

Badania pochodzenia bursztynu z kołtów odkrytych na wczesnośredniowiecznym cmentarzysku w Sypniewie z zastosowaniem spektroskopii Ramana

Author: Mariusz Błoński, Barbara Łydzba-Kopczyńska

PL ISSN 0023-5881; e-ISSN: 2719-6496

DOI: <https://doi.org/10.23858/KHKM73.2025.1.003>

<https://rcin.org.pl/dlibra/publication/282956>

Jak cytować:

Błoński, M., & Łydzba-Kopczyńska, B. (2025). Badania pochodzenia bursztynu z kołtów odkrytych na wczesnośredniowiecznym cmentarzysku w Sypniewie z zastosowaniem spektroskopii Ramana. Kwartalnik Historii Kultury Materialnej, 73(1), 63–86. <https://doi.org/10.23858/KHKM73.2025.1.003>

*Mariusz Błoński, Barbara Łydzba-Kopczyńska**

Badania pochodzenia bursztynu z kołtów odkrytych na wczesnośredniowiecznym cmentarzysku w Sypniewie z zastosowaniem spektroskopii Ramana**

Study of the origin of amber from the kolts discovered in the early medieval
cemetery in Sypniewo using Raman spectroscopy


Abstrakt: Artykuł przedstawia wyniki badań fizykochemicznych bursztynu, którym ozdobione były kołty z jednego z grobów cmentarzyska w Sypniewie na północno-wschodnim Mazowszu. Kołty są kobiecymi ozdobami głowy charakterystycznymi dla złotnictwa Rusi Kijowskiej w XI–XIII w. Na terenie ziem Polski należą one do rzadkich znalezisk — oprócz trzech egzemplarzy z Sypniewa odkryto siedem innych. W dwóch kołtach z Sypniewa oprawione były bursztynowe oczka. Wykonano je prawdopodobnie z surowca pochodzącego z lokalnych złóż czwartorzędowych (region kurpiowski). Za pomocą spektroskopii Ramana porównano jeden z tych bursztynów z bursztynami z Kurpi i innych rejonów Polski (Podlasie, Pomorze). Zaobserwowano duże podobieństwo jego cech spektralnych z surowcem bałtyckim i surowcem pochodzącym z rejonu Sypniewa. Przypuszczalnie kołty odkryte w Sypniewie wykonano na miejscu, z wykorzystaniem miejscowego bursztynu.

Słowa kluczowe: kołty, bursztyn, spektroskopia Ramana, Kurpie, Ruś Kijowska

Abstract: The article presents the results of physicochemical tests of amber used to decorate kolts from a woman's grave in the cemetery in Sypniewo in north-eastern Mazovia. Kolts are women's head decorations typical of the goldsmithery of Kievan Rus' in the period from the 11th to the 13th. They are rare finds in Poland; apart from the three kolts from Sypniewo, seven other pieces were discovered. Two of them from Sypniewo had amber discs decorating them. They were probably made of raw material from local quaternary sediments (Kurpie region). Using Raman spectroscopy, one of these ambers was compared with amber from Kurpie and other regions of Poland (Podlasie, Pomerania). A great similarity of its spectral features with Baltic succinite and the raw material from the Sypniewo area was observed. The kolts discovered in Sypniewo were probably made on site, using local amber.

Key words: kolts, amber, Raman spectroscopy, Kurpie region, Kievan Rus

* dr Mariusz Błoński, Instytut Archeologii i Etnologii PAN
m.blonski@iaepan.edu.pl;  <https://orcid.org/0000-0002-6341-9314>

dr hab. prof. UWr Barbara Łydzba-Kopczyńska, Zespół Analityki Stosowanej, Wydział Chemii, Uniwersytet Wrocławski; barbara.lydzba-koczyńska@uwr.pl;  <https://orcid.org/0000-0002-2483-9711>

** Autorzy dziękują panu Zdzisławowi Bziukiewiczowi z Muzeum Kurpiowskiego w Wachu za udostępnienie do badań bursztynów ze zbiorów muzealnych.

I. Cmentarzysko w Sypniewie; II Kołty z Sypniewa; III. Występowanie i eksploatacja bursztynu na Kurpiach; IV. Badania pochodzenia bursztynu z Sypniewa z zastosowaniem spektroskopii Ramana; V. Podsumowanie

I. Cmentarzysko w Sypniewie

Na terenie wsi Sypniewo, znajdującej się w południowo-zachodniej części Równiny Kurpiowskiej, umiejscowione są relikty wczesnośredniowiecznego zespołu osadniczego składającego się z grodziska z podgrodziem i osady przygodowej oraz cmentarzyska (ryc. 1). W odległości kilkuset metrów od grodziska umiejscowione są ponadto cztery inne stanowiska o tej samej metryce, w tym niewielka osada odkryta w miejscu o nazwie „Porytka”¹. Grodzisko w Sypniewie zostało odkryte w 1936 r. podczas badań powierzchniowych Józefa Marciniaka, ówczesnego pracownika Państwowego Muzeum Archeologicznego w Warszawie². Towarzyszące mu cmentarzysko odkryli natomiast Wojciech Szymański i Jerzy Pyrgała, którzy natrafili na nie wiosną 1959 r. podczas terenowej weryfikacji grodzisk wykonywanej w ramach działań Pracowni Atlasu Archeologicznego Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN³. W latach 1959–1966 obydwie te stanowiska badała wykopaliskowo Irena Górską z Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN (obecnie Instytut Archeologii i Etnologii PAN), w latach 1983–1988 wykopaliska na cmentarzysku kontynuowała Urszula Perlikowska-Puszkarska z ramienia Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Ostrołęce⁴. W 2024 r. pod kierownictwem Mariusza Błońskiego przeprowadzono na osadzie przygodowej badania nieinwazyjne⁵ i sondażowe wykopaliska. Dzięki ustaleniom pierwszej ze wspomnianych badaczek oraz datom dendrochronologicznym dębiny pozyskanej z dwóch studni odkrytych na grodzisku wiadomo, że gród i towarzysząca mu osada użytkowane były od początku X w. do drugiej tercji XI w.⁶ Na przełomie XI i XII w. lub na początku XII w., na miejscu opuszczonej wcześniej osady przygodowej założono cmentarz. Na jego terenie zadokumentowano 1325 szkieletowych grobów o chronologii od przełomu XI i XII do XVII w., dotychczas nie zbadano jednak całej nekropoli. Było to płaskie, wielowarstwowe cmentarzysko szkieletowe. Zmarłych chowano w jamach grobowych orientowanych na osi wschód–zachód, z głową skierowaną na zachód, w pozycji wyprostowanej na wznak, z rękami ułożonymi wzdłuż tułowia. Wiele grobów uległo zniszczeniu na skutek wkopywania w nie młodszych pochówków i dołów gospodarczych oraz orki⁷. W najstarszych grobach (z XII–XIII w.) odkryto kilka tysięcy zabytków — głównie kobiecych ozdób takich jak: kolie szklanych paciorków, wykonane z brązu kabłączki skroniowe i pierścionki. Występowały też metalowe krzyżyki i lunule, ozdoby z zębów zwierząt i muszli, a także przęśliki wykonane z gliny i łupku wołyńskiego oraz żelazne igły. W grobach męskich przeważały noże i krzesiwa⁸.

¹ Biermann F. 2006, ryc. 6.

² Marciniak J. 1937, s. 63.

³ Górską I. 1962, s. 90.

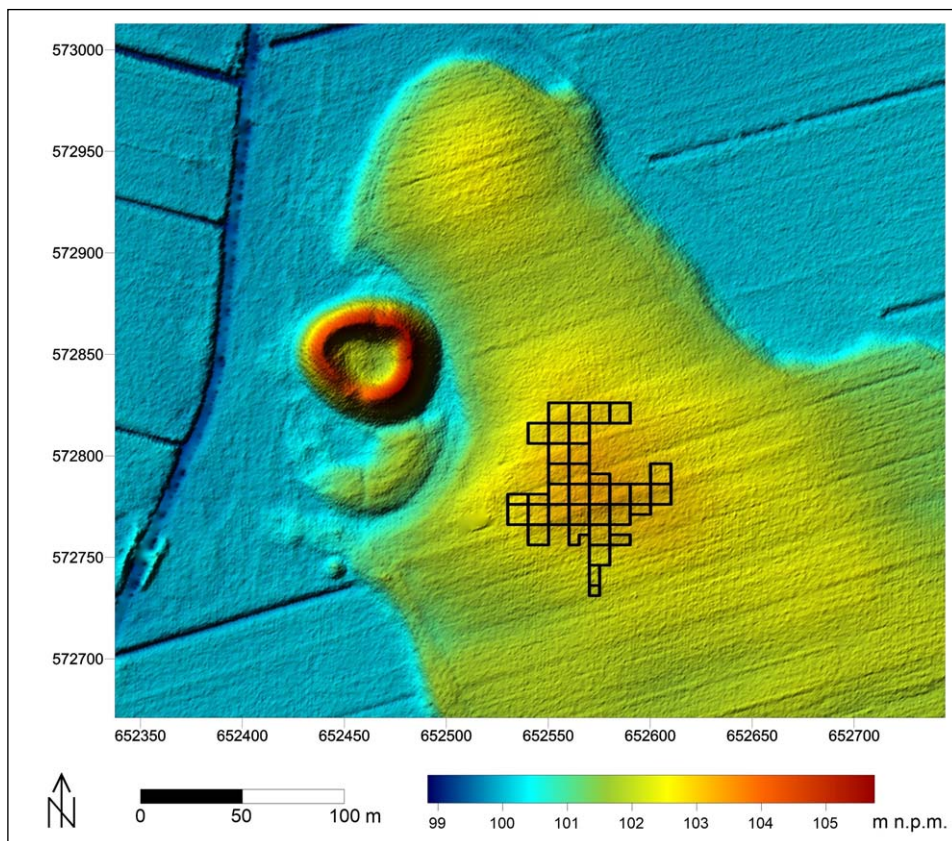
⁴ Perlikowska-Puszkarska U. 2000, s. 95.

⁵ Zrealizowano badania paleogeograficzne i geofizyczne w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki Miniatura 7, nr 2023/07/X/HS3/01604, pt. „Nieinwazyjne badania osady przygodowej i cmentarzyska na terenie wczesnośredniowiecznego zespołu osadniczego w Sypniewie, pow. makowski”.

⁶ Górską I. 1968, s. 183; Biermann F. 2006, s. 70–72.

⁷ Górską I. 1962, s. 90–91; Górską I. 1963, s. 261–262; Górską I. 1968, s. 176, ryc. 6; Perlikowska-Puszkarska U. 1984, s. 176–177; Perlikowska-Puszkarska U. 2000, s. 96, ryc. 5.

⁸ Górską I. 1962, ryc. 1–3; Górską I. 1968, s. 176–178.



Ryc. 1. Sypniewo, pow. makowski. Grodzisko (stan. 1), osada przygodowa (stan. 2), cmentarzysko (stan. 3). Siatka arowa w miejscu wykopów archeologicznych na osadzie i cmentarzysku z lat sześćdziesiątych i osiemdziesiątych XX w. Cyfrowy wysokościowy model terenu LiDAR.

Oprac. W. Małkowski

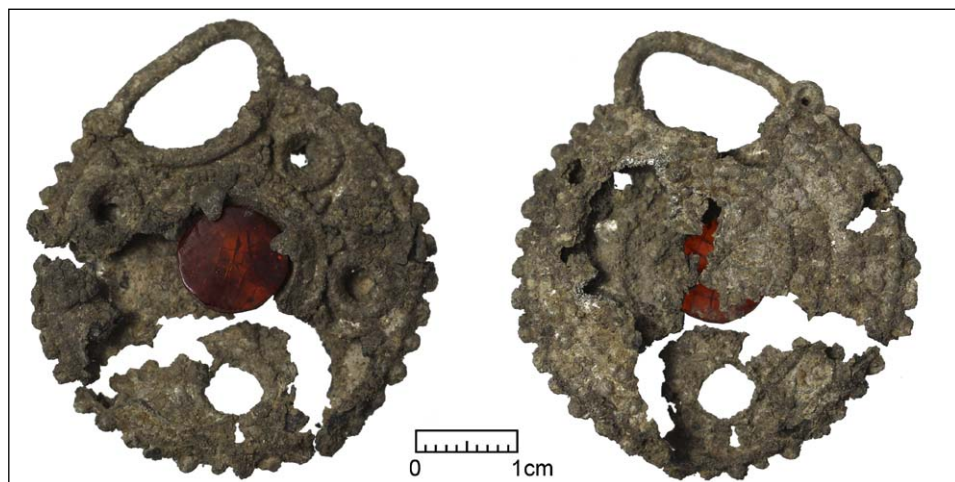
Bogactwem wyposażenia wyróżniał się grób nr 645 kryjący szkielet młodej kobiety, przy którym znaleziono liczne ozdoby: trzy cynowe kołty (ryc. 2–4), 12 cynowych paciorków, cztery kabłączki skroniowe z brązu, po dwa przy lewej i prawej skroni. Na palcach lewej ręki znajdowały się trzy pierścionki: dwa z taśmy brązowej, jeden cynowy z tarczką i cynowym oczkiem. Zespół ozdób uzupełniała kolia około 380 szklanych paciorków. Wyposażeniem zmarłej były dwie żelazne igły i przęślik z łupku wołyńskiego. Pochówek ten należy do najstarszej fazy cmentarza i wstępnie może być datowany na XII lub pierwszą połowę XIII w.

II. Kołty z Sypniewa

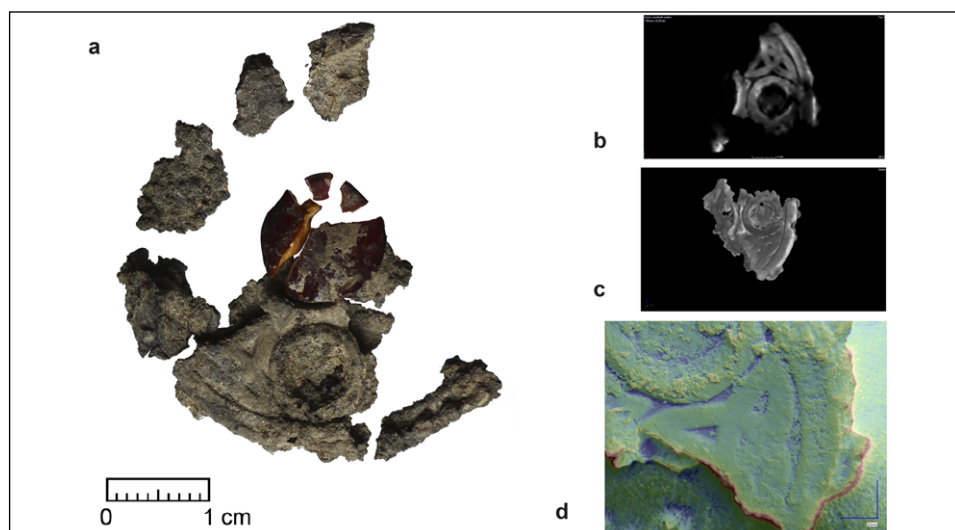
Kołty z grobu nr 645 w Sypniewie należą do znalezisk unikatowych. Są to kobiece ozdoby głowy charakterystyczne dla ruskiej sztuki jubilerskiej⁹. Chronologię wytwarzania kołtów na Rusi ustala się na okres od połowy XI w., kiedy to upowszechniały się one pod wpływem złotnictwa bizantyjskiego¹⁰, do czasu najazdu Mongołów w latach 1240–1241, podczas którego

⁹ Rudyka N. 2017, s. 354.

¹⁰ Shkolna O. i in. 2021, s. 653–654.



Ryc. 2. Awers i rewers kołta A z grobu 645 na cmentarzysku w Sypniewie.
Fot. R. Czech-Błońska



Ryc. 3. Kołt B z grobu 645 na cmentarzysku w Sypniewie: a — awers kołta B; b–c — trykwetra w obrazie RTG-CT na awersie kołta B. Wyk. T. Kosiński; d — trykwetra w obrazie mikroskopowym na awersie kołta B. Wyk. R. Czech-Błońska

zniszczone wykonujące je pracownice jubilerskie, aczkolwiek prawdopodobnie w niektórych rejonach ziem ruskich wytwarzano je również później¹¹.

Kołty koliste, do których zaliczają się znaleziska z Sypniewa¹², mają formę dwóch blaszek o średnicy 30–60 mm połączonych ze sobą na krawędziach tak, aby tworzyły pojemnik, w którym

¹¹ Haduch A., Liwoch R. 2007, s. 48.

¹² Występują też egzemplarze gwiaździste, różniące się od tych pierwszych konstrukcją oraz zdobieniem; Rudyka N. 2017, s. 254.

Ryc. 4. Awers kołta C z grobu nr 645
na cmentarzysku w Sypniewie.
Fot. R. Czech-Błońska



— jak się uważa — umieszczano pachnidła w postaci ziół lub tkanin nasączonych olejkami. Górną część tej ozdoby wieńczył półkolisty kabłąk służący do przywieszania go do ozdobnych taśm mocowanych do nakrycia głowy na wysokości skroni: czepca, naczółka, opaski skroniowej lub diademu w przypadku osób o wysokim statusie społecznym¹³.

Najcenniejsze kołty występują licznie w datowanych na XI–XIII w. skarbach z Kijowa i okolic. Wykonane są ze złota i srebra, a zdobione technikami niello, emalii komórkowej, filigranem i granulacją, niekiedy wysadzane kamieniami szlachetnymi. Do ich wytwarzania stosowano również inne techniki złotnicze: wytłaczanie, repusowanie, grawerowanie, a także złocenie, lutowanie i odlewanie¹⁴. Umieszczono na nich wizerunki świętych, przedstawienia ptaków, fantastycznych bestii (smoków, gryfów, syren), motywy roślinne oraz geometryczne¹⁵. Według Natalii Rudyki, na początku XIII w. rozpoczęto wytwarzanie kołtów z metali nieszlachetnych (przede wszystkim brązu, miedzi, bilonu i stopów ołowiu z cyną) przy użyciu kamiennych form odlewniczych. Tego typu odlewane ozdoby naśladowały formą i dekoracją ekskluzywne pierwowzory wykonane ze złota¹⁶.

Na terenie Polski oprócz trzech kołtów z Sypniewa znaleziono dziewięć innych egzemplarzy¹⁷, przy czym wszystkie odkryto w południowo-wschodniej części kraju, na terenach które przez większą część XI–XIII w. leżały w halicko-wołyńskich domenach Rurykowiczów (ryc. 5). Spektakularne odkrycia tych ozdób znane są z zespołu osadniczego w Czermnie, pow. tomaszowski, woj. lubelskie¹⁸. W każdym z dwóch znalezionych tam skarbów wystąpiła para kołtów wykonanych ze srebra, które datowane są na połowę XIII–początek XIV w.¹⁹ Piąty kołt z Czermną

¹³ Ginalski J. 2001, s. 140–141, ryc. 4: a–f.

¹⁴ Rudyka N. 2017, s. 354, 364.

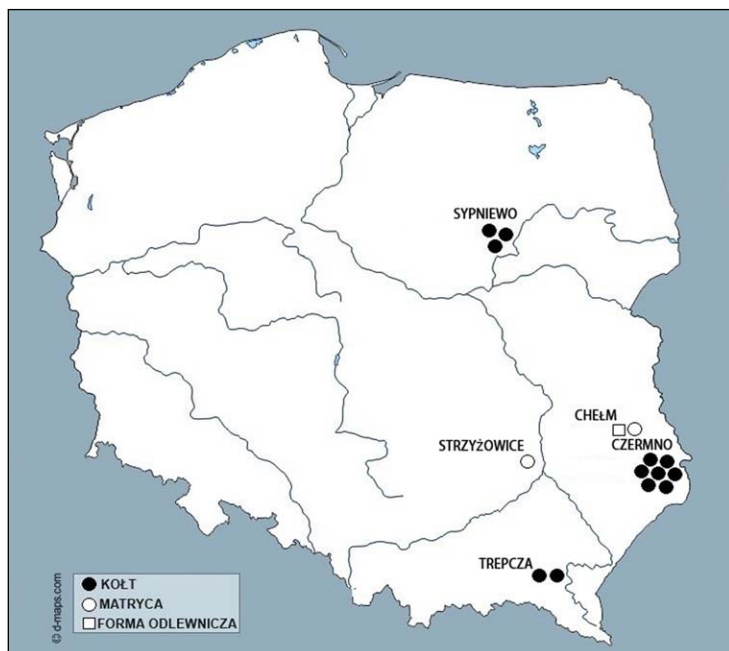
¹⁵ Pekarska L. 2011, ryc. 1–12; tabl. 5.13: c; 5.15: b; 5.24–5.28; 5.30–5.34.

¹⁶ Rudyka N. 2017, s. 267–268.

¹⁷ Autorzy artykułu składają podziękowania Pani Jolancie Bagińskiej z Muzeum Regionalnego im. dr Janusza Petera w Tomaszowie Lubelskim za uprzejme udzielenie informacji o kołtach z Czermną.

¹⁸ Czerarno identyfikowane jest z Czerwieniem znanym z wypadków opisanych w *Powieści minionych lat* pod rokiem 981 — zob. PML 1987, s. 57.

¹⁹ Piotrowski M., Wołoszyn M. 2012a, s. 368, 373; ryc. 53: 3, 5; 6; 7: 1; Piotrowski M., Wołoszyn M. 2012b, s. 188–189, ryc. 3: 3–5; 4: 1–2; 5: 1; Wołoszyn M. i in. 2016, s. 246.



Ryc. 5. Znaleziska kołtów i przyborów do ich wytwarzania z terenu Polski.
Oprac. M. Błoński

(odkryty nad brzegiem Huczw), wykonany jest z cyny, a jego powierzchnia pokryta została brązowo-złotą inkrustacją i ozdobiona na obu stronach wizerunkiem ptaka z ogonem zaplecionym w kształcie trykwetru. Znaleździ to datowano na XI–XIII w.²⁰ Kolejny kołt z Czermną wykonany jest ze srebra, na jego tarczce znajduje się przedstawienie dwóch ptaków zwróconych do siebie dziobami. Znaleździ to datowane jest na poł. XII–XIII wiek²¹. Siódmy z egzemplarzy znalezionych w Czermnie wykonany został przypuszczalnie z cyny lub stopu cyny z ołowiem, ozdobiony ażurową bordiurą, na jego obydwu stronach widnieje przedstawienie równoramienego krzyża. Autorzy publikacji zabytku datują go na XII w.²²

Parę srebrnych kołtów z wizerunkami gryfów znaleziono na grodzisku Horodyszcze w Trepczy koło Sanoka, gdzie datowane są na połowę XII–połowę XIII w.²³ Ponadto z trzynastowiecznej osady w Chełmie pochodzą znaleziska świadczące o wytwarzaniu kołtów na miejscu: brązowa forma odlewnicza z wizerunkiem dwóch ptaków połączonych ze sobą splecionym ornamentem wyobrażającym trykwetr²⁴ oraz matryca wykonana z kamienia²⁵. Najnowszym znaleziskiem mogącym wskazywać na miejscowe wytwarzanie kołtów jest ołowiana matryca w kształcie tego typu ozdoby z wizerunkiem dwóch fantastycznych zwierząt (gryfów?) odkryta w 2021 r. w Strzyżowicach koło Opatowa²⁶. Zabytek znaleźli poszukiwacze ze Stowa-

²⁰ Wołoszyn M. i in. 2016, s. 245–247, ryc. 68–71.

²¹ Wołoszyn M. 2022, ryc. VI: 36; Chudzińska B., Wołoszyn M. 2023, s. 749, nr 36.

²² Wołoszyn M. 2022, ryc. VI: 37; Chudzińska B., Wołoszyn M. 2023, s. 749, nr 37.

²³ Ginalski J. 2001, s. 131–137, 143, ryc. 1–3.

²⁴ Gołub S. 1997, s. 56, tabl. IV: 1; Gołub S., Dzieńkowski T. 2002, s. 68; fot. 7.

²⁵ Gołub S., Dzieńkowski T. 2002, s. 68, ryc. 6: 4; fot. 8.

²⁶ Autorzy artykułu składają podziękowania p. dr. hab. Markowi Florkowi za informacje o tym znalezisku.

rzyszenia Wspólne Dziedzictwo z Opatowa, na stanowisku znanym wcześniej z badań AZP, datowanym na XI–XIII w. Jest to odosobniony przypadek odkrycia w Polsce na zachód od Wisły przedmiotu służącego do wykonywania kołtów i zarazem, obok zawieszek z Sypniewa, jedyne znalezisko mogące świadczyć o obecności tych ozdób na terenach nie związanych ówczesnie z Rusią.

Trzy kołty odkryte na cmentarzysku w Sypniewie oznaczono na użytek niniejszego opracowania literami A, B, C. W najlepiej zachowanym kołcie A (por. ryc. 2), który tak jak pozostałe dwa egzemplarze zrobiony jest z cyny²⁷, przetrwał odkształcony kabłąk służący do zawieszania ozdoby składającej się z dwóch silnie skorodowanych tarczek o średnicy ok. 37 mm. Zachowało się w nim również bursztynowe oczko (średnica 10 mm, grubość 1,4 mm), które pierwotnie oprawione było w centralnym gnieździe na tarczce awersu. Ramę kołta otacza ornament z drobnych kuleczek, co pozwala zaliczyć go do typu 1. wg Tatiany I. Makarovej²⁸, charakteryzującego się takim zdobieniem. Awers kołta ozdobiony jest przy krawędzi częściowo zachowaną dookołą taśmą o karbowanej powierzchni, przypominającą filigran lub pseudogranulację. Pole między jej linią a drugą taką samą, umiejscowioną u podstawy gniazda w środkowej części tarczki awersu, wypełniają na przemian koliste zagłębienia, służące do osadzania w nich cynowych kuleczek (jedna z nich przetrwała, ale jest zachowana luźno) oraz wykonane z granulek równoboczne trójkąty. Trzy zachowane w całości gniazda dla kulek, których pierwotnie było pięć, mają średnicę ok. 4 mm i obwiedzione są kolistymi, granulowanymi „wianuszkami”. Z czterech trójkątów, które pierwotnie umiejscowione były na tarczce, jeden zachował się w całości, a jeden częściowo. Przy krawędzi centralnego gniazda zachowane są dwa zaczepy służące do mocowania bursztynu. Pole tarczki rewersu wypełniają cztery koliste linie powstałe z (pseudo?) granulek, przedzielone rzędami pojedynczych większych kuleczek. Na środkowym polu tarczki znajdowało się zdobienie, którego jednak nie można już rozpoznać. Z tej strony dobrze widoczny jest natomiast kabłąk służący do zawieszania: jeden jego koniec przymocowany został na stałe (zapewne przylutowany) do ramy kołta, drugi zakończony otworem, przez który przewlekano zawleczkę łączącą tę część kabłąka z uszkiem obecnie pokryty jest korozją (por. ryc. 2).

Druga z omawianych ozdób (kołt B), również należąca do typu 1. w klasyfikacji Tatiany I. Makarovej²⁹, zachowana jest szczątkowo (por. ryc. 3). W całości przetrwał niewielki fragment tarczki z perełkowym ornamentem na obwodzie. W centralnej części awersu, tak jak w przypadku zabytku omówionego wyżej, znajduje się gniazdo, w którym oprawiony był bursztynowy krążek (zachowany we fragmentach). Ocalała niewielka część jednego z zaczepów służących do jego zamocowania. Krawędź tarczki obwiedziona była dookołym ornamentem, po którym widoczny jest ślad w miejscu przymocowania go do podłoża. Obydwa egzemplarze różniły się sposobem zdobienia przestrzeni pomiędzy gniazdami na tarczce: na kołcie A były w tym miejscu trójkąty z granulek, natomiast na omawianym tutaj egzemplarzu B, obok jednego zachowanego gniazda, w tej samej strefie znajduje się znak trykwetry (por. ryc. 3: b–d). Przypuszczalnie również w gniazdach tego egzemplarza oprawione były cynowe kulki. Rewers zabytku zniszczony jest w stopniu uniemożliwiającym określenie znajdującego się na nim zdobienia. Szczątkowe zachowanie ozdoby uniemożliwia stwierdzenie, czy znak trykwetry na jej awersie występował pojedynczo, czy analogicznie jak to ma miejsce w przypadku trójkątów z granulek na kołcie A, trykwetry umiejscowione były obustronnie pomiędzy gniazdami w pobliżu krawędzi tarczki (por. ryc. 2).

²⁷ Analiza składu chemicznego omawianych kołtów wykonana metodą fluorescencji rentgenowskiej XRF przez dr. Marka Weselskiego wykazała, że wykonane są z cyny.

²⁸ Makarova T.I. 1986, s. 49.

²⁹ Makarova T.I. 1986, s. 49.



Ryc. 6. Awers i rewers kołta z Ukrainy.

Źródło: <http://arkaim.co/gallery/image/1346-kolt-splavd-1/>

Trykwetra, która występowała w sztuce iryjskiej w kontekście chrześcijańskim, przejęta została stamtąd przez duńskich złotników, dzięki którym w zmodyfikowanym kształcie (z zaokrąglonymi, a nie jak w pierwowzorze, ostrymi końcami), trafiła do przedchrześcijańskiej sztuki skandynawskiej. Odnajdujemy ją m.in. na biżuterii i ozdobach³⁰ oraz trzewikach pochw mieczy³¹ powstałych w tym kręgu kulturowym. Znak ten rozpatrywany jest również w kontekście synkretyzmu chrześcijańsko-pogańskiego, czego jednym z przykładów jest opleciona trykwetrami postać Chrystusa na kamieniu runicznym z Jelling, wystawionym przez pierwsze-go ochrzczonego władcę Danii, Haralda Sinozębego³². Wraz z osadnictwem skandynawskim trykwetra przeniesiona została na Ruś, jej odcisk zobaczyć można na przykład na ceglach odkrytych podczas wykopaliisk w rejonie Cerkwii Dziesięcinnej w Kijowie³³. Motyw trykwetry wykorzystywano dość często do zdobienia kołtów, przy czym na ogół stanowił on element bardziej złożonego ornamentu, jak jest to uwidocznione na kołcie z Czeramna³⁴ i matrycy do wytwarzania tego typu ozdób z Chełma³⁵. Samodzielnie występująca, spleciona trykwetra z ostrymi końcami, jaka znajduje się na kołcie z Sypniewa, charakterystyczna jest dla wspomnianych wyżej, wcześniejszych przedstawień tego znaku.

Trzeci egzemplarz (kołt C) z Sypniewa reprezentuje odmienny typ od dwóch omówionych wyżej kołtów (por. ryc. 4). Jest on zaopatrzony w tzw. promienistą oprawę, charakterystyczną dla kołtów typu 4. wg Tatiany I. Makarovej³⁶. Ten element kołta składa się z okrągłej obwódki wykonanej z drutu zdobionego pseudogranulacją. Pomiędzy obwódką a zachowanymi szczątkowo tarczami przymocowane są „łęki” również zdobione pseudogranulacją. Jeden z końców zachowanego w całości kabłąka przytwierdzony jest do krawędzi tarczki. Stan zachowania obu tarczek nie pozwala na identyfikację znajdującego się na nich ornamentu. Egzemplarz ten nie ma bliskiego odpowiednika wśród znalezisk z Polski. Do kołtów typu 4 w klasyfikacji radzieckiej badaczki zaliczają się również okazy ze skarbu nr I z Czeramna, mają one jednak inne obramowanie niż kołt z Sypniewa³⁷.

³⁰ Duczko W. 2016, s. 299–301.

³¹ Engel M. 2015, s. 174, ryc. 4: 1–6.

³² Urbańczyk P. 2020, s. 34–36, ryc. 4.

³³ Komar O. 2016, s. 34, ryc. 15.

³⁴ Wołoszyn M. i in. 2016, ryc. 69–71.

³⁵ Gołub S. 1997, tabl. IV: 1.

³⁶ Makarova T.I. 1986, s. 49, ryc. 22, 23.

³⁷ Makarova T.I. 1986, s. 49, ryc. 22: 157, 158.

Także żaden z dwóch kołtów typu 1. (egzemplarze A i B) nie ma stylistycznego odpowiednika wśród analogicznych przedmiotów znalezionych w Polsce. Podobny kołt znany jest natomiast z nielegalnych (?) poszukiwań na Ukrainie (ryc. 6). Nie dysponujemy dodatkowymi wiadomościami na temat miejsca znalezienia tego przedmiotu. Jego zdjęcia zamieszczone w Internecie opatrzone informacjami, że pochodzi on z terenu Rusi Kijowskiej, prawdopodobnie wykonany jest ze stopu ołowiu i datowany na XII–XIII w.³⁸ Informacje te nie są w pełni wiarygodne, gdyż wygląd korozji nie pozwala wykluczyć, że przedmiot mógł zostać wykonany z innego surowca, natomiast jego datowanie oparte zostało zapewne na ogólnej chronologii kołtów. Na jego awersie, tak jak w przypadku kołtów A i B z Sypniewa, znajduje się centralnie położone, duże gniazdo oraz otaczających je kilka mniejszych. Nie wiemy jednak, co było w nich osadzone. Analogicznie jak w kołtach sypniewskich, tj. poprzez umieszczenie trójkątów z (pseudo?) granulek, wypełnione zostały pola między gniazdami. Podobnie również, przestrzeń z gniazdami zamknięta jest dwoma granulowanymi liniami — jedną umieszczoną w pobliżu krawędzi tarczki, drugą znajdującą się u nasady centralnego gniazda. Natomiast na rewersie ozdoby z Ukrainy widoczny jest relief z motywem często przedstawianym na kołtach — ptakiem z odwróconą głową.

Podobieństwo zabytku z Ukrainy do egzemplarzy sypniewskich wskazuje, że te ostatnie są również wyrobami ruskiego warsztatu złotniczego. Nie wiadomo, czy dotarły na Mazowsze w efekcie wymiany handlowej, czy były ozdobami należącymi do przybyłej tu Rusinki, czy też wykonał je wędrowny ruski złotnik. Badania izotopów cyny z omawianych kołtów wykazały, że do wykonania egzemplarzy A i B posłużył surowiec ze złoża znajdującego się w Bretanii, natomiast kołt C powstał z cyny pozyskanej w Kornwalii. Cynę bretońską zawierała też bryłka surowca z osady przygodowej w Sypniewie oraz paciorek z naszyjnika będącego obok kołtów i innych ozdób na wyposażeniu zmarłej pochowanej w grobie nr 645. Cyna ze wspomnianych rejonów Europy Zachodniej napływała na obszar regionu basenu Morza Bałtyckiego już w IX–X w., co potwierdzają znaleziska przedmiotów z nadbałtyckich ośrodków handlowych w Truso i na Wolinie. Jednocześnie, najpóźniej od drugiej połowy X w. eksploatowano złoża kasyterytu na Słowacji (Hnilec), w obiegu była również cyna z centralnej Azji³⁹. Znajomość proveniencji cyny wykorzystywanej do wyrobu ozdób na Rusi mogłaby być wskazówką dotyczącą pochodzenia kołtów z Sypniewa, obecnie brak jest jednak jeszcze analiz izotopów tego metalu w zabytkach z terenów na wschód od Polski.

Ze względu na unikatowość znalezisk kołtów na terenie współczesnej Polski, zdecydowano się na pogłębienie analizy egzemplarzy sypniewskich, poddając ich bursztynowe elementy badaniom fizykochemicznym. Celem tego zabiegu było określenie wieku i typu surowca wykorzystanego do ich wyrobu oraz sprawdzenie, czy możliwe jest, że pochodzi on z miejscowych wychodni kurpiowskich.

III. Występowanie i eksploatacja bursztynu na Kurpiach

Przedmioty wykonane z bursztynu znajdowane są na stanowiskach archeologicznych z wczesnego średniowiecza w całej Polsce. Niewątpliwie wytwarzano je głównie w ośrodkach nadbałtyckich z tamtejszego bursztynu (i tylko tam znajdowane są w dużych ilościach), możliwe jest również, że importowano znad Bałtyku surowiec, który obrabiany był w lokalnych warsztatach w głębi kraju. Takie pochodzenie ma zapewne surowiec znaleziony na grodzisku w Santoku w zachodniej Wielkopolsce, gdzie obok importów i gotowych wyrobów miejscowego pochodzenia, znaleziono naturalne bryłki oraz półwytwory przedmiotów bursztynowych⁴⁰. Najpewniej z Pomorza sprowadzono również surowiec bursztynowy znaleziony we Wrocławiu⁴¹. W przypadku dwóch

³⁸ ARKAIM.CO 2022.

³⁹ Mathur R. i in. 2024, s. 3–8, ryc. 2: c.

⁴⁰ Lisowska E. i in. 2017, s. 225–229.

⁴¹ Pankiewicz A. 2023, s. 228–229.

ozdób (obrączka i krzyżyk) z cmentarzyska w Dziekanowicach (gm. Łubowo, woj. wielkopolskie) wysunięto przypuszczenie, że mogły one zostać wykonane z bursztynu pochodzącego znad Bałtyku lub z terenu Borów Tucholskich⁴². Natomiast odnośnie do dużych paciorków dwustożkowatych ośmiobocznych⁴³, występujących w Polsce, głównie na cmentarzyskach z XI–XII w. (m.in. Kałdus, Bazar Nowy, Lutomiersk), postawiono przed laty tezę, że są importami z Rusi⁴⁴.

Obróbka bursztynu potwierdzona jest na wielu wczesnośredniowiecznych stanowiskach nadbałtyckich. W X–XIII w. głównym takim ośrodkiem na Pomorzu Wschodnim był Gdańsk, z którego znany jest wyjątkowo duży zestaw wyrobów (m.in. wisiorki, krzyżyki, pierścionki, paciorki, kostki i pionki do gry), i z którego mogły pochodzić wyroby (zwłaszcza pierścionki) odkryte w ziemi chełmińskiej (Kałdus), Wielkopolsce (Gniezno, Santok) i na Mazowszu (Czersk)⁴⁵. Bursztyn pozyskiwano i obrabiano również w wielu innych, mniejszych ośrodkach tego regionu, np. na grodzie w Sopocie⁴⁶. W zachodniej części wybrzeża Bałtyku wiodącym ośrodkiem wytwarzania i eksportu wyrobów z bursztynu był Wolin. Stamtąd miały one docierać do odległych miejsc w Europie (Skandynawia, Nadrenia, Fryzja, Ruś) oraz na tereny Bizancjum i na Bliski Wschód⁴⁷. Bursztyniarstwo wolińskie potwierdzone jest od końca VIII do XII w. i później (odkryto duże ilości surowca, półwytworów, odpadów produkcyjnych i gotowych wyrobów). W XI–XIII w. obserwowany jest spadek natężenia dystrybucji oraz jakości wyrobów spowodowany uwarunkowaniami politycznymi i ekonomicznymi⁴⁸. Zjawisko zmniejszenia asortymentu przedmiotów z bursztynu w XII–XIII w. zaobserwowano również w przypadku Gdańska, gdzie w tym okresie wytwarzano głównie cylindryczne i dwustożkowe paciorki⁴⁹. Odzwierciedleniem tej tendencji jest prawdopodobnie mniejsza ilość surowca oraz wyrobów bursztynowych jaką zaobserwowano w dwunastowiecznym Wrocławiu⁵⁰. Nie wiadomo, z których rejonów Pomorza bursztyn trafiał do poszczególnych ośrodków w głębi kraju. Być może jakąś rolę odgrywał w tym transport wzdłuż arterii wodnych jakimi były Odra i Wisła⁵¹.

Bursztyn, którym ozdobiono kołty odkryte w Sypniewie mógł pochodzić także z miejscowych, tj. nadnarwiańskich złóż tego surowca. Obszar środkowego dorzecza Narwi, a zwłaszcza teren Równiny Kurpiowskiej, należy obok wybrzeży Bałtyku i rejonu Borów Tucholskich do najbogatszych „bursztynowych zagłębi” w Polsce. W przypadku Kurpi bursztyn zakumulowany jest w czwartorzędowych osadach sandru kurpiowskiego⁵². Według koncepcji Ewy Kawałkowej, surowiec ten znany był ludności zamieszkującej ten teren już w pradziejach⁵³. W źródłach pisanych znajduje się natomiast potwierdzenie kopania bursztynu we wsi Chełchy, gm. Sypniewo już w końcu wieku XVIII⁵⁴. Eksploatacja i obróbka tamtejszego surowca bursztynowego poświadczone są bardzo dobrze w źródłach pisanych i opracowaniach z XIX–XX w.⁵⁵

⁴² Szczepaniak M. 2019, s. 228–229, ryc. 20.

⁴³ Według innej nomenklatury są to paciorki w kształcie podwójnie ściętych ostrosłupów.

⁴⁴ Bukowska-Gedigowa J. 1984, s. 122–124.

⁴⁵ Wapińska A. 1993, s. 70; Choińska-Bochdan E. 2003, s. 103–106. W tym kontekście należy przypomnieć wyniki badań dendrochronologicznych najstarszych umocnień gdańskiego grodu wskazujące, że pobudowano go w drugiej połowie XI w., co w połączeniu z niezbyt intensywnym osadnictwem tego obszaru we wcześniejszym stuleciu, dało podstawę do twierdzenia, że sto lat wcześniej Gdańsk nie był jeszcze ośrodkiem odgrywającym istotną rolę w produkcji oraz „dystrybucji i dalekosiężnej wymianie towarów”; zob. Kajkowski K. 2016, s. 432–433, 447.

⁴⁶ Choińska-Bochdan E. 2003, s. 98–99.

⁴⁷ Wojtasik J. 2013, s. 248–249.

⁴⁸ Ciombor K., Romanowicz P. 2019, s. 338–347.

⁴⁹ Wapińska A. 1993, s. 63–64; Choińska-Bochdan E. 2003, s. 104.

⁵⁰ Pankiewicz A. 2023, s. 322.

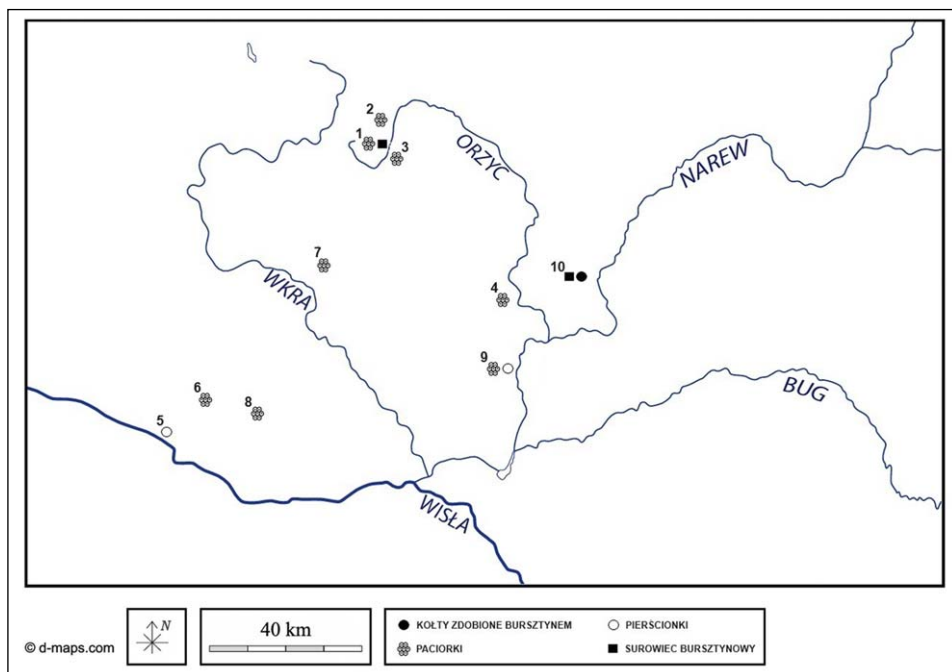
⁵¹ Por. Bukowska-Gedigowa J. 1984, s. 123.

⁵² Kosmowska-Ceranowicz B. 1982, s. 23; Kosmowska-Ceranowicz B. 2002, s. 11.

⁵³ Kawałkowa E. 2002, s. 75, 94, 99–100, fot. 13.

⁵⁴ Kosmowska-Ceranowicz B. 2002, s. 11.

⁵⁵ Por. Chętnik A. 1952, s. 360–370; Jastrzębski J. 2005; tam dalsza literatura.



Ryc. 7. Wczesnośredniowieczne punkty osadnicze z północnego Mazowsza, na których odkryto ozdoby z bursztynu i surowiec bursztynowy: 1. Pokrzywnica Wielka; 2. Grzebsk; 3. Łączyno Stare; 4. Bazar Nowy; 5. Płock Podolszyce; 6. Karwowo-Orszymowice; 7. Dąbek; 8. Wierzbica Szlachecka; 9. Kleszewo; 10. Sypniewo. Oprac. M. Błoński

Dość liczne znaleziska z regionu, w postaci paciorków, zdają się wskazywać, że złoża te użytkowano także we wczesnym średniowieczu. Według zestawienia tych zabytków autorstwa Tomasza Kordali, na obszarze północnego Mazowsza odkryto ok. 30 różnego typu bursztynowych paciorków (w kształcie podwójnie ściętych ostrosłupów, okrągłych, płaskokulistych), pochodzących z grobów zadokumentowanych na siedmiu cmentarzyskach⁵⁶. Większość z nich (21 egzemplarzy) pochodzi z datowanych na XI–XII w. cmentarzysk z grobami w obudowach kamiennych zlokalizowanych nad górnym Orzycem, a zatem z miejsca o potwierdzonej eksploatacji bursztynu w czasach nowożytnych (ryc. 7). Nekropole, z których znane są wskazane bursztynowe paciorki to: Pokrzywnica Wielka, gm. Janowiec Kościelny — 16 szt.⁵⁷; Grzebsk, gm. Wieczfnia Kościelna — 4 szt.⁵⁸; Łączyno Stare, gm. Dzierzgowo — 1 szt.⁵⁹ Ponadto na terenie cmentarzyska w Grzebsku natrafiono na bryłkę nieobrobionego bursztynu (3×5×10 cm). Zalegała ona między grobami, nie wiadomo zatem czy pierwotnie należała do wyposażenia któregoś z nich⁶⁰. W rejonie dolnego biegu wspomnianej rzeki, trzy bursztynowe paciorki odkryto na płaskim cmentarzysku pozakościelnym z XII–pierwszej połowy XIII w. w Bazarze Nowym, obecnie w obrębie Makowa Mazowieckiego⁶¹. Do grupy wyrobów z miejscowego

⁵⁶ Kordala T. 2006, s. 160.

⁵⁷ Rauhut L., Długopolska L. 1971, s. 317–318, tabl. VIII: h, k.

⁵⁸ Zawadzka-Antosik B. 1973, s. 465, tabl. I: a.

⁵⁹ Rauhut L., Długopolska L. 1972, tabl. XIV: u; Kordala 2006, s. 160.

⁶⁰ Kordala T. 2006, s. 201.

⁶¹ Marciniak J. 1960, s. 121, tabl. III: 21, 22.

bursztynu można hipotetycznie włączyć także paciorek i pierścionek z płaskiego cmentarzyska w Kleszewie, gm. Pułtusk⁶², ze względu na potwierdzone występowanie złóż bursztynu i jego intensywną eksploatację w rejonie Pułtuska w XIX w.⁶³ Listę bursztynowych znalezisk z międzyrzecza Wkry i Orzyca uzupełniają dwa paciorki z cmentarzyska z grobami w obudowach kamiennych w Dąbku, gm. Stupsk⁶⁴. Natomiast z rejonu między Wkrą a Wisłą, gdzie występuje wielokrotnie więcej cmentarzysk z bogatym wyposażeniem, znane są tylko trzy wyroby z bursztynu: pojedynczy paciorek z datowanego na XI–połowę XII w. cmentarzyska z konstrukcjami kamiennymi w Karwowie-Orszymowicach, gm. Staroźreby⁶⁵, paciorek z cmentarzyska tego samego typu w Wierzbicy Szlacheckiej, gm. Dzierżążnia⁶⁶ oraz sygnet z płaskiego cmentarzyska w Płocku-Podolszyczach o chronologii z połowy XI–pocz. XII w.⁶⁷ Zapewne późnośredniowiecznym przykładem wyrobu z kurpiowskiego bursztynu jest fragment paciorka znaleziony w obrębie stożkowatego grodziska na „Górkach” koło Nowogrodu w powiecie łomżyńskim⁶⁸.

Niewątpliwie bursztyn wykorzystany do ozdobienia kołtów zdeponowanych na cmentarzysku w Sypniewie był dostępny w okolicy tej miejscowości. Potwierdzeniem tego może być surowiec odkryty w obiekcie na tamtejszej osadzie przygodowej⁶⁹. Przede wszystkim wiadomo jednak, że w kilkunastu miejscowościach w rejonie międzyrzecza dolnego Orzyca i Narwi (teren powiatu makowskiego), intensywnie kopano oraz znajdowano luźno bursztyn w XIX w. W pierwszej połowie tego stulecia kopalnie bursztynu funkcjonowały jeszcze w kilku wsiach na obszarze współczesnej gminy Sypniewo (Chelchy, Chojnowo, Dylewo, Gąsewo Poduchowne, Jarzyły, Majki-Tykiewki, Mamino, Rawy, Sypniewo)⁷⁰, a Adam Chętnik wspomina o 26 tego typu miejscach w samym Sypniewie⁷¹. We wczesnym średniowieczu na Mazowszu pozyskiwanie miejscowego bursztynu i wytwarzanie z niego ozdób mogło nie być ograniczone do obszaru Kurpi. Potwierdzeniem tego wydaje się być znalezisko uszkodzonego bursztynowego krzyżyka ze śladami obróbki (piłowania) w obiekcie na osadzie produkcyjnej we wsi Kamionka Nadbużna, gm. Nur (wschodnie Mazowsze). Lechosław Rauhut, który badał to stanowisko stwierdził, „że na piaszczystych łachach i mieliznach sąsiedniej wsi Kosaki występuje w dużych ilościach surowiec bursztynowy, niekiedy w postaci brył o znacznych rozmiarach”, co potwierdzone zostało przez miejscową ludność. Wspomniany badacz nie rozstrzygnął kwestii pochodzenia tego bursztynu, przypuszczał natomiast, że krzyżyk wykonano na miejscu oraz postawił hipotezę przewozu bursztynu szlakiem bużańskim z terenów Polski na Ruś Kijowską⁷².

Ustalenie pochodzenia bursztynu zdobiącego kołty z Sypniewa komplikuje fakt występowania złóż surowca bursztynowego na Ukrainie, a dokładniej w trzeciorzędowych osadach bursztynonośnych w dolinie środkowego Dniepru, a także na Wołyniu i na Lubelszczyźnie⁷³. Są to zatem tereny, z których znana jest większość kołtów. Wiadomo również, że w przybliżeniu od XI w. działały w Kijowie pracownie bursztyniarskie, które przypuszczalnie wykorzystywały tamtejszy surowiec⁷⁴. Także w Nowogrodzie Wielkim, skąd do lat osiemdziesiątych ubiegłego

⁶² Kordala T. 2006, s. 170.

⁶³ Pietrzak T. 1982, s. 82; Jastrzębski J. 2005, s. 28.

⁶⁴ Kordala T. 2006, s. 41.

⁶⁵ Kordala T. 2006, s. 50.

⁶⁶ Kordala T. 2006, s. 85.

⁶⁷ Kordala T. 2006, s. 51–52, ryc. 26: a.

⁶⁸ Jastrzębski J. 2005, s. 9.

⁶⁹ Perlikowska-Puszkarska U. 1988, s. 176.

⁷⁰ Pietrzak T. 1982, s. 82–102, ryc. 17; Pietrzak T. i in. 2002, s. 91–112.

⁷¹ Chętnik A. 1952, s. 365–366.

⁷² Rauhut L. 1957, s. 327, 334, tabl. I: u.

⁷³ Kosmowska-Ceranowicz B. 1982, s. 21–22; Kosmowska-Ceranowicz B. 2002, s. 8–9.

⁷⁴ Hensel W. 1987, s. 356.

wieku znanych było ponad tysiąc wyrobów z bursztynu (paciorki, pierścionki i oczka do pierścionków, zawieszki, krzyżyki), datowanych na XI–XIV w., wykorzystywano bursztyn sprowadzany z Podnieprza i znad Bałtyku⁷⁵. Autorzy niniejszego tekstu nie natrafili jednak w dostępnej im literaturze na kołty pochodzące z Rusi, które byłyby ozdobione bursztynami. Pozwala to postawić hipotezę, że te znalezione przy pochówku kobiety w grobie nr 645 w Sypniewie ozdobiono miejscowym, tj. kurpiowskim bursztynem. Potwierdzenie tej hipotezy dowiodłoby wykorzystywania lokalnych wychodni bursztynu we wczesnym średniowieczu, a także byłoby poważną przesłanką do stwierdzenia, że w rejonie Sypniewa powadził działalność zamiejskowy złotnik, który do wytwarzania ozdób o bizantyjskiej stylistyce wykorzystał surowiec dostępny na miejscu — w Sypniewie lub okolicach.

IV. Badania pochodzenia bursztynu z Sypniewa z zastosowaniem spektroskopii Ramana

Spektroskopia Ramana od ponad dwóch dekad jest jedną z najczęściej stosowanych metod spektroskopowych wykorzystywanych w badaniach różnorodnych odmian bursztynu oraz w analizie obiektów zabytkowych⁷⁶. Od czasu badań prowadzonych przez Curta W. Becka⁷⁷ i innych badaczy⁷⁸, stosowana jest również spektroskopia podczerwona wykorzystująca technikę z zastosowaniem tabletki bromku potasu (KBr), co jednak związane jest z pobraniem próbki i jej utarciem z KBr w celu uzyskania jednorodnej tabletki⁷⁹. W przypadku spektroskopii ramanowskiej badania można wykonywać bezpośrednio na próbce czy obiekcie zabytkowym nie powodując jego uszkodzenia, co przyczyniło się do spopularyzowania tej metody w badaniach obiektów dziedzictwa kulturowego⁸⁰. Z powodzeniem zastosowano m.in. spektroskopię Ramana do analizy zabytków bursztynowych pochodzących z Domasława⁸¹, Skarbu Partynickiego⁸², czy bursztynów odkrytych w Santoku⁸³. Kolejną zaletą tej metody jest możliwość określenia pochodzenia geologicznego bursztynu i pośrednio również geograficznego⁸⁴. Ostatnio obiecujące wyniki dotyczące rozróżnienia bursztynów nie tylko o różnej proveniencji geograficznej, ale także o tym samym wieku geologicznym uzyskano w wyniku badań z zastosowaniem analizy chemometrycznej widm zarejestrowanych techniką całkowitego wewnętrznego odbicia (ATR) i Fusion wykorzystujące widma Ramana i ATR.

W przypadku obiektów bursztynowych odkrytych w północnych rejonach Polski, zazwyczaj identyfikuje się bursztyn poprzez analizę porównawczą, wykorzystującą wzorce sukcynitu nazywanego też bursztynem bałtyckim, pochodzące z Zatoki Gdańskiej. W efekcie możliwe jest wskazanie rejonu Zatoki Gdańskiej lub Półwyspu Sambijskiego jako prawdopodobnego miejsca pochodzenia materiału bursztynowego. Przedstawione w pracy badania z zastosowaniem spektroskopii Ramana przeprowadzono w celu potwierdzenia identyfikacji materiału bursztynowego, z jakiego zostały wykonane zabytki pochodzące z Sypniewa oraz sprawdzenia czy do ich wykonania możliwe było zastosowanie bursztynu z rejonu Kurpi. Postawiono też pytanie, czy istnieją jakieś cechy spektralne, które pozwoliłyby odróżnić ten konkretny bursztyn od

⁷⁵ Kolčín B.A. 1985, s. 125; fot. 240, 241, 250–252.

⁷⁶ Winkler W. i in. 2001, s. 59; Badea G.I. i in. 2015, s. 59; Brody R.H. i in. 2001, s. 1457.

⁷⁷ Beck C.W. i in. 1964, s. 256–257; Beck C.W. 1986, s. 57.

⁷⁸ Schwochau K. i in. 1963, s. 171; Savkevitch S.S., Saks I.A. 1964, s. 930.

⁷⁹ Wagner-Wysiecka E. 2018, s. 418.

⁸⁰ Vandenabeele P. i in. 2003, s. 2221.

⁸¹ Łydzba-Kopczyńska i in. 2012, s. 1839.

⁸² Łydzba-Kopczyńska B. i in. 2015, s. 146; Łojewski T., Łydzba-Kopczyńska B. 2019, s. 498.

⁸³ Lisowska E. i in. 2017, s. 223.

⁸⁴ Brody R.H. i in. 2001, s. 1327; Łydzba-Kopczyńska B. i in. 2012, s. 1839.

Tabela 1. Zabytki bursztynowe i próbki bursztynu badane z zastosowaniem spektroskopii Ramana. Oprac. B. Łydźba-Kopczyńska

Lp.	Lokalizacja	Rodzaj zabytku	Miejsce przechowywania
1	SYPNIEWO cmentarzysko, grób 645	fragment bursztynowego krążka, element kołtu B	Instytut Archeologii i Etnologii PAN, Warszawa nr inw. 128/62.
2	BAZAR NOWY cmentarzysko, grób 50	paciorki bursztynowe, w kształcie podwójnie ściętych ostrosłupów	Państwowe Muzeum Archeologiczne w Warszawie V/6323, kn 71
3	GRZEBSK cmentarzysko, grób 2	paciorek bursztynowy, płaskokulisty	Państwowe Muzeum Archeologiczne w Warszawie V/6052, kn 3
4	DANIŁOWO MAŁE stan. 1, cmentarzysko, grób 25 (ob. 254)	paciorek bursztynowy, owalny	Muzeum Podlaskie w Białymstoku MB/A/8234 kat. 8095
5	KAMIEN POMORSKI stan. 2. (koło ratusza) wykop 4, w warstwie kulturowej. ze spalenizną	przęslik bursztynowy	Muzeum Narodowe w Szczecinie MNS/A/19629
6	MAKÓW MAZOWIECKI znalezisko luźne	bryła bursztynu	kolekcja prywatna
7	RÓŻAN znalezisko luźne w Narwi	bryła bursztynu	kolekcja prywatna
8	Kurpie (okolice wsi Wach) znalezisko luźne	bryła bursztynu	kolekcja Muzeum Kurpiowskiego w Wachu
9	bursztyn z Jantarne: gedanit, gedano-sukcynit, sukcynit z Sambii, sukcynit z Ukrainy	wzorce spektralne	baza spektralna Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturalnego Uniwersytetu Wrocławskiego

innych odmian występujących w tym samym rejonie. W celu weryfikacji tej hipotezy, bursztyn z odkrytego w grobie 645 kołta B, inne obiekty bursztynowe pochodzące z Kurpi oraz wzorce bursztynu bałtyckiego i jego odmian z różnych lokalizacji geograficznych poddano badaniom z zastosowaniem spektroskopii Ramana⁸⁵. Do badań porównawczych wytypowano materiał bursztynowy znaleziony współcześnie (bryłki bursztynu z Wachu, Makowa Mazowieckiego, Różana) i zabytki archeologiczne (paciorki z Bazaru Nowego i Grzebska) znalezione na Kurpiach lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie, a także w innych miejscach (paciorek z Daniłowa Małego na Podlasiu i przęslik z Kamienia Pomorskiego). Wymienione wyroby mają chronologię zbliżoną do znalezisk sypniewskich, tj. datowane są na XI–XIII w. (tab. 1). Ponadto w analizie porównawczej wykorzystano jako wzorce różne odmiany bursztynu występujące na obszarze

⁸⁵ Badania obiektów bursztynowych z zastosowaniem spektroskopii Ramana została wykonana przez Barbarę Łydźbę-Kopczyńską w Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturowego Wydziału Chemii UW.

wybrzeża bałtyckiego: gedanit⁸⁶, gedano-sukcynit⁸⁷, sukcynt z półwyspu sambijskiego i bursztyń pochodzący z Jantarnego (w pobliżu Królewca, Półwysep Sambijski, Rosja) oraz wzorzec pochodzący z Ukrainy. Materiały referencyjne o udokumentowanym pochodzeniu zostały udostępnione przez Muzeum Ziemi PAN w Warszawie i z prywatnej kolekcji prof. Michała Sachanbińskiego. Natomiast wykorzystane w analizie widma wzorców różnych odmian bursztyń należą do bazy spektralnej stworzonej w Laboratorium Badań Dziedzictwa Kulturowego Wydziału Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego⁸⁸. Pomiar widm ramanowskich wszystkich badanych zabytków z Sypniewa oraz pozostałych obiektów pochodzących z Kurpi, jak również wzorców, zostały wykonane z zastosowaniem spektrometru FT Nicolet iS50 z linią wzbudzającą 1064 nm, wyposażonego w detektor InGaAs. Widma zarejestrowano w zakresie od 200 do 3700 cm^{-1} z rozdzielczością 4 cm^{-1} oraz z jednakową liczbą skanów (512). Energię dobierano indywidualnie dla każdej próbki w zakresie od 400 do 500 mW, aby uzyskać jak najlepszy stosunek sygnału do szumu oraz aby uniknąć fluorescencji uniemożliwiającej zarejestrowanie satysfakcjonującego widma. Dla każdej próbki wykonano od jednego do trzech pomiarów. Wszystkie analizowane widma zostały znormalizowane, uśrednione oraz wykonano dla nich korekcję linii bazowej.

W celu potwierdzenia, że badany przedmiot został wykonany z określonej odmiany bursztyny, należy przeanalizować dla badanych bursztyń archeologicznych i wzorców powtarzalność cech spektralnych takich jak intensywność i położenie pasm przypisanych do określonych drgań obserwowanych w widmach Ramana, charakteryzujących konkretne odmiany bursztyny. W wyniku tej analizy możliwe jest potwierdzenie lub wykluczenie wspólnego wieku geologicznego badanego przedmiotu i materiału referencyjnego. W spektroskopii Ramana do szacowania wieku geologicznego żywicy fosylowych stosowany jest stosunek względnych intensywności dwóch charakterystycznych pasm obserwowanych przy 1645 i 1450 cm^{-1} , przypisanych odpowiednio do drgań $\nu(\text{C}=\text{C})$ i $\delta(\text{CH}_2)$, $\delta(\text{CH}_3)$. Uważa się, że pasmo o niższej intensywności przy 1645 cm^{-1} wskazuje stopień polimeryzacji, a tym samym pośrednio także wiek geologiczny żywicy. Wartość zdefiniowanego w ten sposób stosunku, mającego charakter wskaźnika, ma wpływ na wartość tego wskaźnika, ale zaobserwowano, iż na ten wskaźnik wpływają również inne czynniki, takie jak klimat czy warunki pochówku⁹⁰. Tym niemniej uważa się, że wartości tego stosunku poniżej „1” są charakterystyczne dla żywicy bardziej dojrzałych (starszych), natomiast wartości powyżej „1” są typowe dla żywicy młodych lub niezbyt dojrzałych⁹¹. W związku z tym żywice o tym samym wieku charakteryzują się zbliżoną wartością wskaźnika, natomiast bursztyny różniące się wiekiem, dają wyniki od siebie odmienne. Ponieważ żywice kopalne powstawały w różnych rejonach geograficznych i w innym okresie geologicznym, dlatego też określenie wieku geologicznego żywicy pozwala niekiedy również na identyfikację konkretnego złoża bursztyny.

Pasma stosowane jako wskaźnik dojrzałości żywicy odpowiednio przypisane do drgań rozciągających $\text{C}-\text{C}$ (1650–1600 cm^{-1}) oraz opisujące drgania zginające $\text{C}-\text{H}$ (1450 cm^{-1}) są

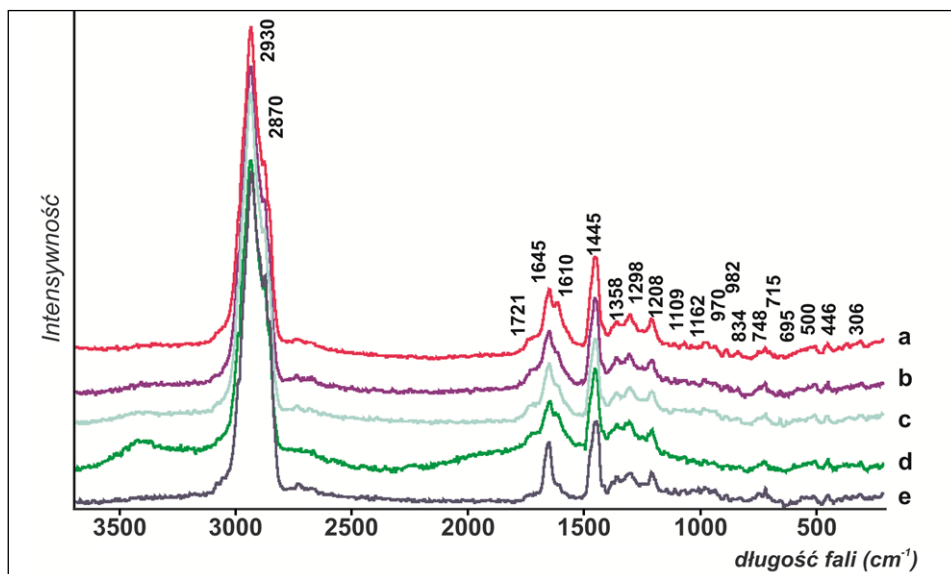
⁸⁶ Nazwa tej odmiany pochodzi od łacińskiej nazwy miasta Gdańska — *Gedanum*. Jest to żywica kopalna towarzysząca złożom sukcyntu.

⁸⁷ Jest to żywica towarzysząca złożom sukcyntu w Rosji.

⁸⁸ Baza została utworzona na podstawie pomiaru widm Ramana i FT-ATR (widma w podczerwieni zarejestrowane z zastosowaniem spektroskopii całkowitego wewnętrznego obicia FT-IR) oraz SEM-EDS (mikroskopia skaningowa z zastosowaniem mikrofluorescencji rentgenowskiej) w pełni udokumentowanych próbek bursztyny z Europy, Azji i Oceanii pochodzących z kolekcji z Muzeum Ziemi PAN w Warszawie oraz kolekcji prof. dr hab. Michała Sachanbińskiego.

⁸⁹ Winkler W. i in. 2001, s. 62.

⁹⁰ Badea G.I. i in. 2015, s. 1458.



Ryc. 8. Widma ramanowskie badanych obiektów bursztynowych: a — bursztyn z kołta B, Sypniewo; b — paciorek bursztynowy, Bazar Nowy; c — paciorek bursztynowy, Grzebsk; d — paciorek bursztynowy, Daniłowo Małe, e — prześlik bursztynowy, Kamień Pomorski.

Oprac. B. Łydzba-Kopczyńska

także stosowane do oceny degradacji żywicy. Wpływ na degradację bursztynu mają różnorodne czynniki środowiskowe, obejmujące np. fotostarzenie, degradację termiczną, utlenianie czy przechowywanie w różnych warunkach pH⁹².

Wpływ procesu degradacji na wartość stosunku I_{1645}/I_{1450} opisała już w 2001 r. Rachel H. Brody, badając z zastosowaniem spektroskopii Ramana warstwy zewnętrzne i wewnętrzne m.in. bursztynu bałtyckiego oraz pochodzącego z Libanu, Republiki Dominikańskiej i Wschodniej Afryki. W wyniku następującego procesu starzenia żywicy kopalnych obserwowany jest wzrost intensywności ramienia poniżej pasma przy 1650 cm⁻¹ przypisywanego drganiu $\nu(\text{CC})$ w strukturach aromatycznych, co zostało opisane przez Rachel H. Brody i Gianluca Pastorellego. Również proces degradacji termicznej przyczynia się do zwiększenia intensywności pasma obserwowanego przy 1610 cm⁻¹⁹³.

Ponieważ zarówno proces degradacji bursztynu bałtyckiego, jak też warunki jego przechowywania lub pochówku mają istotny wpływ na zmianę intensywności pasm w obszarze ok. 1600–1650. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w wartości wskaźnika stosowanego do rozróżnienia ich wieku geologicznego. Dlatego pomiary ramanowskie powinny być przeprowadzane w miarę możliwości na świeżych przełamach lub w miejscach, gdzie została usunięta zdegradowana warstwa, której obecność uniemożliwia zarejestrowanie widm ramanowskich. Podczas badań omawianych zabytków, w trakcie pomiarów rejestrowanych w miejscach silnie zdegradowanych, pokrytych zwierzeliną, pojawiała się silna fluorescencja uniemożliwiająca

⁹¹ Winkler W. i in. 2001, s. 62; Brody R.H. i in. 2001, s. 1326; Łydzba-Kopczyńska B. i in. 2012, s. 1841; Kosmowska-Ceranowicz B. i in. 2017, s. 22; Peris-Díaz M.D. i in. 2018, s. 2.

⁹² Shashoua Y. i in. 2006, s. 1225; Pastorelli G. 2009, s. 68; Pastorelli G. i in. 2012, s. 269; Pastorelli G. i in. 2013, s. 2320.

⁹³ Badea G.I. i in. 2015, s. 1459.

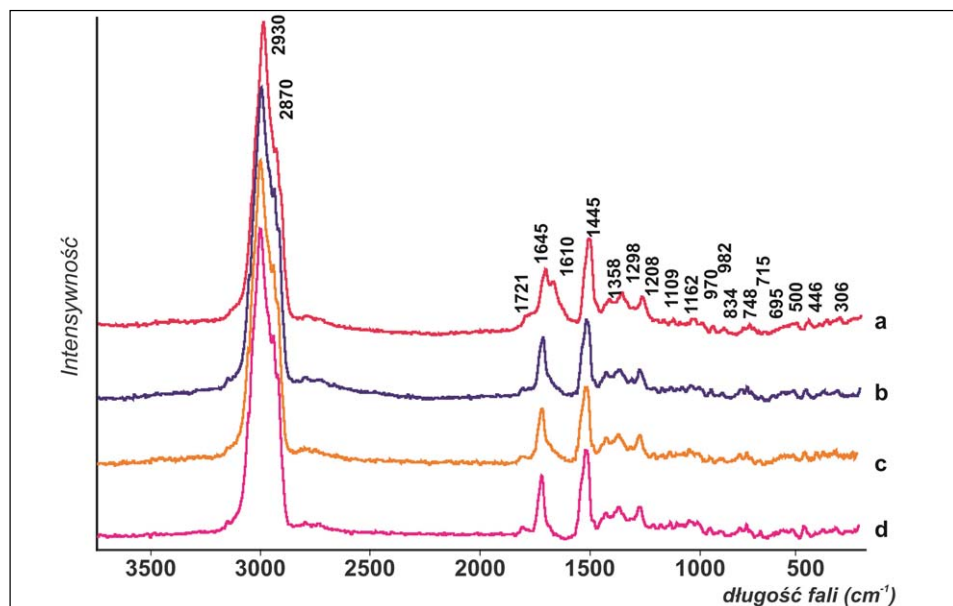
Tabela 2. Przybliżone przyporządkowania pasm Ramana dla bursztynu z kołta B znalezione w grobie nr 645 w Sypniewie. Oprac. B. Łydzba-Kopczyńska

Polożenie pasma [cm ⁻¹]	Przybliżone przyporządkowanie drgań	Polożenie pasma [cm ⁻¹]	Przybliżone przyporządkowanie drgań
446	δ (CCO)	1062	ν (C-C)
500	ν (COC)	1109	ν (C-C)
695	ν (CC)	1140	δ (CH ₂ ,CH ₃)
699	696 ν (CC)	1208	δ (CH ₂ ,C-O)
714	720 ν (CC)	1298	δ (CH ₂ ,CH ₃)
748	ν (CC)	1358	δ (CH ₂ ,CH ₃)
1001	ν (CC) aromatyczne	1445	δ (CH ₂ ,CH ₃)
834	ν (COC,CC)	1610	ν (C=C) aromatyczne
881	ν (COC)	1645	ν (C=C)
932	ρ (CH ₂)	1721	ν (C=O)
970	ρ (CH ₂ ,CH ₃)	2873	ν (CH ₂ ,CH ₃)
982	ρ (CH ₂ ,CH ₃)	2930	ν (CH ₂ ,CH ₃)
1104	ν (CC)		

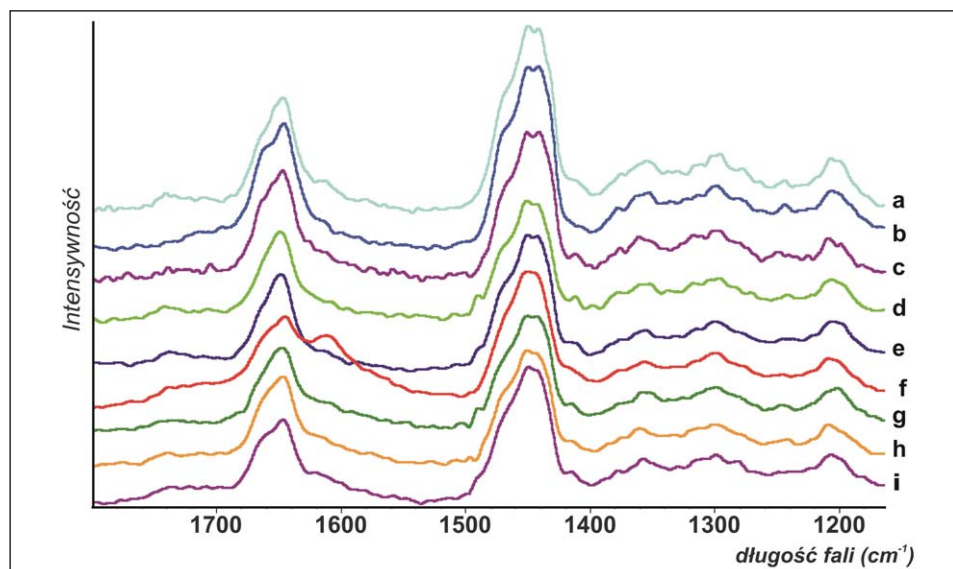
zarejestrowanie widma. Ze względu na wartość zabytkową badanych obiektów pomiary zostały wykonane bezpośrednio na nich (*in situ*) bez dokonywania przełamów. Tym niemniej starano się zarejestrować widma Ramana w obszarach ubytków zewnętrznej, nieprzezroczystej warstwy, tak aby uniknąć lub maksymalnie zminimalizować wpływ warstw zdegradowanej żywicy, uzyskując korzystny stosunek sygnału do szumu na rejestrowanym widmie ramanowskim.

Wszystkie analizowane widma ramanowskie, zarejestrowane dla krążków bursztynu znalezionych w grobie w Sypniewie oraz innych zabytków — pochodzących z Kurpi, Podlasia i Pomorza (ryc. 8), charakteryzują się bardzo dużym podobieństwem cech spektralnych wyrażonych powtarzalnością położenia obserwowanych pasm i względnych stosunków ich intensywności (tab. 2). Niestety, we wszystkich widmach, za wyjątkiem tego zarejestrowanego dla obiektu pochodzącego z Kamienia Pomorskiego, widoczne jest intensywne pasmo przy ok. 1610 cm⁻¹, przypisane do niesprężonych drgań CC pierścienia aromatycznego, którego obecność wskazuje na degradację zewnętrznej warstwy bursztynu. Porównując widmo Ramana zabytku z Sypniewa z widmami zarejestrowanymi dla bryłek bursztynowych pochodzących z kolekcji bursztynu Muzeum Kurpiowskiego w Wachu oraz znalezionych w Makowie Mazowieckim i Różanie (ryc. 9), obserwujemy znaczne podobieństwo cech spektralnych, z wyjątkiem obecności pasma przy 1610 cm⁻¹ występującego w widmie zabytku z Sypniewa. Jednakże obecność tego pasma nie jest bezpośrednio związana z oryginalnym surowcem bursztynowym, z którego wykonano obiekt, ale jest wynikiem długotrwałych procesów degradacyjnych żywicy.

Wszystkie analizowane wzorce próbek bursztynu pochodzące z rejonu Morza Bałtyckiego (sukcynit z Sambii, gedanit, gedano-sukcynit, bursztyn z miejscowości Jantarny na terenie Sambii) oraz z Ukrainy, mimo że pochodzą z różniących się lokalizacji geograficznych, wywodzą się z jednego okresu geologicznego tj. z paleogenu (z epoki eocenu). Znalazło to odzwierciedlenie w powtarzalności położenia i względnych intensywności pasm charakterystycznych, obecnych w widmach ramanowskich wszystkich badanych wzorców (ryc. 10). Podobieństwo



Ryc. 9. Widma ramanowskie bursztynu z Sypniewa i wzorców bursztynowych z Kurpi: a — bursztyn z kołta B, Sypniewo; b — bursztyn, Kurpie (wieś Wach); c — bursztyn, Różan; d — bursztyn, Maków Mazowiecki. Oprac. B. Łydzba-Kopczyńska



Ryc. 10. Widma ramanowskie zabytku z Sypniewa i wzorców bursztynu z różnych lokalizacji w rejonie Morza Bałtyckiego: a — bursztyn z Jantarne, Rosja; b — gedanit, Polska; c — gedano-sukcynit, Polska; d — sukcynit, Ukraina; e — bursztyn, Maków Mazowiecki; f — bursztyn z kołta B, Sypniewo; g — bursztyn, Różan; h — bursztyn, Kurpie (wieś Wach); i — sukcynit, Półwysp Sambijski. Oprac. B. Łydzba-Kopczyńska

cech spektralnych pomiędzy próbkami wzorcowymi z rejonu Morza Bałtyckiego, badanymi zabytkami z Sypniewa oraz pozostałymi zabytkami z Kurpi wskazuje na ich wspólne pochodzenie geologiczne. Oznacza to, że do wykonania krążków z Sypniewa mógł być zastosowany sukcynt pochodzący z Zatoki Gdańskiej, ale równie prawdopodobne jest zastosowanie bursztynu pochodzącego z Kurpi.

Wartość wskaźnika I_{1650}/I_{1450} dla wszystkich zabytków pochodzących z Kurpi kształtuje się w przedziale od 0,68 do 0,79, przy czym dla bursztynu z Sypniewa jest najwyższa. Należy jednak pamiętać, że proces degradacji ma wpływ na wzrost intensywności pasma przy 1610 cm^{-1} , przy jednoczesnym obniżeniu intensywności pasma położonego przy 1650 cm^{-1} , przypisanego do niesprężonych drgań rozciągających, a w zasadzie do drgań rozciągających grupy egzometylenowej⁹⁴. Zjawisko to ma wpływ na wartość wskaźnika I_{1650}/I_{1450} , dlatego nie może być on stosowany jako całkowicie niezależny klasyfikator pozwalający na potwierdzenie lub rozróżnienie wieku geologicznego badanych zabytków. Nie wyklucza to jednak jego stosowania jako narzędzia diagnostycznego. Niestety, w przypadku badań zabytków archeologicznych o mocno zdegradowanej warstwie zewnętrznej, jest to często pojawiający się problem, dlatego w celu uzyskania jednoznacznych wyników rekomendowane jest inwazyjne pobranie próbek lub wykonywanie świeżych przełamów.

Analiza porównawcza wszystkich wzorców wskazuje, że wzajemne stosunki intensywności pasm I_{1650}/I_{1450} oraz położenia pasm są identyczne lub też bardzo zbliżone. Dla bursztynu z rejonu Morza Bałtyckiego, w tym również dla bursztynu kurpiowskiego, wartość wskaźnika kształtuje się w granicach od ok. 0,69 do 0,72, natomiast wartość dla bursztynu z Ukrainy jest wyższa o ok. 0,8. Uzyskany wynik jest interesujący, ponieważ istnieje dyskusja dotycząca pochodzenia geologicznego bursztynu ukraińskiego i sukcyntu pochodzącego z basenu Morza Bałtyckiego⁹⁵. Zarówno sukcynt, jak i bursztyn ukraiński powstały w eocenie choć w innych lokalizacjach geograficznych (w innych obszarach Morza Eoceńskiego). Niestety, różnica tych wartości nie jest wystarczającym dowodem na to, że stosunek intensywności można stosować jako narzędzie pozwalające na ich jednoznaczne rozróżnienie. Jakkolwiek wynik ten nie wyklucza możliwości zastosowania bursztynu z Kurpi do wyrobu badanych zabytków.

Wyniki przeprowadzonych badań z zastosowaniem spektroskopii Ramana wskazują, że badane zabytki zostały wykonane z bursztynu bałtyckiego. Jakkolwiek nie można jednoznacznie zidentyfikować na podstawie wskaźnika jego widma ramanowskiego dokładniejszej lokalizacji bursztynów z tego samego wieku geologicznego, z której pochodzi surowiec bursztynowy zastosowany do wyrobu ozdoby znalezionej w Sypniewie. Tym niemniej bardzo duże podobieństwo widm ramanowskich bursztynu z kołtu oraz bursztynów z Kurpi wskazuje na prawdopodobieństwo wykorzystania tego materiału do wyrobu krążków znalezionych w Sypniewie. Aby jednoznacznie potwierdzić tę hipotezę konieczne jest opracowanie metody pozwalającej na sklasyfikowanie różnych odmian bursztynu bałtyckiego o takim samym wieku geologicznym, a pochodzących z różnych regionów, czyli rozróżnienia pomiędzy bursztynem np. z Zatoki Gdańskiej, Półwyspu Sambijskiego, czy Ukrainy. W analizowanym przypadku wyzwaniem jest fakt, iż w basenie Morza Bałtyckiego na stosunkowo niewielkim obszarze występują żylice kopalne charakteryzujące się tym samym wiekiem. Obecnie prowadzone są badania z zastosowaniem analizy chemometrycznej, których celem jest opracowanie skutecznego narzędzia umożliwiającego identyfikację bursztynu ze względu na miejsce/obszar jego współczesnego występowania. Wstępnie wyniki badań z zastosowaniem spektroskopii ATR wskazują, że możliwe jest rozróżnienie bursztynów występujących w różnych lokalizacjach we wschodniej Europie, w tym odróżnienie bursztynów z Polski⁹⁶. Interesujące wyniki uzyskano także

⁹⁴ Vandenabeele P. i in. 2007, s. 2221.

⁹⁵ Kosmowska-Ceranowicz B. 2017, s. 40.

⁹⁶ Armetta F. i in. 2022, s. 27.

w wyniku wspólnej analizy widm Ramana, ATR i EPR, co pozwala np. rozróżnić glesyty występujące w różnych lokalizacjach geograficznych⁹⁷.

V. Podsumowanie

Głównym celem badań było określenie miejsca pochodzenia bursztynu, który był elementem dekoracyjnym dwóch unikatowych ozdób, jakimi są kołty odkryte w kobiecym grobie nr 645 na cmentarzysku w Sypniewie, pow. makowski. Ich przynależność do ruskiego warsztatu złotniczego nie budzi wątpliwości. Nie musiały one natomiast pochodzić z Rusi. Wskazówką, że powstały w rejonie Sypniewa są bursztynowe oczka, którymi ozdobione zostały dwa z nich. Poszlaka w postaci przedmiotów bursztynowych znajdujących na pradziejowych i wczesnośredniowiecznych stanowiskach archeologicznych w rejonie Kurpi, jak również „przemysłowa” eksploatacja bursztynu kurpiowskiego w ciągu dwóch ostatnich stuleci uprawdopodobnia hipotezę, że do ozdobienia kołtów z Sypniewa wykorzystano miejscowy surowiec.

Badania porównawcze z zastosowaniem spektroskopii Ramana bursztynu z jednego kołtów sypniewskich (kołt B) oraz próbek bursztynów z Kurpi i innych rejonów Polski (Podlasie, Pomorze), a także z Sambii i Ukrainy, wykazały duże podobieństwo ich cech spektralnych, wyrażonych powtarzalnością położenia obserwowanych pasm i względnych stosunków ich intensywności. Zastosowana metoda nie pozwalała na jednoznaczne odróżnienie bursztynu ukraińskiego od tego z basenu Morza Bałtyckiego, co mogłoby potwierdzić lub zanegować ewentualność wykonania bursztynowych krążków na Rusi z tamtejszego bursztynu. Natomiast duże podobieństwo widm ramanowskich analizowanej próbki z Sypniewa z analogicznymi wynikami pozyskanymi dla bursztynów z Kurpi stanowi kolejny, pośredni argument przemawiający za wczesną eksploatacją lokalnych złóż. Wyniki badań nie wykluczają ich zastosowania, ale również wskazują, iż uzasadnione są rozważania nad wykorzystaniem bursztynu z Kurpi. Prawdopodobne więc jest, że w okolicy Sypniewa pracował złotnik wywodzący się z Rusi lub użytkujący importowane stamtąd formy odlewnicze, który wykorzystał miejscowy bursztyn do zdobienia wytwarzanych przez siebie kołtów. Obok znaleziska surowej bryłki bursztynu w obiekcie na osadzie przygodowej, jest to kolejna przesłanka wskazująca na doraźne pozyskiwanie i przetwórstwo tego surowca we wczesnym średniowieczu na Kurpiach.

BIBLIOGRAFIA

Źródła i opracowania publikowane

- Armetta Francesco, Saladino Maria L., Łydzba-Kopczyńska Barbara. 2022. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) reflectance spectroscopy combined with the chemometric approach in the study of amber*, Book of abstracts: International Congress on chemistry for Cultural Heritage 6th ChemCH Congress, Ravenna, Italy 4–8 July 2022, s. 27.
- Badea Georgiana I., Caggiani Maria C., Colombar Philippe, Mangone Annarosa, Teodor Eugenia D., Teodor Eugen S., Radau Gabriel L. 2015. *Fourier transform Raman and statistical analysis of thermally altered samples of amber*, „Applied Spectroscopy”, 69, 1, s. 1457–1463.
- Beck Curt W., Wilbur Elizabeth, Meret Silja 1964. *Infrared spectra and the origin of amber*, „Nature” 201, s. 256–257.
- Beck Curt W. 1986. *Spectroscopic investigations of amber*. „Applied Spectroscopy Reviews”, 22/1, s. 57–110, <https://doi.org/10.1080/05704928608060438>

⁹⁷ Łydzba-Kopczyńska B. i in. 2023.

- Biermann Felix. 2006. *Sypniewo. Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy na północnym Mazowszu, Część 1. Obiekty, zabytki i ich interpretacja historyczna*, Archeologia Mazowsza i Podlasia. Studia i Materiały, 4, Warszawa.
- Brody Rachel H., Edwards Howell G.M., Pollard Mark A. 2001. *A study of amber and copal samples using FT-Raman spectroscopy*, „Spectrochim Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy”, 57, 6, s. 1325–1338.
- Bukowska-Gedigowa Janina. 1984. *Wyroby bursztynowe z Opola-Ostrówka*, [w:] *Studia nad kulturą wczesnopolskiego Opola. Militaria — Wyroby bursztynowe*, red. B. Gediga, Wrocław, s. 113–148.
- Chętnik Adam. 1952. *Przemysł bursztyniarski nad Narwią*, „Lud”, 39, s. 355–415.
- Choińska-Bochdan Elżbieta. 2003. *Bursztyn w kulturze*, [w:] *Z bursztynem przez tysiąclecia*, red. H. Paner, B. Kosmowska-Ceranowicz, Gdańsk, s. 29–135.
- Chudzińska Barbara, Wołoszyn Marcin. 2023. *Metalowe ozdoby i części stroju / Metal ornaments and articles of clothing*, [w:] *The early medieval settlement complex at Czermino in the light of results from 2010–2011 research. Material evidence / Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy w Czerminie w świetle wyników badań z lat 2010–2011. Podstawy źródłowe*, 2, Kraków–Leipzig–Rzeszów–Warszawa, s. 423–938.
- Ciombor Krzysztof, Romanowicz Paulina. 2019. *Artefacts made of amber*, [w:] *Wolin – the Old Town, 2, Studies on finds*, red. M. Rębkowski, Szczecin, s. 323–347.
- Duczko Władysław. 2016. *Złoty młot Thora? O fragmencie skandynawskiej ozdoby z Ostrowa Lednickiego*, [w:] *Ostów Lednicki. Rezydencjalno-stoleczny ośrodek pierwszych Piastów*, red. M. Bis, Warszawa, s. 299–302.
- Engel Marcin. 2015. *Wczesnośredniowieczny trzewik pochwy miecza z miejscowości Stulichy, pow. węgorzewski*, „Acta Militaria Mediaevalia”, 11, s. 173–179.
- Ginałski Jerzy. 2001. *Para srebrnych ozdób kobiecego nakrycia głowy, tzw. kołtów, z grodziska „Horodyszczce” w Trepczy, gmina Sanok, Stanowisko 2*, „Acta Archaeologica Carpathica”, 36, s. 133–148.
- Gołub Stanisław. 1997. *Nadzór i badania ratownicze na stanowisku 99 w Chełmie, ul. Szkolna 8–10, Krzywa 41, Św. Mikołaja 7–9*, „Informator o badaniach archeologicznych w województwie chełmskim w 1994 roku”, 8, s. 53–57.
- Gołub Stanisław, Dzieńkowski Tomasz. 2002. *Osada przygodowa z czasów księcia Daniela Romanowicza w Chełmie*, [w:] *Badania archeologiczne o początkach i historii Chełma*, red. A. Banasiewicz-Szykuła, Lublin, s. 57–71.
- Górska Irena. 1962. *Wczesnośredniowieczne cmentarzysko w Sypniewie, pow. Maków Mazowiecki*, „Wiadomości Archeologiczne”, 28, s. 90–91.
- Górska Irena. 1963. *Sprawozdanie z badań wykopaliskowych w miejscowości Sypniewo, pow. Maków Mazowiecki w 1961 roku*, „Sprawozdania Archeologiczne”, 15, s. 261–263.
- Górska Irena. 1968. *Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy w Sypniewie, pow. Maków Mazowiecki*, [w:] *Szkice z najdawniejszej przeszłości Mazowsza*, red. W. Szymański, Wrocław, s. 171–183.
- Haduch Agata, Liwoch Radosław. 2007. *Kołtki z południowo-zachodniej Rusi*, [w:] *Seminarium Trepczańskie*, red. W. Banach, E. Kasprzak, P.N. Kotowicz, Sanok, s. 43–50.
- Hensel Witold. 1987. *Słowiańszczyzna wczesnośredniowieczna. Zarys kultury materialnej*, Warszawa.
- Jastrzębski Jerzy. 2005. *Bursztyn w dorzeczu Narwi*, Łomża.
- Kajkowski Kamil. 2016. *Święty Wojciech, urbs Gyddaanyzc i problem chrystianizacji Pomorza Wschodniego. Kilka uwag na marginesie rozważań dotyczących kultury duchowej mieszkańców grodu w widłach Wisły i Motławy*, „Komunikaty Mazursko-Warmińskie”, 3, 293, s. 431–455.
- Kawałkowska Ewa. 2003. *Pradzieje Równiny Kurpiowskiej*, Nakły–Jaszczałty.
- Kolčín Boris Aleksandrovič. 1985. *Ctěklo, ántar*, [w:] *Drevnij Novgorod. Příkladnoe iskusstvo i arheologiči*, oprac. B.A. Kolčín, V.L. Ānin, S.V. Āmšikov, Moskva, s. 125.
- Komar Oleksěj. 2016. *Knāži znaki z Desátinnoī cerkvi*. Kěiv.

- Kordala Tomasz. 2006. *Wczesnośredniowieczne cmentarzyska szkieletowe na północnym Mazowszu*, Łódź.
- Kosmowska-Ceranowicz Barbara. 1982. *Bursztyn na złożach pierwotnych i wtórnych*, [w:] *Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce. Katalog*, red. B. Kosmowska-Ceranowicz, Warszawa, s. 13–25.
- Kosmowska-Ceranowicz Barbara. 2002. *Nagromadzenia bursztynu na Kurpiowszczyźnie*, [w:] *Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce. Od Bałtyku przez Kurpie do Karpat*, red. J. Popiołek, Łomża, s. 8–12.
- Kosmowska-Ceranowicz Barbara. 2017. *Bursztyn w Polsce i na świecie. Amber in Poland and in the World*, Warszawa.
- Kosmowska-Ceranowicz Barbara, Sachanbiński Michał, Łydzba-Kopczyńska Barbara. 2017. *Analytical characterization of “Indonesian amber” deposits: evidence of formation from volcanic activity*, „Baltica”, 30, 1, s. 55–60.
- Lisowska Ewa, Zamelska-Monczak Kinga, Kolenda Justyna, Gunia Piotr, Łydzba-Kopczyńska Barbara. 2017. *Multidisciplinary approach to the provenance investigations of early medieval amber finds discovered in Santok and Milicz*, „Fontes Archaeologici Posnanienses”, 53, s. 223–240.
- Łojewski Tomasz, Łydzba-Kopczyńska Barbara. 2019. *Spectroscopy in the Analysis of Artworks*, [w:] *From Molecules to Functional Materials in book: Molecular Spectroscopy – Experiment and Theory*, red. J. Leszczyński, A. Koleżyński, M. Król, s. 483–517.
- Łydzba-Kopczyńska Barbara, Gediga Bogusław, Chojcan Jan, Sachanbiński Michał. 2012. *Provenance investigations of amber jewelry excavated in Lower Silesia (Poland) and dated back to Early Iron Age*, „Journal of Raman Spectroscopy”, 43, 11, s. 1839–1844.
- Łydzba-Kopczyńska Barbara, Krzywiecka Martyna, Chojcan Jan, Madera Paweł, Sachanbiński Michał. 2015. *Wrocław-Partynice amber depots — the application of the comprehensive spectral database of succinate and fossil and subfossil resins*, [w:] *8th Congress on Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology Wrocław, 1–5 September 2015: book of abstracts*, red. M. Czarnecka, B. Łydzba-Kopczyńska, Faculty of Chemistry University of Wrocław, s. 146–147.
- Łydzba-Kopczyńska Barbara, Kruczała Krzysztof, Czaja Tomasz. 2023. *Data fusion of Raman, ATR, and EPR spectroscopies applied to the study of provenance and geological age of the amber*, [w:] *Book of Abstracts of the 11th International Congress on the Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology 6–9 September 2023*, Athens.
- Makarova Tatiana I. 1986. *Černevoe delo drevnej Rusi*, Moskwa.
- Mathur Ryan, Powell Wayne, Miśta-Jakubowska Ewelina, Duczko Władysław, Czech-Błońska Renata, Błoński Mariusz, Janowski Andrzej, Żołędziowski Karol, Gójska Aneta, Kamenov George. 2024. *Isotopic metal compositions of Viking and medieval tin artifacts from Poland reveal expansive trade network*, „Journal of Archaeological Science: Reports”, 54, s. 1–10, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104296>
- Marciniak Józef. 1960. *Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy z miejscowości Bazar Nowy, pow. Maków Mazowiecki*, „Materiały Wczesnośredniowieczne”, 5, s. 99–140.
- Pankiewicz Aleksandra. 2023. *Wrocław. Gród na Ostrowie Tumskim we wczesnym średniowieczu*. Warszawa–Wrocław.
- Pastorelli Gianluca, Richter Jane, Shashoua Yvonne. 2012. *Evidence concerning oxidation as a surface reaction in Baltic amber*, „Spectrochimica Acta — Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy”, 89, s. 268–269.
- Pastorelli Gianluca, Shashoua Yvonne, Richter Jane. 2013. *Surface yellowing and fragmentation as warning signs of depolymerisation in Baltic amber*, „Polymer Degradation Stability”, 98, 11, s. 2317–2322.
- Pastorelli Gianluca, Shashoua Yvonne, Richter Jane. 2013. *Hydrolysis of Baltic amber during thermal ageing — An infrared spectroscopic approach*, „Spectrochimica Acta — Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy”, 106, s. 124–128.

- Pekarska Ljudmila. 2011. *Jewellery of Princely Kiev. The Kiev Hoards in the British Museum and The Metropolitan Museum of Art and Related Material*, Mainz–London.
- Peris-Díaz Manuel D., Łydzba-Kopczyńska Barbara, Sentandreu Enrique. 2018. *Raman Spectroscopy coupled to Chemometrics to discriminate Provenance and Geological Age of Amber*, „Journal of Raman Spectroscopy”, 49, 5, s. 842–851.
- Perlikowska-Puszkarska Urszula. 1984. *Sypniewo*, [w:] Informator Archeologiczny. Badania 1983, s. 176–177.
- Perlikowska-Puszkarska Urszula. 1988. *Sypniewo*, [w:] Informator Archeologiczny. Badania 1987, s. 176–177.
- Perlikowska-Puszkarska Urszula. 2000. *Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy w Sypniewie w świetle najnowszych badań archeologicznych*, [w:] Kurpiowszczyzna. Identyczność — Odmienność, red. W. Chmielewski, Ostrołęka, s. 95–106.
- Pietrzak Teresa. 1982. *Katalog znalezisk bursztynu w Polsce*, [w:] *Znaleziska i dawne kopalnie bursztynu w Polsce*, red. B. Kosmowska-Ceranowicz, Warszawa, s. 45–120.
- Pietrzak Teresa, Kosmowska-Ceranowicz Barbara, Popiołek Joanna. 2002. *Katalog znalezisk bursztynu w Polsce*, [w:] *Znaleziska w dawne kopalnie bursztynu w Polsce. Od Bałtyku przez Kurpie do Karpat*, red. J. Popiołek, Łomża, s. 27–140.
- Piotrowski Marcin, Wołoszyn Marcin. 2012a. *Czermno/Cherven — Archaeological Investigation of an early Rus' Medieval town in Easter Poland in 2010–2011. A preliminary report*, [w:] *Rome Constantinople and Newly-Converted Europe. Archaeological and Historical Evidence. U źródeł Europy wschodniej/Fruhzeit Ostmitteleuropas*, 2, red. M. Salamon, M. Wołoszyn, A. Musin, P. Špehar, Kraków–Leipzig–Rzeszów–Warszawa, s. 359–389.
- Piotrowski Marcin, Wołoszyn Marcin. 2012b. *Czermno (Czerwień) — badania w latach 2010–2011*, [w:] *Czerwień — gród między Wschodem a Zachodem. Katalog Wystawy*, red. J. Bagińska, M. Piotrowski, M. Wołoszyn, Tomaszów Lubelski–Leipzig–Lublin–Rzeszów, s. 185–241.
- PML. 1987. *Powieść minionych lat*, oprac. F. Sielicki. Warszawa.
- Rauhut Lechosław. 1957. *Sprawozdanie z badań wczesnośredniowiecznej osady produkcyjnej we wsi Kamionka Nadbużna, pow. Ostrów Mazowiecka, w 1956 r.*, „Wiadomości Archeologiczne”, 24, s. 324–336.
- Rauhut Lechosław, Długopolska Ludgarda. 1971. *Wczesnośredniowieczne cmentarzysko szkieletowe w obudowie kamiennej w Pokrzywnicy Wielkiej, pow. Nidzica*, „Wiadomości Archeologiczne”, 36, 3, s. 292–353.
- Rauhut Lechosław, Długopolska Ludgarda. 1972. *Wczesnośredniowieczne cmentarzysko szkieletowe w obudowie kamiennej w Łączynie Starym, pow. Przasnysz*, „Wiadomości Archeologiczne”, 37, 3, s. 320–393.
- Rudka Natalia. 2017. *Kołty jako element jubilerski dawnej Rusi. Stan i perspektywy badań*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, 65, 3, s. 353–370.
- Savkevitch S.S., Saks I.A. 1964. *Infrakrasnyje spektra pogłoszczenija baltijskogo jantaria sukcinita*, „Zhurnal Prikladnoi Khimii”, 37, s. 930–931.
- Schwochau Klaus, Haevernick Thea Elizabeth, Ankner D. 1963. *Zur infrarotspektroskopischen Herkunftsbestimmung von Bernstein*, „Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums”, 10, s. 171–176.
- Shashoua Yvonne, Berthelsen Mai-Brit L. D., Nielsen Ole F. 2006. *Raman and ATR-FTIR spectroscopies applied to the conservation of archaeological Baltic amber*, „Journal of Raman Spectroscopy”, 37, 10, s. 1221–1227.
- Shkolna Olga V., Sosik Olha D., Barbalat Oleksandra V., Sytnyk Iryna V., Kashshay Olena S. 2021. *Kyivan Rus Kolts with enamels and Niello: genesis, sources of inspiration, iconography, attribution issues*, „Linguistics and Culture Review”, 5, S2, s. 645–677, <https://doi.org/10.37028/lingcure.v5nS2.1409>

- Szczepaniak Małgorzata. 2019. *Zróżnicowanie mineralogiczne i chemiczne paciorków z kamieni pólslachetnych i szkła z obszaru wczesnośredniowiecznej nekropolii w Dziekanowicach*, [w:] *Groby z biżuterią z wczesnośredniowiecznego cmentarzyska w Dziekanowicach*, Fontes: Biblioteka Studiów Lednickich, seria B1, 8, 1, red. J. Wrzesiński, Lednica, s. 195–235.
- Urbańczyk Przemysław. 2020. *Przejawy synkretyzmu w sztuce wczesnopiastowskiej*, „Saeculum Christianum”, 27, 1, s. 31–40.
- Vandenabeele Peter, Grimaldi Dulce Maria, Edwards G.M Howell, Moens Luc. 2003. *Raman spectroscopy of different types of Mexican copal resins*, „Spectrochimica Acta: Part A”, 59, s. 2221–2229.
- Wagner-Wysiecka Ewa. 2018. *Mid-infrared spectroscopy for characterization of Baltic amber (succinite)*, „Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy”, 196, s. 418–431, <https://doi.org/10.1016/j.saa.2018.02.053>
- Wapińska Anna. 1993. *Ze studiów nad wczesnośredniowiecznym bursztyniarstwem gdańskim*, „Pomorania Antiqua”, 15, s. 57–73.
- Winkler Waltraud, Kirchner Elisabeth C., Asenbaum Augustinius, Musso Maurizio A. 2001. *Raman spectroscopic approach to the maturation process of fossil resins*, „Journal of Raman Spectroscopy”, 32, 1, s. 59–63.
- Wołoszyn Marcin, Florkiewicz Iwona, Krąpiec Marek, Nosek Elżbieta M., Stępiński Janusz, Lityńska-Zajac Maria. 2016. *Czermno Site No 70. From the 2014 Rescue Excavation on the Huczwa River bank*, [w:] *Meetings at the borders. Studies dedicated to Professor Władysław Duczko*, Acta Archaeologica Pultuskiensia, 5, red. J. Popielska-Grzybowska, J. Iwaszczuk, współprac. B. Józefów-Czerwińska, Pułtusk, s. 239–249.
- Wołoszyn Marcin. 2022. *The early medieval settlement complex at Czermno in the light of results from 2010–2011 research. Material evidence / Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy w Czermnie w świetle wyników badań z lat 2010–2011. Podstawy źródłowe, vol. 1 (Plates / Tablice)*, Kraków–Leipzig–Rzeszów–Warszawa.
- Wojtasik Jerzy. 2013. *Bursztyniarstwo wczesnośredniowiecznego Wolina*, [w:] *Wolin Wczesnośredniowieczny*, 1, red. B. Stanisławski, W. Filipowiak, Origines Polonorum, 6, Warszawa, s. 235–249.
- Zawadzka-Antosik Barbara. 1973. *Wczesnośredniowieczne cmentarzysko w obudowie kamiennej w Grzelsku, pow. Mława*, „Wiadomości Archeologiczne”, 38, 3–4, s. 365–371.

Opracowania niepublikowane

- Pastorelli Gianluca. 2009. „Archeological Baltic Amber: degradation mechanism and conservation measures”, Alma Mater Studiorum — Università di Bologna. Dottorato Di Ricerca, Science for Conservation, 22, https://amsdottorato.unibo.it/id/eprint/2259/1/Pastorelli_Gianluca_tesi.pdf

Bazy online

- ARKAIM.CO, <http://arkaim.co/gallery/image/1346-kolt-splavd-1/> (dostęp 07.08.2022).