FOLIA PRAEHISTORICA POSNANIENSIA T. XXXI – 2026
WYDZIAŁ ARCHEOLOGII, UAM POZNAŃ – ISSN (Online) 2450-5846, ISSN (Print) 0239-8524
https://doi.org/10.14746/fpp.2026.31.04

IDENTYFIKACYJNE BADANIA METODĄ SUPERPROJEKCJI 2D-3D NA PODSTAWIE CZASZEK Z GROBÓW 59 I 60 ORAZ ZDJĘĆ WŁOSKICH JEŃCÓW WOJENNYCH Z KOMPLEKSU OBOZOWEGO LAMSDORF

IDENTIFICATION RESEARCH USING 2D-3D SUPERPROJECTION METHOD BASED ON SKULLS FROM GRAVES 59 AND 60 AND PHOTOGRAPHS OF ITALIAN PRISONERS OF WAR FROM THE LAMSDORF CAMP COMPLEX

Dorota Lorkiewicz-Muszyńska

Zakład Medycyny Sądowej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
https://orcid.org/0000-0001-8868-8812
dlorkiew@ump.edu.pl

Dawid Kobiałka

Instytut Archeologii, Uniwersytet Łódzki
https://orcid.org/0000-0003-3806-4408
dawidkobialka@filhist.uni.lodz.pl

Marek Michalski

Fundacja Nauka Pamięć i Edukacja, Zabrze
https://orcid.org/0000-0001-5489-3543
fundacja@napaedu.org

Paulina Przepiórka

Wydział Archeologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
https://orcid.org/0009-0007-8889-3745
paulina.przepiorka@amu.edu.pl

FPP 31, 2026: 83–108. *© The Author(s). Published by: Adam Mickiewicz University Press, 2026.*
Open Access article, distributed under the terms of the CC licence (BY, https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Kamil Karski

Muzeum KL Plaszow, Kraków
https://orcid.org/0000-0002-4887-1310
k.karski@plaszow.org

Joanna Wysocka

Zakład Antropologii, Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. Ludwika Hirszfelda
Polska Akademia Nauk, Wrocław
https://orcid.org/0000-0003-1436-6700
joanna.wysocka94@gmail.com

Paige Lynch

Department of Anthropology, University of New Mexico
USA Center for Anatomical Sciences, University of North Texas Health – Fort Worth
https://orcid.org/0009-0008-7738-3480
pal5154@gmail.com

Michał Czarnik

Instytut Archeologii, Uniwersytet Łódzki
https://orcid.org/0000-0002-6064-302X
michal.czarnik@filhist.uni.lodz.pl

Adam Lokś

Loksavia, Krzycko Wielkie
loks.adam@gmail.com

Julia Sobol

Zakład Medycyny Sądowej, Instytut Nauk Medycznych, Uniwersytet Zielonogórski
https://orcid.org/0000-0001-8430-6901
j.sobol@inm.uz.zgora.pl

Ewelina Miksa

Muzeum Starożytnego Hutnictwa Świętokrzyskiego im. Mieczysława Radwana
w Nowej Słupi
ewelina_miksa@poczta.fm

Bartosz Żarkowski

Wydział Archeologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
https://orcid.org/0009-0009-8934-9316
barzar6@st.amu.edu.pl

ABSTRACT: Individual identification is a primary goal of forensic anthropology and related disciplines that study human remains. Craniofacial superimposition is one of the tools that can facilitate identification or exclusion. Documenting and archiving the skull in the form of a 3D model enables performing extensive research without time constraints, even after the skeletal remains have been buried. Using a 3D virtual skull model in the research, it is possible to manipulate the skull in virtual space in any direction to compare its features and proportions with those of the person's face/head from 2D photographs. The results of the interdisciplinary research conducted on human remains from graves 59 and 60 found during archaeological research in 2023 at the Lamsdorf camp complex demonstrate the effectiveness of the craniofacial superimposition method, which can be considered a valuable complement to archaeological and historical research, especially when genetic testing is not possible. This approach can play a significant role in cases where legal restrictions exist or comparative genetic material is lacking, and alternative methods are necessary to advance identification work.

KEY WORDS: PoW Camp, exhumations, Second World War, superimposition, craniofacial identification, 3D methods, photogrammetry, skull

WSTĘP. ZARYS KONTEKSTU HISTORYCZNEGO I ARCHEOLOGICZNEGO

Miejsce Pamięci Narodowej w Łambinowicach stanowi teren byłych obozów jenieckich i przesiedleńczych, które funkcjonowały na obrzeżach wsi na przestrzeni kolejnych lat i dekad (por. Sawczuk, 1974; Nowak, 2006). Wielowątkowa, długa historia jeniectwa była jednym z powodów objęcia ochroną ze strony państwa jego części (por. Rezler-Wasielewska, 2017). Na obrzeżach ówczesnego niemieckiego Lamsdorf już w połowie XIX w. funkcjonował poligon wojskowy. Istniejąca infrastruktura została rozbudowana i użyta na potrzeby obozu jenieckiego, powstałego w związku z walkami prusko-francuskimi w latach 1870–1871. To w ich konsekwencji do Lamsdorf trafiło ok. 6000 żołnierzy francuskich – 52 z nich zmarło w czasie niewoli. Jest to istotny fakt historyczny w kontekście naszego wywodu, ponieważ zmarli Francuzi zostali pochowani na wydzielonym terenie. Stał się on cmentarzem jenieckim, który sukcesywnie powiększano w kolejnych latach i dekadach. Dzisiaj nosi on zwyczajową nazwę Starego Cmentarza Jenieckiego w Łambinowicach.

Okres I wojny światowej to kolejny ważny czas w dziejach miejscowości. W pobliżu Lamsdorf funkcjonował wtedy obóz jeniecki, któremu nadano nazwę miejscowości. Jak szacują historycy, przez jego bramy mogło przejść 90 000 jeńców ententy. Nawet 7000 z nich zmarło, szczególnie pod koniec konfliktu, w wyniku chorób, złych warunków sanitarnych itd. Chowano ich na kolejnych kwaterach poszerzanego, istniejącego już cmentarza jenieckiego. Ostatni żołnierze umierali w 1919 r., już po oficjalnym zakończeniu działań militarnych. W latach 20. XX w. istniejące budynki obozowe były wykorzystywane jako miejsce tymczasowego zamieszkania dla niemieckich migrantów, którzy opuszczali tereny odradzającej się Polski.

Jednak to lata 1939–1945 stanowią najtragiczniejszy rozdział historii tutejszego jeniectwa. Przez bramy kompleksu obozowego Lamsdorf przeszło wtedy nawet 300 000 jeńców różnych przynależności armijnych. W pierwszym okresie byli to Polacy,

potem żołnierze Imperium Brytyjskiego, ale także Francusi i inni. W połowie 1941 r. w związku z realizacją planu Barbarossa w pobliżu już istniejącego obozu utworzono osobny ośrodek dla pojmanych żołnierzy Armii Czerwonej. Szacuje się, że przytłaczającą większość zmarłych jeńców w latach 1939–1945 r. (ok. 40 000) stanowią właśnie czerwonoarmiści. Jednak zachowana dokumentacja źródłowa wspomina o grobach Polaków, Włochów, a nawet Amerykanów, którzy mieli być chowani na wydzielonych polach w ramach obecnego Starego Cmentarza Jenieckiego, jak i poza jego granicami oraz w innych miejscach w pobliżu kompleksu obozowego (Kobiałka i in., 2025a).

Pierwsze poszukiwania szczątków jeńców zmarłych w Lamsdorf w czasie II wojny światowej miały miejsce już na przełomie 1945/1946 r. Specjalne komisje – radziecka oraz radziecko-polska – przeprowadziły wówczas prace sondażowe na terenie masowych grobów: zarówno na cmentarzu, który dzisiaj nazywamy Cmentarzem Jeńców Radzieckich, jak i po obu stronach Starego Cmentarza Jenieckiego. Nie były to prace naukowe, działania archeologiczne, ale ekshumacje rozumiane jako czynność techniczna o wyraźnym wymiarze politycznym (propagandowym). Celem było oszacowanie liczby ofiar wśród żołnierzy Armii Czerwonej. Kwestia śmiertelności żołnierzy innych przynależności armijnych nie znajdowała się w obszarze zainteresowania (Kobiałka i in., 2025a, s. 31–33).

W 1947/1948 r. w Łambinowicach przebywała specjalna komisja amerykańska poszukująca szczątków swoich żołnierzy, którzy zmarli w okolicy oraz na terenie jenieckiego kompleksu obozowego Lamsdorf. Szczątkowe informacje wskazują, że prowadzone były bliżej nieokreślone prace terenowe. Nie odnaleziono jednak w ich trakcie mogił amerykańskich. Żołnierze Imperium Brytyjskiego, którzy zostali pochowani w oznaczonych grobach na wydzielonej kwaterze, zostali ekshumowani w pierwszych latach powojennych. Pod koniec lat 50. XX w. cmentarz jeniecki był wizytowany przez delegację włoską, poszukującą 60 żołnierzy włoskich, którzy zmarli w kompleksie obozowym Lamsdorf w latach 1943–1944. Wizje lokalne odbywały się także później. W poszukiwaniach nie ustawali Amerykanie i Włosi, których przedstawiciele co pewien czas, szczególnie od momentu przełomu politycznego w Polsce 1989/1990, przyjeżdżali do Łambinowic.

Zmiany polityczne sprzyjały odkrywaniu „białych plam" w dziejach krajobrazu poobozowego. Wśród tych, które dotyczyły łambinowickiego Miejsca Pamięci, była także sprawa ofiar Obozu Pracy w Łambinowicach (1945–1946). Działania poszukiwawcze miejsc ich grobów były prowadzone pod koniec lat 90. XX w., a w tym, że do nich doszło, istotny udział miało Centralne Muzeum Jeńców Wojennych. Instytucja ta w następnych latach również czyniła starania, aby poszukiwania były nadal prowadzone. W efekcie w 2016 oraz 2019 r. na zlecenie Fundacji oraz Niemieckiego Ludowego Związku Opieki nad Grobami Wojennymi (Volksbund Deutsche Kriegsgräberfürsorge e.V.) prace sondażowe potwierdzające pochówki ofiar przeprowadziła Pracownia Pomost z Poznania. Można zakładać, że zarówno w wyniku wcześniejszych, jak i wspomnianych prac nie wszystkie szczątki zostały podjęte z nieoznaczonych dołów śmierci.

Nie inaczej jest też z ustaleniem lokalizacji jenieckich grobów z czasów II wojny światowej. Za pierwsze *stricte* archeologiczne działania terenowe należy uznać prace sondażowe przeprowadzone z inicjatywy Centralnego Muzeum Jeńców Wojennych w 2020 r. przez Biuro Poszukiwań i Identyfikacji IPN (Borkowski, 2021). Badania polegały na założeniu kilkunastu wykopów testowych, o zróżnicowanych wymiarach, dostosowanych do rozpoznawanych miejsc i warunków terenowych. Celem było odnalezienie grobów polskich żołnierzy, którzy zmarli w niewoli na terenie kompleksu obozowego Lamsdorf. Zachowana niemiecka dokumentacja źródłowa oraz zeznania polskich jeńców, którzy przeżyli czas niewoli, wskazywały na istnienie takich mogił – zarówno pojedynczych, jak i masowych. Groby miały znajdować się na terenie samego cmentarza jenieckiego (Starego Cmentarza Jenieckiego) oraz za jego granicami, jak i w innych jeszcze lokalizacjach, na obrzeżach kompleksu obozowego. Badania Biura nie przyniosły jednak pozytywnych rezultatów. Nie natrafiono na groby Polaków ani inne mogiły osób pochowanych w nieoznakowanych miejscach.

Od 2022 r. nasz zespół badawczy, skupiony przy Centralnym Muzeum Jeńców Wojennych, prowadzi pierwsze w istocie interdyscyplinarne prace dotyczące dziedzictwa związanego z Miejscem Pamięci Narodowej w Łambinowicach. Na podstawie danych teledetekcyjnych dokonano inwentaryzacji tego, co po obozach jenieckich i przesiedleńczych przetrwało w lokalnym krajobrazie do dzisiaj (Kobiałka i in., 2023). Badania powierzchniowe przy użyciu wykrywaczy metali pozwoliły na odnalezienie wielu pamiątek związanych z jeńcami w Lamsdorf. Za pomocą wykopów sondażowych przebadano i sporządzono dokumentację reliktów baraku szpitalnego i baraków jenieckich oraz stajni służącej podobnym celom w Stalagu VIII B (344) Lamsdorf. Dwa wykopy sondażowe zostały założone w 2023 r. na Starym Cmentarzu Jenieckim. Dzięki nim zarejestrowano 20 obiektów lub ich fragmentów (Kobiałka i in., 2025a). Zinterpretowano je jako nieznane, nieoznaczone, pojedyncze groby. W celu weryfikacji wstępnej hipotezy badawczej otwarto dwie mogiły. Na dnie obu znajdowały się ludzkie szczątki wraz z połówkami znaków tożsamości, które pozwoliły na imienne ich identyfikacje oraz określenie stosownej przynależności armijnej (Kobiałka i in., 2025b). Opis tego odkrycia i metod, które potwierdziły ujawnione szczątki ludzkie, stanowią zasadnicze cele niniejszego artykułu.

Po dokonanym odkryciu i opracowaniu danych postawiono hipotezę badawczą, według której groby dwóch Włochów są częścią większego, wydzielonego założenia cmentarnego – osobnej włoskiej kwatery. Dane historyczne oraz archeologiczne dawały podstawy do twierdzenia, że na terenie Starego Cmentarza Jenieckiego zostało pochowanych przynajmniej 60 Włochów. Fakty te zostały przekazane instytucjom w kraju oraz Ambasadzie Republiki Włoskiej w Warszawie. Ustalono, że w kolejnym roku zostaną przeprowadzone prace archeologiczne w celu zbadania całej kwatery i podjęcia szczątków ludzkich (Kobiałka i in., 2025c). Co ważne dla dalszego wywodu, szczątki ludzkie po zakończeniu wykopalisk miały zostać niezwłocznie przekazane stronie włoskiej. Dlatego też nie mieliśmy możliwości przygotowania materiałów i zlecenia stosownych badań genetycznych. Jednak bogactwo i różnorodność pozyskanych danych pozwoliły na jednoznaczne określenie identyfikacyjne podję-

tych szczątków ludzkich. Te, które ujawniono w 2023 r., posłużą nam jako studium przypadku prezentujące przyjętą metodykę badawczą oraz uzyskane rezultaty, które dowodzą, że metoda superprojekcji (superimpozycji) może być w pewnych, archeologicznych, terenowych warunkach kolejną drogą potwierdzenia przyjętego wnioskowania naukowego.

IDENTYFIKACJA SZCZĄTKÓW KOSTNYCH DWÓCH JEŃCÓW WŁOSKICH W MIEJSCU PAMIĘCI NARODOWEJ W ŁAMBINOWICACH

Interdyscyplinarne badania archeologiczne związane z historią kompleksu obozowego zlokalizowanego w dawnym Lamsdorf doprowadziły do m.in. odkrycia nieznanych i nieoznakowanych grobów osób zmarłych tam w trakcie niewoli (Kobiałka i in., 2024, 2025a, 2025b, 2025c). W 2023 r. przebadano mogiły dwóch jeńców włoskich, określanych również w niemieckiej nomenklaturze jako Internowany Włoski Personel Wojskowy (IMI – Internati Militari Italiani). Na podstawie zachowanej dokumentacji historycznej z okresu funkcjonowania obozu ustalono, że zmarli włoscy żołnierze to Giovanni Paravidino i Luigi Norcia. W wyniku szeroko zakrojonych badań historycznych zespół ustalił imię, nazwisko, datę urodzenia i datę śmierci każdego żołnierza (Michalski i in., 2024, s. 117), a także uzyskał fotografie obu zmarłych. Co najważniejsze, w obu przypadkach znaleziono nieśmiertelniki z wytłoczonymi numerami obozowymi i nazwą obozu jenieckiego. Porównanie tych danych z informacjami ze źródeł historycznych wykazało, że były one ze sobą zgodne – co stanowiło podstawę do identyfikacji odkrytych szczątków. Kolejnym etapem badań i celem bieżącego opracowania było przeprowadzenie badań identyfikacyjnych na podstawie zachowanych czaszek oraz zgromadzonej dokumentacji fotograficznej jeńców włoskich.

W artykule przedstawiono możliwość zastosowania metody superprojekcji 2D-3D w badaniach identyfikacyjnych jeńców włoskich, których szczątki ujawniono w 2023 r. na Starym Cmentarzu Jenieckim w Łambinowicach. Zastosowana metoda, obok identyfikacji historycznej i archeologicznej, miała na celu poszerzenie procesu identyfikacji z wykorzystaniem właśnie metody superprojekcji 2D-3D.

Podstawowe dane archeologiczne dotyczące ujawnionych grobów oraz szczątków ludzkich w 2023 r.

W 2023 r. trwał drugi sezon interdyscyplinarnych badań naukowych realizowanych w ramach projektu „Nauka dla społeczeństwa, społeczeństwo dla nauki w Miejscu Pamięci Narodowej w Łambinowicach”. Prace archeologiczne objęły różne kategorie obiektów związanych z historią kompleksu obozowego Lamsdorf, który

funkcjonował na obrzeżach wsi w latach 1939–1945. Wykopaliska w 2023 r. doprowadziły do ujawnienia m.in. 20 obiektów archeologicznych o prostokątnych zarysach, które tworzyły regularne założenie. Struktury zostały wstępnie zinterpretowane jako groby osób, które zmarły w czasie niewoli w Lamsdorf w czasie trwania II wojny światowej. W celu weryfikacji postawionej hipotezy dwa obiekty zostały wyeksplorowane do osiągnięcia ich spągów. Na ich dnie zalegały szczątki ludzkie w porządku anatomicznym. Podstawowe fakty, które zadokumentowano, można zebrać w postaci poniższych danych:

Szczątki z grobu 59
Numer grobu: **59** Rząd: **5**
Nr grobu nadany w badaniach archeologicznych w 2023 r.: 2/2023

Stratygrafia
Jama grobowa: Jak w stropie.
Część przydenna: Trumna została zarejestrowana w formie odcinka – konturu zwężającego się w kierunku S; barwy brązowej, wyraźnie wydzielającej się od warstwy zasypiska jamy grobowej; podczas eksploracji udokumentowano odcinkowe fragmenty ścian bocznych trumny.
Boczna część wyraźnie zachowana głównie w partii górnej w formie warstwy barwy brązowo-jasnoszarej, będąca efektem rozkładu drewna.

Szczątki
Wysokość rejestracji szczątków (H4): min.: 205,9396, max.: 206,0307 m n.p.m.
Stan zachowania kośćca: Średni, czaszka zachowana w całości, umiarkowanie zachowane pozostałe kości szkieletu osiowego; dobrze zachowane kości kończyn.
Ułożenie zmarłego: Grób w porządku anatomicznym; zmarły ułożony na plecach, głową w kierunku N; twarzą zwróconą w kierunku W, lekko podciągniętą ku dołowi; kończyny górne lekko ugięte w łokciach, ułożone dłońmi w okolicach pasa; kończyny dolne ułożone wzdłuż osi, złączone kolanami.
Szkielet osiowy: Czaszka zachowana w całości, z nielicznymi ubytkami, obręcz barkowa i garnitur żeber zachowane po prawej stronie; po lewej silnie rozdrobnione; kręgosłup zachowany w całym biegu jako trzony kręgów, zakończone kością krzyżową; kości miednicy zachowane w całości z przykrawędnymi ubytkami.
Szkielet obwodowy: Kości długie kończyn górnych i dolnych zachowane w średnim stanie, z ubytkami (zmiany tafonomiczne), kości rąk i stóp zachowane fragmentarycznie.
Zabytki:
548/2023 – jeniecki znak tożsamości

Szczątki z grobu 60
Numer grobu: **60** Rząd: **5**
Nr grobu nadany w badaniach archeologicznych w 2023 r.: 1/2023

Stratygrafia
Jama grobowa: Jak w stropie.
Część przydenna: Brak dodatkowych uwarstwień.

Szczątki
Wysokość rejestracji szczątków (H4): min.: 205,9711, max.: – m n.p.m.
Stan zachowania kośćca: Bardzo dobry.
Ułożenie zmarłego: Grób w porządku anatomicznym; zmarły ułożony na plecach, głową w kierunku N; twarzą zwróconą w kierunku E; kończyna górna lewa ugięta, ułożona przedramieniem w okolicach pasa, prawa zaś zgięta w łokciu i podciągnięta ku górze; kończyny dolne ułożone wzdłuż osi.
Szkielet osiowy: Czaszka zachowana w całości z nielicznymi ubytkami, obręcz barkowa zachowana niemal w całości; kręgosłup kompletny, zakończony kością krzyżową; kości miednicy zachowane w całości z przykrawędnymi ubytkami.
Szkielet obwodowy: Kości długie zachowane niemal w całości, wyraźne i dobrze zachowane kości śródręczy, śródstopi i paliczki.
Zabytki:
496/2023 – jeniecki znak tożsamości

ANTROPOMETRIA I ANTROPOSKOPIA W BADANIACH IDENTYFIKACYJNYCH METODĄ SUPERPROJEKCI

Spośród wielu metod stosowanych w antropologii i podczas badań identyfikacyjnych osób o nieznanej tożsamości są antropometria (gr.: *ánthropos* – człowiek, *métron* – miara) i antroposkopia (gr. *ánthropos* – człowiek, skopéō – patrzę). Antropometria (ocena cech mierzalnych, ilościowych), obok antroposkopii (ocena cech niemierzalnych, jakościowych), pomaga przeprowadzić analizy i opis cech ilościowych według jednakowych zasad i z wykorzystaniem skonstruowanych w tym celu przyrządów (Malinowski, Wolański, 1988, s. 26–28). Pomiary odległości między zdefiniowanymi punktami antropometrycznymi czy pomiary obwodów, łuków i cięciw pozwalają na zachowanie zasady powtarzalności i porównywalności wyników badań. Z kolei ocenę cech jakościowych – czyli niemierzalnych – człowieka prowadzi się z wykorzystaniem określonych skali i wzorców, co pozwala w pewnych granicach na obiektywizację analiz. Niewątpliwie cechy antroposkopijne nie są tak obiektywnie ujmowane jak cechy antropometryczne, lecz wymiary i wskaźniki nie odzwierciedlają wszelkich danych dotyczących kształtów, form czy barwy (Malinowski, Wolański, 1988, s. 224), dlatego ocena zarówno cech jakościowych, jak i ilościowych powinna zostać przeprowadzona kompleksowo i zgodnie z opracowanymi w antropologii metodami badań człowieka.

Pomiary czaszki (kraniometria) i głowy (cefalometria) wykonuje się bezpośrednio na oryginalnym obiekcie z wykorzystaniem przyrządów antropometrycznych lub

na przestrzennych modelach trójwymiarowych z wykorzystaniem cyfrowych narzędzi pomiarowych. Metody te zostały wykorzystane do tworzenia statystyk populacyjnych (Relethford, 2002; Ross i in., 2002), zbiorów danych i standardów zarówno dla twarzy, jak i czaszek, a wiele z nich okazało się powtarzalne (Wilkinson i in., 2024).

Liczba i obszar pomiarów antropometrycznych zależą od rodzaju i celu badań, dotyczących zmienności cech ilościowych, konieczności skalowania modeli 3D czy też celu i zakresu badań identyfikacyjnych. Wyznaczenie i analiza punktów antropometrycznych (kraniometrycznych i cefalometrycznych) mogą mieć także znaczenie w badaniach porównawczych metodą superprojekcji (Martos i in., 2024; Wilkinson i in., 2024). Podczas badań identyfikacyjnych dotyczących dwóch czaszek żołnierzy włoskich wyznaczono wybrane punkty kraniometryczne wg nomenklatury Caple i Stephan (2016) i przeprowadzono pomiary antropometryczne na rzeczywistych zeszkieletowanych czaszkach z grobów 59 i 60, jak również na ich modelach 3D po przeprowadzonej procedurze skalowania 1:1. Punkty antropometryczne zostały wyznaczone także na modelach 3D czaszek z grobów 59 i 60 (punkty kraniometryczne) oraz na głowach osób ze zdjęć (punkty cefalometryczne) w celu wykorzystania ich w analizach porównawczych metodą superprojekcji.

Analiz porównawczych morfologii czaszki i głowy (kształty, formy) dokonano wg najbardziej reprezentatywnych kryteriów stosowanych podczas oceny korespondujących ich cech morfologicznych (Austin-Smith, Maples, 1994; Lorkiewicz-Muszyńska, 2020, s. 715–716; Martos i in., 2024, s. 113). W zależności od liczby zdjęć i projekcji głowy na zdjęciach, zakres analiz zarówno w zakresie punktów antropometrycznych (kraniometrycznych na czaszce i cefalometrycznych na głowie), jak również w zakresie korespondujących cech morfologicznych czaszki i głowy jest zróżnicowany.

Fotogrametria w digitalizacji materiałów kostnych na czaszkach

Dokumentację trójwymiarową czaszek wykonano z zastosowaniem metody Structure-from-Motion (SfM). Dla każdego obiektu pozyskano serię od 100 do 200 fotografii cyfrowych o rozdzielczości 4000×3000 pikseli i ogniskowej 5,24 mm, rejestrujących obiekt z różnych kierunków. Materiał fotograficzny przetwarzano w aplikacji WIDAR (wersja PRO), wykorzystującej algorytmy SfM oraz Multi-View Stereo (MVS) do automatycznej orientacji zdjęć i rekonstrukcji teksturowanych modeli trójwymiarowych. Wybór tego narzędzia był podyktowany specyfiką badań terenowych oraz koniecznością szybkiego wykonania dokumentacji dużej liczby obiektów bezpośrednio podczas prac wykopaliskowych. Zastosowanie aplikacji umożliwiło sprawne pozyskanie i przetworzenie danych bez konieczności wykorzystania specjalistycznej infrastruktury obliczeniowej na etapie prac terenowych, przy zachowaniu poziomu szczegółowości wystarczającego do dokumentacji antropologicznej oraz dalszych analiz morfologicznych.

Następnie w programie Blender przeprowadzono etap postprodukcji, obejmujący optymalizację modeli, ich wizualizację oraz przygotowanie materiałów ilustracyjnych i filmowych do dalszej analizy oraz prezentacji wyników badań. Modele uzyskane metodą fotogrametrii poddano następnie procedurze skalowania (do skali 1:1) na podstawie wykonanych pomiarów antropometrycznych czaszek.

Pomiary rzeczywistych zeszkieletowanych czaszek i ich modeli 3D. Skalowanie modeli 3D

W przypadku badanych czaszek włoskich jeńców wojennych poddanych identyfikacji wyznaczono zestaw standaryzowanych punktów kraniometrycznych, nieparzystych (pojedynczych, położonych w linii pośrodkowej czaszki) oraz parzystych (symetrycznych, po prawej i lewej stronie czaszki) (Caple, Stephan, 2016). Najpierw oznaczono punkty kraniometryczne (*alare-al, ectocantion-ec; eurion-eu, frontotemporale-ft, glabella-gl, gonion-go; maxillofrontalle-mf; maxillofrontalle-mf, mid--infraorbital-mio; mid-supraorbital-mso; nasion-n, nasosopinale-ns, prosthion-pr; opisthocranion-op; zygomaxillare-zm*), a następnie zmierzono wymiary za pomocą narzędzi antropologicznych. Pomiary obejmowały następujące odległości: g-op, eu--eu, ft-ft, zm-zm, n-ns, n-pr, al-al, mf-ek, mso-mio, go-go. Pomiary wykonano trzykrotnie, w takich samych warunkach pracy, przy tym samym oświetleniu. Średnia z trzech pomiarów została obliczona i wykorzystana w badaniu.

Ten sam zestaw punktów wyznaczono na modelach 3D czaszek uzyskanych metodą fotogrametrii i wykonano ten sam zestaw pomiarów antropometrycznych, lecz z wykorzystaniem narzędzia miarka programu MeshLab (2023.12), służącego do przetwarzania i edycji modeli 3D. Aby zminimalizować błędy, wszystkie pomiary wykonano trzykrotnie, a wyniki każdego z nich uśredniono. Ostatecznie uzyskano dwa zestawy pomiarów: wykonane bezpośrednio na czaszkach oraz na modelach 3D (tab. 1). 15 punktów kraniometrycznych (5 nieparzystych i 9 parzystych; łącznie 23) wybrano do skalowania modeli 3D, uzyskanych za pomocą fotogrametrii. Procedurę skalowania przeprowadzono z wykorzystaniem programu MeshLab (2023.12). Procedurę skalowania przeprowadzono za pomocą narzędzia „Normals, Curvatures and Orientations", a następnie narzędzia „Transform: Scale, Normalize". Na koniec zbadano modele 3D badanych czaszek przez wykonanie liniowych pomiarów za pomocą narzędzia pomiarowego MeshLab (ryc. 1), a wyniki porównano z pomiarami rzeczywistych zeszkieletowanych czaszek. Aby zminimalizować błędy, wszystkie pomiary wykonano trzykrotnie, a wyniki dla każdego pomiaru uśredniono. Na koniec uzyskano dwa zestawy pomiarów, wykonane bezpośrednio na czaszkach i na ich modelach 3D (tab. 1).

Tabela 1. Pomiary kraniometryczne rzeczywistych czaszek i ich modeli 3D po procedurze skalowania modeli do skali 1:1

Table 1. Craniometric measurements of real skulls and their 3D models after the 1:1 scaling procedure

Pomiary pomiędzy punktami	Czaszka/model 3D	Grób 59	Grób 60
g-op	Czaszka	180	180
	model 3D	180,1	180,4
eu-eu	Czaszka	131	140
	model 3D	131,5	139,7
ft-ft	Czaszka	95	104
	model 3D	95,3	104,1
zm-zm	Czaszka		93,5*
	model 3D		93,4*
n-ns	Czaszka	52,5	53
	model 3D	52,1	53,3
al-al	Czaszka	26	26
	model 3D	26,1	26,3
n-pr	Czaszka	68	73
	model 3D	68,5	73
mf-ec	Czaszka	40	41
	model 3D	39,5	40,8
mso-mio	Czaszka	36	33
	model 3D	36,4	33,3
go-go	Czaszka		99,5
	model 3D		99,4

*ubytki pośmiertne

* postmortem bone alterations

Porównanie dwóch zestawów pomiarów, przeprowadzonych bezpośrednio na czaszkach i na cyfrowych modelach 3D, nie wykazało istotnych różnic. Jak wynika z przeprowadzonych pomiarów odległości między punktami antropometrycznymi, obiekty cechuje wysoka zgodność i podobieństwo, a zmierzone maksymalne wartości odchyleń między porównywanymi obiektami są rzędu 0,1–0,4 mm.



Ryc. 1. Modele czaszek 3D i przykładowe pomiary antropometryczne pomiędzy punktami kraniometrycznymi po przeprowadzeniu procedury skalowania modeli przestrzennych. Pomiary wykazują duże podobieństwo do wartości pomiarów przeprowadzonych na czaszkach zeszkieletowanych (patrz: tab. 1): A – model 3D czaszki z grobu 59; B – model 3D czaszki z grobu 60 (opracowanie modeli 3D P. Przepiórka, skalowanie i pomiary modeli D. Lorkiewicz-Muszyńska)

Fig. 1. 3D skull models and anthropometric measurements between craniometric points after the spatial model scaling procedure. The measurements show a strong resemblance to the values measured on skeletonized skulls (see tab. 1): A – 3D model of the skull from grave 59; B – 3D model of the skull from grave 60 (3D model development P. Przepiórka, 3D model scaling and measurements D. Lorkiewicz-Muszyńska)

Badania antropologiczne i identyfikacyjne metodą superprojekcji 2D-3D

Badania identyfikacyjne metodą superprojekcji poprzedziły analizy antropologiczne. Materiał pobrano z dwóch pojedynczych grobów 59 i 60 (tab. 2). Szczątki poddano analizom makroskopowym pod kątem zmian tafonomicznych i patologicznych, a także oceniono profil biologiczny każdego osobnika. Oznaczono cechy indywidualizujące. Płeć oszacowano na podstawie powszechnie stosowanych metod oceny cech morfologicznych czaszki (Walker, 2008) i miednicy (Buikstra, Ubelaker, 1994). Wiek w chwili zgonu oszacowano na podstawie zmian morfologii miednicy (Lovejoy i in., 1985; Brooks, Suchey, 1990), procesów kostnienia (Shirley, Jantz, 2011; Scheuer, Black, 2011), rozwoju zębów (AlQahtani, Hector, Liversidge, 2010) oraz obliteracji szwów czaszkowych (Shirley, Jantz, 2011). Wysokość ciała obliczono za pomocą równania Trottera i Glesera (1952). W analizie uzębienia uwzględniono numerację zębów według Systemu Międzynarodowego FDI, w którym każdemu zębowi przyporządkowane jest odpowiednie dwucyfrowe oznaczenie (Turp, Alt, 1995). Kompletność szkieletu obliczono wg Rowbotham i in. (2017).

Tabela 2. Zestawienie danych depozycji szczątków, profilu biologicznego, cech indywidualizujących i potencjału identyfikacyjnego szczątków z grobu 59 i 60

Table 2. Summary of the data on the deposition of the remains, biological profile, individualizing features and identification potential of the remains from graves 59 and 60

Cecha	Szkielet 59	Szkielet 60
Pozycja ciała	Na plecach	Na plecach
Położenie czaszki	Na prawej powierzchni bocznej, głową w kierunku N; twarzą zwróconą w kierunku W	Na prawej powierzchni bocznej, głową w kierunku N; twarzą zwróconą w kierunku E
Kończyny górne	Kończyny górne lekko ugięte w stawach łokciowych, ręce ułożone w okolicach pasa	Kończyna górna lewa ugięta, ułożona przedramieniem w okolicach pasa, prawa zaś zgięta w stawie łokciowym i podciągnięta ku górze
Kończyny dolne	Kończyny dolne ułożone wzdłuż osi, złączone kolanami	Równoległe, wzdłuż osi ciała
Układ anatomiczny	Zachowany	Zachowany
Stan zachowania	Średni; zmiany tafonomiczne, brak części kości rąk i stóp, częściowe ubytki twarzoczaszki	Bardzo dobry
Charakter depozycji	Pierwotna	Pierwotna
Płeć biologiczna	Mężczyzna	Mężczyzna
Wiek biologiczny	25+ lat	17–23 lata
Wysokość ciała	166–170 cm	172–177 cm
Anomalie/patologie/ asymetrie (cechy indywidualizujące)	– asymetria okolicy oczodołów i nosa kostnego; – rotacja centralnego prawego siekacza szczęki /11/: brzegiem mezjalnym skierowany w kierunku do przedsionkowo, korona w wyniku rotacji wysunięta do przedsionkowo; – uszkodzenie mechaniczne korony centralnego prawego siekacza szczęki /11/, ubytek korony, brzeg sieczny pozazębiany i nierówny; – zatrzymany lewy kieł szczęki /23/	– asymetrie okolic jarzmowych i nosa kostnego; – asymetria żuchwy; – asymetria łuków zębowych szczęki i żuchwy; – tyłozgryz i zgryz krzyżowy; – brak lewego kła szczęki /23/; – brak obu drugich zębów przedtrzonowych żuchwy /35 i 45/; – rotacja lewego kła żuchwy /33/: powierzchnia językowa skierowana w kierunku mezjalnym (do drugiego zęba siecznego żuchwy /32/); – zachowane cztery zęby trzonowe żuchwy po stronie lewej (prawdopodobnie zachowany drugi ząb trzonowy mleczny /75/)
Znaczenie identyfikacyjne	Ograniczone z uwagi na ubytki kości twarzoczaszki i deformacje pośmiertne	Wysokie, bardzo dobrze zachowana czaszka. Drobne odkształcenie łusek kości skroniowych, ubytki pośmiertne łuków jarzmowych

W kolejnym etapie badań uzyskane trójwymiarowe modele czaszek z grobów 59 i 60 posłużyły do badań identyfikacyjnych przez nałożenie modeli 3D czaszek metodą superprojekcji na archiwalne fotografie zmarłych Włochów z obozu Lamsdorf. Do badań pozyskano archiwalne fotografie obu pochowanych włoskich jeńców wojennych z grobów 59 i 60. Procedurę nakładania wykonano czterokrotnie, dla każdego z dwóch modeli czaszki z każdą fotografią identyfikowanych dwóch typowanych do badań włoskich jeńców wojennych. Procedurę superprojekcji wykonano bez nałożonych punktów na czaszce i twarzy (ryc. 2 i 3) oraz z nałożonymi punktami (ryc. 4). W drugim przypadku wybrano zestaw 18 punktów kraniometrycznych i 18 analogicznych punktów cefalometrycznych (tab. 3). Przed procedurą superprojekcji markery umieszczono w punktach kraniometrycznych na czaszce w kolorze czerwonym i w punktach cefalometrycznych na głowie osoby widocznej na zdjęciu (w kolorze niebieskim) (ryc. 4).

Tabela. 3. Lista 18 punktów cefalometrycznych i punktów kraniometrycznych (8 nieparzystych, 5 parzystych) uwzględnionych w badaniach porównawczych metodą superprojekcji 2D-3D

Table 3. List of 18 cephalometric and craniometric landmarks (8 unilateral, 5 bilateral) included in the comparative studies using the 2D-3D craniofacial superimposition method

Punkty kraniometryczne	**skrót**	**Punkty cefalometryczne**	**skrót**
Vertex	v	Vertex	v’
Glabella	g	Glabella	g’
Nasion	n	Nasion	n’
Subspinale	ss	Subnasale	sn’
Prosthion	pr	Labiale superius	ls’
Infradentale	id	Labiale inferius	li’
Pogonion	pg	Pogonion	pg’
Gnathion	gn	Gnathion	gn’
Gonion L/P	go	Gonion L/P	go’
Alare L/P	al	Alare L/P	al’
Zygion L/P	zy	Zygion L/P	zy’
Dacryon L/P	d	Endocanthion L/P	en’
Ectoconchion L/P	ec	Exocanthion L/P	ex’

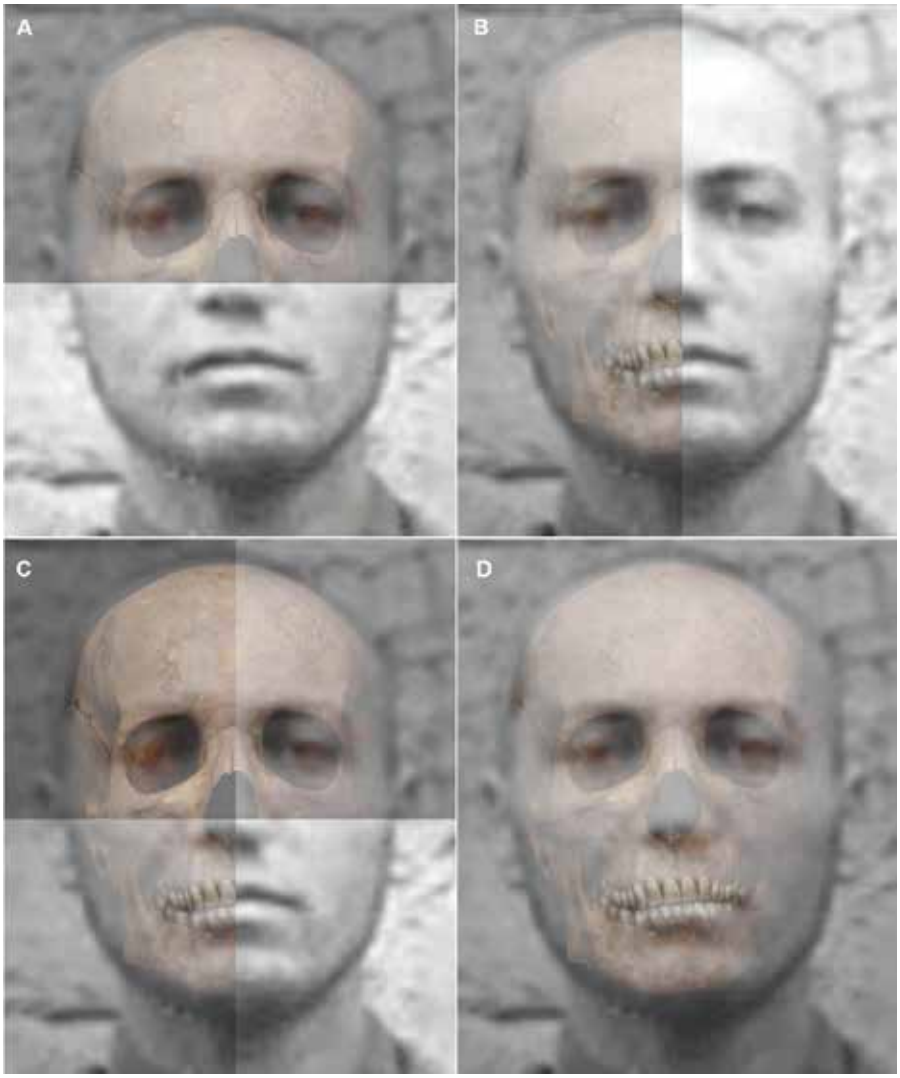
L – lewa strona, P – prawa strona
L – left side, P – right side

Zestaw opisanych wcześniej kryteriów morfologicznych wykorzystano do oceny, czy zachodzi spójność anatomiczna nałożonej metodą superprojekcji czaszki (model 3D) i twarzy osoby ze zdjęcia (2D). Analizy porównawcze przeprowadzono za pomocą dedykowanego programu graficznego 3D ZBrush, z wykorzystaniem funkcji przenikania modelu 3D czaszki i zdjęcia. W tym celu dokonano importu modelu 3D czaszki z nałożonymi punktami kraniometrycznymi i importu zdjęcia z wizerunkiem typowanej osoby.



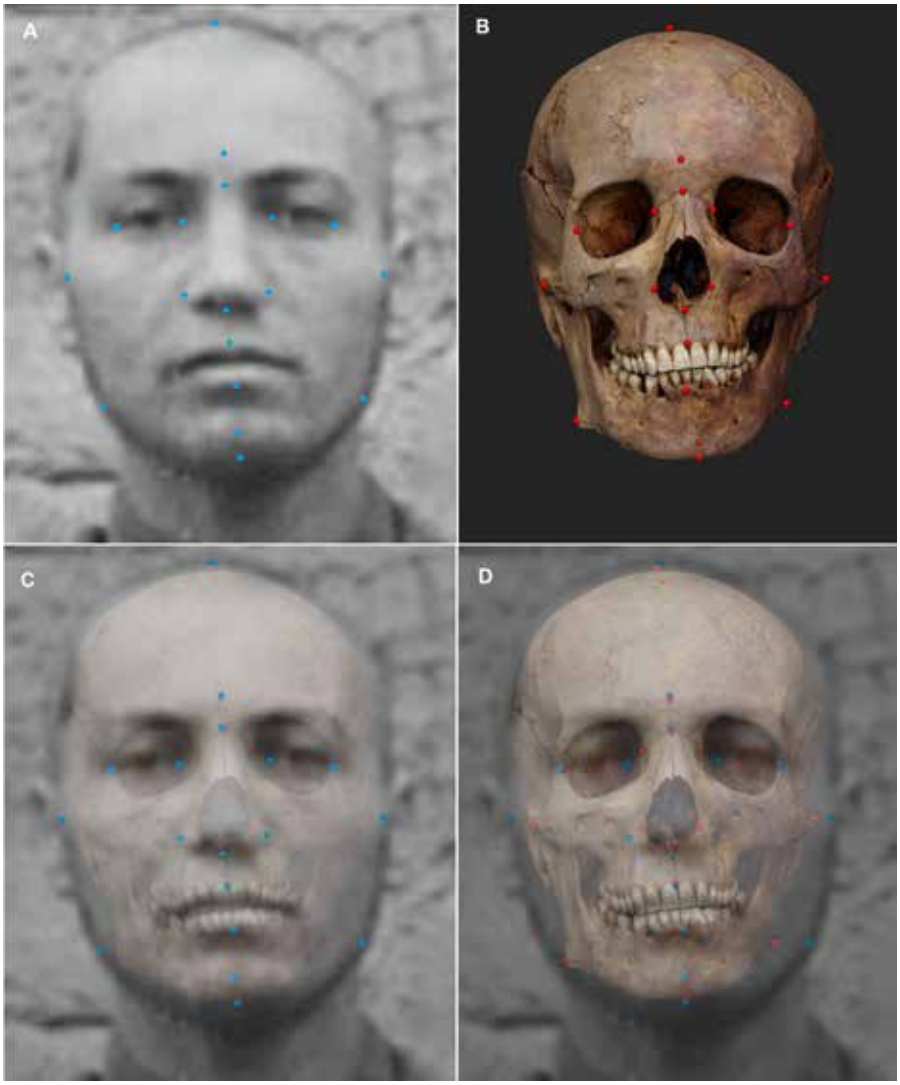
Ryc. 2. Materiały przygotowane do badań porównawczych: A – model 3D czaszki z grobu 60 po ustawieniu jak głowa Giovanniego Paravidino na zdjęciu; B – zdjęcie Giovanniego Paravidino (opracowanie D. Lorkiewicz-Muszyńska)

Fig. 2. Materials prepared for comparative research: A – the 3D model of the skull from grave 60 after positioning according to the head of Giovanni Paravidino in the photo; B – photo of Giovanni Paravidino (prepared by D. Lorkiewicz-Muszyńska)



Ryc. 3. Ocena spójności anatomicznej między cechami twarzy Giovanniego Paravidino a cechami czaszki osoby z grobu 60 z wykorzystaniem metody superprojekcji 2D-3D i narzędzia przenikania obrazów. Analiza z częścią obrazu czaszki: A – analiza w poziomie; B – analiza w pionie; C – analiza łączona w poziomie i pionie; D – analiza z całą czaszką (badania superprojekcji i ocena D. Lorkiewicz-Muszyńska)

Fig. 3. Assessment of anatomical consistency between the facial features of Giovanni Paravidino and the skull features of the person from grave 60 using the 2D-3D craniofacial superimposition method and layers transparency tool. Analysis with a partial skull image: A – horizontal analysis; B – vertical analysis; C – combined horizontal and vertical analysis; D – full skull analysis (craniofacial superimposition procedure and evaluation D. Lorkiewicz-Muszyńska)



Ryc. 4. Ocena spójności anatomicznej między cechami morfologicznymi twarzy Giovanniego Paravidino i cechami morfologicznymi czaszki osoby z grobu 60: A – zdjęcie Giovanniego Paravidino z naniesionymi punktami cefalometrycznymi; B – model 3D czaszki z grobu 60 po ustawieniu jak głowa Giovanniego Paravidino na zdjęciu z naniesionymi punktami kraniometrycznymi; C i D – ocena spójności anatomicznej między cechami twarzy Giovanniego Paravidino a cechami czaszki osoby z grobu 60 z wykorzystaniem metody superprojekcji 2D-3D z uwzględnieniem relacji zachodzących między punktami cefalometrycznymi (kolor niebieski) i kraniometrycznymi (kolor czerwony), różne stopnie przenikania obrazów twarzy i czaszki (opracowanie, badania superprojekcji i ocena D. Lorkiewicz-Muszyńska)

Fig. 4. Assessment of anatomical consistency between the facial morphological features of Giovanni Paravidino and the skull morphological features of the person from grave 60: A – photo of Giovanni Paravidino with cephalometric points marked; B – 3D model of the skull from grave 60 after positioning it like the head of Giovanni Paravidino in the photo with marked craniometric points; C and D – assessment of anatomical consistency between the facial features of Giovanni Paravidino and the skull features of the person from grave 60 using the 2D-3D craniofacial superimposition method, taking into account the relationships between cephalometric (blue) and craniometric (red) landmarks, varying degrees of facial and skull layer transparency (development, craniofacial superimposition procedure and evaluation D. Lorkiewicz-Muszyńska)

Analizy porównawcze spójności anatomicznej między cechami morfologicznymi czaszki i głowy oparte były na najbardziej reprezentatywnych kryteriach stosowanych podczas oceny korespondujących ich cech morfologicznych (Austin-Smith, Maples, 1994; Lorkiewicz-Muszyńska, 2020, s. 715–716; Martos i in., 2024, s. 113):

- Wysokość czaszki jest zbliżona do wysokości głowy, zarys sklepienia czaszki i zarys szczytu głowy są podobne;
- Szerokość czaszki wypełnia obszar czoła, wyprofilowanie i parametry kości czołowej – wyprofilowanie i parametry czoła są podobne;
- W ujęciu z profilu, w przypadku braku włosów, można poddać analizie wyprofilowanie i parametry mózgoczaszki obejmujące wyprofilowanie łuski kości czołowej, kości ciemieniowe i łuski kości potylicznej – wyprofilowanie i parametry głowy;
- Wysokość czaszki, od punktu *bregma* (b) lub czasami najwyżej położonego punktu na szczycie sklepienia czaszki *vertex* (v) do położonego na żuchwie punktu *mention* (me), mieści się w wysokości głowy od punktu *vertex* (v') do punktu *mention* (me');
- Wysokość twarzoczaszki od punktu *nasion* (n) do *mention* (me) mieści się w wysokości twarzy od punktu *nasion* (n') do *mention* (me');
- Szerokość i wyprofilowanie okolic łuków jarzmowych czaszki mieści się i wykazuje zgodność z wyprofilowaniem ścian bocznych środkowego piętra twarzy (na wysokości okolic policzkowych);
- Kształt dolnego brzegu żuchwy jest zgodny z kształtem dolnej linii twarzy;
- Zarys guzowatości bródki jest zgodny z zarysem bródki;
- Rozstawienie i wyprofilowanie kątów żuchwy mieści się i pasuje do rozstawienia i wyprofilowania dolnych/bocznych okolic twarzy;
- Proporcje i kształt twarzoczaszki z profilu mieści się i wykazuje zgodność w stosunku do pięter twarzy;
- Oczodoły i okolice oczu wykazują zgodność w ułożeniu i pokrywaniu się punktów antropometrycznych;
- Szerokość i wysokość otworu gruszkowatego mieści się w granicach nosa;
- Kości nosowe i wydatność nosa kostnego mieszczą się w granicach nosa i wykazują zgodność kształtu;
- Szerokość nasady nosa na czaszce jest podobna do szerokości nasady nosa twarzy osoby;
- Kolec nosowy przedni w kształcie, ustawieniu, wielkości mieści się i wykazuje zgodność z budową nosa;
- Cechy przednich zębów, rodzaj zgryzu wykazują zgodność z budową i układem czerwieni wargowej, szpary ust;
- Otwór słuchowy zewnętrzny czaszki wykazuje zgodność z otworem słuchowym zewnętrznym głowy osoby (znajduje się przyśrodkowo od skrawka małżowiny usznej);

– Ocena spójności grubości tkanek miękkich głowy z uwzględnieniem odległości między parami analogicznych punktów orientacyjnych zlokalizowanych na czaszce i głowie;
– Ocena asymetrii:
  • okolicy oczodołowej,
  • okolicy nosowej,
  • okolicy jarzmowej,
  • okolicy szczękowej,
  • okolicy żuchwowej.

W wyniku badań z wykorzystaniem metody superprojekcji 2D-3D uzyskano pozytywne wyniki identyfikacji dla obu identyfikowanych zmarłych osób, których czaszki były w dobrym lub bardzo dobrym stanie zachowania i których archiwalne fotografie były dostępne. Dla każdej pozytywnej identyfikacji uzyskano zgodność zarówno w analizowanych punktach antropometrycznych, jak i spójność anatomiczną cech morfologicznych między twarzą Luigi Norcia a czaszką z grobu 59 oraz między twarzą Giovanni Paravidino a czaszką z grobu 60. Wyniki pozytywnej identyfikacji z wykorzystaniem metody superprojekcji były spójne z wynikami analizy dokumentacji historycznej i identyfikacji na podstawie nieśmiertelników znalezionych przy szczątkach (tab. 4).

Tabela 4. Wyniki identyfikacji uzyskane z wykorzystaniem różnych metod i technik. Trzecia kolumna zawiera różne metody identyfikacji, które zostały wykorzystane lub wzięte pod uwagę przy ustalaniu pozytywnej identyfikacji (dane i wyniki wykazujące zgodność/spójność)

Table 4. Identification results obtained using various methods and techniques. The third column lists the different identification methods that were used or considered in establishing a positive identification (data and results demonstrating agreement/consistency)

Osoba typowana	**Czaszka**	**Badania identyfikacyjne, metody**
Luigi Norcia	Grób 59	Kontekst archeologiczny: pojedynczy pochówek; Historyczne dane archiwalne: zgodność; Jeniecki znak tożsamości: zgodność; Profil biologiczny: zgodność wiek (AM* – 23,5 lat, PM* – 25+ lat), płeć; Badania metodą superprojekcji 2D-3D: spójność anatomiczna między cechami morfologicznymi czaszki i twarzy; spójność anatomiczna zachodząca między punktami kraniometrycznymi i cefalometrycznymi; spójność anatomiczna dotycząca asymetrii okolic: oczodołowej, nosowej; Inne: Brak spójności anatomicznej twarzy z czaszką z grobu 60.

Osoba typowana	Czaszka	Badania identyfikacyjne, metody
Giovanni Paravidino	Grób 60	Kontekst archeologiczny: pojedynczy pochówek; Historyczne dane archiwalne: zgodność; Jeniecki znak tożsamości: zgodność; Profil biologiczny: zgodność wiek (AM* – 21 lat, PM* – 17–23 lata), płeć; Badania metodą superprojekcji 2D-3D: spójność anatomiczna między cechami morfologicznymi czaszki i twarzy; spójność anatomiczna zachodząca między punktami kraniometrycznymi i cefalometrycznymi; spójność anatomiczna dotycząca asymetrii okolic: nosowej, jarzmowej, szczękowej i żuchwy; Inne: Brak spójności anatomicznej twarzy z czaszką z grobu 59.

AM – *ante mortem*; PM – *post mortem*

DYSKUSJA

Proces identyfikacji zwłok i szczątków ludzkich jest zagadnieniem szerokim i często wymaga wykorzystania osiągnięć z wielu dziedzin nauki i techniki. Interdyscyplinarny charakter badań, współpraca specjalistów z różnych dziedzin nauki, wykorzystanie współczesnych metod identyfikacyjnych w dużym stopniu poszerzają standardowe badania pośmiertne i dostarczają dodatkowych, ważnych informacji o osobie zmarłej. Często pozwalają one na późniejszą identyfikację. Badania identyfikacyjne osób na podstawie szczątków kostnych mają na celu ocenę zespołu cech grupowych i indywidualnych, które wykazują wysoki poziom zmienności międzyosobniczej. Pozwala to na opracowanie profilu biologicznego i często w szerokim zakresie zespołu cech indywidualizujących, wyraźnie wyróżniających identyfikowaną osobę. Co do zasady, to cechy indywidualne odgrywają kluczową rolę w ustaleniu tożsamości zmarłej osoby. Układ kostny i zębowy człowieka w zakresie budowy wykazuje zmienność międzyosobniczą i międzypopulacyjną (Goldstein i in., 1998; Hanihara, Ishida, 2005). Zmienność, szczególnie istotną z punktu widzenia identyfikacji, mogą modyfikować i zwiększać zmiany nabyte w trakcie życia, między innymi w wyniku przebytych za życia chorób czy urazów (Tinoco i in., 2010), zmiany po operacjach, obecne biomateriały, asymetrie czy anomalie rozwojowe. Nierzadko w identyfikacji osobniczej szczątków ludzkich stosowane są równocześnie różne metody identyfikacji, a zakres badań porównawczych zależy od stanu zachowania szczątków oraz dostępnych materiałów porównawczych, dostępnych danych archiwalnych, jak również artefaktów ujawnionych przy szczątkach (Kobiałka i in., 2025b, 2025c).

Z punktu widzenia identyfikacji obejmującej badania antropologiczne szczególnie ważną częścią ciała człowieka, która często odgrywa kluczową rolę w identyfikacji, jest przednia część głowy, czyli twarz. W przypadku identyfikacji szczątków kostnych niezwykle ważna jest więc czaszka, której część twarzowa stanowiła za życia osoby

podłoże kostne dla rozmieszczonych na niej tkanek miękkich (Vanezis i in., 2000; Lorkiewicz-Muszyńska, 2020). Ponadto najbardziej powszechny i dostępny materiał porównawczy stanowią zdjęcia fotograficzne twarzy osób uznanych za zaginione, wytypowanych do badań identyfikacyjnych. W przypadku dysponowania zdjęciami fotograficznymi twarzy wykonanymi za życia możliwe jest wykonanie badań z wykorzystaniem metody superprojekcji (CFI – Craniofacial Identification), sprowadzającej się do analiz porównawczych dotyczących cech morfologicznych twarzy osoby oraz cech czaszki, wymiarów i proporcji, a także punktów antropometrycznych na czaszce (kraniometrycznych) i głowie (cefalometrycznych). Obserwowana zgodność zarówno w analizowanych punktach antropometrycznych, jak i spójność anatomiczna między cechami morfologicznymi twarzy i czaszki pozwalają na identyfikację osoby. Prawdopodobieństwo wnioskowania zależy od stanu zachowania czaszki oraz jakości zdjęć, jak również od dostępności zróżnicowanych ujęć głowy osoby na zdjęciach oraz innych zastosowanych metod identyfikacyjnych. Brak zgodności w analizowanych punktach antropometrycznych oraz brak spójności między strukturami anatomicznymi czaszki i twarzy stanowią podstawę do wykluczenia (Ubelaker i in., 2019). W obu badanych przez autorów przypadkach stan zachowania czaszki pozwalał na przeprowadzenie badań metodą superprojekcji 2D-3D. Dla każdej pozytywnej identyfikacji uzyskano zgodność zarówno w analizowanych punktach kraniometrycznych i cefalometrycznych, jak również obserwowano spójność anatomiczną między twarzą osoby i jedną z czaszek, i jednocześnie liczne cechy wyraźnie różnicujące w porównaniach z drugą czaszką. Ograniczenia badań wynikały z dostępności tylko jednego zdjęcia zarówno Luigi Norcia, jak również Giovanni Paravidino.

Superprojekcję komputerową można wykonać różnymi metodami, w zależności od dostępności specjalistycznego sprzętu i oprogramowania, jak metodą 2D-2D (Jankauskas i in., 2005) czy 2D-3D (Ishii i in., 2011; Lorkiewicz-Muszyńska i in., 2013; Martos i in., 2024; Leggio i in., 2025). Dysponując trójwymiarowym wirtualnym modelem czaszki, możliwe jest przeprowadzenie badań metodą 2D-3D przez dowolne manipulowanie jej układem w przestrzeni wirtualnej i porównanie metodą superprojekcji z cechami i proporcjami twarzy/głowy osoby ze zdjęć 2D, w różnych projekcjach głowy na zdjęciach. Archiwizacja czaszki w formie modelu 3D pozwala na prowadzenie badań w szerokim zakresie i bez ograniczeń czasowych, nawet po złożeniu szczątków do grobu. W badaniach metodą superprojekcji 2D-3D można wykorzystać wirtualny model 3D czaszki otrzymany na podstawie danych biomedycznych, np. z badania tomografii komputerowej (Lorkiewicz-Muszyńska i in., 2013, 2015), z wykorzystaniem skanera 3D (Martos i in., 2024) lub metodą fotogrametrii (Leggio i in., 2025; Lorkiewicz-Muszyńska, Przepiórka, 2025). Fotogrametria stanowi bardzo użyteczne narzędzie w przypadku badań w terenie, ze względu na konieczność szybszego procesu dokumentowania miejsca, jak również materiałów kostnych i coraz częściej stosowana jest w archeologii, w antropologii sądowej czy kryminalistyce (Lorkiewicz-Muszyńska, Przepiórka, 2025). Na wybór metody digitalizacji materiałów kostnych ze stanowisk archeologicznych w celu ich dokumentowania i archiwizacji może wpływać szereg czynników oraz założenia

badawcze. Tomografia komputerowa zawsze będzie niezastąpiona w obrazowaniu struktur anatomicznych zamkniętych w obrębie obiektu (np. czaszki), z kolei fotogrametria stanowi doskonałe narzędzie do badania i analizy powierzchni zewnętrznej, pozwala na dokumentowanie miejsca i materiałów kostnych w warunkach terenowych (Donato i in., 2020).

Opracowanie modelu komputerowego 3D czaszki wymaga wykonania wielu złożonych czynności oraz procedur. Ze względu na rozbudowane przetwarzanie dużych ilości danych, przejście z geometrii opisanej w przestrzeni dwuwymiarowej do trójwymiarowej, istnieje ryzyko powstania błędów i znacznych rozbieżności między danymi wejściowymi a uzyskanymi modelami końcowymi (Lauria, Sineo, Ficarra, 2022). Najbardziej obiektywnym sposobem porównania dwóch obiektów, rzeczywistej czaszki i jej modelu 3D uzyskanego metodą fotogrametrii, jest wykonanie pomiarów między zdefiniowanymi punktami kraniometrycznymi, co umożliwia precyzyjne ich wyznaczenie i wykonanie powtarzalnych pomiarów (Lauria, Sineo, Ficarra, 2022; Lorkiewicz-Muszyńska, Przepiórka, 2025). W kontekście weryfikacji dokładności modeli 3D, metoda ta pozwala na ilościową ocenę błędów geometrycznych powstałych na różnych etapach rekonstrukcji 3D. Błędy są nieuniknione we wszystkich metodach digitalizacji 3D, ale liczne badania testujące błąd pokazują, że jest on tak niski, że nie powinien wpływać na wyniki (Lorkiewicz-Muszyńska i in., 2015, Mendřický i in., 2016, 2018; White i in., 2018; Sužiedelyte-Visockiene i in., 2019). Wyniki przeprowadzonych pomiarów antropometrycznych dwóch czaszek jeńców włoskich z grobu 59 i 60 oraz ich modeli 3D uzyskanych metodą fotogrametrii wykazały, że obiekty cechuje wysoka zgodność i podobieństwo, a zmierzone maksymalne wartości odchyleń między porównywanymi obiektami są rzędu 0,1–0,4 mm.

Identyfikacja osobnicza stanowi główny cel antropologii sądowej i pokrewnych dyscyplin zajmujących się badaniem szczątków ludzkich, a badania metodą superprojekcji stanowią jedno z narzędzi umożliwiających identyfikację lub wykluczenie (Jankauskas i in., 2005, Ishii i in., 2011; Lorkiewicz-Muszyńska i in., 2013; Martos i in., 2024; Leggio i in., 2025). Metodologia superprojekcji ewoluowała wraz z postępem technologicznym. Mimo że czasami jest uznawana za metodę kontrowersyjną (Martos i in., 2024), nadal pozostaje w centrum aktywności naukowej w antropologii, anatomii, archeologii, szczególnie z naciskiem na wykorzystanie metod 3D w tym obszarze badań (Ishii i in., 2011; Lorkiewicz-Muszyńska i in., 2013; Lorkiewicz-Muszyńska, 2020; Martos i in., 2024; Leggio i in., 2025).

PODSUMOWANIE

Archeologia jest, jak dowodzi chociażby Anna Zalewska (2019), formą praktyki przywracania pamięci o trudnej, bolesnej, nierzadko zagrzebanej w ziemi przeszłości. W niektórych przypadkach to także działanie o wymiarze społeczno-kulturowym i humanitarnym. Ilustracją tego mogą być wyniki badań interdyscyplinarnych,

które przeprowadzono w 2023 r. w Miejscu Pamięci Narodowej. Ujawniono wtedy m.in. szczątki dwóch osób. Dzięki wykorzystaniu danych materialnych oraz historycznych i przestrzennych udało się ustalić tożsamość zmarłych Włochów.

Rok później podjęto, zgodnie z postawioną hipotezą badawczą, szczątki łącznie 60 zmarłych włoskich żołnierzy internowanych na terenie kompleksu obozowego Lamsdorf w latach 1943–1944. Prace miały swoją specyfikę, którą podkreślamy w pracy. To znaczy, niemożliwe było wykonanie badań genetycznych jako kolejnej metody potwierdzającej identyfikację ekshumowanych szczątków ludzkich. Z tego powodu wykorzystano superprojekcję jako uzupełnienie przyjętej metodologii badań, co przyniosło potwierdzenie danych pozyskanych w trakcie wcześniejszych prac gabinetowych oraz archeologicznych.

Identyfikacja na podstawie czaszki i zdjęć twarzy metodą superprojekcji to metoda wykorzystywana od wielu dziesięcioleci, przyciągająca specjalistów z różnych dziedzin nauki, w tym anatomii, antropologii, stomatologii, archeologii i kryminalistyki. Może stanowić kluczowe badanie przy dostępności zdjęć fotograficznych twarzy, gdy inne metody nie mogą zostać zastosowane z uwagi na brak dostępności dokumentacji medycznej, porównawczego materiału do badań genetycznych.

Wyniki przeprowadzonych interdyscyplinarnych badań na podstawie ludzkich szczątków z grobów 59 i 60 dowodzą skuteczności zastosowanej procedury badawczej, którą można uznać za cenne uzupełnienie badań archeologicznych i historycznych, szczególnie gdy nie jest możliwe przeprowadzenie badań genetycznych. Takie podejście może odegrać znaczącą rolę w przypadkach, gdy istnieją ograniczenia prawne lub brakuje porównawczego materiału genetycznego, a alternatywne metody są niezbędne do postępu prac identyfikacyjnych.

PODZIĘKOWANIA

Projekt został dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa”, nr: NdS/545193/2022/2022, kwota dofinansowania: 560 740,00 zł, całkowita wartość: 560 740,00 zł.

Konflikt interesów: Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

Komisja Bioetyczna: Uzyskano oświadczenie Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu z dnia 21.06.2023 r., że badanie nie nosi cech eksperymentu medycznego i zgodnie z polskim prawem i Dobrą Praktyką Kliniczną (GCP) nie podlega opiniowaniu Komisji Bioetycznej (oświadczenie nr KB-565/23).

Wkład autorów: Autorzy przyjmują na siebie wyłączną odpowiedzialność z tytułu: przygotowania koncepcji badawczej dzieła i sposobu jego przedstawienia (opracowania metodyki), zebrania i analizy danych, interpretacji wniosków, a także zredagowania wersji ostatecznej rękopisu.

BIBLIOGRAFIA

AlQahtani, S. J., Hector, M. P., Liversidge, H. M. (2010). Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology*, *142*(3), 481–490.

Austin-Smith, D., Maples, W. R. (1994). The reliability of skull/photograph super imposition in individual identification. *Journal of Forensic Sciences*, *39*, 446–455.

Borkowski, T. (2021). *Sprawozdanie z archeologicznych badań wykopaliskowych na terenie starego cmentarza jenieckiego w Łambinowicach, gm. Łambinowice, pow. nyski, woj. opolskie w dniach 25.05.2020 r. – 29.05.2020 r.*. Archiwum Centralnego Muzeum Jeńców Wojennych.

Brooks, S., Suchey, J. M. (1990). Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsfidi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution*, *5*(3), 227–238.

Buikstra, J., Ubelaker, D. (1994). *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains: Proceedings of a Seminar at the Field Museum of Natural History*. Fayetteville, AL: Arkansas Archaeological Survey.

Caple, J., Stephan, C. N. (2016). A standardized nomenclature for craniofacial and facial anthropometry. *International Journal of Legal Medicine*, *130*, 863–879.

Donato, L., Cecchi, R., Goldoni, M., Ubelaker, D. H. (2020). Photogrammetry vs CT scan: evaluation of accuracy of a low-cost three-dimensional acquisition method for forensic facial approximation. *Journal of Forensic Sciences*, *65*, 1260–1265.

Goldstein, M., Sweet, D. J., Wood, R. E. (1998). A specimen positioning device for dental radiographic identification – image geometry considerations. *Journal of Forensic Sciences*, *43*, 185–189.

Hanihara, T., Ishida, H. (2005). Metric dental variation of major human populations. *American Journal of Physical Anthropology*, *128*, 287–298.

Ishii, M., Yayama, K., Motani, H., Sakuma, A., Yasjima, D., Hayakawa, M., Yamamoto, S., Iwase, H. (2011). Application of superimposition-based personal identification using skull computed tomography images. *Journal of Forensic Sciences*, *56*, 960–966.

Jankauskas, R., Barkus, A., Urbanavièius, V., Garmus, A. (2005). Forensic archaeology in Lithuania: the Tuskulënai mass grave. *Acta Medica Lituanica*, *12*, 70–74.

Kobiałka, D., Kostyrko, M., Lokś, A., Karski, K., Rezler-Wasielewska, V., Stanek, P., Wickiewicz, A., Góra, E., Tomczak, S., Pawleta, M. (2023). "Hell camp" hidden in the forest – the materiality of Stalag VIII B (344) Lamsdorf. *Journal of Conflict Archaeology*, *18*(2–3), 97–124.

Kobiałka, D., Michalski, M., Karski, K., Lokś, A., Pawleta, M., Rezler-Wasielewska, V., Wroniecki, P., Wysocka, J., Czarnik, M. (2024). Searching for the missing graves of PoWs from the Second World War – an example of research conducted in the area of Stalag VIII B (344) Lamsdorf. *Journal of Field Archaeology*, *49*(6), 468–483.

Kobiałka, D., Pawleta, M., Karski, K., Michalski, M. (2025a). *Archeologia i społeczeństwo w Miejscu Pamięci Narodowej w Łambinowicach*. Opole: Centralne Muzeum Jeńców Wojennych.

Kobiałka, D., Pawleta, M., Karski, K., Czarnik, M., Michalski, M., Lokś, A., Wysocka, J., Lynch, P., Rezler-Wasielewska, V., Lorkiewicz-Muszyńska, D., Sobol, J., Przepiórka, P., Żarkowski, B. (2025b). Lamsdorf/Łambinowice. An archaeology of memory. *Antiquity*, *99*(407), e48.

Kobiałka, D., Karski, K., Pawleta, M., Czarnik, M., Wysocka, J., Lynch, P., Michalski, M., Lokś, A., Rennwanz, J., Góra, E. (2025c). Restoring their identity – archaeology, ethnography, and the missing PoWs of Stalag VIII B (344) Lamsdorf. *Journal of Field Archaeology*, *50*(5), 378–396.

Lauria, G., Sineo, L., Ficarra, S. (2022). A detailed method for creating digital 3D models of human crania: an example of close-range photogrammetry based on the use of Structure-from-Motion (SfM) in virtual anthropology. *Archaeological and Anthropological Sciences*, *14*, 42.

Leggio, A., Iacobellis, G., Salzillo, C., Innamorato, L. (2025). The faceless enigma: Craniofacial superposition reveals identity concealed by decomposition, solving a judicial case. *Forensic Sciences*, *5*, 67.

Lorkiewicz-Muszyńska, D., Kociemba, W., Żaba, C., Łabęcka, M., Koralewska-Kordel, M., Abreu-Głowacka, M., Przystańska, A. (2013). The conclusive role of postmortem computed tomography (CT)

of the skull and computer-assisted superimposition in identification of an unknown body. *International Journal of Legal Medicine*, *127*, 653–660.

Lorkiewicz-Muszyńska, D., Kociemba, W., Sroka, A., Kulczyk, T., Żaba, C., Paprzycki, W., Przystańska, A. (2015). Accuracy of the anthropometric measurements of skeletonized skulls with corresponding measurements of their 3D reconstructions obtained by CT scanning. *Anthropologischer Anzeiger*, *72*, 293–301.

Lorkiewicz-Muszyńska, D. (2020). Wirtualna identyfikacja. W: G. Teresiński (red.), *Medycyna sądowa.* T. 2: *Diagnostyka sądowa* (s. 714–723). Warszawa: PZWL.

Lorkiewicz-Muszyńska, D., Przepiórka, P. (2025). Tomografia komputerowa (TK) vs. fotogrametria w digitalizacji materiałów kostnych. W: A. Michalak (red.), *Nekropolia katolików i protestantów. Cmentarz Świętej Trójcy w Zielonej Górze w świetle najnowszych badań* (s. 155–167). Pękowice – Świdnica: Profil-Archeo, Muzeum Archeologiczne Środkowego Nadodrza.

Lovejoy, C. O., Meindl, R. S., Pryzbeck, T. R., Mensforth, R. P. (1985). Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, *68*(1), 15–28.

Malinowski, A., Wolański, N. (1998). *Metody badań w biologii człowieka. Wybór metod antropologicznych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Martos, R., Guerra, R., Navarro, F., Peruch, M., Neuwirth, K., Valsecchi, A., Jankauskas, R., Ibáñez, O. (2024). Computer-aided craniofacial superimposition validation study: the identification of the leaders and participants of the Polish-Lithuanian January Uprising (1863–1864). *International Journal of Legal Medicine*, *138*, 107–121.

Michalski, M., Ratti, R., Kobiałka, D., Marchetto, V., Chiericati, G. L. (2024). Sprawa pochówków jeńców włoskich na Starym Cmentarzu Jenieckim w Łambinowicach. *Szkice z Dziejów Obozów w Lamsdorf/Łambinowicach: historia i współczesność*, *7*, 100–128.

Mendřický, R. (2016). Determination of measurement accuracy of optical 3D scanners. *MM Science Journal*, 1565–1572.

Mendřický, R. (2018). Impact of applied anti-reflective material on accuracy of optical 3D digitisation. *Materials Science Forum*, *919*, 335–344.

Nowak, E. (red.) (2006). *Obozy w Lamsdorf/Łambinowicach (1870/1946)*. Opole: Centralne Muzeum Jeńców Wojennych.

Relethford, J. H. (2002). Apportionment of global human genetic diversity based on craniometrics and skin color. *American Journal of Physical Anthropology*, *118*, 393–398.

Rezler-Wasielewska, V. (2017). *Muzeum w Miejscu Pamięci*. Opole: Centralne Muzeum Jeńców Wojennych w Łambinowicach-Opolu.

Ross, A. H., Ubelaker, D. H., Falsetti, A. B. (2002). Craniometric variation in the Americas. *Human Biology*, *74*, 807–818.

Rowbotham, S. K., Blau, S., Hislop-Jambrich, J. (2017). Recording skeletal completeness: A standardised approach. *Forensic Science International*, *275*, 117–123.

Sawczuk, J. (1974). *Hitlerowskie obozy jenieckie w Łambinowicach w latach 1939–1945. Studium monograficzne*. Opole: Instytut Śląski.

Scheuer, L., Black, S. (2011). *The Juvenile Skeleton*. Amsterdam: Elsevier Academic Press.

Shirley, N. R., Jantz, R. L. (2011). Spheno-occipital synchondrosis fusion in modern Americans. *Journal of Forensic Science*, *56*(3), 580–585.

Sužiedelyte-Visockiene, J., Bručas, D. (2009). Influence of digital camera errors on the photogrammetric image processing. *Geo ezija ir kartografija*, *35*, 29–33.

Tinoco, R. L. R., Martins, E. C., Daruge, E., Daruge, E., Prado, F. B., Caria, P. H. F. (2010). Dental anomalies and their value in human identification: A case report. *Journal of Forensic Odonto-Stomato-logy*, *28*, 39–43.

Trotter, M., Gleser, G. C. (1952). Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology*, *10*(4), 463–514.

Turp, J. C., Alt, K. W. (1995). Designating teeth: the advantages of the FDI's two-digit system. *Quintessence International, 26*, 501–504.

Ubelaker, D. H., Wu, Y., Cordero, Q. R. (2019). Craniofacial photographic superimposition: New developments. *Forensic Science International: Synergy*, *1*, 271–274.

Walker, P. L. (2008). Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *American Journal of Physical Anthropology*, *136*(1), 39–50.

White, S., Hirst, C., Smith, S. E. (2018). The suitability of 3D data: 3D digitisation of human remains. *Archaeologies: Journal of the World Archaeological Congress*, *14*, 250–271.

Wilkinson, C., Liu, C. Y. J., Shrimpton, S., Greenway, E. (2024). Craniofacial identification standards: A review of reliability, reproducibility, and implementation. *Forensic Sciences International*, *359*, 111993.

Vanezi, P., Vanezis, M., McCombe, G., Niblett, T. (2000). Facial reconstruction using 3-D computer graphics. *Forensic Science International*, *108*, 81–95.

Zalewska, A. (red.) (2019). *Archeologiczne przywracanie pamięci o Wielkiej Wojnie w rejonie Rawki i Bzury (1914–1915)*. Warszawa: Wydawnictwo IAE PAN.