater archaeological investigation was carried out in the summer of 2008. The results showed that under a thin layer of sand, lay the remains of a wooden boat. Moreover, although its date was not established, the boat had been built using an ancient sewn-plank technique. Analysis of wood samples provided a date at the transition from the Bronze Age to Iron Age, which drew much attention in archaeological circles at home and abroad. Thanks to Christian and Niki, enthusiastic champions of their home region, the site with the “wooden planks” has become one of the most important archaeological discoveries of ancient vessels, not merely in the Adriatic, but throughout the Mediterranean.

Between 2008 and 2012, archaeological data was collected about ship construction, and the necessary procedures were put in place for a comprehensive, planned, international, scientific investigation of the site, which was carried out in 2013. The Archaeological Museum of Istria has led the project, joined from 2013 by the Ministry of Culture - Directorate for

Grazie a Christian e Niki, due appassionati del loro paese natale, le “tavole di legno” di Zambrattia sono diventate une delle scoperte più importanti dell’archeologia navale non solamente in Adriatico, ma anche in tutta la regione mediterranea.

Nel corso del periodo successivo alla scoperta, tra 2008 e 2012, un gran numero di dati archeologici sul relitto è stato raccolto parallelamente alla realizzazione di diversi studi in vista della campagna internazionale organizzata nel 2013.

L’istituzione responsabile dei lavori realizzati sul relitto dal 2008 è il Museo archeologico dell’Istria, al



Ostaci brodske konstrukcije utvrđeni 2008. (I. Koncani Uhač).

The remains of the boat discovered 2008.

I resti della barca scoperta nel 2008.

Les vestiges du bateau découvert en 2008.

période de transition entre l’âge du Bronze et l’âge du Fer. Un résultat qui aura un grand retentissement dans les milieux de l’archéologie en Croatie et à l’étranger.

C’est ainsi que, grâce à Christian et Niki, deux amoureux de leur pays natal, les « planches en bois » de Zambratija sont devenues l’une des découvertes les plus importantes de l’archéologie navale non seulement en Adriatique, mais également dans toute la région méditerranéenne.

Au cours de la période ayant suivi la découverte, entre 2008 et 2012, un grand nombre de données archéologiques sur l’épave furent recueillies en parallèle à la réalisation de diverses études préliminaires en vue de la campagne scientifique internationale organisée en 2013.

L’institution responsable des travaux menés sur l’épave depuis 2008 est le musée archéologique de l’Istrie, auquel se sont joints en 2013 la direction en charge de la protection du patrimoine culturel du service du patrimoine de Pula et le Centre Camille Jullian (Aix-Marseille Université, CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, CCJ) d’Aix-en-Provence (France).

Le chantier de fouille sous-marine sur l’épave et les travaux de laboratoire ont été menés à bien grâce au soutien financier du ministère de la Culture de la République de Croatie, du musée archéologique de l’Istrie, de la région Istrie, de la ville d’Umag, du

dene potrebne predradnje za sveobuhvatno predstojeće međunarodno znanstveno istraživanje koje je provedeno 2013. godine.

Vodeća institucija u istraživanju brodske konstrukcije svih tih godina bio je Arheološki muzej Istre, uz koji su se, od 2013. godine, u istraživanje uključili Ministarstvo kulture Republike Hrvatske – Konzervatorski odjel u Puli, te Centar Camille Jullian (Sveučilište Aix-Marseille, francuski Nacionalni centar za znanstvena istraživanja CNRS) i francusko Ministarstvo kulture i komunikacija.

Terenska i laboratorijska istraživanja brodske konstrukcije provedena su zahvaljujući novčanim sredstvima Ministarstva kulture Republike Hrvatske, Arheološkog muzeja Istre, Istarske županije – Regione Istriana, Grada Umaga, francuskog Ministarstva vanjskih poslova (MAEDI), Nacionalnog centra za znanstvena istraživanja (CNRS) i Sveučilišta Aix-Marseille u Marseilleu.

U svojstvu arheologa i studenata arheologije na podmorskom terenskom istraživanju sudjelovali su: Ida Koncani Uhač (voditeljica istraživanja od 2008. do 2013.), Marko Uhač (2008. – 2012., suvoditelj istraživanja 2013.), Giulia Boetto (2011., suvoditeljica istraživanja, 2013), Teodora Šalov (2008. – 2011.), Davor Bulić (2011., 2013.), Igor Miholjek (2013.), Niki Fachin (2008., 2010.) i Petar Krnjus (2013.).

U svojstvu restauratora na podmorskom istraži-

the Protection of Cultural Heritage - Conservation Department in Pula and the Centre Camille Jullian (Aix Marseille Université, CNRS, Ministère de la Culture de la Communication, CCJ) of Aix-en-Provence (France).

The field and laboratory investigations of the boat remains have been carried out thanks to funding from the Ministry of Culture of the Republic of Croatia, the Archaeological Museum of Istria, Istria County – *Regione Istriana*, the City of Umag, the French Ministry for Foreign Affairs (MAEDI), the French National Centre of Scientific Research (CNRS) and Aix-Marseille University.

The following participated in the underwater excavations as archaeologists and archaeology students: Ida Koncani Uhač (director of investigations 2008–2013), Marko Uhač (2008–2012, co-director of excavations in 2013), Giulia Boetto (2011, co-director of excavations in 2013), Teodora Šalov (2008–2011), Elisa Costa (2010), Davor Bulić (2011, 2013), Igor Miholjek (2013), Niki Fachin (2008, 2010), and Petar Krnjus (2013).

Conservators who participated in the underwater investigations were Andrea Sardoz (2011, 2013) and Miran Erič (2010, 2011, 2013). The photographers were Rok Kovačić (2010, 2011) and Phillipe Groscaux (2013). The timbers were planned by Vincent Dumas (2013).



Ostaci brodske konstrukcije utvrđeni 2008. (I. Koncani Uhač)

The remains of the boat discovered 2008.

I resti della barca scoperta nel 2008.

Les vestiges du bateau découvert en 2008.

quale si sono aggiunti nel 2013 la direzione incaricata della protezione del patrimonio culturale del servizio del patrimonio di Pola e il Centre Camille Jullian (Aix Marseille Université, CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, CCJ) di Aix-en-Provence (Francia). Il cantiere di scavo sottomarino sul relitto e le analisi di laboratorio sono stati realizzati grazie al sostegno finanziario del Ministero alla Cultura della Repubblica Croata, del Museo archeologico dell'Istria, della Regione istriana, della Città di Umago, del Ministero francese degli affari esteri (MAEDI), del Centro nazionale della ricerca scientifica (CNRS) e dell'Università Aix-Marseille.

Ministère français des affaires étrangères (MAEDI), du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et de l'Université Aix-Marseille.

Les archéologues et les étudiants en archéologie ayant participé aux divers chantiers de fouille sous-marine sont : Ida Koncani Uhač (responsable d'opération de 2008 à 2013), Marko Uhač (2008-2012, co-responsable d'opération en 2013), Giulia Boetto (2011, co-responsable d'opération en 2013), Teodora Šalov (2008-2011), Davor Bulić (2011, 2013), Igor Miholjek (2013), Niki Fachin (2008, 2010) et Petar Krnjus (2013).

Les restaurateurs Andrea Sardoz (2011, 2013) et Miran Erič (2010, 2011, 2013), les photographes Rok Kovačić (2010, 2011) et Philippe Groscaux (2013) ainsi que l'archéologue-topographe Vincent Dumas (2013) ont également pris part aux recherches sur l'épave de Zambratija.

Les plongeurs et les autres participants qui, par leur savoir-faire, leurs diverses compétences et leur travail, ont contribué au succès des recherches archéologiques menées à Zambratija sont : Christian Petretich (2008 -2013), Nikša Koncani (2008-2011), Davor Uhač (2013), Elvis Brščić (2013) et Elvio Brlobaš (2013).

Les institutions ayant contribué au chantier dans leur sphère d'activité respective sont : le musée archéologique de l'Istrie (Croatie) l'Institut Ruđer Bošković de Zagreb (Croatie) ; l'Institut des sciences

vanju sudjelovali su Andrea Sardoz (2011., 2013.) i Miran Erič (2010, 2011, 2013).

Fotografi su bili Rok Kovačić (2010., 2011.) i Phillipe Groscaux (2013.).

Topografsku izmjeru brodske konstrukcije obavio je Vincent Dumas (2013.).

Ronioci i ostali suradnici na terenu, koji su svojim znanjem, različitim vještinama i radom doprinijeli realizaciji podmorskih arheoloških istraživanja u Zambratiji bili su: Christian Petretich (2008. - 2013.), Nikša Koncani (2008. - 2011.), Davor Uhač (2013.), Elvis Brščić (2013.) i Elvio Brlobaš (2013.).

Institucije koje su u svom djelokrugu doprinijele radu na istraživanju su: Arheološki muzej Istre (Hrvatska), laboratorij za mjerenje niskih radioaktivnosti Instituta Ruđer Bošković iz Zagreba (Hrvatska), Zavod za znanost o drvu Sveučilišta u Zagrebu (Hrvatska), Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu (Hrvatska), Centar Camille Jullian (Francuska), Mediteranski institut za bioraznolikost i ekologiju mora i kopna iz Aix-en-Provencea (Francuska), Centar za radiokarbonsku dataciju iz Lyona (Francuska), Laboratorij za mjerenje ugljika 14 (LMC14) Sveučilišta Paris-Saclay (Francuska) i Laboratorij za masenu spektrometriju i interakciju sustava Sveučilišta u Strasbourgu (Francuska).

Firme koje su svojim djelokrugom doprinijele istraživanju su: laboratorij Beta Analitic Inc. iz Mia-

The following divers and other collaborators in the field contributed to the realization of the underwater archaeological excavations at Zambratija through their knowledge, varied skills, and labour: Christian Petretich (2008-2013), Nikša Koncani (2008-2011), Davor Uhač (2013), Elvis Brščić (2013), and Elvio Brlobaš (2013).

Institutions that contributed to the investigations within the scope of their activities, include: the Archaeological Museum of Istria (Croatia), the Ruđer Bošković Institute -Zagreb (Croatia), the Department of Wood Science - Faculty of Forestry and the Department of Botany of the Faculty of Science - University of Zagreb (Croatia), the Centre Camille Jullian (CCJ) (France) and the Mediterranean Institute of Biodiversity and Marine and Terrestrial ecology (IMBE) of Aix-en-Provence (France), the Centre of Radiocarbon Dating of Lyon and the Laboratory of Carbon14 Measurement (LMC14) of Paris-Saclay (France) and the Laboratory of Mass Spectrometry and Interaction of Systems - University of Strasbourg (France).

Companies that contributed include: Beta Analytic Inc. - Miami (USA), Archéobois - Marseilles (France), Cadcon d.o.o. – Pula (Croatia), and Tehnomont d.o.o. - Pula (Croatia), the geodetic firms Constructa Geo d.o.o. - Umag (Croatia), and Geo Mataija d.o.o. - Valica (Croatia), Harpha Sea d.o.o. - Koper (Slovenia) and Neptun d.o.o. - Pula (Croatia).

Gli archeologi e gli studenti in archeologia che hanno partecipato alle diverse campagne di scavo subacqueo sono: Ida Koncani Uhač (responsabile dell'operazione dal 2008 al 2013), Marko Uhač (2008-2012, co-responsabile nel 2013), Giulia Boetto (2011, co-responsabile nel 2013), Teodora Šalov (2008-2011), Davor Bulić (2011, 2013), Igor Miholjek (2013), Niki Fachin (2008, 2010) e Petar Krnjus (2013).

I restauratori Andrea Sardoz (2011, 2013) e Miran Erič (2010, 2011, 2013), i fotografi Rok Kovačić (2010, 2011) e Philippe Groscaux (2013) nonché l'archeologo-topografo Vincent Dumas (2013) hanno ugualmente preso parte alle ricerche sul relitto di Zambratija.

I subacquei e gli altri partecipanti che, grazie al loro conoscienza, alle loro diverse competenze e al loro lavoro, hanno contribuito al successo delle ricerche archeologiche a Zambrattia sono: Christian Petretich (2008-2013), Nikša Koncani (2008-2011), Davor Uhač (2013), Elvis Brščić (2013) ed Elvio Brlobaš (2013).

Le istituzioni che hanno contribuito alle ricerche secondo le loro rispettive sfere d'attività sono: il Museo archeologico dell'Istria (Croazia); l'Istituto Ruđer Bošković di Zagabria (Croazia); l'Istituto delle scienze del legno dell'Università di Zagabria (Croazia); l'Istituto botanico della Facoltà di scienze matematiche e naturali dell'Università di Zagabria (Croazia); il Centre Camille Jullian (CCJ) (Francia) e l'Istituto Mediterraneo di Biodiversità e d'Ecologia



Arheološki radovi u 2011. (I. Koncani Uhač)

Archaeological activities in 2011.

Attività archeologiche sul relitto nel 2011.

Activités archéologiques sur l'épave en 2011.

du bois de l'Université de Zagreb (Croatie) ; l'Institut botanique de la Faculté des sciences mathématiques et naturelles de l'Université de Zagreb (Croatie) ; le Centre Camille Jullian et l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale d'Aix-en-Provence (France) ; le Centre de Datation par le Radio Carbone de Lyon (France), le Laboratoire de mesure du carbone 14 (LMC14) de Paris-Saclay (France) et le Laboratoire de Spectrométrie de Masse des Interactions et des Systèmes, Université de Strasbourg (France). Il faut aussi mentionner la contri-

mija (SAD), Archéobois iz Marseillesa (Francuska), Cadcon d.o.o. iz Pule (Hrvatska), Tehnomont d.o.o. iz Pule (Hrvatska), geodetske firme Constructa Geo d.o.o. iz Umaga (Hrvatska) i Geo Mataija d.o.o. iz Valice (Hrvatska), Harpha sea d.o.o. iz Kopra (Slovenija) i Neptun d.o.o. iz Pule (Hrvatska).

U postterenskom i laboratorijskom istraživanju sudjelovali su: Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač, Vincent Dumas, Phillipe Groscaux, Pierre Poveda, Alba Ferreira Dominguez, Frederic Guibal i Carine Cenzon – Salvayre.

Brodska konstrukcija iz Zambratije i dalje leži na morskome dnu, adekvatno zaštićena od prirodnih i ljudskih utjecaja, do trenutka kada budu osigurani svi uvjeti za konzervatorsko–restauratorske radove i suvremenu prezentaciju nalaza.

Ova izložba slavi otkriće i istraživanje jedinstvene šivane brodice u Mediteranu kao tehničkog izričaja naroda koji je u Istri živio u pretpovijesno vrijeme.

Those involved in the post-excavation and laboratory investigations were: Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač, Vincent Dumas, Phillipe Groscaux, Pierre Poveda, Alba Ferreira Dominguez, Frédéric Guibal, and Carine Cenzon-Salvayre.

The boat remains at Zambratija still lie on the seabed, sufficiently protected from natural and human impacts, awaiting the moment when the conditions are met for its conservation, restoration, and a modern presentation of the finds.

We hope this exhibition shines a light on one of the most singular sewn boats found in the Mediterranean, a testimony to the technical achievements of the inhabitants of Istria in prehistoric times.

marina e continentale (IMBE) d'Aix-en-Provence (Francia); il Centro di Datazione al Radio Carbonio di Lione (Francia) e il Laboratorio di misura del carbonio 14 (LMC14) di Paris-Saclay (Francia) e il Laboratorio di Spettrometria di Massa dell'Università di Strasburgo (Francia).

Inoltre, bisogna menzionare il contribuito delle imprese Beta Analytics Inc. di Miami (Stati Uniti); Archeobois di Marsiglia (Francia); Cadcon e Tehnomont di Pola (Croazia); delle ditte di topografia Constructa Geo di Umago (Croazia) e Geo Mataija di Valica (Croazia), Harpha Sea di Capodistria (Slovenia) e Neptun di Pola (Croazia).

Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač, Vincent Dumas, Philippe Groscaux, Pierre Poveda, Alba Ferreira Dominguez, Frédéric Guibal, e Carine Cenzon-Salvayre hanno partecipato agli studi post-scavo e alle analisi di laboratorio.

Il relitto di Zambratija giace ancora nelle profondità marine, ben protetto dalle minacce naturali e antropiche. Rimarrà così protetto finché tutte le condizioni non saranno riunite per riaprire il sito, realizzare dei trattamenti di conservazione e restauro, e presentare dei nuovi risultati scientifici.

Questa mostra vuole rendere omaggio alla scoperta e allo studio di una delle imbarcazioni tra le più singolari dell'Adriatico, espressione del livello tecnico degli abitanti di questa zona dell'Istria all'epoca preistorica.

bution des entreprises Beta Analytics Inc. de Miami (USA), Archéobois de Marseille (France) ; Cadcon de Pula et Tehnomont (Croatie) ; l'entreprise de topographie Constructa Geo d'Umag (Croatie) ; Geo Mataija de Valica (Croatie) ; Harpha sea de Koper (Slovénie) et Neptun d.o.o. de Pula (Croatie).

Giulia Boetto, Marko Uhač, Ida Koncani Uhač, Vincent Dumas, Philippe Groscaux, Pierre Poveda, Alba Ferreira Dominguez, Frédéric Guibal et Carine Cenzon-Salvayre ont participés aux études post-fouille et aux travaux de laboratoire.

L'épave de Zambratija gît toujours au fond de la mer, bien à l'abri des dangers naturels et humains, jusqu'à ce que toutes les conditions soient réunies pour ré-ouvrir le site, réaliser des travaux de conservation-restauration et présenter des nouveaux résultats.

La présente exposition vise à rendre hommage à la découverte et à l'étude d'un des bateaux cousus les plus singuliers d'Adriatique, expression du niveau technique des peuples qui habitaient cette partie de l'Istrie à l'époque préhistorique.

Istraživanja broda

Nakon saznanja o postojanju podmorskog lokaliteta s ostacima broda, u ljeto 2008. godine obavljen je stručni arheološki uviđaj u podmorju uvale Zambratija.

Zaključci nakon prvog uviđaja ukazali su na postojanje drvenih ostataka brodske konstrukcije prekrivene tankim slojem pijeska i, mjestimično, morskom travom. Od broda su na površini morskog dna bili vidljivi jedno rebro i pet platica međusobno spojenih tehnikom šivanja. U tom trenutku to je bio prvi nalaz

Researching the boat

After locating the underwater wreck site, in the summer of 2008 a professional archaeological survey of the seabed was undertaken in Zambratija Cove.

The results revealed the remains of a wooden vessel covered with a thin layer of sand, and seaweed in some places. A floor-timber and five strakes of sewn planks were visible. At that point, it was the first sewn-plank wreck found in the seas around Istria, which led to further consideration of the origin and



Analiza i istraživanje brodskih ostataka u 2011. (I. Koncani Uhač).

Analysis and survey of the hull remains in 2011.

Analisi e rilievo dei resti del relitto nel 2011.

Analyse et relevé des vestiges de l'épave en 2011.

Storia delle ricerche sul relitto

Durante l'estate del 2008, in seguito alla scoperta di un relitto antico, una campagna di prospezioni archeologiche fu organizzata nella baia di Zambrattia. Questa prima campagna confermò l'esistenza dei resti di un'imbarcazione lignea, coperta da un sottile strato di sabbia e da una prateria d'alghe.

Un'ordinata e cinque tavole di fasciame collegate tra di loro da cuciture erano visibili alla superficie del fondale confermando che il relitto di Zambratija costituiva la prima attestazione archeologica dell'esistenza d'imbarcazioni cucite nelle acque dell'Istria. In seguito, gli studi preliminari sulla cronologia e la provenienza hanno permesso non solo d'avvicinare l'imbarcazione di Zambratija alla tradizione costruttiva delle "navi cucite" nota nell'Adriatico centro-settentrionale, ma anche di evidenziare delle caratteristiche completamente inedite.

Tra il 2008 e il 2010, abbiamo potuto raccogliere un gran numero di dati sul relitto. Prima di tutto abbiamo prelevato dei campioni per datare la costruzione dell'imbarcazione e identificare i diversi tipi di legno. Gli elementi architettonici visibili sono stati misurati e fotografati per ottenere un rilievo fotogrammetrico e costituire il primo dossier scientifico sul relitto.

La prima datazione al radiocarbonio dell'imbarca-

Historique des recherches sur l'épave

Durant l'été 2008, une campagne de prospections archéologiques fut organisée dans la baie de Zambratija suite à la découverte d'une épave antique. Cette première campagne confirma l'existence des vestiges d'une embarcation en bois sous une fine couche de sable et un herbier d'algues.

Une membrure et cinq bordages reliés entre eux par des ligatures étaient visibles à la surface du fond marin, confirmant que l'épave de Zambratija constituait la première attestation archéologique de l'existence de bateaux cousus dans les eaux de l'Istrie. Ensuite, les études préliminaires et les analyses sur la chronologie et la provenance du bateau ont permis de rapprocher le bateau de Zambratija des embarcations cousues d'époque antique mises au jour dans le nord et le centre de l'Adriatique, tout en mettant en évidence des caractéristiques inédites jamais attestées auparavant.

Entre 2008 et 2010, nous avons pu collecter un grand nombre de données. Des échantillons ont été prélevés afin de dater la construction du bateau et d'identifier les divers types de bois utilisés. Des mesures et des photographies des pièces architecturales visibles à la surface de la zone d'investigation (long. 1,5 m, larg. 80 cm) ont été également réalisées

šivane brodske konstrukcije u podmorju Istre koji je naveo na promišljanje o podrijetlu i starosti broda, preliminarno ga vezujući uz tada poznate antičke nalaze s područja sjevernog i srednjeg Jadrana, ali i prvi put otkrivajući neke dotad nepoznate i nepotvrđene značajke.

U razdoblju od 2008. do 2010. godine uspjeli smo prikupiti različite podatke o brodu. Primarno su uzeti uzorci drva radi analize starosti i vrste drva te su bez arheološkog sondiranja obavljena mjerenja, izrađena je tehnička dokumentacija, obavljeno fotografiranje te je izrađen fotogrametrijski snimak dijelova koji su bili vidljivi.

Prvi rezultat radiokarbonske starosti broda dobiven je 2009. godine u Laboratoriju za mjerenje niskih radioaktivnosti Instituta Ruđer Bošković iz Zagreba. Analiza brodske platice (P3) tehnikom C14 (Z4195) dala je rezultat starosti od 2535±60, kalibrirane između 810. i 480. godine prije Krista (vjerojatnost 91,9 %). Naknadno je, 2013. godine, navedeni Institut korigirao predmetni rezultat starosti u 2950±65, kalibriran između 1264. i 1053. godine prije Krista (vjerojatnost 68,2 %). Predmetna datacija upućivala je na jedinstvenost broda iz Zambratije u kontekstu nalaza šivanih brodova na Jadranu.

U svibnju 2011. obavljena je radiokarbonska analiza starosti uzorka platice tehnikom AMS (Beta–296186) koju je proveo Beta Analitic Inc. iz Miamija.

age of the boat, which up to that point had been linked to known Roman-period finds from the northern and central Adriatic.

From 2008 to 2010, more information was collected about the wooden hull. Measurements were taken, and technical documentation carried out, and a photographic and photogrammetric record made of the elements that were visible on the surface of the seabed.

Radiocarbon dates for the boat were provided first in 2009 by the Laboratory for Low-level Radioactivity of the Ruđer Bošković Institute in Zagreb. Analysis of a plank (P3) using the C14 technique (Z4195) resulted in a date of 2535±60, calibrated to between 810 and 480 BC (with 91.9% probability). Subse-

Rezultati C14 i AMS analiza.
Results of C14 and AMS analysis.
Risultati della datazione C14 e AMS.
Résultats de la datation C14 et AMS.

laboratory	Ruđer Bošković (Zagreb)	Beta Analytics Inc. (Miami)	Ruđer Bošković (Zagreb)	Centre de datation par le Radiocarbone (Lyon)
year of the analysis	2009	2011	2013	2015
sample laboratory number	Z-4195, B626	Beta-296186	Z-4195, B626	Lyon-12425 (SacA43735)
conventional radiocarbon age	2535 ± 60 BP	2860 ± 30 BP	2950 ± 65 BP	2965 ± 30 BP
calibrated result	Cal BC 800 – 540	Cal BC 1120 – 930	Cal BC 1264 - 1053	Cal BC 1268 - 1056
probability	91,9 %	95 %	68,2 %	95,4 %

zione di Zambratija è stata realizzata nel 2009 dall'Istituto Ruđer Bošković di Zagabria. La misura del tenore in radiocarbonio C14 di un campione (Z4195) del fasciame (P3) ha offerto un risultato di 2535±60 anni BP che corrisponde, una volta calibrato, a una data compresa tra il 810 e il 480 a. C. (probabilità del 91,9 %). Nel 2013, l'Istituto Ruđer Bošković ha nuovamente analizzato il campione e ha ottenuto una datazione più antica (2950±65 BP) che corrisponde dopo calibrazione a una data compresa tra il 1264 e il 1053 a. C. (probabilità del 68,2 %). Questa datazione testimonia della singolarità del relitto di Zambratija nell'ambito delle altre scoperte d'imbarcazioni cucite in Adriatico.

Nel mese di maggio del 2011 una nuova datazione al radiocarbonio tramite spettrometria di massa con acceleratore (AMS) di un altro campione del fasciame (Beta-296186) è stata effettuata dal laboratorio Beta Analytics Inc. di Miami. Il risultato ottenuto situa la costruzione nel 2860±30 BP e offre, una volta calibrato, una data compresa tra il 1120 e il 930 a. C. (probabilità del 95 %). Questo risultato è simile a quello ottenuto dall'lstituto Ruđer Bošković.

In parallelo, la protezione del sito dagli effetti distruttivi del mare e delle attività umane è sembrata essenziale. Il relitto è stato quindi coperto con del geotessuto e con due reti metalliche rinforzate, fissate

afin d'obtenir un relevé photogrammétrique et constituer un premier dossier scientifique sur l'épave.

La première datation par radiocarbone du bateau de Zambratija a été réalisée en 2009 par le laboratoire de l'Institut Ruđer Bošković de Zagreb. La mesure du teneur en radiocarbone C14 d'un échantillon (Z4195) provenant du bordage (P3) a donné un résultat de 2535±60 ans BP qui correspond, une fois calibré, à une date comprise entre 810 et 480 avant J.-C. (probabilité de 91,9 %). Par la suite (en 2013), ce même laboratoire a soumis à nouveau l'échantillon à une datation radiocarbone et a obtenu le résultat de 2950±65 ans BP qui correspond après calibration à une date comprise entre 1264 et 1053 avant J.-C. (probabilité de 68,2 %). Cette datation témoigne de la singularité de l'épave de Zambratija dans le contexte des découvertes archéologiques d'embarcations cousues en Adriatique.

En mai 2011, une nouvelle datation radiocarbone par spectrométrie de masse par accélérateur (AMS) d'un autre échantillon de bordé (Beta-296186) a été effectuée par le laboratoire Beta Analytics Inc. de Miami. Le résultat obtenu place la construction entre 2860±30 BP et donne, une fois calibré, une date comprise entre 1120 et 930 avant J.-C. (probabilité de 95 %), ce qui correspond en partie au second résultat de l'Institut Ruđer Bošković.

Parallèlement, la protection du site contre les effets dévastateurs de la mer et des activités humaines nous



Postavljanje zaštitne mreže iznad nalazišta (M. Uhač).

Positioning the protective net over the site.

Posizionamento della rete metallica di protezione sul sito.

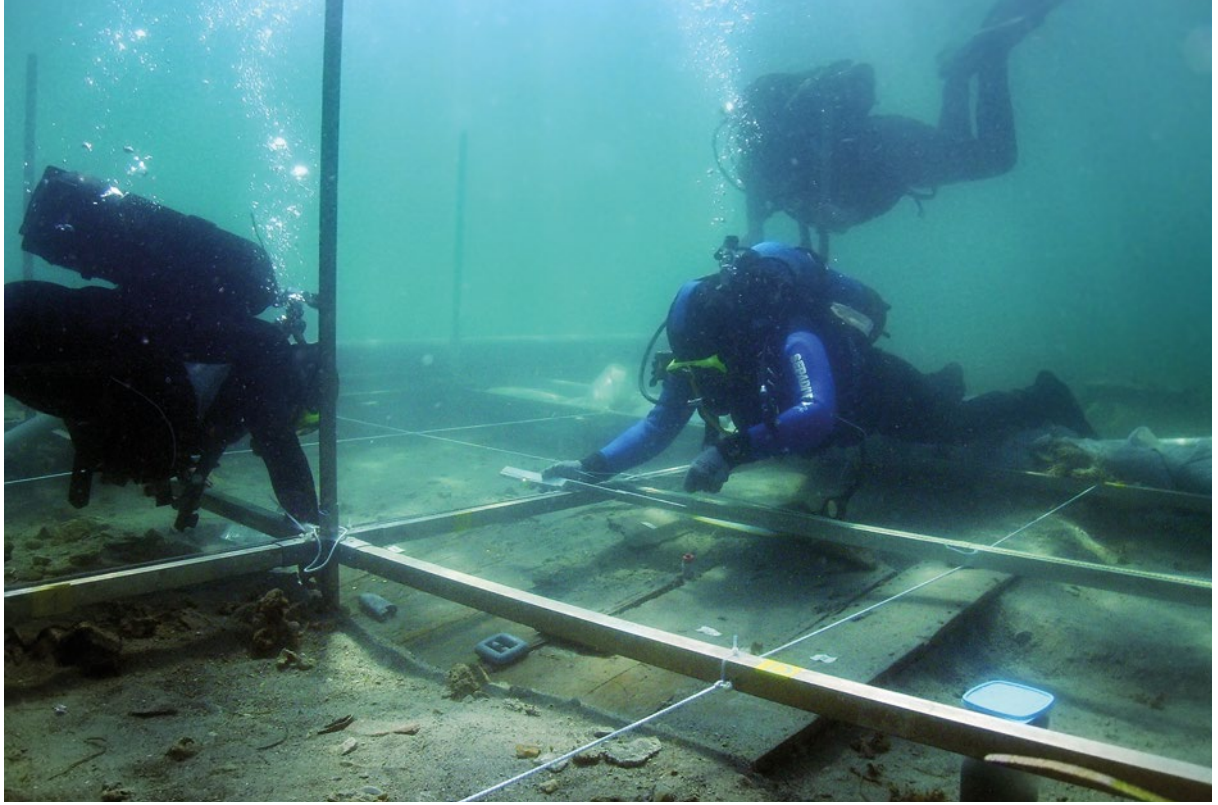
Positionnement du filet métallique de protection sur le site.

Dobiven je rezultat starosti od 2860 ±30, kalibriran između 1120. i 930. godine prije Krista (vjerojatnost 95 %), koji se dijelom poklapa s korigiranim rezultatom Instituta Ruđer Bošković.

Lokalitet je istovremeno trebalo i fizički zaštititi od morskog djelovanja ali i ljudskih utjecaja, pa je stoga u svrhu zaštite iznad lokaliteta položen geotekstil i

quently, in 2013, the Institute corrected the date to 2950±65, calibrated to between 1264 and 1053 BC (with 68.2% probability). This date pointed to the Zambratija boat being unique among the known archaeological wrecks in the Adriatic.

In May 2011 further radiocarbon analysis was carried out on a plank sample using the AMS tech-



Arheološki radovi u 2011. (I. Koncani Uhač).

Archaeological activities in 2011.

Attività archeologiche sul relitto nel 2011.

Activités archéologiques sur l'épave en 2011.

a dei blocchi di cemento.

Nel 2011, le ricerche sono proseguite su una piccola porzione del relitto al fine di raccogliere il maggior numero di dati possibili sulle dimensioni, il grado di conservazione e le particolarità architettoniche dell'imbarcazione. In quest'occasione, abbiamo potuto confermare che lo scafo era ricoperto da uno

a semblé essentielle. C'est dans cette optique que l'épave a été couverte avec du géotextile et avec deux filets métalliques renforcés, fixés à des blocs de béton.

En 2011, les recherches archéologiques se sont poursuivies sur une petite partie de l'épave afin de collecter des données visant à déterminer les dimensions, le niveau de conservation et les particularités architec-

postavljene su dvije željezne armaturne mreže usidrene betonskim blokovima.

Godine 2011. provedeno je arheološko istraživanje na manjoj površini brodske konstrukcije radi prikupljanja arheoloških podataka koji su trebali ukazati na dimenzije, očuvanost i nautičke osobitosti nalaza, tj. na generalno stanje brodske konstrukcije. Brod je bio prekriven tankim slojem pijeska te morskom travom vogom (*Posidonia oceanica*) čije je korijenje uraslo u samo drvo. Mehaničko čišćenje konstrukcije od sedimenta obavljalo se posebno izrađenim sisaljkama, čime je omogućena preciznost pri radu te je postignuta odgovarajuća snaga usisavanja, s ciljem minimalnog negativnog utjecaja na drvene elemente broda. Tijekom istraživanja prikupljeni su uzorci slojeva koji su se nalazili iznad broda, te uzorci drva za određivanje vrste drva.

U 2012. godini je, na ukupno 100 Ha akvatorija, od Crvene uvale na sjeveru do Sipra na jugu, tvrtka Harpha Sea d.o.o. iz Kopra izradila batimetrijski snimak. Za predmetno snimanje upotrebljavan je sustav višesnopnog dubinomjera (GPS RTK *multibeam sonar*), čime je u potpunosti registriran reljef dna od 0,5 m do 10 m dubine.

Tijekom vremena provedenog na lokalitetu postalo je jasno da postoje određene opasnosti koje bi mogle ugroziti cjelovitost nalaza, osobito tijekom arheološkog istraživanja brodske konstrukcije. To su

nique (Beta–296186) by the firm Beta Analytic Inc. of Miami. The result was a date of 2860±30, calibrated to between 1120 and 930 BC (with 95% probability), which partially overlaps the corrected result from the Ruđer Bošković Institute.

At the same time, the site needed to be physically protected from marine and human impacts. Geo textile was placed over the site, along with two iron-mesh cages anchored with concrete blocks.

In 2011, archaeological excavation was carried out on a small section of the wreck site in order to collect archaeological data that might indicate the dimensions, state of preservation, and nautical features of the find—that is to ascertain the general condition of the structure of the boat. The upper surface of the boat was covered with a thin layer of sand and was over grown in places with sea grass (*Posidonia oceanica)*. The sediment was removed from the structure with suction pumps (water dredges). These enable precise work by providing just enough suction power to remove the sediment without damaging the wooden elements of the vessel. During the investigations, samples were collected from the strata above the vessel, and samples of wood were taken to determine the age and types of wood used.

In 2012, a bathymetric survey of the seabed was performed by the firm Harpha Sea d.o.o. from Koper,



Rad sa vodenom sisaljkom (Ph. Groscaux).
Working with the water dredge.
Lavoro con la sorbona ad acqua.
Travail avec l'aspirateur à sédiments.

strato di sabbia molto sottile e che le radici delle posidonie (*Posidonia oceanica*) erano penetrate nel legno.

I resti lignei sono stati quindi scavati con un aspiratore a sedimenti abbastanza potente in grado di permettere un lavoro di precisione senza effetti nocivi sulle strutture. In questa fase, i sedimenti che inglobavano il relitto sono stati campionati così come il legno dello scafo per determinare le diverse essenze utilizzate nella costruzione.

Nel 2012, l'Harpha Sea, un'impresa di Capodistria, ha realizzato il rilievo batimetrico dei fondali su una superficie di 100 ettari, tra la baia Crvena uvala a nord e la penisola di Sipar a sud. Il sonar multibeam (GPS RTK) ha registrato una profondità compresa tra -0,5 m e -10 m nella parte meridionale

turales de l'embarcation. À cette occasion, nous avons pu confirmer que la coque était recouverte d'une faible couche de sable et que les racines des posidonies (*Posidonia oceanica*) avaient pénétré dans le bois.

Les vestiges ont été dégagés à l'aide d'aspirateurs à sédiments spécialement conçus pour permettre un travail de précision et atteindre une puissance optimale tout en minimisant les effets nocifs de la fouille sur les éléments en bois. Des échantillons des sédiments ont été prélevés dans les couches couvrant l'épave. Le bois a aussi été échantillonné pour déterminer les diverses essences utilisées dans la construction.

En 2012, Harpha Sea, une entreprise de Koper, a effectué un relevé bathymétrique des fonds marins sur une zone de 100 ha, entre Crvena uvala au nord et la presqu'île de Sipar au sud. Le sondeur multifaisceaux (GPS RTK *multibeam sonar*) a enregistré une profondeur comprise entre -0,5 m et -10 m dans la partie méridionale de la baie de Zambratija.

Pendant ce travail, nous avons pu constater que l'intégrité du gisement était menacée, particulièrement pendant les fouilles archéologiques. La baie de Zambratija étant particulièrement ample et ouverte, elle est exposée aux intempéries, tandis que les effets de la présence humaine semblent difficilement contrôlables, étant donné que le site se trouve à proximité immédiate d'un lieu de baignade. Par conséquent, nous avons décidé de faire construire une

primarno otvorenost zaljeva Zambratija na gotovo sve vremenske nepogode, ali i moguće nekontrolirano ljudsko djelovanje, s obzirom na to da se lokalitet nalazi u neposrednoj blizini kupališta. Slijedom navedenog, odlučeno je da se, zbog potrebe za višednevnim istraživanjem brodske konstrukcije, izradi namjenska zaštitna kutija. Montažno-demontažna zaštitna metalna kutija dimenzija 7 x 4 m, visine 50



Označavanje tehničkih detalja (Ph. Groscaux).
Marking the structural elements.
Etichettatura degli elementi della struttura.
Marquage des éléments de la structure.

in a 100-hectare zone from Crvena Bay to the north to Sipar in the south. A multibeam sonar system (GPS RTK *multibeam sonar*) was used, which recorded the entire topography of the seabed from -0.5 m to -10 m depths in the southern part of Zambratija Cove.

During the time spent on the site, particularly during the excavations, it became clear that certain risks could endanger the structural integrity of the boat find. This was primarily as a result of the aspect of Zambratija Cove, which is open to almost all weather conditions. There was also the possibility of uncontrolled human activity, since the site is located in the immediate vicinity of the beach. It was therefore decided that a protective metal box be constructed. A prefabricated and removable solid-sided metal box measuring 7 x 4 m, with a height of 0.5 m, made of marine steel, was placed over the remains of the boat in August 2013. During the archaeological excavations over three weeks, the top of the metal box could be opened and closed every day as required.

Within the box, the areas that had been investigated in 2011 first had to be cleared with the dredge, and the clumps of sea grass removed, before the excavation commenced.

Along side a daily photographic record, drawing was essential for documenting the individual timbers, as well as organizing work on the wreck. Numerical photogrammetry was also used at the site to create a

della baia di Zambrattia.

Durante questo lavoro, abbiamo potuto costatare che nell'eventualità di un nuovo scavo, il giacimento avrebbe corso un grande pericolo. La baia di Zambrattia, molto ampia e aperta, è esposta alle intemperie, mentre gli effetti della presenza umana sembrano difficilmente controllabili, poiché il sito si trova in prossimità di una spiaggia. Di conseguenza, abbiamo deciso di far costruire una cassa di protezione specialmente concepita per gli scavi sottomarini di lunga durata. Questa cassa in metallo smontabile, di 7 m di lunghezza, 4 m di larghezza e 50 cm di altezza, è stata fabbricata con dell'acciaio utilizzato nella costruzione navale.

Essa è stata installata intorno al relitto nel mese di agosto del 2013. Durante tutta la durata della campagna (tre settimane) l'equipe di scavo ha aperto e richiuso la parte superiore della cassa tutti i giorni, in funzione delle necessità.

All'interno della cassa, le operazioni sono iniziate con la pulizia delle parti del relitto già studiate nel 2011 e con l'eliminazione delle alghe. In seguito, l'indagine della zona non ancora scavata ha potuto aver inizio.

Oltre alla documentazione fotografica quotidiana, abbiamo realizzato un rilievo manuale del relitto per poter disporre di un documento grafico di riferimento utile per organizzare il lavoro e registrare



Proučavanje arhitektonskih ostataka broda (Ph. Groscaux).

Architectural observations of the shipwreck remains.

Osservazioni sulla struttura del relitto.

Observations architecturales sur les vestiges de l'épave.

cage de protection spécialement adaptée aux fouilles sous-marines de longue durée. Cette cage en métal démontable, de 7 m de longueur, 4 m de largeur et 50 cm de hauteur, a été fabriquée avec de l'acier utilisé en construction navale et installée autour des vestiges du bateau en août 2013. Pendant toute la durée de la campagne, qui s'est déroulée sur trois semaines, l'équipe a ouvert et refermé la partie supérieure de la cage tous les jours et en fonction des besoins.

À l'intérieur de la cage, les opérations ont commencé par le nettoyage à l'aide d'un aspirateur à sédiments des parties de l'épave étudiées en 2011 et par l'élimination des herbes marines. Ensuite, la fouille des parties de coque encore ensevelies a débuté.

cm izrađena od tzv. brodskog čelika, tijekom kolovoza 2013. bila je sastavljena iznad ostatka broda. Tijekom arheološkog istraživanja u trajanju od ukupno tri tjedna gornje plohe zaštitne metalne kutije su se, prema potrebi, svakodnevno otvarale i zatvarale.

Unutar kutije prvo su podvodnom sisaljkom očišćeni dijelovi istraženi 2011. godine, a nakon toga pristupilo se uklanjanju izrasta morske trave te samom istraživanju.

Uz svakodnevnu izradu fotodokumentacije primarno je izrađen crtež s ciljem označivanja pojedinih konstruktivnih dijelova te radi organiziranja rada na brodskoj konstrukciji i bilježenja prvih mjerenja i opažanja. Na nalazištu je primijenjena i metoda numeričke fotogrametrije radi izrade 3D modela broda. Tijekom istraživanja dijagnosticirani su pojedini specifični detalji i svi su dijelovi brodske konstrukcije temeljito analizirani.

Brod je po okončanju istraživanja slojevito zatrpan te je dodatno zaštićen zaštitnom željeznom mrežom. U predmetnim radovima sudjelovali su arheolozi, konzervatori, restauratori, studenti arheologije te sportski i profesionalni ronioci koji su radili u parovima, svaki po dva ronilačka sata. Radovi na obradi podataka, analizi drva, izradi 3D modela brodske konstrukcije sa i bez rebara, 3D modela rebara te rekonstrukciji i restituciji brodskih linija izvođeni su u naredne tri godine.

3D model of the vessel. Certain specific details were investigated during the excavation and all parts of the boat structure were analysed in detail. When the excavation concluded, the boat was covered again and the steel cage was closed.

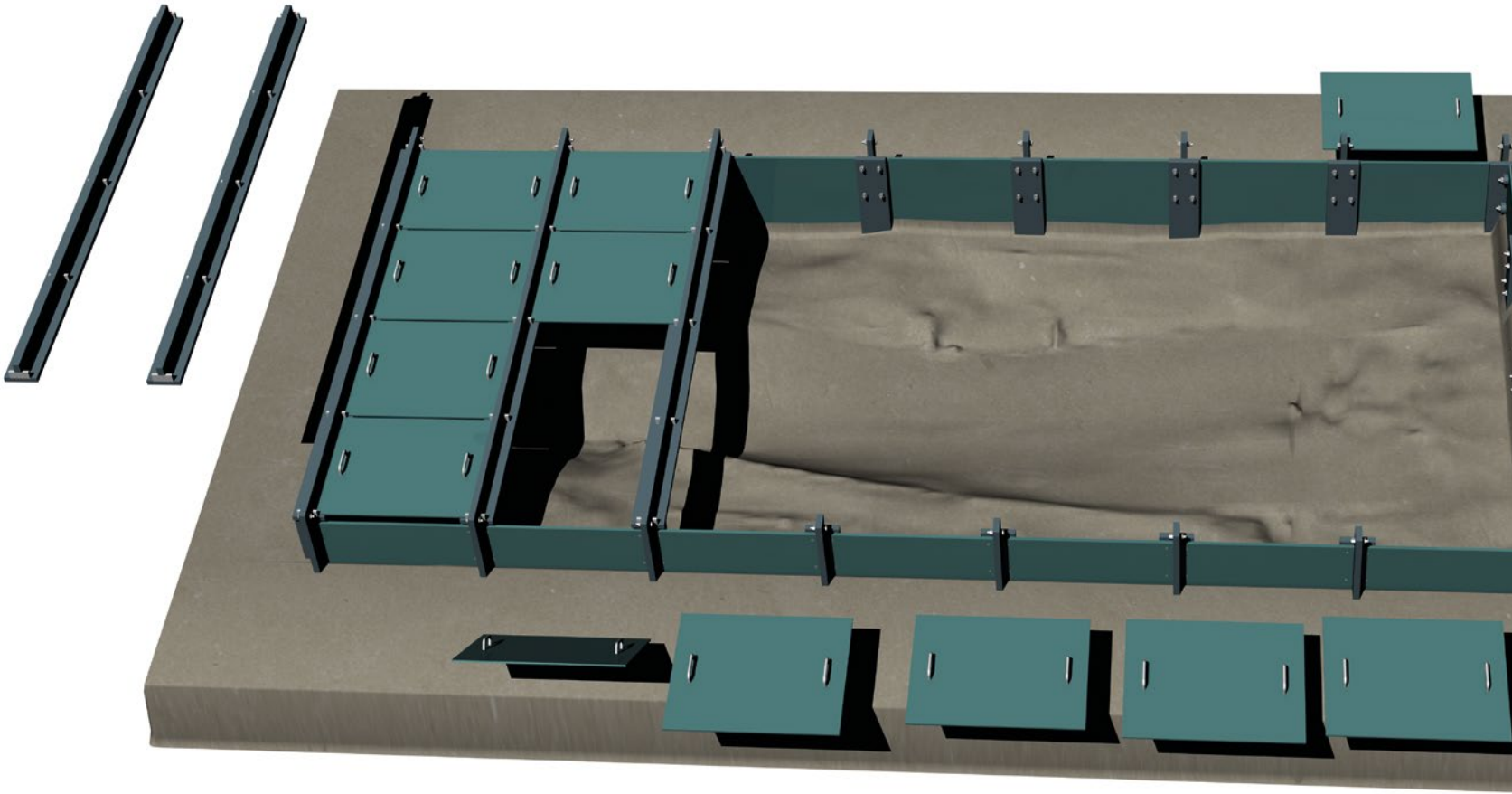
The work was performed by archaeologists, conservators, restorers, archaeology students, and amateur and professional divers. The team worked in pairs, with each diving session lasting two hours. In the following three years, the data was analysed, the wood was studied, 3D models of the boat were made—with and without the frame timbers—and the reconstruction and restitution of the lines of the ship were estimated. The results of some of these endeavours are displayed in this exhibition and explained in more detail in this catalogue.

le prime misure e osservazioni. Una volta completamente liberate dai sedimenti, le diverse strutture sono state etichettate e due rilievi fotogrammetrici sono stati realizzati (con e senza ordinate). Questi rilievi ci hanno permesso di ottenere un modello 3D del relitto. Inoltre, un gran numero di dettagli specifici è stato identificato e tutte le strutture conservate sono state minuziosamente analizzate e misurate.

Al termine delle operazioni, il relitto di Zambratija è stato ricoperto con della sabbia e con una rete di protezione in metallo. Gli archeologi, i conservatori, i restauratori, gli studenti, i subacquei sportivi e professionali che hanno partecipato a questa campagna di scavo hanno lavorato in binomio per la durata di due ore d'immersione al giorno. Lo studio post-scavo, ovvero il trattamento dei dati, l'analisi del legno, la realizzazione del modello 3D del relitto con e senza ordinate e del modello 3D delle ordinate, così come l'elaborazione di un primo piano di costruzione, è stato realizzato nei tre anni che hanno seguito i primi lavori di cantiere. L'esposizione e il catalogo presentano una parte di questi primi risultati.

Outre la documentation photographique quotidienne, un relevé manuel de l'épave a été réalisé afin de disposer d'un document graphique de référence utile pour organiser le travail et enregistrer les premières mesures et observations. Une fois dégagées, les différentes structures conservées ont été marquées. Un relevé photogrammétrique a aussi été réalisé afin de créer un modèle 3D de l'épave. Lors de la campagne, un grand nombre de détails spécifiques ont pu être identifiés et toutes les structures conservées ont été minutieusement analysées et mesurées.

Au terme de la campagne de fouille, l'épave de Zambratija a été couverte avec du sable et avec un filet de protection en métal. Les archéologues, conservateurs, restaurateurs, étudiants, plongeurs sportifs et professionnels qui ont participés à cette campagne de fouille ont travaillé par paires à raison de deux heures de plongée par jour. Le traitement des données, l'analyse du bois, la réalisation du modèle 3D de l'épave avec et sans membrures et du modèle 3D des membrures, ainsi que la restitution d'un premier plan des formes ont été réalisés durant les trois ans qui ont suivi le chantier. L'exposition et le catalogue présentent une partie de ces premiers résultats.





Metalna zaštitna kutija i 3D model broda (P. Poveda).

The metallic protective box and the 3D model of the shipwreck.

Il cassone di protezione e il modello 3D del relitto.

Le caisson de protection et le modèle 3D de l'épave.

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 of the boat

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 sheerstrake.



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 Zambratija.

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 tronc 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 osnog elementa tj. monoksilne kobilice, 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.

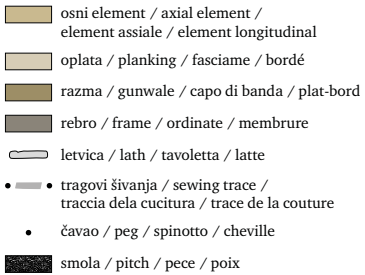
The positions of three more frames have been identified by rows of plugged holes on the planking

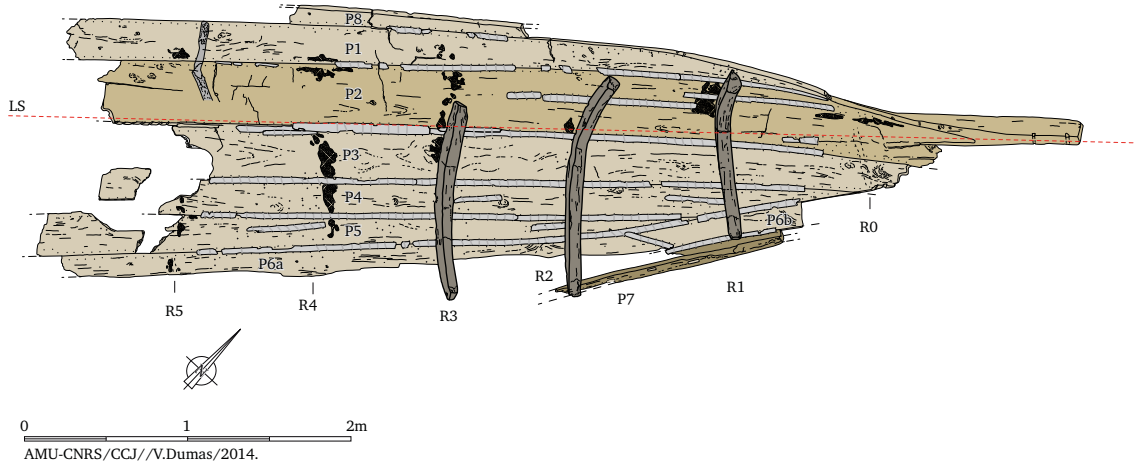
Plan i uzdužni presjek broda (V. Dumas).

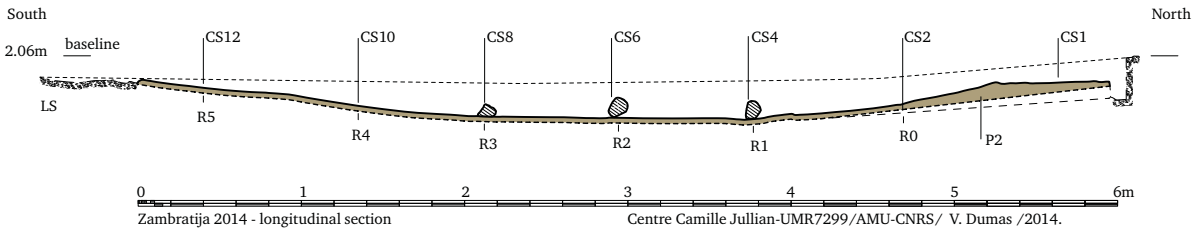
Plan and longitudinal section of the boat.

Pianta e sezione longitudinale dell'imbarcazione.

Plan et section longitudinale du bateau.







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 element izrađen iz jednog komada drva te da je imao ulogu kobilice.

Osim ovog osnog elementa, 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 (ključem).

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



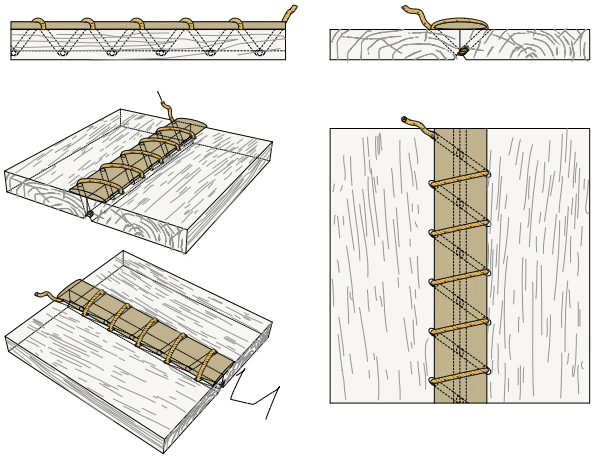
Sjeverni kraj broda (Ph. Groscaux).
The northern end of the boat.
L'estremità nord dell'imbarcazione.
L'extrémité nord du bateau.

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.

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



Tragovi šivanja konopom (Ph. Groscaux).

Detail of the sewing marks.

Dettaglio delle tracce lasciate dalla cucitura.

Vue de détail des traces de la couture.

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 superfice 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.

Mali drveni šiljati čavli, od jedan do tri po rupi, zaptivali su rupe za šavove. Čavli, dobiveni rasijecanjem 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 oplate, 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.

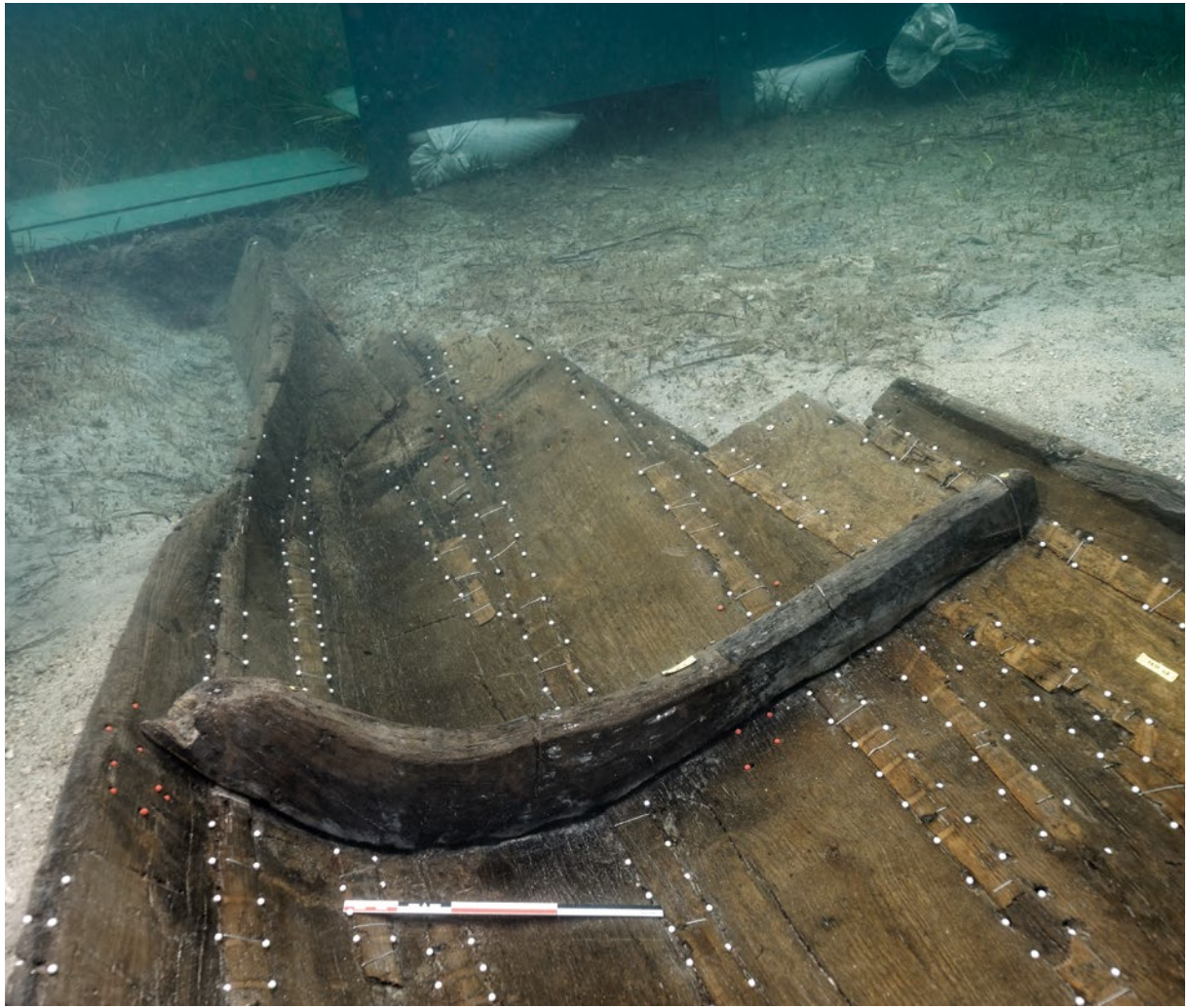
elements conserve their tops, while the western arm is broken. Widely spaced (around 83 cm on average), these floor-timbers have a trapezoidal section with a narrow foot and a rounded and wider upper surface.

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 driven obliquely into the planks and pegs that locked them 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 at this date, as is the sewing technique employed to



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.

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 Adriatic geographical zone. This tradition, "the Illyrian sewn tradition", survived until the Roman period ("Romano-Illyrian sewn tradition"), 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 Zambratija 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 Zambratija, 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 Zambratija può essere considerata come l'archetipo di una delle tradizioni d'imbarcazioni cucite identificate nell'Adriatico. Questa tradizione, chiamata "tradizione Illirica" è sopravvissuta

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 Zambratija 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 Zambratija 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 oplate, 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 Jadrana. Ova tradicija, nazvana „ilirska tradicija šivanja", preživjela je do rimskog razdoblja („rimsko - ilirska tradicija šivanja"), 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 raft, the skin boat, the bark boat, and the logboat).

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.

fino all'epoca romana ("tradizione romano-illirica"), 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 Zambratija 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 (la zattera, la barca in pelle e quella costruita con la corteccia e la piroga monossile).

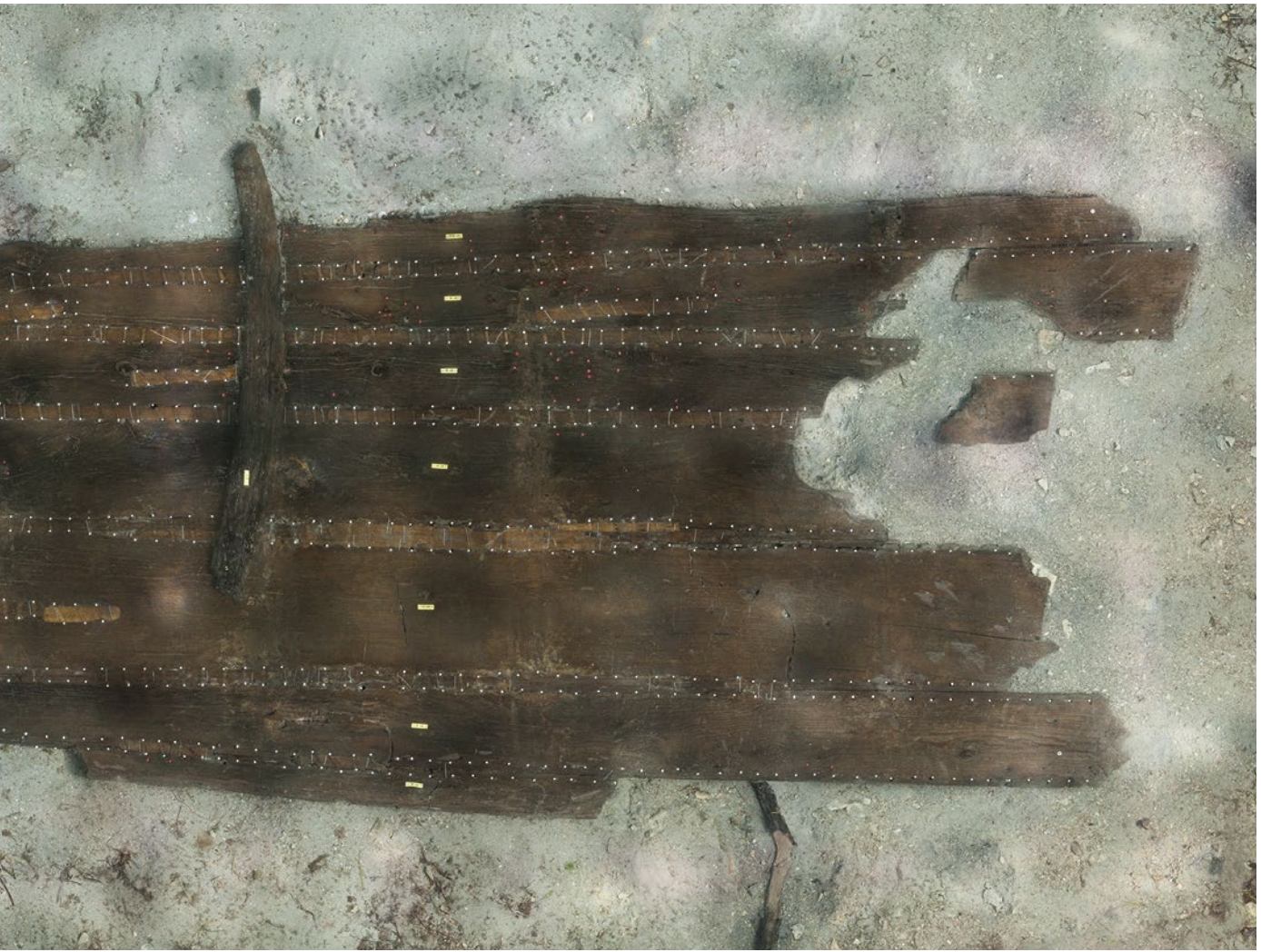
Con l'imbarcazione di Zambratija, è stato possibile mettere in evidenza per la prima volta da un punto di vista archeologico il ruolo della piroga nello sviluppo delle imbarcazioni a tavole assemblate nel Mediterraneo settentrionale e, in particolare, nell'Adriatico nord-orientale.

datation, le bateau de Zambratija peut être considéré comme l'archétype d'une des traditions de construction de bateaux cousus identifiées en Adriatique. Ces bateaux cousus, dits de « tradition illyrienne », ont survécu jusqu'à la période romaine (« tradition romano-illyrienne »), 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 apr. J.-C.

Pour conclure, la découverte du bateau de Zambratija 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 (le radeau, le bateau de peau, le bateau de écorce et la monoxyle).

La découverte du bateau de Zambratija 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.

1M



Ortofoto (V. Dumas, Ph. Groscaux).
Ortophoto.
Ortofoto.
Ortophoto.

Digitalna fotogrametrija i dokumentiranje broda

Nakon uklanjanja sedimenta iznad brodske konstrukcije pristupilo se njezinom označivanju. Svaki arhitektonski element označen je alfanumerički, tj. pojedinim slovom i brojem, dok su svi spojni elementi označeni pribadačama različitih boja. Navedeni način pripreme brodske konstrukcije od temeljne je važnosti za izradu fotogrametrije te analizu brodske arhitekture.

Položaj broda u uvali Zambratija zatim je snimljen totalnom stanicom te je povezan s geografskim koordinatnim sustavom. Dokumentiranje broda obavljeno je metodom fotogrametrije, za čiju je izradu upotrijebljen profesionalni digitalni fotoaparat.

Fotograf je obavio dva snimanja - sa i bez brodskih rebara, na temelju kojih su, upotrebom za to predviđenih softvera (Agisoft PhotoScan) izrađena dva 3D modela. Za izradu prvog modela korišteno je 618 fotografija, a za izradu drugog modela 546 fotografija. Gustoća točaka varirala je od 18.260 točaka po kvadratnom metru za prvi model, do gotovo 19.000 točaka po kvadratnom metru za drugi.

Cjelokupna grafička dokumentacija (planovi i presjeci) iscrtana je na osnovi ovih 3D modela. Izrađeni 3D modeli te detaljna arhitektonska stu-

Numerical photogrammetry and documentation of the boat

After removing the sediments that covered the Zambratija wreck, the timbers were labelled. An alphanumerical code composed of a letter indicating the type of timber and a number was assigned to every structural element, while the fasteners were recorded using different coloured drawing pins.

The position of the wreck was mapped within Zambratija Cove using a total station, and then linked to the local geographical coordinate system. A photogrammetric survey was undertaken using a professional-quality photographic camera.

The photographer completed two surveys, with and without the cage in place, and two 3D models were created as a result using dedicated software (Photoscan, Agisoft ed.). For the first model, 618 photos were used, while the second model was obtained from 546 photos. The density of points was up to 18,260 points per square metre for the first 3D model and nearly 19,000 points per square metre for the second.

The 3D models of the preserved remains were used as the base for the entire graphic record of the vessel (plans and sections). Along with the detailed structural study, the models also provided the basis

La fotogrammetria numerica e la documentazione del relitto

Una volta interamente liberato dai sedimenti, il relitto di Zambratija è stato etichettato. Una sigla alfanumerica, formata da una lettera identificante il tipo di struttura seguita da un numero, è stata attribuita a ogni elemento architettonico mentre i diversi tipi di assemblaggi sono stati materializzati con puntine di diversi colori. Questa preparazione del relitto è una tappa fondamentale prima del rilievo fotogrammetrico e dello studio delle strutture.

La posizione del relitto all'interno della baia di Zambrattia è stata in seguito rilevata con una stazione totale situata sulla costa. In questo modo il relitto è stato georeferenziato rispetto al sistema di coordinate locali. Il rilievo dello scafo è stato poi realizzato con il metodo della fotogrammetria utilizzando un apparecchio fotografico numerico professionale.

Il fotografo ha effettuato due coperture fotografiche, con e senza ordinate *in situ*. Grazie a questa documentazione, due modelli 3D sono stati calcolati con il programma Photoscan di Agisoft. Un totale di 618 fotografie sono state utilizzate per il calcolo del primo modello, e 546 per il secondo. La densità dei punti ottenuta nei due casi va da 18260 punti per

La photogrammétrie numérique et la documentation de l'épave

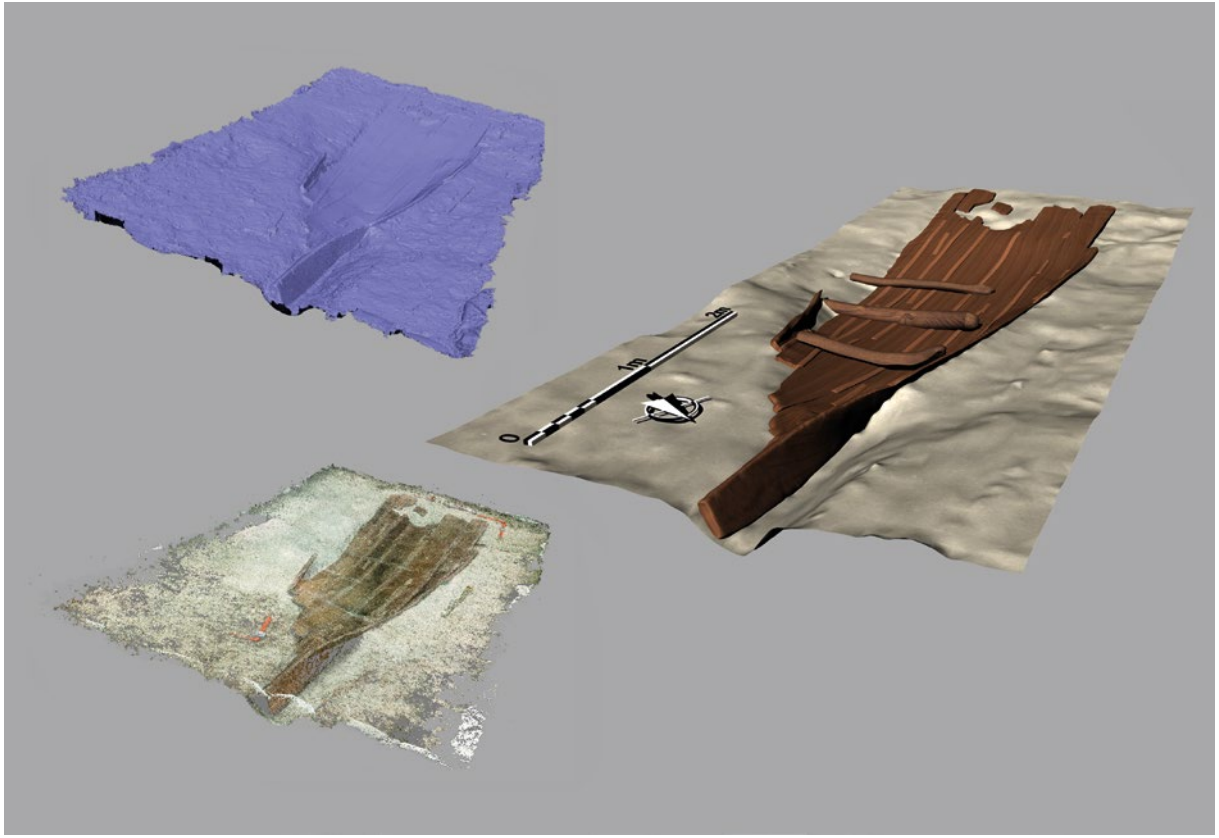
Après avoir été entièrement dégagée des sédiments, l'épave de Zambratija a fait l'objet d'un marquage intégral. Un code alphanumérique, composé d'une lettre indiquant le type de structure et d'un chiffre, a été attribué à chaque élément architectural, tandis que les différents assemblages ont été matérialisés avec des punaises à tête plastifiée de couleur différente. Cette préparation de l'épave est fondamentale pour l'étude et le relevé des structures conservées.

L'épave a ensuite été positionnée au sein de la baie de Zambratija à partir de la côte grâce à une station totale rattachée au système de coordonnées géographiques locales. Le relevé a été réalisé avec la méthode de la photogrammétrie en utilisant un appareil photographique numérique professionnel.

Le photographe a effectué deux couvertures photographiques, avec et sans les membrures en place. Grâce à cette documentation, deux modèles 3D ont été calculés avec l'aide d'un logiciel adapté (Photoscan, Agisoft). Pour le calcul du premier modèle, 618 clichés ont été utilisés contre seulement 546 pour le deuxième. La densité de points obtenue dans les deux cas varie entre 18 260 et presque 19 000 points par mètre carré.

dija brodske konstrukcije poslužili su kao temelj za izradu prve hipoteze rekonstrukcije forme broda iz Zambratije.

for an initial attempt at reconstructing the original shape of the Zambratija boat.



Upotreba fotogrametrije kod izrade modela broda (V. Dumas, Ph. Groscaux).

3D models of the shipwreck.

Modelli 3D del relitto.

Modèles 3D de l'épave.

metro quadro per il primo modello, e quasi 19000 punti per metro quadro per il secondo.

Questi due modelli 3D ci hanno permesso di disegnare tutta la documentazione grafica relativa al relitto (planimetrie e sezioni). Inoltre, i modelli 3D insieme allo studio architettonico dettagliato delle strutture, sono il punto di partenza che ci ha permesso di elaborare una prima ipotesi di ricostruzione dell'imbarcazione di Zambratija.

Sur la base de ces deux modèles 3D des vestiges conservés, toute la documentation graphique a été dessinée (planimétries et sections). Ces modèles 3D ainsi que l'étude architecturale détaillée des structures constituent la base de la première hypothèse de restitution des formes du bateau de Zambratija.



Fotografiranje broda za izradu fotogrametrijskog modela (V. Dumas).

Photographic documentation of the shipwreck for the photogrammetry.

Documentazione fotografica del relitto per la fotogrammetria.

Documentation photographique de l'épave pour la photogrammétrie.

Prva hipoteza rekonstrukcije forme trupa

Za rekonstrukciju izvorne forme broda iz Zambratije, koja se temelji na očuvanim ostacima, nije bilo moguće primijeniti arheološke i ikonografske paralele, s obzirom na to da ovaj brod ima jedinstvenu formu te određene arhitektonske karakteristike.

Ipak, brodska konstrukcija relativno je dobro očuvana, s oko 30 % izvornog plovila. Ostaci uključuju tri elementa važna za rekonstrukciju: jedan od krajeva broda koji definira njegovu uzdužnu formu; razma koji definira maksimalnu visinu iznad vodene linije te tri rebrenice koje definiraju poprečnu formu trupa. Rebrenice su također važne jer omogućuju procjenu deformacija nastalih uslijed slijeganja trupa na morskom dnu.

Prva hipoteza za rekonstrukciju broda iz Zambratije temelji se samo na virtualnom 3D modeliranju. Radom na korekciji i rekonstrukciji brodskih linija utvrđeno je da je najveća širina broda, tj. širina glavnog rebra smještena unutar očuvanog dijela brodskog trupa. U skladu s tim, bilo je moguće pretpostaviti da ovdje očuvani dio broda čini potpunu trećinu izvornog plovila. Analizom ostataka također se došlo do najjednostavnije hipoteze rekonstrukcije forme sa simetričnim poprečnim (desna/

The first hypothesis of the reconstruction of the hull shape

As this wreck has a form and structural characteristics that are unique, it was not possible to use archaeological or iconographical parallels to inform the reconstruction of its original shape from the surviving remains.

Nevertheless, the remains of the hull are relatively well preserved, comprising at least 30% of the original vessel. These remains include three important elements for any reconstruction: one of the extremities provides the longitudinal shape of the vessel, the gunwale defines the maximum height above the water line, and three floor-timbers give the shape of the hull in cross-section. These frames can also be used to evaluate the degree of deformation of the hull as a result of post-depositional factors.

This first hypothesis for the reconstruction of the Zambratija boat is based on 3D virtual modelling, which was used to realign the hull timbers. This has established that the widest part of the boat, the main section, was likely within the preserved portion of the hull. Consequently, it is proposed that the preserved portion of the wreck equates to a complete quarter of the original vessel. Taking the simplest hypothesis, we suggest a symmetrical vessel both in

La prima ipotesi di ricostruzione delle forme dello scafo

Per realizzare la ricostruzione delle forme originali dell'imbarcazione di Zambratija non abbiamo potuto fare riferimento a dei confronti archeologici o iconografici poiché questo relitto presenta delle caratteristiche architettoniche e una forma dello scafo uniche nel loro genere.

Malgrado questo inconveniente, i resti dell'imbarcazione sono relativamente ben conservati (il 30% dell'imbarcazione originaria). Essi comportano tre elementi fondamentali: un'estremità che definisce la forma della barca da un punto di vista longitudinale, il capo di banda che delimita l'altezza dell'imbarcazione sulla linea di galleggiamento e tre madieri che ci permettono non solamente di apprezzare la forma trasversale dello scafo, ma anche di valutare le deformazioni subite dalle strutture lignee.

La prima ipotesi di ricostruzione dell'imbarcazione di Zambratija si basa unicamente sull'utilizzo della virtualizzazione tridimensionale. Il lavoro di raddrizzamento delle forme e di ricostruzione ha permesso di costatare che il punto più largo dell'imbarcazione, la sezione maestra, può essere situata all'interno della porzione conservata dello scafo. Di conseguenza, possiamo ragionevolmente supporre

Première hypothèse de restitution des formes de la coque

Pour réaliser la restitution des formes d'origine du bateau de Zambratija à partir des vestiges conservés, nous n'avons pas pu nous appuyer sur des parallèles archéologiques ou iconographiques car cette épave présente des caractéristiques architecturales et une forme de carène qui restent à ce jour uniques.

Néanmoins, les vestiges de la coque sont relativement bien préservés, avec près de 30% du bateau d'origine. Ils comportent trois éléments fondamentaux : une extrémité qui définit la forme du bateau du point de vue longitudinal, le plat-bord qui le délimite dans sa hauteur au-dessus de l'eau et trois varangues qui nous permettent d'apprécier la forme transversale de la carène tout en évaluant les déformations subies par le bois.

La première hypothèse de restitution du bateau de Zambratija s'est basée uniquement sur l'utilisation de la virtualisation tridimensionnelle. Le travail de redressement des formes et de restitution a fait apparaître que le point le plus large du bateau, le maître-couple, semble pouvoir être replacé à l'intérieur de la section conservée de la coque. En conséquence de quoi nous pouvons raisonnablement supposer que la partie conservée de l'épave correspond à un quart



Slaganje isprintanih dijelova 3D modela broda (L. Roux).

The printed model of the remains of the shipwreck.

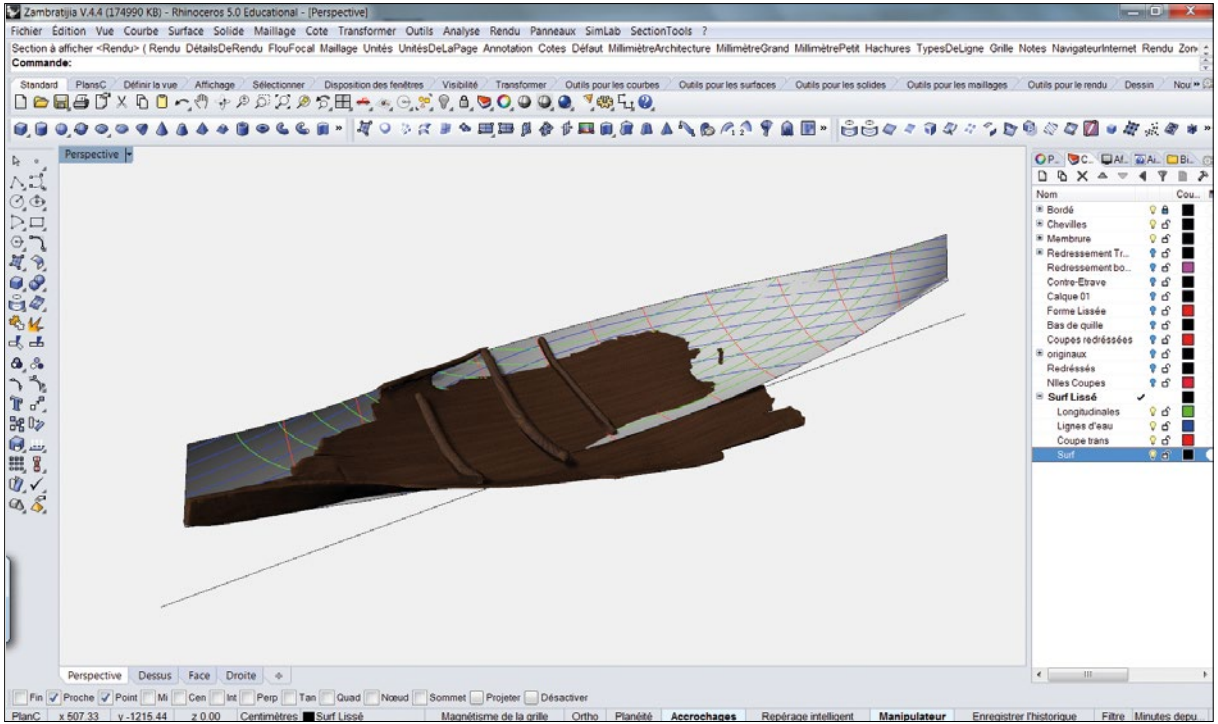
Modellino dei resti del relitto ottenuto con una stampante 3D.

Maquette imprimée des vestiges de l'épave.

lijeva strana) i uzdužnim presjekom tj. brodskim krajevima (pramac/krma). Zaključak rekonstrukcije sugerira da je brod iz Zambratije vjerojatno bio dug 9,11 m, širok 2,28 m i visok 66 cm na presjeku glavnog rebra. Unatoč zaobljenom poprečnom presjeku, trup ima vrlo oštro i okomito formirane krajeve (pramac/krmu).

cross-section (starboard/portside) and longitudinally (forward/aft).

This process has enabled a hypothetical reconstruction of the Zambratija boat that is 9.11 m long, 2.28 m wide, and 0.66 m deep at the main cross-section. This section is rounded, while the ends are sharp, with a vertical stern and bow. Finally, the ves-



Digitalni 3D modela broda unutar rekonstrukcije brodskih linija (L. Damelet).

The 3D model of the remains realigned on the hull line drawing of the ship.

Il modello 3D dei resti del relitto posizionato sul piano di costruzione.

Le modèle 3D des vestiges de l'épave redressés sur le plan de forme.

che la parte conservata del relitto corrisponde a un quarto completo dell'imbarcazione. L'analisi dei resti ci ha anche condotto a emettere quella che ci sembrava essere l'ipotesi più semplice: un'imbarcazione simmetrica babordo/tribordo e prua/poppa.

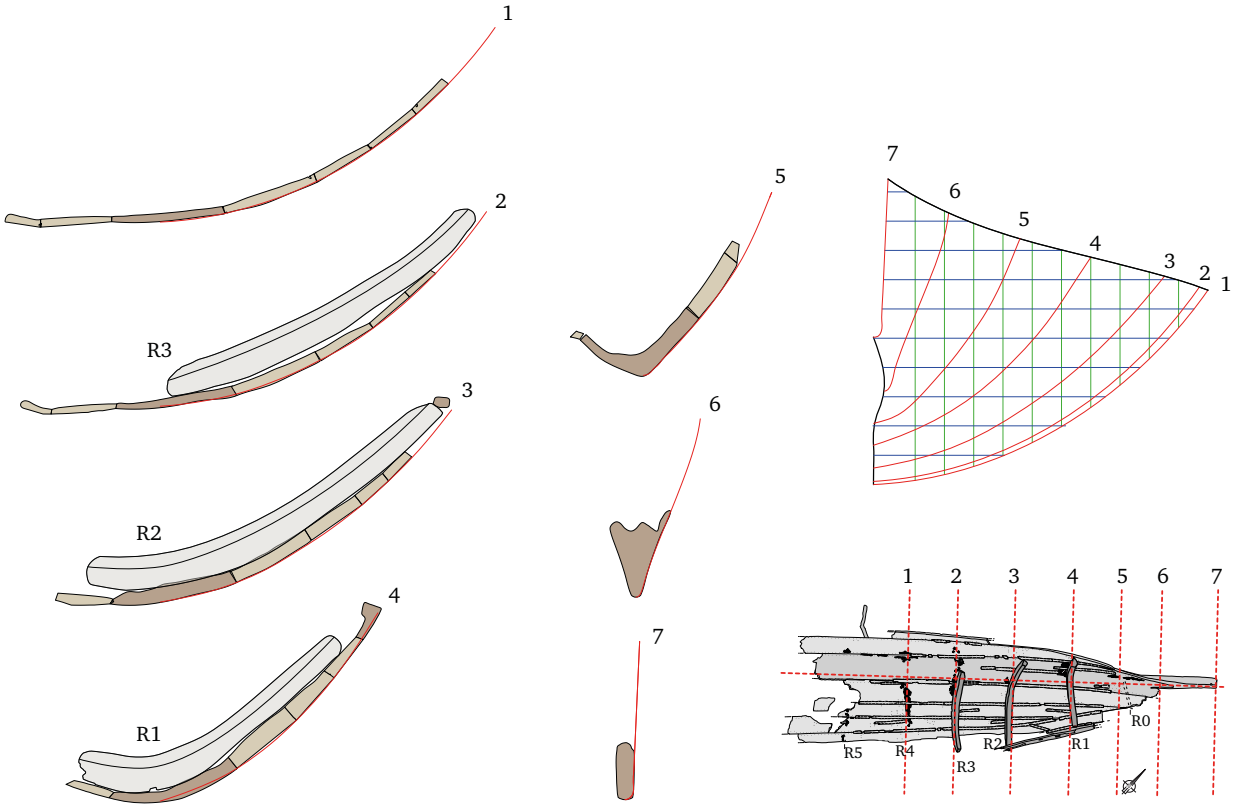
In conclusione, al termine del processo di ricostruzione, abbiamo ottenuto un'imbarcazione di 9,11 m

complet du bateau. Ce constat nous a aussi conduit à poser l'hypothèse qui nous a paru la plus simple : celle d'un navire symétrique bâbord/tribord et avant/arrière.

Au terme du processus de restitution, nous avons obtenu un bateau de 9,11 m de long pour 2,28 m de large et 66 cm de creux au maître couple. De sec-

Trup također ima vrlo izraženu uzdužnu krivulju koju prati linija završnog voja oplate (razma), tvoreći oblik banane.

sel has a very pronounced bend or rocker along its length, matched by the curve of the sheer line, making it appear rather ‘banana-shaped’.



Poprečni presjeci duž uzdužne osi broda (P. Poveda).

Cross sections realigned along the longitudinal axis of the ship.

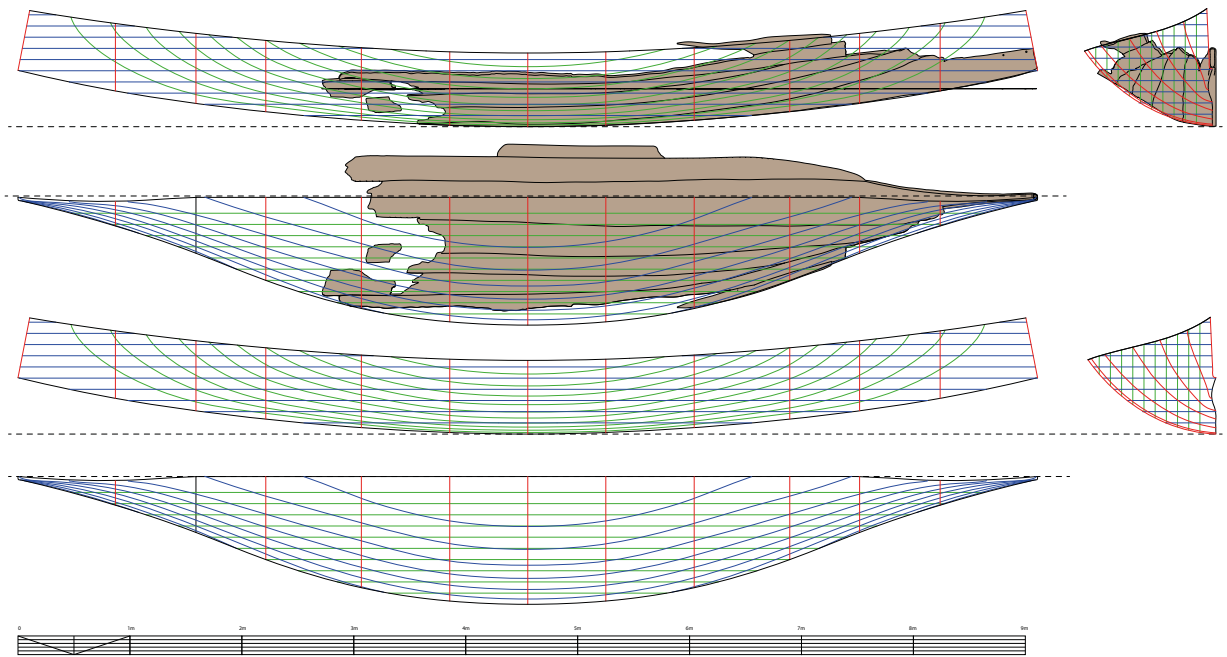
Sezioni trasversali posizionate sull’asse longitudinale dell’imbarcazione.

Coupes transversales redressées selon l’axe longitudinal du bateau.

di lunghezza su 2,28 m di larghezza e 66 cm d'altezza alla sezione maestra.

Nonostante una sezione trasversale molto arrotondata, questa imbarcazione presenta delle estremità affilate costituite da due blocchi verticali a poppa e a prua. Longitudinalmente, essa presenta un arco molto pronunciato secondo la stessa curvatura del capo di banda (profilo a "banana").

tion très arrondie, il présente des extrémités effilées constituées par les deux massifs verticaux à la proue et à la poupe. Longitudinalement l'embarcation présente un arc très prononcé selon une courbure que poursuit la tonture pour donner au bateau un aspect en forme de croissant.



Prva hipoteza rekonstrukcije brodskih linija (P. Poveda).

First hypothesis of hull line drawings.

Prima ipotesi di piano di costruzione.

Première hypothèse de plan de forme.

Analiza drva

Laboratorijska analiza 28 uzoraka drva s brodske konstrukcije iz Zambratije ukazuje na upotrebu pet različitih vrsta drva: brijest (*Ulmus* sp.), joha (*Alnus* sp.), divlja kruška (*Pyrus communis* L.), topola (*Populus* sp.) i jela (*Abies alba*).

Osni element broda i svi vojevi oplate izrađeni su od brijesta. Od tri očuvane rebrenice, dvije su izrađene od johe, a treća od divlje kruške. Osam analiziranih malih drvenih čavala koji su zaptivali rupe za šavove izrađeno je od dvije vrste drva: topole i johe. Šest analiziranih letvica namijenjenih brtvljenju sljubnica platica izrađeno je od drva jele.

Upotreba drva za izradu brodske konstrukcije ukazuje na homogenost pri odabiru vrste za oplatu, dok odabir drva za rebra pokazuje određenu heterogenost.

Dobiveni rezultati ukazuju na upotrebu vrsta dostupnih u blizini obale, u okolišu bogatom slatkom vodom koji karakteriziraju tekućice, močvare i obalne lagune.

Samo drvo jele, vrste koja raste u planinskim krajevima, vjerojatno dolazi iz šuma koje su udaljene od obale. Sve vrste drva koje su analizom utvrđene na brodskoj konstrukciji iz uvale Zambratija i danas su zastupljene uzduž istarske obale, osim jele, čija je sastojina udaljena najmanje 60 km od mora.

Wood analysis

The analysis of 28 wood samples recovered from the Zambratija vessel shows the use of five species: elm (*Ulmus* sp.), alder (*Alnus* sp.), wild pear (*Pirus communis* L.), poplar (*Populus* sp.) and fir (*Abies alba*).

All the planks were made of elm. Of the three preserved floor-timbers, two were made of alder, and one of wild pear. The eight analysed pegs used to lock the stitches in place were made from two species: poplar and alder. Six of the laths used to render the hull water tight have been identified as fir. The distribution of the different species within the hull structure shows that the planking was highly homogenous, while the frames show a degree of diversity.

These results are related to the availability of species near the coast, a rich freshwater environment characterized by marshes and coastal lagoons. Only fir, which grows in mountain environments, probably came from forests situated at some distance from the coast. It should be noted that even today, all species identified within the Zambratija vessel can be found near the Istrian coast, apart from fir trees, which are located at least 60 km inland.

The use of elm could also be related to the need for large timbers, particularly for the longitudinal elements of the vessel. On the other hand, the use

Lo studio del legno

L'analisi dei 28 campioni prelevati sul relitto di Zambratija ha rivelato l'utilizzazione di cinque specie lignee diverse: l'olmo (*Ulmus* sp.), l'ontano (*Alnus* sp.), il pero selvatico (*Pirus communis* L.), il pioppo (*Populus* sp.) e l'abete (*Abies alba*).

L'elemento assiale e la totalità delle tavole del fasciame sono in olmo. Dei tre madieri conservati, due sono in ontano e uno in pero. Gli otto spinotti di bloccaggio delle cuciture oggetto d'analisi sono confezionati con due tipi di legno: il pioppo e l'ontano. Le sei tavolette analizzate sono state fabbricate con legno d'abete.

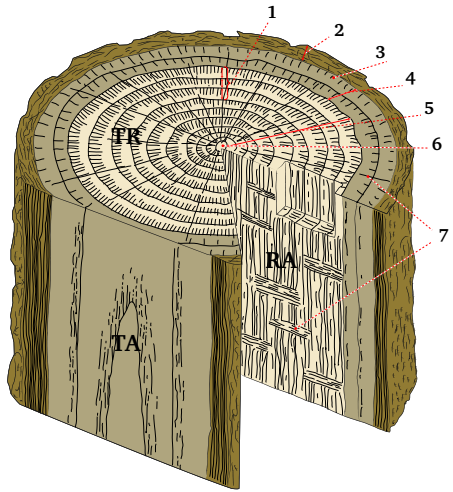
La distribuzione delle specie lignee all'interno dello scafo indica che il fasciame è molto omogeneo, mentre la carpenteria trasversale presenta una maggiore diversità.

I risultati riflettono l'utilizzazione di specie disponibili in prossimità del litorale, in un ambiente ricco di corsi d'acqua, stagni e lagune costiere. Solamente l'abete, un albero che cresce in montagna, doveva provenire da foreste situate a duna più grande distanza dalla costa. Ancora oggi, tutte le specie lignee identificate sul relitto di Zambratija, s'incontrano in prossimità del litorale istriano, ad eccezione dell'abete che tuttavia è presente a meno di 60 km dalla costa.

Etudes du bois

L'analyse des 28 échantillons de bois prélevés sur l'épave de Zambratija a révélé l'utilisation de cinq taxa : l'orme (*Ulmus* sp.), l'aulne (*Alnus* sp.), le poirier sauvage (*Pirus communis* L.), le peuplier (*Populus* sp.) et le sapin (*Abies alba*).

L'élément axial et la totalité du bordé sont en orme. Des trois varangues conservées, deux sont en



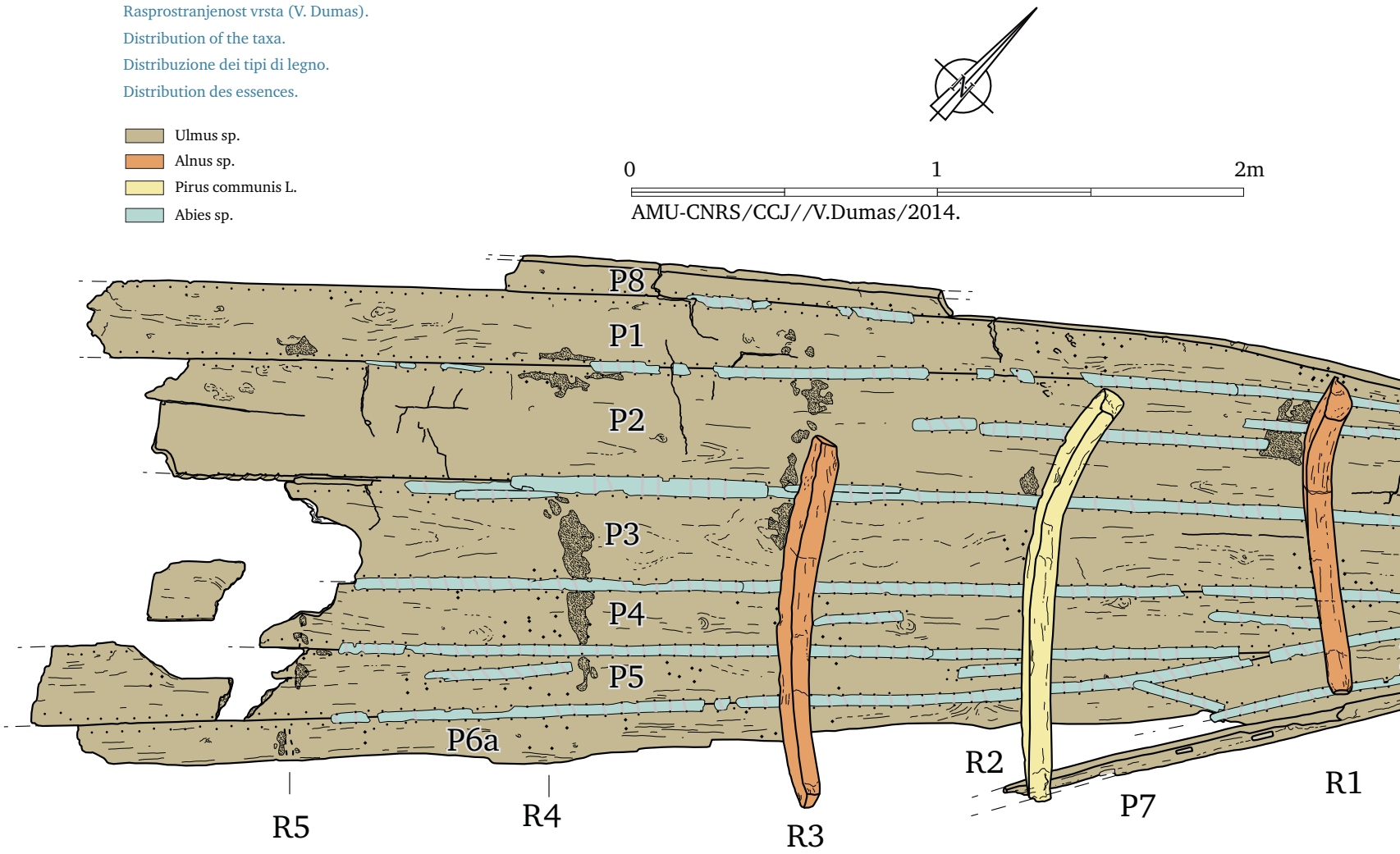
1. Godovi / Anelli / Cernes / Rings
2. Kora / Corteccia / Ecorce / Cork
3. Kambij / Cambio / Cambium
4. Meko drvo / Alburno / Aubier / Sapwood
5. Tvrdo drvo / Durame / Duramen / Earthwood
6. Srčika / Midollo / Moëlle / Pitch
7. Sržne trake / Raggi / Rayons / Rays

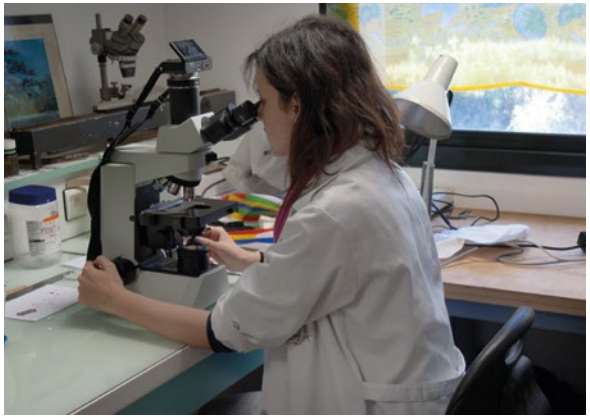
Smjerovi i referentni presjeci drveta: poprečni presjek (TR), radijalni presjek (RA) i uzdužni presjek (TA) (P. Poveda, iz: Kaennel, Schweingruber 1995, p. 463).

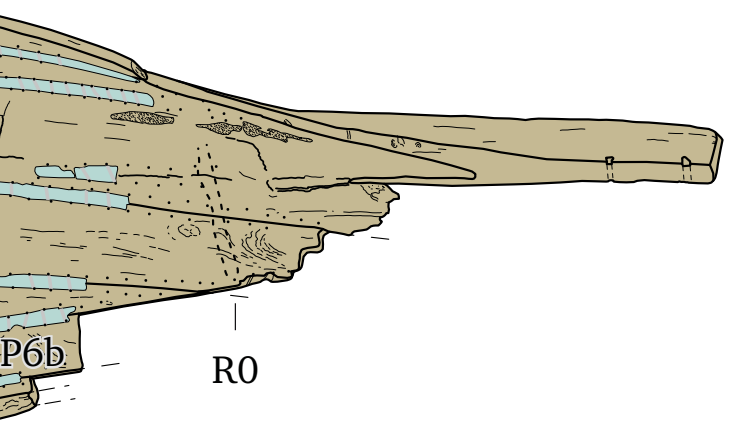
Directions and reference sections of the wood: transversal section (TR), radial section (RA) and tangential section (TA).

Direzioni e sezioni di riferimento del legno: sezione trasversale (TR), sezione radiale (RA) e sezione tangenziale (TA).

Directions et plans de référence dans le bois : plan transversal (TR), plan radial (RA) et plan tangentiel (TA).


Rasprostranjenost vrsta (V. Dumas).
Distribution of the taxa.
Distribuzione dei tipi di legno.
Distribution des essences.
Ulmus sp.
Alnus sp.
Pirus communis L.
Abies sp.
0
1
2m
AMU-CNRS/CCJ//V.Dumas/2014.
P8
P1
P2
P3
P4
P5
P6a
R5
R4
R3
R2
P7
R1





aulne et une en poirier. Les huit chevilles de blocage des ligatures analysées sont confectionnées à partir de deux essences : le peuplier et l'aulne ; le sapin a été identifié sur six planchettes (lattes) posées à la jonction des bords des virures et enserrées par les ligatures. La distribution des *taxa* à l'intérieur de la coque montre que le bordé est très homogène tandis que la membrure présente une plus grande diversité.

Les résultats reflètent l'emploi d'essences disponibles à proximité du littoral, dans un environnement riche en cours d'eau, marais et lagunes côtières. Seul le sapin, essence montagnarde, devait se trouver dans des forêts plus éloignées des côtes. Encore aujourd'hui, toutes les essences attestées sur l'épave de Zambratija se rencontrent près de la côte d'Istrie, à l'exception du sapin qui est cependant présent à moins de 60 km du littoral.

Le choix de l'orme pour le bordé est aussi lié à la nécessité de disposer de troncs de grand diamètre, notamment pour la fabrication de l'élément axial de l'embarcation. En revanche, l'utilisation du poirier, bois dur à grain très fin particulièrement recherché en ébénisterie, est beaucoup plus rare dans la construction navale antique.

L'aulne et le peuplier ont probablement été choisis pour la confection des chevilles en raison de leur souplesse. Le sapin a, pour sa part, été sélectionné

Utvrđivanje vrste drveta mikroskopom.

Anatomic identification of the wooden taxa with the microscope.

Identificazione anatomica dei tipi di legno con il microscopio.

Identification anatomique des bois par examen au microscope.

Upotreba brijesta vjerojatno je povezana s potrebom za korištenjem velikih trupaca pri izradi središnjeg uzdužnog elementa broda.

Suprotno tome, odabir divlje kruške, čvrstog sitnozrnatog drva koje je vrlo cijenjeno i korišteno u kućanskoj radinosti, rijedak je u drevnoj brodogradnji.

Joha i topola vjerojatno su zbog svoje fleksibilnosti odabrane za izradu malih drvenih čavala, dok je jela odabrana jer su se od nje mogle izraditi vrlo tanke letvice.

U konačnici, na dva odvojena komada platica prikupljena 2011. i 2013. godine utvrđen je mali broj godova (59 i 64) za dendrokronološku analizu. Njihovom dosadašnjom usporedbom te usporedbom s referentnim kronologijama dostupnim u Mediteranskom institutu za bioraznolikost i morsku i kopnenu ekologiju (IMBE) nije ih bilo moguće preciznije datirati.

Slijedom navedenog, dendrokronologija elemenata broda iz Zambratije zasad nije preciznije utvrđena.

of wild pear, a hardwood with a fine grain particularly appreciated by cabinet makers, is much rarer in ancient shipbuilding. Alder and poplar were probably chosen for the pegs because of their flexibility. Fir was selected because very thin laths can easily be produced from this species.

Finally, two disarticulated fragments of the planking recovered in 2011 and 2013 offered the possibility of providing dendrochronological dates, despite having only a small number of rings (59 and 64). So far, however, it has not been possible to cross-match these ring widths either to each other or to the reference chronologies available at the Mediterranean Institute of Biodiversity and Marine and Continental Ecology (IMBE). The position of the Zambratija boat therefore remains floating in these chronologies and is as yet undated.

La scelta dell'olmo per il fasciame è anche legata alla ricerca di tronchi con un grande diametro, in particolare per la confezione dell'elemento assiale dell'imbarcazione. Invece, l'utilizzazione del pero, un legno duro a grana molto fine particolarmente ricercato in ebanisteria, è molto più rara nella costruzione navale antica.

L'ontano e il pioppo sono stati scelti per la realizzazione degli spinotti di bloccaggio delle cuciture forse a causa della loro flessibilità. L'abete, invece, è stato probabilmente selezionato a causa della facilità con la quale può essere tagliato per realizzare delle tavolette molto sottili.

Infine, i due piccoli frammenti di fasciame rinvenuti disgiunti dallo scafo e prelevati nel 2011 e nel 2013, hanno offerto all'analisi dendrocronologica un numero molto limitato di anelli (tra 59 e 64). Non è stato quindi possibile sincronizzare le curve dendrocronologiche ottenute né tra di loro né con le cronologie di riferimento disponibili presso l'Istituto Mediterraneo di Biodiversità e di Ecologia marina e continentale (IMBE). La cronologia media dell'imbarcazione di Zambratija rimane per ora non datata.

sûrement en raison de la facilité avec laquelle il peut être débité pour réaliser des lattes minces.

Enfin, les deux fragments disjoints de virures de bordé prélevés en 2011 et 2013 n'ont offert qu'un nombre réduit de cernes (entre 59 et 64) à l'analyse dendrochronologique. Ils n'ont pas pu être synchronisés entre eux et avec des chronologies de référence disponibles à l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE). La chronologie moyenne du bateau de Zambratija demeure donc flottante, c'est-à-dire non datée.



ZA 13 PRL 19; ZAMBRATIJA 2008

Opis: Ulomak drvene platice sa sačuvane tri koso probušene rupe (promjer 1 -1 ,5 cm) na bočnoj strani platice.
Vrsta drveta: brijest (Ulmus sp.).
Dimenzije: sačuvana dužina: 6,3 – 13,8 cm, sačuvana širina: 5,2 – 9,1 cm, debljina: 2,3 – 2,4 cm.
Datacija: posljednja četvrtina 12. st. do posljednje četvrtine 10. st. pr. Kr.

Description: Fragment of wooden plank with three preserved oblique holes (diameter 1 – 1.5 cm) opened on the edge side.
Wood: elm (Ulmus sp.).
Dimensions: preserved length: 6.3 – 13.8 cm, preserved width: 5.2 – 9.1 cm, thickness: 2.3 – 2.4 cm.
Datation: last quarter of the 12th century and the last quarter of the 10th century BC

Descrizione: Frammento di una tavola del fasciame in legno con tre fori obliqui (diametro 1 – 1,5 cm) sull'angolo.
Legno: olmo (Ulmus sp.).
Dimensioni: lunghezza conservata: 6.3 – 13.8 cm, larghezza conservata: 5.2 – 9.1 cm, spessore: 2.3 – 2.4 cm.
Datazione: ultimo quarto del XII secolo e l'ultimo quarto del X secolo a.C.

Description: Fragment d'une virure du bordé en bois portant trois trous obliques (diamètre 1 – 1,5 cm) sur le bord.
Bois: orme (Ulmus sp.).
Dimensions: longueur conservée: 6,3 – 13,8 cm, largeur conservée: 5,2 – 9,1 cm, épaisseur: 2,3 – 2,4 cm.
Datation: dernier quart du XIIe siècle et le dernier quart du Xe siècle av. J.-C.



ZA 13 L; ZAMBRATIJA 2011;

Opis: Ulomak drvene letvice koja je služila za brtvljenje sljubnica. Na letvici je sačuvan niz od tri paralelne, zakošene linije koje predstavljaju tragove šivanja.
Vrsta drveta: jela (Abies alba).
Dimenzije: sačuvana dužina: 9,6 – 10,4 cm, širina: 3 – 4 cm, debljina: 0,2 cm.
Datacija: posljednja četvrtina 12. st. do posljednje četvrtine 10. st. pr. Kr.

Description: Fragment of wooden lath used in the waterproofing system of the vessel. On the lath a set of three parallel traces of the sewing cords are visible.
Wood: fir (Abies alba).
Dimensions: preserved length: 9,6 – 10,4 cm, width: 3 – 4 cm, thickness: 0.2 mm.
Datation: last quarter of the 12th century and the last quarter of the 10th century BC

Descrizione: Frammento di una tavoletta in legno usata nel sistema d'impermeabilizzazione dello scafo. Sulla tavoletta sono visibili tre tracce parallele lasciate dalle cuciture.
Legno: abete (Abies alba).
Dimensioni: lunghezza conservata: 9,6 – 10,4 cm, larghezza: 3 – 4 cm, spessore: 0,2 cm.
Datazione: ultimo quarto del XII secolo e l'ultimo quarto del X secolo a.C.

Description: Fragment d'une latte en bois utilisée pour l'étanchéité de la coque. Sur la latte sont visibles trois traces parallèles laissées par les coutures.
Bois: sapin (Abies alba).
Dimensions: longueur conservée : 9,6 – 10,4 cm, largeur : 3 – 4 cm, épaisseur : 0,2 cm.
Datation: dernier quart du XIIe siècle et le dernier quart du Xe siècle av. J.-C.

ZA 13 PRL 11A; ZAMBRATIJA 2013

Opis: Ulomak drvene platice broda. Dvije koso probušene rupe (promjer 1 cm) su služile za međusobno spajanje platica tehnikom šivanja. Par rupa koje su vidljive na središnjem dijelu platice (promjer 0,6 cm) su služile za spajanje sa rebrom.

Vrsta drveta: brijest (Ulmus sp.).

Dimenzije: sačuvana dužina: 15,8 cm, sačuvana širina: 18,6 cm, debljina: 2,7 – 3 cm.

Datacija: posljednja četvrtina 12. st. do posljednje četvrtine 10. st. pr. Kr.

Description: Fragment of wooden strake from the planking. The two oblique holes (diameter 1 cm) served for the passage of the stitching used to assemble the planking. The couple of oblique holes (diameter 0.8 cm), visible in the middle part of the plank, hosted the lashing used to attach the frame to the planking.

Wood: elm (Ulmus sp.).

Dimensions: preserved length: 15.8 cm, preserved width: 18.6 cm, thickness 2.7 – 3 cm.

Datation: last quarter of the 12th century and the last quarter of the 10th century BC

Descrizione: Frammento di una tavola del fasciame in legno. I due fori obliqui (diametro 1 cm) presenti sul bordo servivano per il passaggio delle cuciture che assemblavano i corsi del fasciame. La coppia di fori obliqui (diametro 0,8 cm) visibile al centro, serviva per il passaggio della corda che assicurava il collegamento tra le ordinate e il fasciame.

Legno: olmo (Ulmus sp.).

Dimensioni: lunghezza conservata: 15,8 cm, larghezza conservata: 18,6 cm, spessore: 2,7 – 3 cm.

Datazione: ultimo quarto del XII secolo e l'ultimo quarto del X secolo a.C.

Description: Fragment d'une virure du bordé en bois. Les deux trous obliques (diamètre 1 cm) sur le bord servaient au passage des ligatures qui assuraient l'assemblage entre les virures du bordé. Le couple de trous obliques (diamètre 0,8 cm) visible au centre du fragment de bordage servait au passage du lien qui assurait l'assemblage de la membrure au bordé.

Bois: orme (Ulmus sp.).

Dimensions: longueur conservée: 15,8 cm, largeur conservée: 18,6 cm, épaisseur: 2,7 – 3 cm.

Datation: dernier quart du XIIe siècle et le dernier quart du Xe siècle av. J.-C.



ZA 13 PRL 11B; ZAMBRATIJA 2013;

Opis: Ulomak drvene platice. Sačuvane dvije koso probušene rupe (promjer 1,2 cm) na bočnoj strani platice.

Vrsta drveta: brijest (Ulmus sp.).

Dimenzije: sačuvana dužina: 9,9 cm, sačuvana širina: 7,5 cm, debljina: 2,6 – 3,1 cm.

Datacija: posljednja četvrtina 12. st. do posljednje četvrtine 10. st. pr. Kr.

Description: Fragment of wooden strake from the planking. Two oblique holes (diameter 1.2 cm) belonging to the sewing system of the planking are preverved on the edge.

Wood: elm (Ulmus sp.).

Dimensions: preserved length: 9.9 cm, preserved width: 7.5 cm, thickness: 2.6 – 3.1 cm.

Datation: last quarter of the 12th century and the last quarter of the 10th century BC

Descrizione: Frammento di una tavola del fasciame in legno. I due fori obliqui (diametro 1,2 cm) presenti sul bordo servivano per il passaggio delle cuciture che assemblavano i corsi del fasciame.

Legno: olmo (Ulmus sp.).

Dimensioni: lunghezza conservata: 9,9 cm, larghezza conservata: 7,5 cm, spessore: 2,6 – 3,1 cm.

Datazione: ultimo quarto del XII secolo e l'ultimo quarto del X secolo a.C.

Description: Fragment d'une virure du bordé en bois. Les deux trous obliques (diamètre 1,2 cm) sur le bord servaient au passage des ligatures qui assuraient l'assemblage entre les virures du bordé.

Bois: orme (Ulmus sp.).

Dimensions: longueur conservée: 9,9 cm, largeur conservée: 7,5 cm, épaisseur: 2,6 – 3,1 cm.

Datation: dernier quart du XIIe siècle et le dernier quart du Xe siècle av. J.-C.



Baćić, 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., forthcoming, *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*.

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., forthcoming, 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*.

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.

Gluščević 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.

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

Jacquiot, 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, 2e ed., 312 p.



Cijena: 50 kn

ISBN 978-953-8082-12-2

arheološki muzej istre