

# M E T O D Y I M E T O D O L O G I A

Archeologia Polski, LXII: 2017  
PL ISSN 0003-8180

KATARZYNA KERNEDER-GUBAŁA, NAZARIJ BUŁAWKA,  
SYLWIA BUŁAWKA, MICHAŁ SZUBSKI

## GIS W BADANIACH POWIERZCHNIOWYCH STANOWISK GÓRNICZYCH NA PRZYKŁADZIE KOPALNI KRZEMIENIA CZEKOLADOWEGO W OROŃSKU (GM. OROŃSKO, POW. SZYDŁOWIECKI, WOJ. MAZOWIECKIE)

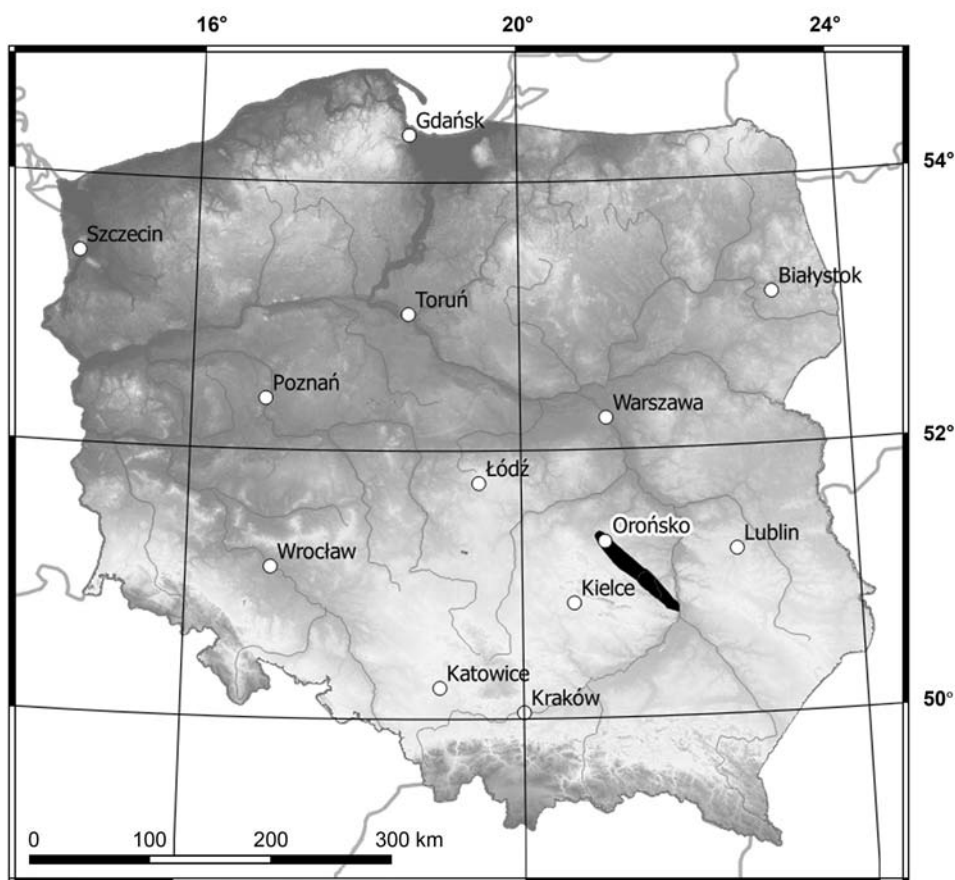
**Abstrakt:** Autorzy prezentują możliwości metod badań i analiz wykonanych z zastosowaniem narzędzi GIS, wykorzystanych na potrzeby prac powierzchniowych przeprowadzonych na terenie stanowisk związanych z pozyskiwaniem i przetwórstwem krzemienia czekoladowego w najbardziej na północny zachód wysuniętej części jego złóż, na terenie gminy Orońsko. Informacje pozyskano z danych archiwalnych, kartograficznych (map topograficznych, geologicznych, hydrograficznych) i teledetekcyjnych (LIDAR, zdjęcia lotnicze, zdjęcia satelitarne), jak i weryfikacyjnych badań powierzchniowych, które zostały zestawione w darmowym programie QGIS wersja 2.16.2. Oprogramowanie GIS umożliwiło zintegrowanie wielopłaszczyznowych danych i zwiększyło wydajność prac polowych i gabinetowych.

**Słowa kluczowe:** GIS, krzemień czekoladowy, epoka kamienia, Orońsko

**Abstract:** The authors present possibilities of examination and analyses performed by implementing GIS tools as used for the needs of archaeological surface survey. The research took place on the chocolate flint mining and processing sites, in the northwesternmost part of the deposits, in the Orońsko community. Information was obtained on the basis of archive, cartographic (topographic, geologic, hydrographical maps) and remote sensing data (LIDAR, aerial photos, satellite imagery), as well as by verification of surface survey, which all were compared by means of a free QGIS program, version 2.16.2. GIS software made the integration of multidimensional data possible and enhanced the efficiency of fieldwork and cabinet work.

**Keywords:** GIS, chocolate flint, Stone Age, Orońsko

Niniejszy artykuł ma na celu prezentację i ocenę możliwości metod badań i wstępnych analiz wykonanych z zastosowaniem narzędzi GIS (Geographic Information System), wykorzystanych w powierzchniowych pracach badawczych przeprowadzonych na terenie gminy Orońsko, pow. szydłowiecki, woj. mazowieckie (ryc. 1). Badania te były skoncentrowane na rozpoznaniu stanowisk związanych z pozyskiwaniem i przetwarzaniem krzemienia czekoladowego. Jednym z ich głównych celów było określenie ich chronologii, wstępne wyznaczenie ich zasięgu i wyróżnienie w ich obrębie pozostałości obiektów górniczych, pracowni, obozowisk i osad.



Ryc. 1. Lokalizacja Orońska na mapie Polski na tle rozmieszczenia złóż krzemienia czekoladowego.

Opracowała S. Buławka

Fig. 1. Location of Orońsko on the map of Poland on the background of chocolate flint deposits distribution.

Prepared by S. Buławka

Podziału stanowisk zlokalizowanych w sąsiedztwie złóż na górnicze i podomowe dokonał już w pierwszej połowie XX w. Stefan Krukowski (1922; 1923; 1939–1948). Podział ten został rozbudowany i jest nadal stosowany (por. np. Ginter 1974). Powiązanie ze sobą tak wydzielonych stanowisk pozwala na podjęcie próby rekonstrukcji organizacji przestrzennej i sposobu funkcjonowania społeczności prehistorycznych, a w tym wypracowania modelu funkcjonowania systemów górnictwa krzemienia. W tym celu niezbędne jest podjęcie wieloaspektowej i wielopłaszczyznowej analizy przestrzennej, w czym niezastąpionym narzędziem jest GIS. Dzięki możliwości integrowania ze sobą pozyskiwanych danych i wyników analiz otrzymujemy informacje o wzajemnych relacjach przestrzennych badanych zjawisk, przy uzyskaniu jednocześnie ich czytelnej, graficznej wizualizacji.

## 1. GIS W ARCHEOLOGII. METODY I PRAKTYKA

Zastosowanie metod GIS w archeologii światowej sięga lat siedemdziesiątych, a ich rozpowszechnienie – lat dziewięćdziesiątych XX w. (Conelly, Lake 2006; Gaffney, Stančić 1991, s. 19; Wheatley, Gillings 2002, s. 15–17). Obecnie zauważalny jest postęp w metodach dokumentacji i zarządzania bazami danych (Bruhn i in. 2015; Mazet i in. 2015), modelowaniu i dokumentacji 3D z wykorzystaniem fotogrametrii lub skanowania (Barbaro i in. 2015; De Silva i in. 2016), trójwymiarowej dokumentacji stratygrafii (Campaña i in. 2016; Sunyer 2016), analizach rozmieszczenia artefaktów (Giligny i in. 2015) i ich gęstości (Aquino i in. 2016; Uleberg, Matsumoto 2016). Ważnym kierunkiem jest też łączenie GIS ze statystyką i innymi ilościowymi metodami, takimi jak: określenie preferencji osadniczych (Capecchi i in. 2016), badanie wydajności prac powierzchniowych (Stewart i in. 2016), modelowanie prognostyczne lokalizacji stanowisk (Schmaltz i in. 2015; Achino i in. 2016), programowanie agentowe (Bocquet-Appel i in. 2015; Zanotti i in. 2016) czy zastosowanie metody maszyn uczących się (Barceló i in. 2016). Uzyskaniu tych informacji służą zróżnicowane, specjalistyczne analizy (Goodchild i in. 2008, s. 345, 346; Giligny 2015; Gillings, Wheatley 2002, s. 129; Frick 2016; Kammonen, Sundell 2016; Ortisi i in. 2016).

W Polsce rozwój metod GIS w archeologii odbywał się równolegle do ich rozpowszechnienia na świecie (Kobyliński 1987; 1999; Dulinicz, Kobyliński 1990; Zapłata 2011, s. 281). Obecnie wykorzystywane są one także do dokumentacji i ochrony dziedzictwa archeologicznego w ramach Archeologicznego Zdjęcia Polski (AZP) – ogólnopolskiego programu badań powierzchniowych, prowadzonych od końca lat siedemdziesiątych XX w. w obrębie wydzielonych obszarów 5 × 7,5 km (Zapłata 2012, s. 484, 485; Zapłata, Zborowski 2013, s. 104). W projekcie AZP problem zarządzania zbiorami i masowymi danymi, które współcześnie określa się jako „big data”, pojawił się stosunkowo szybko. Stąd GIS stanowi kolejny etap rozwoju tego projektu, zgodnie z najnowszymi wytycznymi Narodowego Instytutu Dziedzictwa (Krajowy Program 2014–2017; dalej NID). System ten umożliwi nie tylko sprawne zarządzanie wynikami badań powierzchniowych, ale także wykonywanie szeregu analiz przestrzennych na podstawie tych danych.

Stanowiska górnicze, takie jak wymienione w tytule niniejszej pracy, pozwalają na użycie szerokiego zakresu badań nieinwazyjnych. Na potrzeby analiz stanowisk, na których zachowana jest nakopalniana rzeźba terenu, wykorzystuje się informacje o ich topografii, uzyskane z numerycznego modelu terenu pozyskanego z lotniczego skanowania laserowego (Airborne Laser Scanning – ALS; Bennet 2014; Benito-Calvo i in. 2010; Crutchley, Crow 2010; Opitz 2017; Tarriño i in. 2014). Ta niezwykle przydatna w archeologii metoda teledetekcji obiektów o zachowanej antropogenicznej rzeźbie terenu jest coraz popularniejsza w polskiej archeologii. Dzieje się tak za sprawą dynamicznie rozwijającego się programu „Informatyczny System Osłony Kraju przed Nadzwyczajnymi Zagrożeniami” – ISOK; Maślanka, Wężyk 2014), który dostarczył danych ALS dla prawie całego obszaru Polski. Łatwa dostępność oraz dokładność zastosowanego skanowania pozwala na wykorzystanie

tych zabiegów dla potrzeb archeologii (Banaszek, Rączkowski 2015; Jakubczak, Szubski 2015). Jest to metoda szczególnie przydatna w teledetekcji obiektów archeologicznych na obszarach zalesionych (Doneus, Briese 2011; Holata, Plazak 2013). Wygenerowany na podstawie danych ALS Numeryczny Model Terenu pozwala również na analizę rzeźby w makroskali, dostarczając nowych informacji na temat geomorfologii obszaru w bezpośrednim sąsiedztwie stanowiska.

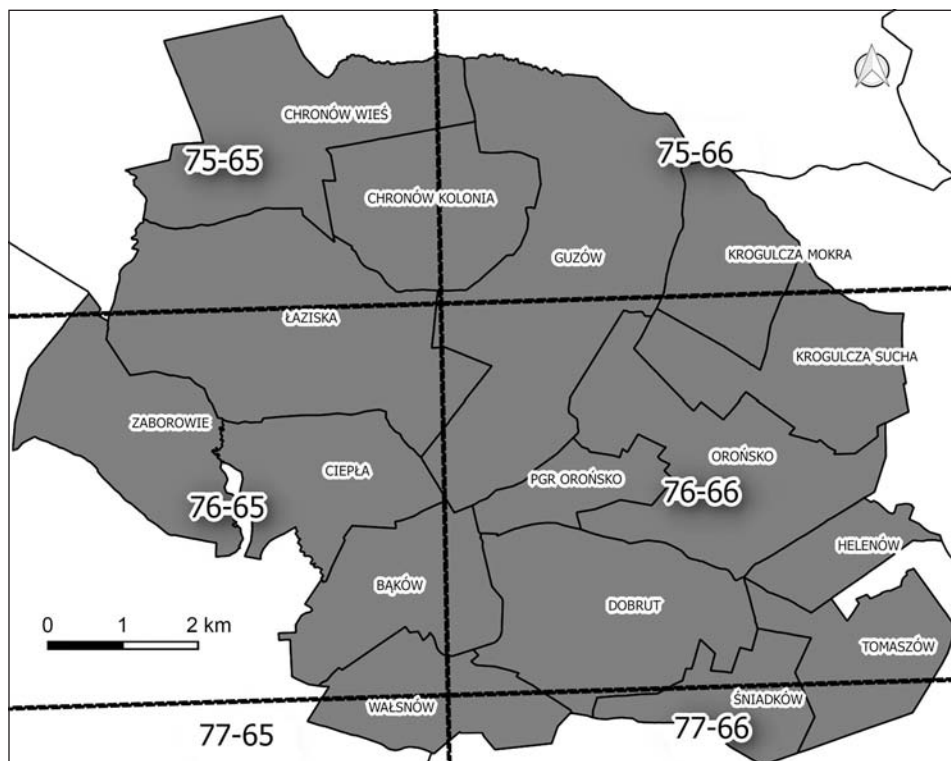
Obecność podziemnych, głębokich szybów górniczych i korytarzy można badać także, używając metod geofizycznych, jak Ground Penetrating Radar (GPR; Leopold, Völkel 2004, s. 63, 64; Welc i in. 2016), czy metodą magnetyczną i elektrooporową (Herbich 2000; Misiewicz 2000). Pozwalają one na wyróżnienie miejsca, gdzie ciągłość stratygrafii została przerwana (Leopold, Völkel 2004, s. 63, 64). W Polsce najważniejszym poligonem doświadczalnym badań górnictwa krzemienia była kopalnia krzemienia pasiastego w Krzemionkach Opatowskich. Od początku lat dziewięćdziesiątych XX w. metodą GPR badano tę kopalnię (Borkowski 2000) oraz pobliskie stanowisko górnicze w Borowni (Boubaki i in. 2012). Sukcesy w badaniu kopalni o zróżnicowanej architekturze osiągnięto, stosując metodę elektrooporową w Polanach, Wierzbicy i Krzemionkach Opatowskich (Herbich 2000).

Wśród sposobów obserwacji rzeźby terenu warto wymienić analizę zdjęć lotniczych. Źródła te ukazują ślady działalności człowieka, jak też zjawiska geologiczne na powierzchni ziemi. Przede wszystkim są to wyróżniki cieniowe, wegetacyjne (odmienny sposób wzrastania roślinności), glebowe, wilgotnościowe czy śniegowe (Braasch 1999). Za idealny przykład może posłużyć kopalnia krzemienia w Grimes Graves w Wielkiej Brytanii (Barber i in. 1999).

Prezentowane tu badania prowadzone w gminie Orońsko stały się dobrym poligonem do weryfikacji wyników starszych prac, a także opracowania metodyki badania kopalń krzemienia bez zachowanej nakopalnianej rzeźby stanowisk górniczych.

## 2. OBSZAR I KONTEKST BADAŃ

Obszar badań pokrywa się w całości z zasięgiem gminy Orońsko, która znajduje się na pograniczu Północnego Obrzeżenia Gór Świętokrzyskich z Przedgórzem Iłżeckim i Wzniesień Południowomazowieckich – Równiny Radomskiej (Bernat 2004; Kondracki 1978). Jest to strefa wychodni krzemienia czekoladowego, jednego z najlepszych jakościowo surowców krzemionkowych, powszechnie użytkowanego w epoce kamienia i wczesnej epoce brązu (Sulgostowska 2008). Gmina Orońsko znajduje się w najbardziej na północny zachód wysuniętej części jego złóż (ryc. 1). Na jej obszarze przeważa podłoże gliniaste, miejscami z gruzem skał wapiennych i łatwo dostępnych konglomeratów krzemionkowych, z przewarstwieniami piasków fluwio-glacialnych i skał narzutowych (Bernat 2002; Schild 1971; Budziszewski 2008). Bezwzględna wysokość całego obszaru zamyka się w granicach 170–190 m n.p.m. Znajduje się tu wododział przebiegający doliną uregulowanej współcześnie rzeki Oronki, która za Łaziskami łączy się z Szabasówką, stanowiąc dopływ Radomki (lewobrzeżnego dopływu Wisły). Teren Gminy leży w obrębie kilku obszarów AZP



Ryc. 2. Gmina Orońsko na tle arkuszy AZP (na podstawie warstwy WMS opublikowanej przez Narodowy Instytut Dziedzictwa).

Opracował N. Buławka

Fig. 2. Orońsko community on the background of AMP sheets (on the basis of WMS layer published by the National Institute of Heritage).

Prepared by N. Buławka

(76/66 między Guzowem a Tomaszowem, 75/66 w obrębie miejscowości Chronów Kolonia Górna, Guzów Kolonia oraz Wola Guzowska, 76/65 w sąsiedztwie miejscowości Łaziska oraz 77/66 w rejonie Tomaszowa (ryc. 2).

Omawiany obszar podlegał szczegółowym pracom terenowym od lat dwudziestych XX w. Badania nad wychodniami krzemienia czekoladowego w całym pasie jego występowania prowadzili wówczas Stefan Krukowski i Jan Samsonowicz (Samsonowicz 1923; Krukowski 1922; 1923). W rejonie Orońska Stefan Krukowski wyodrębnił obszar występowania kopalni tego krzemienia o (jego zdaniem) dużym zagęszczeniu, manifestujących się w jego czasach obecnością skupisk materiałów zabytkowych na powierzchni pól ornych. Metodą wykopaliskową odkrył pozostałości szybów górniczych i mieszany krzemienisty materiał zabytkowy. Najstarszym składnikiem były wytwory charakterystyczne dla paleolitu schyłkowego i kultury z tyłczakami łukowymi (Krukowski 1935; 1939–1948; Schild 1971; 1980). Kolejne badania prowadzono metodą powierzchniową. Ważne były prace Romualda Schilda

z zespołem pod koniec lat sześćdziesiątych XX w., kiedy zlokalizowano większość punktów eksploatacji górniczej krzemienia czekoladowego oraz wydzielono jego odmiany występujące w obrębie poszczególnych wychodni (Schild 1971). Przeprowadzono też badania wykopaliskowe w Tomaszowie, które ujawniły obecność neolitycznych szybów górniczych i pracowni mezolitycznych (Schild i in. 1985). W latach osiemdziesiątych obszar ten został objęty programem AZP, a w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia badania prowadził tu Janusz Budziszewski z zespołem (Budziszewski 2008). W ostatnich latach próbki krzemienia czekoladowego, między innymi z Orońska, zostały poddane ponownym analizom petrograficzno-geochemicznym (Grafka i in. 2015; Brandl i in. 2016)<sup>1</sup>.

### 3. ANALIZA DANYCH

W artykule wykorzystano informacje archiwalne, kartograficzne i teledetekcyjne, jak i te pochodzące z weryfikacyjnych badań powierzchniowych. Opracowanie i analiza przestrzenna uzyskanych danych prowadzone były w programie Quantum GIS wersja 2.16.2, który umożliwia pracę z plikami wektorowymi, rastrowymi, warstwami WMS (Web Map Service) oraz arkuszami kalkulacyjnymi MS Excel poprzez bazę danych Spatialite. W projekcie wykorzystano ortofotomapy, mapy topograficzne, hydrograficzne i dane dotyczące podziału katastralnego udostępnione jako warstwy WMS/WMTS (Web Map Tile Service) przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (dalej CODGIK). Dzięki CODGIK uzyskano także dane katastralne w postaci wektorowej, skompilowane do pliku Shapefile (shp). Numeryczny model terenu oraz plany warstwiczne stworzone zostały z chmury punktów LAS (LIDAR Data Exchange File), pochodzącej z programu ISOK, udostępnione przez Głównego Geodetę Kraju na podstawie licencji uzyskanej na potrzeby realizacji projektu badawczego. Do archiwalnej dokumentacji rastrowej i zdjęć lotniczych dodano georeferencje na podstawie map podkładowych. Wszystkie dane zostały umieszczone w jednym układzie współrzędnych, i uzupełniane na bieżąco w miarę przybywania nowych informacji po każdym sezonie badawczym.

#### 3.1. DANE KARTOGRAFICZNE

Na potrzeby badań wykorzystano mapy topograficzne, hydrograficzne, sozologiczne i geologiczne. Centralna Baza Danych Geologicznych, stanowiąca szeroki zbiór cyfrowy, jest udostępniona on-line, umożliwiając wgląd i analizę badanych obszarów ([www.baza.pgi.gov.pl](http://www.baza.pgi.gov.pl)). Wykorzystano także arkuszowe szczegółowe

---

<sup>1</sup> Badania terenowe od 2016 r. prowadzone są w ramach projektu nr 2015/17/N/HS3/01279, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, pod tytułem: „Wydobywanie i przetwórstwo krzemienia czekoladowego w paleolicie i mezolicie w północno-zachodniej strefie jego złóż w oparciu o wyniki nieinwazyjnych i sondażowych badań archeologicznych i geofizycznych”.

mapy geologiczne w skali 1:50 000, uzyskane z zasobów Państwowego Instytutu Geologicznego. Na podkład obejmujący interesujący obszar naniesiono dodatkowe informacje, dołączając warstwy liniowe i poligonowe zawierające dane z zakresu geomorfologii (Barcicki 1990; Bernat 2002; Warmuzek 1991) oraz współczesny obraz hydrograficzny z dwóch arkuszy mapy numerycznej, z których wybrano jedynie niektóre dostępne na mapie warstwy. Są to przede wszystkim cieki i zbiorniki wodne oraz obszary podmokłe. Dołączono także najważniejsze elementy topografii i warstwy.

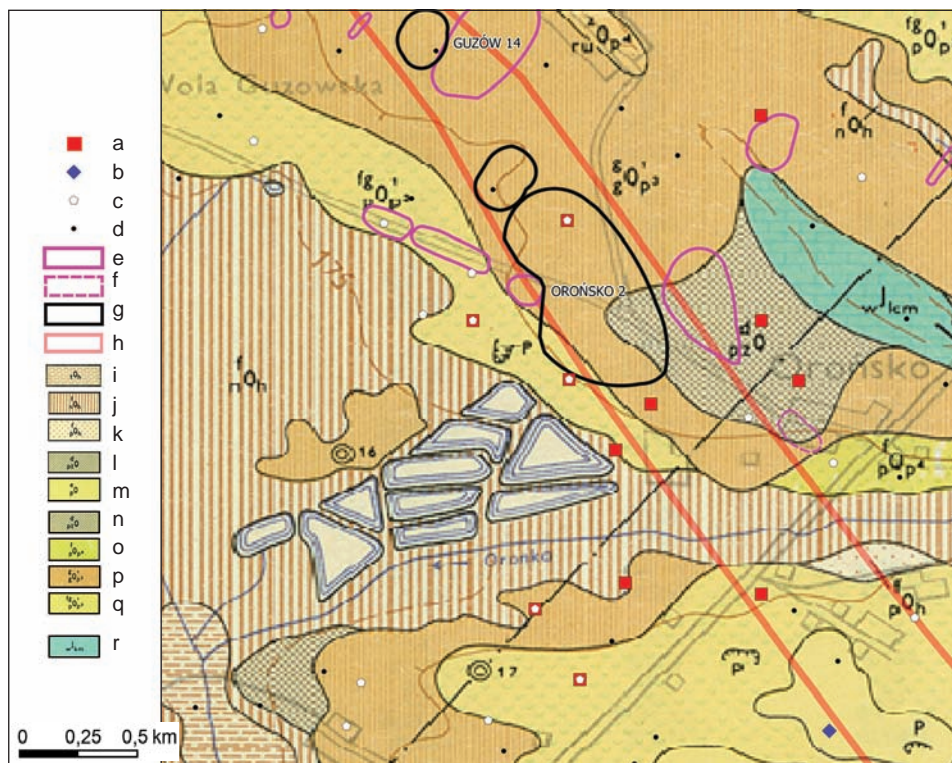
Analiza danych kartograficznych wskazuje, że obszar badań położony jest w zasięgu osadów czwartorzędowych i miejscami uwidaczniających się na powierzchni osadów jurajskich. Krzemienie występują tu prawdopodobnie wtórnie w utworach czwartorzędowych, dochodzących miejscami do kilku metrów głębokości. Na profilu szczegółowej mapy geologicznej w skali 1:50 000 (arkusz Szydłowiec) nie oznaczono ławic krzemieni, które występują w warstwach górnourajskich w południowo-wschodniej części złoża (por. szczegółowa mapa geologiczna, skala 1:50 000, arkusz Wierzbica), albowiem szczegółowe badania geologiczne pod tym kątem nie były tu prowadzone (ryc. 3).

Na obszarze badań występują rzeki – głównie Oronka i Szabasówka. W ich dolinach znajdują się tereny podmokłe. Obecny przebieg rzek, tym bardziej uregulowanych, nie jest zgodny z obrazem sieci wodnej w epoce kamienia. Dla czasów historycznych korekty można wykonać na podstawie map historycznych (Pietrzak, Siwek 2000; Zawadzka-Pawlewska 2014), a dla okresów tak odległych jak epoka kamienia możliwości rekonstrukcji stwarzają dane geomorfologiczne i przyrodnicze.

### 3.2. DANE TELEDETEKCYJNE

#### 3.2.1. ZDJĘCIA LOTNICZE I SATELITARNE

Szczegółowa analiza pionowych zdjęć lotniczych Orońska i obszarów sąsiednich pozyskanych od Głównego Geodety Kraju (licencja nr DIO.DFT.7211.1776.2016\_PL\_N) pozwoliła na wstępne wnioski dotyczące analizy eksploatacji krzemienia i zasięgu pól górniczych. W przypadku tego obszaru obserwacje są ograniczone ze względu na systematyczną i głęboką orkę oraz prace sadownicze na terenie szkółki zadrzewieniowej. Zdjęcia z lipca 2012 r. potwierdziły obecność nieistniejącej współcześnie, a opisywanej przez S. Krukowskiego, drogi przecinającej ukośnie jedną z działek (obecnie szkółkę leśną), mającej kluczowe znaczenie dla interpretacji lokalizacji obszaru jego badań (ryc. 4). Pozwoliły na to przede wszystkim wyróżniki wegetacyjne, podkreślone szczególnie na fotografii z użyciem podczerwieni (NIR – near infrared). W centralnej oraz północnej części stanowiska widoczne są również liczne wyróżniki glebowe czy wilgotnościowe (jasne oraz ciemne plamy). Mogłyby one wskazywać na obecność regularnych obiektów (np. szybów górniczych). Wymaga to jednak weryfikacji poprzez badania sondażowe oraz dalsze obserwacje, prowadzone także podczas innych pór roku.



Ryc. 3. Lokalizacja stanowisk na tle szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (fragment arkusza Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMPG) ze zbiorów Państwowego Instytutu Geologicznego – arkusz: Szydłowiec)

a – stanowiska paleolityczne; b – stanowiska mezolityczne; c – stanowiska datowane na neolit i wczesną epokę brązu; d – stanowiska z innych okresów; e – zasięg stanowisk według badań z roku 2017; f – zasięg stanowisk według archiwum AZP; g – punkty eksploatacji krzemienia; h – przybliżona lokalizacja pasa wychodni krzemienia czekoladowego; i-r (legenda mapy geologicznej) warstwy czwartorzędowe – holocen: i – torf; j – namuły i namuły torfiaste den dolinnych; k – piaski rzeczne; holocen/plejstocen: l – piaski i żwiry lub gliny i rumosze skalne, deluwialne; m – piaski eoliczne; plejstocen: n – piaski i żwiry lub gliny i rumosze skalne, deluwialne; o – piaski rzeczne; p – gliny zwalowe; q – piaski oraz piaski i żwiry, miejscami piaski z przewarstwieniami mulków, wodnolodowcowe; warstwy starsze – Jura górna: r – wapienie, margle i ily.

Opracowali K. Kerneder-Gubała (stanowiska), N. Buławka (mapa geologiczna i analiza)

Fig. 3. Location of sites on the detailed geological map of Poland in the scale 1:50 000 (Detailed Geological Map of Poland sheet fragment (Polish: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski [SMPG] from the collection of the State Geological Institute; Polish: Państwowy Instytut Geologiczny – sheet: Szydłowiec)

a – Palaeolithic sites; b – Mesolithic sites; c – sites dated to Neolithic and Early Bronze Age; d – sites dated to other time periods; e – scope of the sites according to research in 2017; f – scopes of the sites according to AMP archive data; g – places of flint exploitation; h – approximate location of the chocolate flint outcrop belt; i-r (legend of geologic map) Quaternary layers – Holocene: i – peat; j – alluvions and peat alluvions of valley floors; k – river sands; Holocene/Pleistocene: l – sands and gravel or clay and stone debris, slopewash deposits; m – eolic sands; Pleistocene: n – sands and gravel or clay and stone debris, slopewash deposits; o – river sands; p – boulder clay; q – sands and sands with gravel, in some parts sands and silt interbedded, fluvio-glacial; older layers – upper Jurassic: r – limestone, marls and loams.

Prepared by K. Kerneder-Gubała (sites) and N. Buławka (geologic map and analysis)





Ryc. 4. Ślady współcześnie nieistniejącej drogi na zdjęciach lotniczych. Zdjęcia lotnicze ze zbiorów Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej.

Opracowała S. Buławka

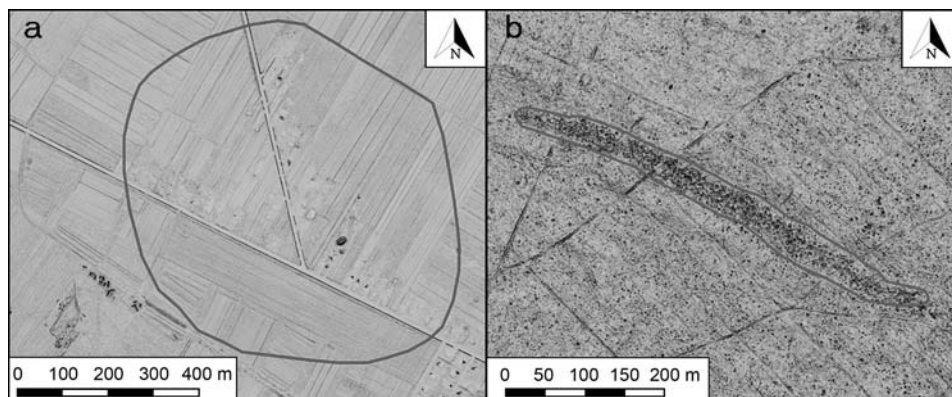
Fig. 4. Traces of presently non-existent road on an aerial picture. Aerial picture from the collection of the Geodetic and Cartographic Documentation Centre.

Prepared by S. Buławka

### 3.2.2. NUMERYCZNY MODEL TERENU (NMT)

W trakcie badań w gminie Orońsko do wygenerowania numerycznego modelu terenu wykorzystano chmurę punktów uzyskaną z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej pochodzącą z projektu ISOK. Parametry pomiarowe pozyskanych danych były w standardzie I (WT LiDAR 2013/2014) –  $\geq 4$  pkt na  $m^2$ , kąt skanowania  $\leq 25^\circ$ , średnica plamki promienia laserowego  $\leq 0,5$  m (Kruczyński i in. 2014). Zostały one sklasyfikowane na potrzeby analiz w programie LAStools. Wygenerowany został Numeryczny Model Terenu typu TIN (Triangulated Irregular Network) o rozdzielczości do 40 cm. Obszar poddany analizie obejmował około 41  $km^2$ .

Lotnicze skanowanie laserowe okazało się bardzo dobrym narzędziem do tele-detekcji oraz analiz górnictwa krzemienia (Budziszewski, Wysocki 2012; Szubski 2016; Sławik, Zapłata 2011). Jednak na silnie przekształconym rolniczo obszarze Przedgórze Iłżeckiego oraz Równiny Radomskiej nie zachowały się pozostałości kopalni krzemienia czekoladowego o dobrze zachowanej antropogenicznej rzeźbie nakopalnianej (Budziszewski 2008). W przeciwieństwie do stanowisk o charakterze eksploatacyjnym, gdzie oryginalna rzeźba jest bardzo dobrze zachowana



Ryc. 5. Porównanie silnie zniszczonego przez współczesną orkę obszaru stanowiska górniczego Orońsko (a) oraz stosunkowo dobrze zachowanej kopalni krzemienia pasiastego „Koryczna” zlokalizowanej na terenie zalesionym (b).

Opracował M. Szubski

Fig. 5. Comparison of a mining site in Orońsko strongly destroyed by modern ploughing (a) with a relatively well preserved stripped flint mine „Koryczna” placed in a wooded area (b).

Prepared by M. Szubski

(Krzemionki Opatowskie, Borownia, Koryczna), stanowiska w Orońsku i okolicach są całkowicie zniwelowane poprzez współczesną działalność agrarną (ryc. 5). Niemniej dane ALS wykorzystano do analizy geomorfologii obszaru badań, lokalizacji stanowisk na tle zlewni Szabasówki oraz silnie przekształconej współcześnie Oronki, jak również do wygenerowania szczegółowych map warstwicznych dla poszczególnych stanowisk. Te ostatnie są szczególnie przydatne oraz wartościowe podczas prowadzonych badań wykopaliskowych.

### 3.3. DANE ARCHIWALNE

Przed rozpoczęciem badań terenowych przeprowadzono dokładną kwerendę źródłową, w wyniku której uzyskano dane z badań wykopaliskowych Stefana Krukowskiego z 1935 r., informacje z badań AZP oraz dane opublikowane na łamach literatury z większości przeprowadzonych badań powierzchniowych (Schild 1971; Budziszewski 2008). Wszystkie informacje uwzględniono w przygotowanym projekcie, zamieszczając odpowiednie warstwy i wykonując analizy z zastosowaniem oprogramowania GIS i podkładów mapowych.

#### 3.3.1. DOKUMENTACJA BADAŃ STEFANA KRUKOWSKIEGO

Ze względu na interesujące odkrycia Stefana Krukowskiego, w trakcie badań w 2016 r. starano się zlokalizować jego wykopy na podstawie dokumentacji archiwalnej (ryc. 6). Jedyna publikacja wyników jego badań nie zawierała dokładnych



Ryc. 6. Rekonstrukcja położenia wykopów założonych przez Stefana Krukowskiego na stanowisku Orońsko 2

a – drogi; b – warianty magistrali; c – obszar poszukiwań; d – warianty lokalizacji punktów I-IV; 1 – odcinek drogi „Józefowska” mierzony od skrzyżowania z drogą z Guzowa (punkt IV); 2 – odcinek drogi z Łaziska do Orońska (309,10 m) mierzony od skrzyżowania z drogą z Guzowa do folwarku w Orońsku (punkt II); 3 – warianty magistrali; 4 – droga z Łaziska do Orońska; 5 – kontynuacja drogi z Guzowa na terenie szkółki leśnej w Orońsku; 6 – droga z Guzowa; 7 – obszar poszukiwań wykopu nr I; 8 – obszar poszukiwań wykopu nr II.

Opracowali K. Kerneder-Gubała (kwerenda), N. Buławka (rekonstrukcja)

Fig. 6. Reconstruction of the location of trenches made by Stefan Krukowski on the site Orońsko 2  
a – roads; b – variants of the arterial road; c – research area; d – alternative location of points I-IV; 1 – section of „Józefowska” road measured from the crossroads with the Guzów road (point IV); 2 – section of the road from Łaziska to Orońsko (309,10 m) measured from the crossroads with the Guzów road to the manorial farm in Orońsko (point II); 3 – variants of the arterial road; 4 – road from Łaziska to Orońsko; 5 – continuation of the road from Guzów in the area of the nursery-garden in Orońsko; 6 – road from Guzów; 7 – search area of trench no I; 8 – search area of trench no II.

Prepared by K. Kerneder-Gubała (query) and N. Buławka (reconstruction)

danych o lokalizacji wydzielonych przez niego stanowisk (Krukowski 1939–1948). Niezbędne informacje uzyskano z materiałów archiwalnych<sup>2</sup> w postaci schematycznego rysunku technicznego wraz z opisem wymiarów wykopów (10×2 m), magistrali 258,55 m (z dnia 24 VIII 1935 r.), oraz zapisów w dzienniku wykopaliskowym (z dnia 27 VIII 1935 r.) zawierającym informacje o jej położeniu względem systemu ówczesnych dróg. Dane te umiejscawiały północno-wschodni punkt magistrali (punkt I według S. Krukowskiego) w odległości 309,10 m od skrzyżowania z drogą Orońsko-Łaziska („gościniec”; punkt II). Południowo-zachodni punkt (punkt III) miał być położony 816,8 m od skrzyżowania drogi z Guzowa z „drogą Józefowską” (punkt IV) (ryc. 6). Współczesny przebieg dróg nie w pełni odpowiada układowi z lat trzydziestych XX w. Z okresu bliskiego badaniom S. Krukowskiego dla gminy Orońsko dostępnych jest kilka map w skali od 1:25000 do 1:100000. Do analizy wybrano dostępne mapy o najdokładniejszym odwzorowaniu topografii terenu (w skali 1:25000): West. Osteuropa Gruppe Warschau 1915: XXVI-9-G oraz Deutsche Heereskarte 1945: Blatt Nr 366-D-3 Radom SW. Układ dróg na obu mapach pokrywa się z rysunkami polowymi Krukowskiego. Mapy te potwierdzają obecność wspólnie nieistniejącego przedłużenia drogi (ul. Witosa) z Guzowa do funkcjonującego wówczas folwarku „Orońsk” (obecnie Centrum Rzeźby Polskiej), na obszarze szkółki leśnej w Orońsku, względem której Stefan Krukowski wytyczył magistralę. Jej ślady widoczne są na zdjęciach satelitarnych wykonanych 24 kwietnia 2010 r. i 13 marca 2011 r., dostępnych w programie Google Earth. Ukazują one obszar szkółki leśnej porośnięty niskopienną roślinnością. Droga ta jest widoczna także na zdjęciach lotniczych (ryc. 4).

Druga droga, zaznaczona na archiwalnych mapach topograficznych, również nie istnieje współcześnie. Ze względu na zmiany lokalizacji i szerokości dróg oraz skrzyżowań, konieczne było wyznaczenie kilku wariantów lokalizacji wykopów Stefana Krukowskiego (ryc. 6).

### 3.3.2. ARCHEOLOGICZNE ZDJĘCIE POLSKI

AZP to program stworzony pod koniec lat siedemdziesiątych XX w. Na podstawie badań powierzchniowych, współcześnie także danych teledetekcyjnych (NMT, zdjęcia lotnicze), w bazie danych NID oraz w urzędach Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków przechowywane są informacje o lokalizacji, chronologii i funkcji stanowisk archeologicznych. Obecnie zgodnie z najnowszymi zaleceniami NID pozyskane dane opracowywane są z zastosowaniem GIS (Krajowy Program 2014–2017). W programie AZP analizowane były jednak tylko obszary dostępne prospekcyjnie – najczęściej pola uprawne. Pomimo że zdjęcia lotnicze pomagają w wykrywaniu podziemnych obiektów archeologicznych na obszarach leśnych, łąkowych i gęsto porośniętych, informacje takie są nieproporcjonalnie uboższe niż

<sup>2</sup> Materiały archiwalne z badań Stefana Krukowskiego na terenie Orońska przechowywane są w zbiorach Państwowego Muzeum Archeologicznego.

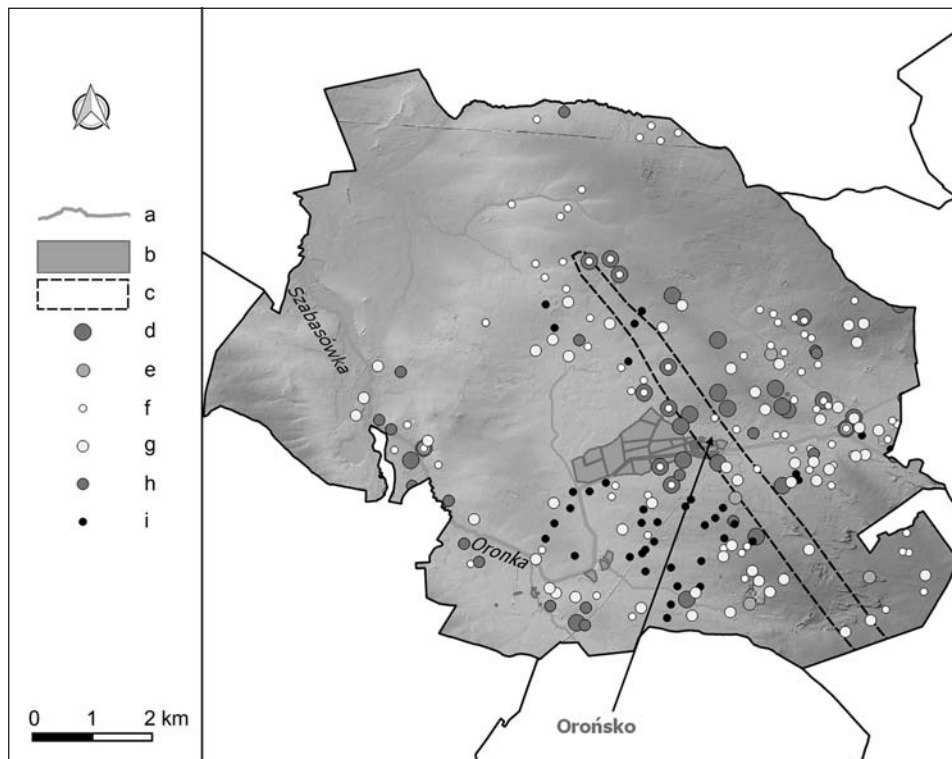
w przypadku obszarów uprawnych. Rozwiązaniem w planowaniu badań jest więc modelowanie – próba wytworzenia schematów mogących wskazać, czy i gdzie osadnictwo potencjalnie mogło występować, co współcześnie jest praktykowane (Sobkowiak-Tabaka, Jasiewicz 2015). Na obszarze gminy Orońsko około 70% powierzchni stanowią pola orne lub nieużytki. Pozostałą część zajmują obszary zabagnione, podmokłe oraz łąkowe w dolinach cieków wodnych, a także lasy, gdzie stanowiska archeologiczne nie są rejestrowane. Po uzyskaniu kompletnych danych z weryfikacyjnych badań terenowych planowane jest przeprowadzenie wyżej wspomnianych analiz modelowania prognostycznego dla rejonów niedostępnych do badań terenowych.

Dotychczas wydzielono tu ponad 250 stanowisk archeologicznych, z których większość jest datowana ogólnie na epokę kamienia. Na potrzeby relacjonowanych badań dane z formularzy AZP zostały wprowadzone do głównej bazy danych projektu, a następnie importowane jako warstwa wektorowa do programu QGIS. Dołączono również dane z literatury, nie ujęte dotychczas w arkuszach KESA (Krajowej Ewidencji Stanowisk Archeologicznych), oraz zaznaczono pas występowania kopalni krzemienia czekoladowego (ryc. 7; 8).

#### 3.4. POWIERZCHNIOWA WERYFIKACJA TERENOWA I INTEGRACJA DANYCH – ANALIZA GIS<sup>3</sup>

W obrębie północno-zachodniego odcinka pasa wychodni krzemienia czekoladowego badania powierzchniowe prowadzono zarówno na polach górniczych, jak i w ich najbliższym sąsiedztwie, zgodnie z podziałem katastralnym pól ornych i szkółki leśnej. W obrębie stanowisk, na których występują masowo znaleziska (łącznie z naturalnymi fragmentami konkrecji stanowiącymi pozostałości działalności wydobywczej), zebranie całego materiału nie jest możliwe. Metody badań powierzchniowych na takich stanowiskach zostały wypracowane (Borkowski 2000; Borkowski i in. 2000). Wystarczającą ilość danych dostarczają materiały zbierane z mniejszych regularnie wydzielonych części stanowisk, co pozwala na uzyskanie informacji o obecności powierzchniowych pozostałości pól górniczych oraz na wydzielenie obszarów o najwyższej koncentracji materiałów zabytkowych, fragmentów naturalnych konkrecji i rumoszu skalnego (Budziszewski 2008). Metoda ta jest bardzo dobra, jednak w celu lepszego określenia chronologii stanowiska podjęto decyzję o zbieraniu dystynktywnych materiałów zabytkowych z całej jego powierzchni (zabytki krzemienne, fragmenty ceramiki, kości, szkło, materiały metalowe i inne). Pomimo prób ustalenia dokładnej chronologii tych materiałów, przeważająca liczba zebranych zabytków krzemienianych została przypisana ogólnie do epoki kamienia lub kilku okresów, np. mezolit – neolit. Na stanowiskach pozostawiano przede wszystkim naturalne fragmenty konkrecji, niecharakterystyczne fragmenty odłupków. Ich obecność jednak była każdorazowo odnotowywana,

<sup>3</sup> Szczegółowe opracowanie wyników badań terenowych na terenie Orońska jest w przygotowaniu.



Ryc. 7. Lokalizacja stanowisk w gminie Orońsko

a – rzeki; b – zbiorniki wodne; c – przybliżona lokalizacja pasa wychodni krzemienia czekoladowego; d – stanowiska paleolityczne; e – stanowiska mezolityczne; f – stanowiska datowane na neolit i wczesną epokę brązu; g – stanowiska datowane ogólnie na epokę kamienia; h – stanowiska późne, począwszy od epoki żelaza; i – stanowiska o nieokreślonej chronologii.

Opracowali K. Gubała-Kernerder (stanowiska), N. Buławka (numeryczny model terenu, wizualizacji danych)

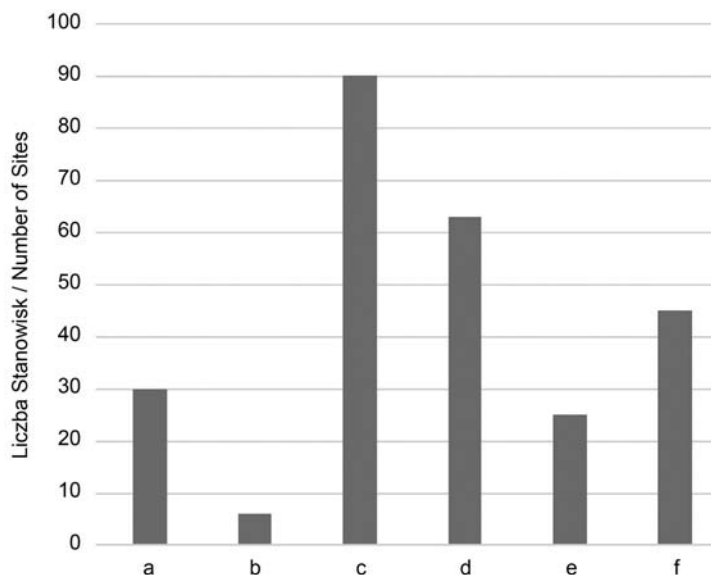
Fig. 7. Location of sites in Orońsko community

a – rivers; b – water bodies; c – approximate location of chocolate flint outcrops belt; d – Palaeolithic sites; e – Mesolithic sites; f – sites dated to Neolithic and Early Bronze Age; g – sites dated generally to the Stone Age; h – sites with late dating, beginning with Iron Age; i – sites with unclear chronology.

Prepared by K. Gubała-Kernerder (sites) and N. Buławka (digital terrain model, data visualization)

a obszar ich występowania odpowiednio namierzany. Pozwoliło to na podjęcie próby wydzielenia zasięgu pól górniczych i określenia największych koncentracji znalezisk o sprecyzowanej chronologii, o czym szerzej w dalszej części tekstu.

W wyniku badań powierzchniowych w 2016 r. zlokalizowano 36 stanowisk, z czego kilka dotychczas nieznanych, natomiast w 2017 r. dokonano ponownej weryfikacji wybranych stanowisk i odkryto dalsze. Skoncentrowano się na określeniu ich funkcji i chronologii (ryc. 9). Podjęto próbę oznaczenia rozprzestrzenienia materiału archeologicznego z konkretnych okresów przy precyzji pomiaru 1,5–3 m. Każdy przedmiot był namierzony za pomocą odbiornika GPS (model GPSMAP 64 firmy GARMIN) lub narzędzia GIS MobileMapper 20 Spectra Pre-

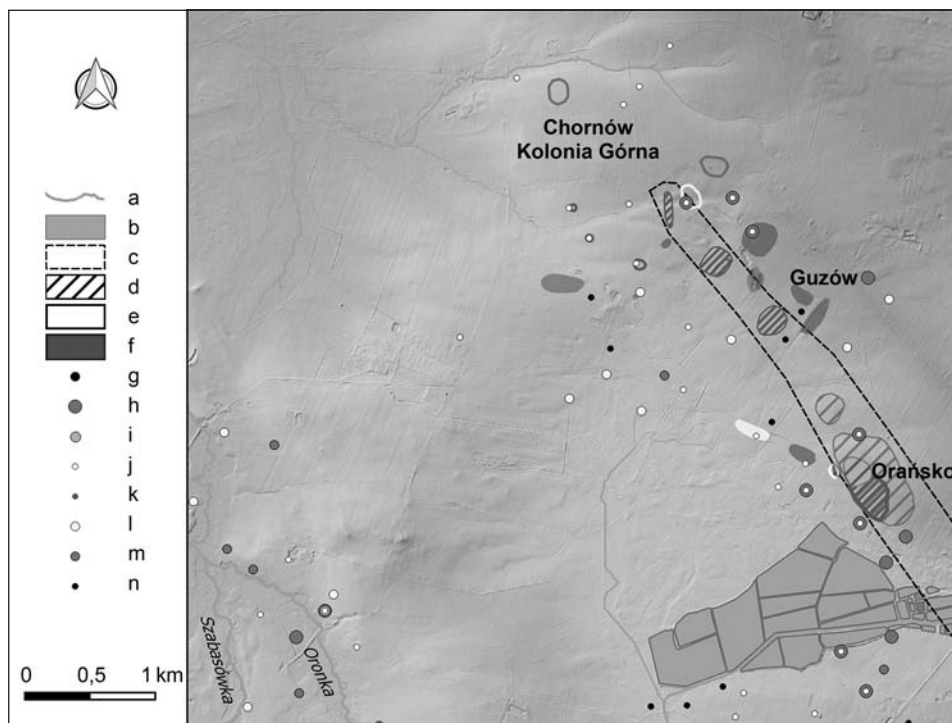


Ryc. 8. Liczba stanowisk z poszczególnych okresów na badanym obszarze  
 a – paleolit; b – mezolit; c – neolit/wczesna epoka brązu; d – epoka kamienia; e – stanowiska późniejsze, począwszy od epoki żelaza (bez materiałów krzemiennych); f – stanowiska o nieokreślonej chronologii.  
 Opracowała K. Kernerder-Gubała

Fig. 8. The number of sites from particular time periods on the excavated area  
 a – Palaeolithic; b – Mesolithic; c – Neolithic/Early Bronze Age; d – Stone Age; e – sites from later periods, beginning with Iron Age (no flint material); f – sites with undefined chronology.  
 Prepared by K. Kernerder-Gubała

cision, uzyskanego od firmy Navigate, pozwalającego na analizę pozyskiwanych danych już w terenie. Dodatkowo użyto także Tablet Samsung Galaxy tab 3 Lite, dzięki czemu przy zastosowaniu programu Locus Map Free możliwa była bieżąca obserwacja podziału katastralnego. Stanowiska były systematycznie fotografowane i opisywane. Ich zasięg określano zgodnie z rozrzutem materiałów zabytkowych. Każdy z zebranych i namierzonych zabytków uzyskiwał indywidualny numer i był odnotowywany w bazie danych oraz dokumentowany fotograficznie z zastosowaniem karty wzorcowej kolorów QPCard 201 ([www.qpcard.com](http://www.qpcard.com)). Dzięki niej oraz oprogramowaniu QPcolorsoft 501 można było dokonać jednolitej korekcji kolorów zmienionych przez ustawienia aparatu fotograficznego.

Do wcześniej przygotowanej bazy danych Spatialite importowano informacje z programu Ms Excel, które zawierały obserwacje terenu uzyskane w trakcie badań powierzchniowych, służące dalszym analizom. Pozwoliło to na wyświetlanie aktualnego stanu analizy materiałów krzemiennych w programie QGIS, w którym podłączono wspomnianą bazę danych. Wszystkie stanowiska, w tym archiwalne, umieszczone zostały w pliku wektorowym Shapefile pod postacią punktów. Stworzono także warstwę poligonową zawierającą określone w trakcie badań zasięgi stanowisk (ryc. 9). Tabela atrybutów stanowisk zawierała wszystkie niezbędne dane



Ryc. 9. Chronologia stanowisk, punktów eksploatacji krzemienia czekoladowego, pracowni przetwórczych i obozowisk według stanu badań z 2016 r.

a – rzeki; b – zbiorniki wodne; c – przybliżona lokalizacja pasa wychodni krzemienia czekoladowego; d – punkty eksploatacji krzemienia; e – pracownie; f – obozowiska / osady; g – stanowiska znane z dokumentacji archiwalnej; h-n (datowanie stanowisk d-g): h – paleolit; i – mezolit; j – neolit; k – wczesna epoka brązu; l – ogólnie datowane na epokę kamienia; m – stanowiska późne, począwszy od epoki żelaza; n – chronologia nieokreślona.

Opracowali K. Kerneder-Gubała, N. Buławka

Fig. 9. Chronology of sites, places of chocolate flint exploitation, flint processing workshops and camps according to the state of research of 2016

a – rivers; b – water reservoir; c – approximate location of chocolate flint outcrops belt; d – points of flint exploitation; e – workshops; f – camps/ settlements; g – sites known from archive documentation; h-n (d-g sites dating): h – Palaeolithic; i – Mesolithic; j – Neolithic; k – Early Bronze Age; l – generally dated to Stone Age; m – late sites, beginning with Iron Age; n – undefined chronology.

Prepared by K. Kerneder-Gubała, N. Buławka

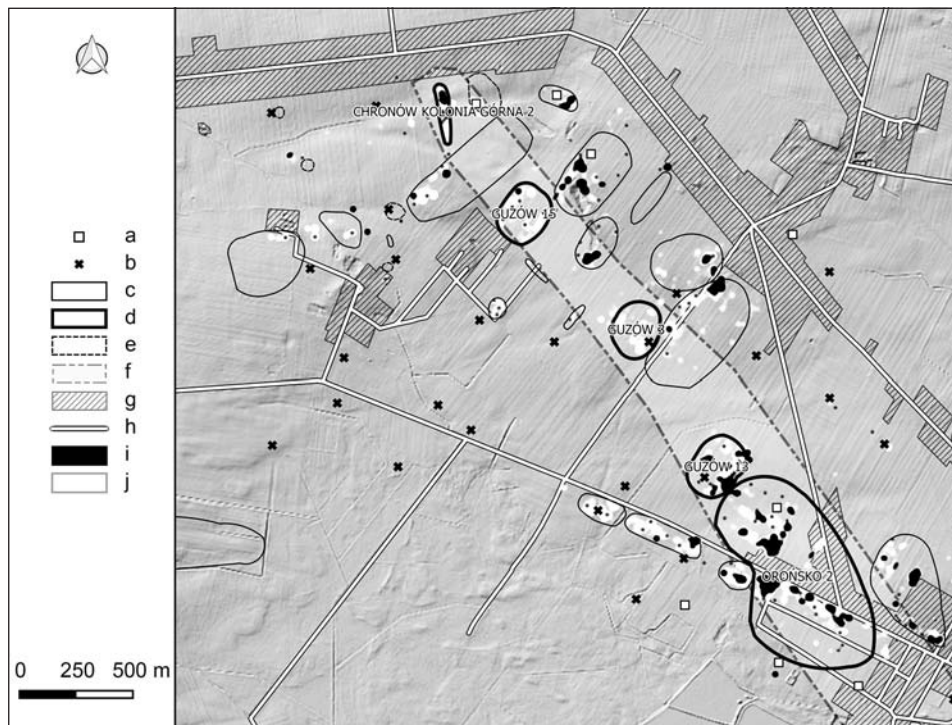
określające ich chronologię, rodzaj, położenie nad poziomem morza, położenie względem cieków wodnych oraz pasa złóż krzemienia, jak i informacje o funkcji stanowisk (jeśli została zdefiniowana). Na tej podstawie możliwe było wstępne przeprowadzenie analiz sieci osadniczej i zależności między wybranymi zjawiskami. Wykazały one, że na interesującym obszarze znajduje się ponad 250 stanowisk. Największy ich procent jest datowanych ogólnie na epokę kamienia, paleolit schyłkowy oraz neolit – wczesną epokę brązu (ryc. 8).

Ze względu na niewielką przydatność badania zasięgu stanowisk wyłącznie na podstawie wizualizacji punktów pomiarowych zastosowano analizy gęstości mate-



riału. Dzięki temu sprawdzano, w jakim stopniu analizowany materiał tworzy skupiska. W tym celu wykorzystano metodę Kernel Density Estimation (KDE). W odróżnieniu od standardowej analizy gęstości metoda ta polega na zsumowaniu wag, które są obliczone na podstawie odległości od środka jądra o danym promieniu, nie zaś na obliczeniu liczby punktów wewnątrz kwadratów. Zatem, wartość gęstości będzie większa, jeśli punkty skoncentrowane są bliżej środka jądra, a mniejsza, jeśli są one rozmieszczone losowo. Metoda uwzględnia parametr populacji, co było ważne dla posiadanego zbioru danych (np. liczbę zabytków w obrębie jednego punktu). W archeologii znalazła zastosowanie w analizach gęstości różnych danych, w tym także materiałów krzemienych (Fotheringham i in. 2000, s. 146–149; Gallotti i in. 2012; Wheatley, Gillings 2002, s. 166; Aquino i in. 2016, s. 763). W przeprowadzonej analizie zastosowano jądro o promieniu 25 m dla piksela o powierzchni 1 m<sup>2</sup>. Dane opracowano przy użyciu programu SAGA GIS, wykorzystując metodę KDE: ‘quartic kernel’ (Silverman 1986; Conrad i in. 2015). W celu podkreślenia granic najważniejszych skupisk materiału zastosowano wizualizację przy użyciu ciągłej hipsometrycznej skali kolorów według  $\frac{1}{4}$  odchylenia standardowego dla wszystkich wartości. Umożliwiło to wyszczególnienie wszystkich istotnych skupisk zabytków dla poszczególnych okresów: paleolit, mezolit, neolit i epoka brązu oraz stanowiska późne bez zabytków krzemienych, począwszy od epoki żelaza (ryc. 10–13).

Najważniejszym pytaniem podejmowanych badań jest wpływ obecności złóż na intensywność osadnictwa i jego charakter. Na analizowaną mapę naniesiono więc wydzielony obszar występowania złóż krzemienia czekoladowego. Szczegółowo przeanalizowano zbiór zabytków z badanych stanowisk. Na podstawie cech chronologicznych i funkcjonalnych pojedynczych znalezisk wyznaczono obszary o największej intensywności danego zjawiska. W ten sposób uzyskane dane w postaci poligonów wprowadzono do projektu jako odrębną warstwę z podziałem na strefy największego zagęszczenia okazów o określonej chronologii i funkcji, wykorzystując analizę KDE (ryc. 7; 10–13). Analiza stanowisk skoncentrowanych wokół złóż krzemienia wykazała, że większość z nich zlokalizowana jest w odległości do 2 km od obszaru eksploatacji, jest związana bezpośrednio z eksploatacją tych złóż, z czego dużą część stanowią obszary datowane na paleolit schyłkowy oraz wczesną epokę brązu (ryc. 14). W wyniku obserwacji terenowych zintegrowanych z danymi pochodzącymi z badań archiwalnych wydzielono sześć punktów eksploatacji krzemienia czekoladowego: Tomaszów, st. 1, Orońsko, st. 2, Guzów, st. 13 („Orońsk Mały”), Guzów, st. 3, Guzów, st. 15 oraz Chronów Kolonia Górna, st. 2 (od południowego wschodu w obrębie gminy Orońsko, ryc. 7). Najstarsze pozostałości eksploatacji górniczej wiążą się z paleolitem schyłkowym na stanowiskach Orońsko, st. 2 oraz Guzów, st. 13 (ryc. 10). Przeważającą część dystynktywnych materiałów zabytkowych przypisuje się kulturze świderskiej. Wśród zebranych materiałów można jednak wyróżnić pojedyncze formy, zwłaszcza rdzeni, które można wiązać ze starszymi jednostkami taksonomicznymi paleolitu schyłkowego – starszymi zespołami kultur z liściakami oraz kulturami z tyłczakami łukowymi. Na



Ryc. 10. Zagęszczenie materiału paleolitycznego według stanu badań z 2017 r. na tle mapy cieniowej (dane ISOK)

a – stanowiska paleolityczne wg danych AZP; b – pozostałe stanowiska wg danych AZP; c – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.; d – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.: punkty eksploatacji krzemienia; e – zasięg stanowisk z 2016 r. (nie pokrywających się z danymi z 2017 r.); f – przybliżona lokalizacja pasa wychodni krzemienia; g – współczesna zabudowa; h – drogi; i – zagęszczenie materiału paleolitycznego; j – zagęszczenie materiału z wszystkich okresów.

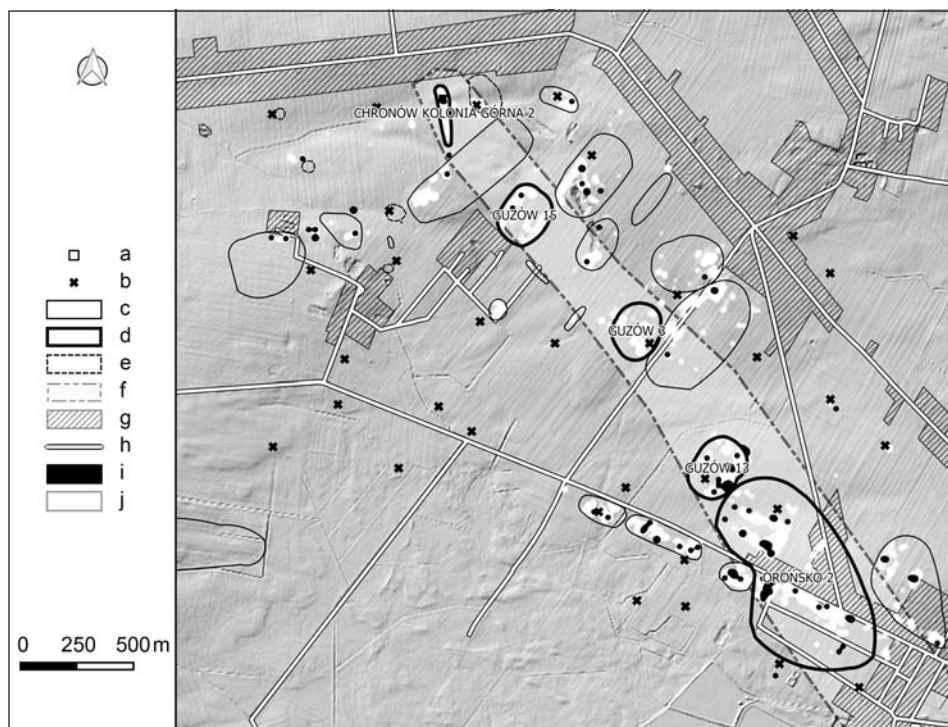
Opracowali K. Kerneder-Gubała (analiza materiałów archeologicznych), N. Buławka (analiza GIS)

Fig. 10. Density of Palaeolithic material as of 2017 on the background of shadow map (data: ISPD)

a – Palaeolithic sites according to AMP data; b – remaining sites according to AMP data; c – scope of sites excavated in 2017; d – scope of sites excavated in 2017: points of flint exploitation; e – scope of sites excavated in 2016 (not overlapping with data as of 2017); f – approximate location of chocolate flint outcrops belt; g – modern buildings; h – roads; i – density of Palaeolithic material; j – density of material from all time periods.

Prepared by K. Kerneder-Gubała (archaeological material analysis) and N. Buławka (GIS analysis)

stanowiskach tych wydzielono także koncentracje materiałów zabytkowych związanych z późnym mezolitem (ryc. 11). Pozostałe punkty eksploatacji surowca wiążą się głównie z młodszymi okresami epoki kamienia i wczesną epoką brązu (ryc. 12), niemniej na ich powierzchni obecne były również pojedyncze formy rdzeni, które pod kątem typologicznym i technologicznym można wiązać z paleolitem schyłkowym. Nie tworzyły tam jednak tak zwartych skupisk jak w przypadku poprzednio omówionych stanowisk. Stanowisko Tomaszów I, badane wykopaliskowo przez zespół R. Schilda (Schild i in. 1985), związane jest z wczesnoneolityczną eksploatacją krzemienia, co potwierdzają dane pochodzące z badań powierzchniowych.



Ryc. 11. Zagęszczenie materiału mezolitycznego według stanu badań z 2017 r. na tle mapy cieniowej (dane ISOK)

a – stanowiska mezolityczne wg danych AZP; b – pozostałe stanowiska wg danych AZP; c – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.; d – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.: punkty eksploatacji krzemienia; e – zasięg stanowisk na podstawie badań z 2016 r. (nie pokrywających się z danymi z 2017 r.); f – przybliżona lokalizacja pasa wychodni krzemienia; g – współczesna zabudowa; h – drogi; i – zagęszczenie materiału mezolitycznego; j – zagęszczenie materiału z wszystkich okresów.

Opracowali K. Kerneder-Gubała (analiza materiałów archeologicznych), N. Buławka (analiza GIS)

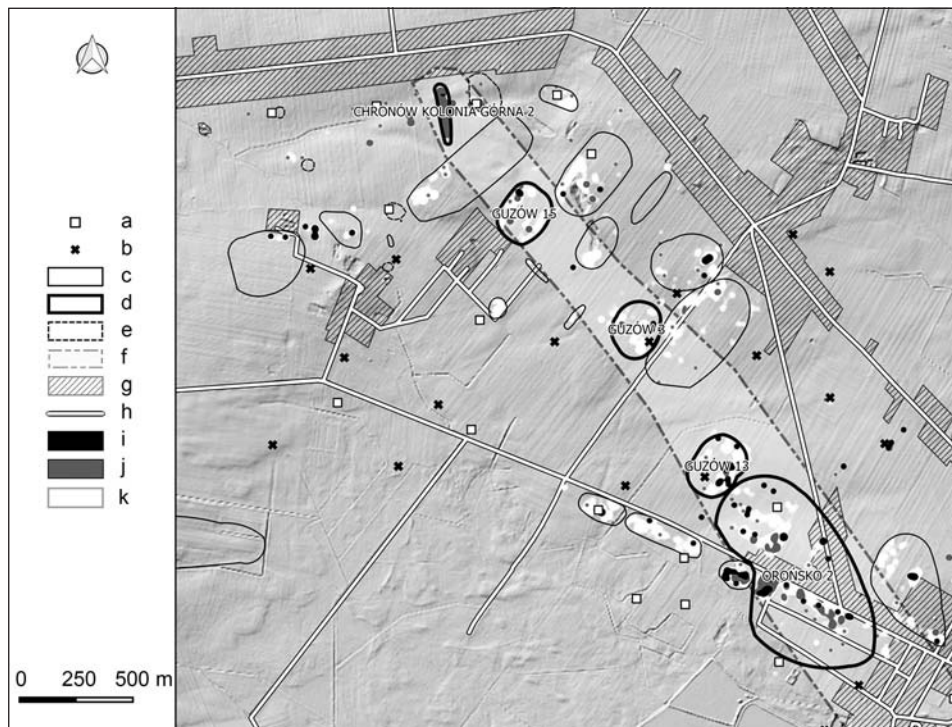
Fig. 11. Density of Mesolithic material as of 2017 on the background of shadow map (data: ISPD)

a – Mesolithic sites according to AMP data; b – remaining sites according to AMP data; c – scope of sites excavated in 2017; d – scope of sites excavated in 2017: flint exploitation points; e – scope of sites excavated in 2016 (not overlapping with data as of 2017); f – approximate location of the flint outcrop belt; g – modern buildings – roads; h – roads; i – density of Mesolithic material; j – density of material from all periods.

Prepared by K. Kerneder-Gubała (archaeological material analysis) and N. Buławka (GIS analysis)

W pozostałych punktach eksploatacji krzemienia występują inwentarze charakterystyczne dla wczesnej epoki brązu i pracowni wytwarzających rdzeniowe formy narzędziowe, z czego najbardziej jednorodnym pod tym względem stanowiskiem jest Chronów Kolonia Górna 2 – najbardziej na północny zachód wysunięte stanowisko i ostatni punkt eksploatacji krzemienia czekoladowego (ryc. 12). Materiały zabytkowe łączone z młodszymi okresami, począwszy od epoki żelaza, nie tworzyły skupisk, a występowały pojedynczo (ryc. 13)

Poza miejscami eksploatacji surowca, w trakcie badań powierzchniowych wyróżniono także kilka stanowisk o charakterze pracownianym (ryc. 7; 9; 10–12), gdzie



Ryc. 12. Zagęszczenie materiału neolitycznego i datowanego na epokę brązu według stanu badań z 2017 r. na tle mapy cieniowej (dane ISOK)

a – stanowiska paleolityczne wg danych AZP; b – pozostałe stanowiska wg danych AZP; c – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.; d – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.: punkty eksploatacji krzemienia; e – zasięg stanowisk z 2016 r. (nie pokrywających się z danymi z 2017 r.); f – przybliżona lokalizacja pasa wychodni krzemienia; g – współczesna zabudowa; h – drogi; i – zagęszczenie materiału neolitycznego; j – zagęszczenie materiału datowanego na epokę brązu; k – zagęszczenie materiału z wszystkich okresów.

Opracowali K. Kerneder-Gubała (analiza materiałów archeologicznych), N. Buławka (analiza GIS)

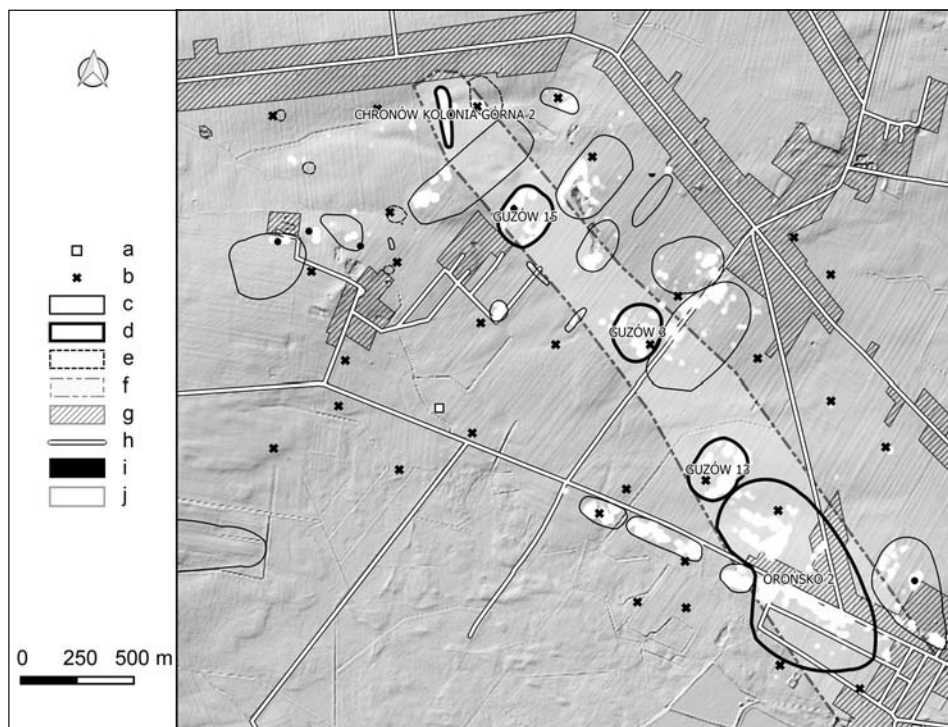
Fig. 12. Density of Neolithic material and material dated to Bronze Age as of 2017 on the background of shadow map (data: ISPD)

a – Palaeolithic sites according to AMP data; b – remaining sites according to AMP data; c – scope of sites excavated in 2017; d – scope of sites excavated in 2017: flint exploitation points; e – scope of sites excavated in 2016 (not overlapping with data as of 2017); f – approximate location of the flint outcrop belt; g – modern buildings; h – roads; i – density of Neolithic material; j – density of material dated to Bronze Age; k – density of material from all periods.

Prepared by K. Kerneder-Gubała (archaeological material analysis) and N. Buławka (GIS analysis)

dominujące są pozostałości działalności społeczności schyłkowopaleolitycznych – kultury magdaleńskiej oraz wyżej wymienionych jednostek taksonomicznych: kultur z liściakami oraz z tylczakami łukowymi. Podobnie jak w przypadku punktów eksploatacji surowca, przeważają materiały kultury świderskiej.

W sąsiedztwie złóż zlokalizowano także stanowiska o charakterze krótkotrwałych obozowisk łowieckich, wiązanych również ze schyłkowopaleolityczną kulturą świderską, jak i prawdopodobnie obozowisk i osad datowanych na okres neolitu.



Ryc. 13. Zagęszczenie materiału o późniejszej chronologii, począwszy od epoki żelaza, według stanu badań z 2017 r. na tle mapy cieniowej (dane ISOK)

a – stanowiska późniejsze o chronologii, począwszy od epoki żelaza wg danych AZP; b – pozostałe stanowiska wg danych AZP; c – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.; d – zasięg stanowisk z badań w 2017 r.: punkty eksploatacji krzemienia; e – zasięg stanowisk z 2016 r. (nie pokrywających się z danymi z 2017 r.); f – przybliżona lokalizacja pasa wychodni krzemienia; g – współczesna zabudowa; h – drogi; i – zagęszczenie materiału późniejszego, począwszy od epoki żelaza; j – zagęszczenie materiału z wszystkich okresów.

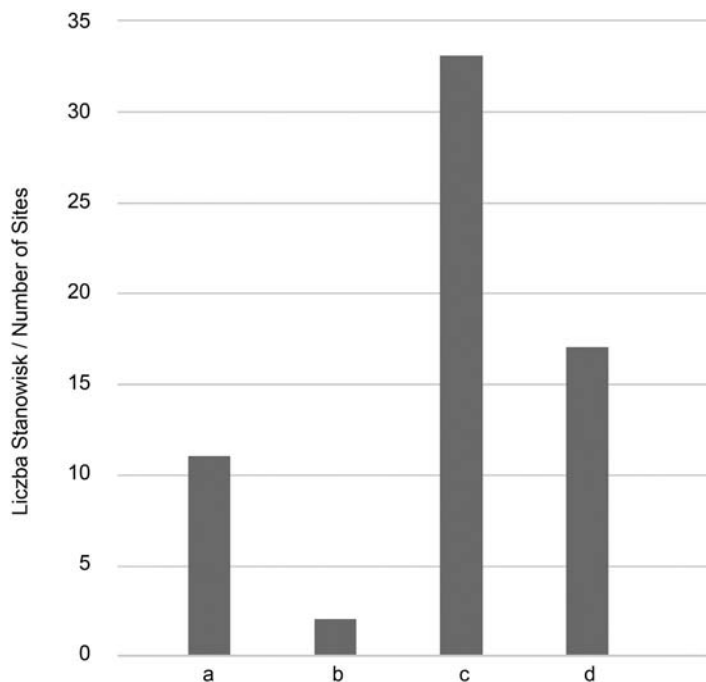
Opracowali K. Kerneder-Gubała (analiza materiałów archeologicznych), N. Buławka (analiza GIS)

Fig. 13. Density of material with later chronology, beginning with Iron Age, according to the state of research as of 2017 on the background of shadow map (date: ISPD)

a – later sites beginning with Iron Age according to AMP data; b – other sites according to AMP data; c – scope of sites excavated in 2017; d – scope of sites excavated in 2017: flint exploitation points; e – scope of sites excavated in 2016 (not overlapping with data as of 2017); f – approximate location of the flint outcrop belt; g – modern buildings; h – roads; i – density of later material beginning with Iron Age; j – density of material from all periods.

Prepared by K. Kerneder-Gubała (archaeological material analysis) and N. Buławka (GIS analysis)

Poza obecnością złóż krzemienia czekoladowego, niewątpliwie ważnym czynnikiem skupiającym osadnictwo były ciekły wodne – Oronki i Szabasówki, stanowiące dopływy Wisły. Częściowo, zarówno obecnie, jak i w przeszłości (zwłaszcza w początkach holocenu), był to obszar podmokły, bagnisty, z licznymi źródłiskami i strumykami. Analiza osadnictwa względem sieci rzecznej wykazała, że najwięcej stanowisk zlokalizowanych wzdłuż dużych cieków wodnych jest datowanych na neolit (ryc. 7; 15). Szczegółowe badania powierzchniowe pod tym kątem będą kontynuowane.



Ryc. 14. Liczba stanowisk z poszczególnych okresów epoki kamienia zlokalizowanych w odległości do 2 km od wychodni krzemienia

a – paleolit; b – mezolit; c – neolit/wczesna epoka brązu; d – ogólnie epoka kamienia.

Opracowała K. Kerneder-Gubała

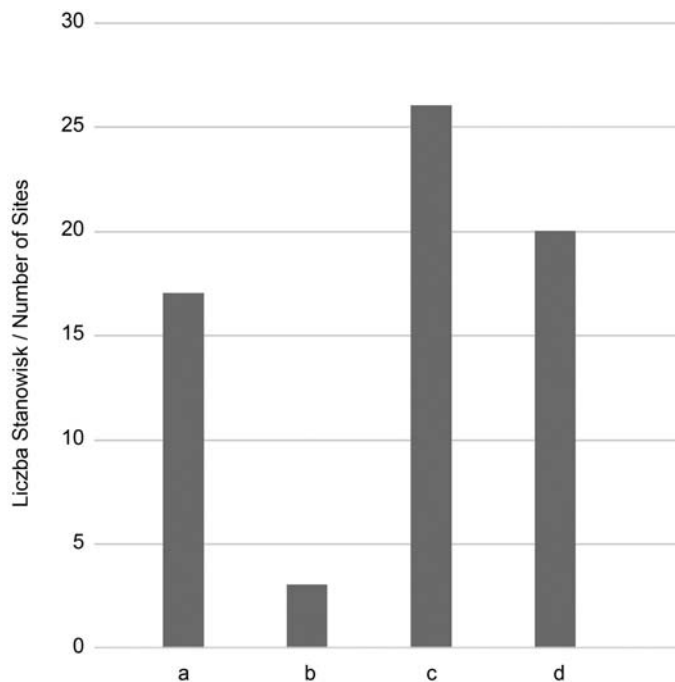
Fig. 14. Number of sites for particular Stone Age period located up to 2 km away from the flint outcrop

a – Palaeolithic; b – Mesolithic; c – Neolithic/Early Bronze Age; d – Stone Age in general.

Prepared by K. Kerneder-Gubała

#### 4. WNIOSKI

Oprogramowanie GIS daje możliwości prowadzenia wielu analiz sieci osadniczej. Jest przydatne w analizach stanowisk, gdzie zabytkowy materiał powierzchniowy występuje w masowej ilości i jest zróżnicowany pod względem funkcjonalnym i chronologicznym, jak w przypadku obszarów pól górniczych. Niewątpliwie zwiększa wydajność prac polowych, ponieważ przy zastosowaniu specjalistycznych urządzeń GIS, jak MobileMapper 20, umożliwia nanoszenie na bieżąco pozyskiwanych danych na przygotowane podkłady mapowe już w terenie, co znacznie skraca czas ich dalszej obróbki. Ważną cechą jest też coraz lepsza dokładność narzędzi pomiarowych i możliwość zapisania wszystkich pozyskanych danych, połączenie fotografii stanowisk czy zabytków z pomiarami terenowymi. Możliwości analityczne urządzeń GIS również są szerokie i zależą od celu badań. Atutem jest możliwość automatycznej modyfikacji poszczególnych wyników w miarę przyrostu bazy danych.



Ryc. 15. Liczba stanowisk z poszczególnych okresów epoki kamienia zlokalizowanych w odległości do 1 km od większych cieków wodnych

a – paleolit; b – mezolit; c – neolit/wczesna epoka brązu; d – epoka kamienia

Opracowała K. Kerner-Gubała

Fig. 15. Number of sites for particular Stone Age period located up to 1 km away from bigger water courses

a – Palaeolithic; b – Mesolithic; c – Neolithic/Early Bronze Age; d – Stone Age.

Prepared by K. Kerner-Gubała

Oprogramowanie GIS dla badania stanowisk górniczych ma wiele zastosowań. Jest szczególnie przydatne, gdy stanowiska, tak jak te na terenie Orońska, nie mają zachowanego typowego krajobrazu górniczego, który sugeruje, gdzie znajdowały się szyby wydobywcze, hałdy przyszybowe, a gdzie stanowiska o innym charakterze. Dla obszarów takich jak Orońsko dużą rolę odgrywa zagęszczenie materiałów zabytkowych na powierzchni, ich chronologia i funkcja. Dzięki pomiarom możliwe jest dokładne wytyczenie zasięgu pól górniczych i związanych z nimi pracowni przetwórczych, a także badanie zależności charakteru osadnictwa od odległości od źródła surowca w poszczególnych okresach epoki kamienia. Krzemień stanowił najważniejszy surowiec do obróbki i przygotowania narzędzi w epoce kamienia, zatem dostęp do złoża mógł być dla ówczesnej społeczności czynnikiem priorytetowym.

Badania są w toku, a dane na bieżąco uzupełniane. Po zebraniu całościowych informacji dla badanego obszaru możliwe będzie przeprowadzenie wielu innych analiz, które pozwolą na stworzenie modeli osadnictwa dla stanowisk górniczych i ich zróżnicowanie w poszczególnych okresach epoki kamienia.

### Podziękowania

Serdecznie dziękujemy Panu Dyrektorowi Państwowego Muzeum Archeologicznego w Warszawie dr. Wojciechowi Brzezińskiemu oraz Panu mgr. Andrzejowi Jackowi Tomaszewskiemu za udostępnienie materiałów z badań Stefana Krukowskiego. Dziękujemy prof. dr hab. Marii Dekównie za okazaną pomoc, wyrozumiałość i życzliwość oraz dr hab. Piotrowi Włodarczakowi, prof. IAE PAN, za szereg cennych uwag.

### WYKAZ CYTOWANEJ LITERATURY

- Achino K.F., Barceló J.A., Angle M. 2016, *Predicting the accumulative consequences of abandonment processes. Intra-site analysis of lakeside settlements*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 723–731.
- Aquino R., Faraoni M., Morabito L., Pizziolo G., Sarti L. 2016, *Living in a palaeoriverbed: intra-site analysis of two prehistoric sites in the Florentine alluvial plain*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 761–772.
- Banaszek Ł., Rączkowski W. 2015, *Potencjał danych ALS w badaniach archeologicznych*, [w:] *Podręcznik dla uczestników szkoleń z wykorzystania produktów LiDAR*, wydanie 2, P. Wężyk red., Warszawa, s. 192–200.
- Barbaro C., Malinverni E.S., Tasseti A.N., La Marca Ch. 2015, *The archaeological excavation of the early Neolithic site of Portonovo as a case study for testing a 3D documentation pipeline*, [w:] CAA2014. *21<sup>st</sup> century archaeology. Concepts, methods and tools. Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati, S. Robert red., Oxford, s. 593–602.
- Barber M., Field D., Topping P. 1999, *The Neolithic flint mines of England*, Swindon.
- Barceló J.A., Achino K.F., Morell Rovira B., Allie F., Gibaja Bao J.F. 2016, *Discovering prehistoric ritual norms. A machine learning approach*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 837–845.
- Barcicki M. 1990, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1:50 000, Arkusz Wierzbica*, Warszawa.
- Benito-Calvo A., Tarriño A., Lobo P.J., Junguitu I., Larreina D. 2010, *Geomorphology and prehistoric flint mining evidence in the Sierra de Araico (Basque-Cantabrian Basin), Burgos-Álava, Spain*, „Journal of Maps”, 6/1, s. 584–590. doi:10.4113/jom.2010.1147.
- Bennet R. 2014, *Airborne laser scanning for archaeological prospection*, [w:] *3D recording and modelling in archaeology and cultural heritage. Theory and best practices*. F. Remondino, S. Campana red., BAR International Series, Oxford, s. 27–38.
- Bernat S. 2002, *Antropogeniczne przemiany rzeźby okolic Wierzbicy*, „Przegląd Geograficzny”, 74/1, s. 61–82.



- Bernat S. 2004, *Harmonia w krajobrazie Przedgórze Ilżeckiego (okolice Orońska)*, [w:] *Perspektywy rozwoju regionu w świetle badań krajobrazowych. Problemy Ekologii Krajobrazu PAEK*, M. Strzyż red., Kielce, s. 297–303.
- Bocquet-Appel J.-P., Moussa R., Dubouloz J. 2015, *Multi-agent modelling of the Neolithic LBK*, [w:] CAA2014. *21<sup>st</sup> century archaeology. Concepts, methods and tools. Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati, S. Robert red., Oxford, s. 611–622.
- Borkowski W. 2000, *Zastosowanie metod radarowej i sejsmicznej w lokalizacji podziemnych wyrobisk górniczych na podstawie wyników prac prowadzonych w Krzemionkach Opatowskich*, [w:] *Metody badań archeologicznych stanowisk produkcyjnych – górnictwo krzemienia*, W. Borkowski red., Warszawa, s. 238–257.
- Borkowski W., Migal W., Sałaciński S., Zalewski M. 2000, *Możliwości analiz stanowisk związanych z wydobywaniem i przetwórstwem surowców krzemienianych*, [w:] *Metody badań archeologicznych stanowisk produkcyjnych – górnictwo krzemienia*, W. Borkowski red., Warszawa, s. 9–18.
- Boubaki N., Saintenoy A., Kowalczyk S., Mieszkowski R., Welc F., Budziszewski J., Tucholka P. 2012, *Ground penetrating radar prospecting over a gallery network resulting from Neolithic flint mine (Borownia, Poland)*, [w:] *14<sup>th</sup> International conference on ground penetrating radar (GPR)*, s. 610–615. IEEE. doi: 10.1109/ICGPR.2012.6254936.
- Braasch O. 1999, *Z imago punktu widzenia: prospekcja lotnicza w archeologii*, [w:] *Metodyka ratowniczych badań archeologicznych*, Z. Kobyliński red., Warszawa, s. 41–100.
- Brandl M., Hauzenberger C., Martinez M.M., Filzmoser P., Werra D.H. 2016, *The application of the multi-layered chert sourcing approach (MLA) for the characterisation and differentiation of 'chocolate silicites' from the Holy Cross Mountains, South-Central Poland*, „*Archaeologia Austriaca*”, 100, s. 119–150.
- Bruhn K.-Ch., Engel T., Kohr T., Gronenborn D. 2015, *Integrating complex archaeological datasets from the Neolithic in a web-based GIS*, [w:] CAA2014. *21<sup>st</sup> century archaeology. Concepts, methods and tools. Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati, S. Robert red., Oxford, s. 341–348.
- Budziszewski J. 2008, *Stan badań nad występowaniem i prądziejową eksploatacją krzemieni czekoladowych*, [w:] *Krzemień czekoladowy w prądziejach. Materiały z konferencji w Orońsku, 08–10.10.2003, Studia nad gospodarką surowcami krzemienianymi w prądziejach*, 7, W. Borkowski, J. Libera, B. Sałacińska, S. Sałaciński red., Warszawa, s. 33–106.
- Budziszewski J., Wysocki J. 2012, *Nowe możliwości detekcji materialnych śladów historii terenów leśnych – lotnicze skanowanie laserowe (LiDAR)*, *Archaeologica Hereditas*, 1, s. 117–125.
- Campana I., Benito-Calvo A., Pérez-González A., Ortega A., de Castro J.M., Carbonell E. 2016, *Using 3D models to analyse stratigraphic and sedimentological contexts in archaeo-palaeo-anthropological Pleistocene sites (Gran Dolina Site, Sierra de Atapuerca)*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 337–345.
- Capocchi A., De Silva M., Martini F., Sarti L. 2016, *GIS applications and spatial analysis for the survey of the prehistoric Northern Apennine context: The case study of the Mugello in Tuscany*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the*

- 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 517–531.
- Connelly J., Lake M. 2006, *Geographic information system in archaeology*, New York.
- Conrad O., Bechtel B., Bock M., Dietrich H., Fischer E., Gerlitz L., Wehberg J., Wichmann V., Böhner J. 2015. *System for automated geoscientific analyses (SAGA) v. 2.1.4*. „Geoscientific Model Development”, 8/7, s. 1991–2007.
- Crutchley S., Crow P. 2010, *The light fantastic. Using airborne LIDAR in archaeological survey*, Swindon.
- De Silva M., Pizziolo G., Lo Vetro D., De Troia V., Machetti P., Ortisi E.F., Martini F. 2016, *Ritual use of Romito Cave during the late Upper Palaeolithic: An integrated approach for spatial reconstruction*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 685–697.
- Doneus M., Briese Ch. 2011, *Airborne laser scanning in forested areas – potential and limitations of an archaeological prospection technique*, [w:] *Proceedings of the 11<sup>th</sup> EAC heritage management symposium, Reykjavik, Iceland, 25–27 March 2010*, D. Cowley red., Brussel, s. 59–76.
- Dulinicz M., Kobyliński Z. 1990, *Archeologiczne mapy osadnicze i ich przydatność do komputerowej analizy przestrzennej*, „Archeologia Polski”, 35/2, s. 241–266.
- Fotheringham S.A., Brunson C., Charlton M. 2000, *Quantitative geography: Perspectives on spatial data analysis*, London.
- Frick J.A. 2016, *Visualizing occupation features in homogenous sediments. Examples from the late Middle Palaeolithic of Grotte De La Verpillière II, Burgundy, France*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 699–713.
- Gaffney V.L., Stančič Z. 1991, *GIS approaches to regional analysis : A case study of the Island of Hvar*. Ljubljana.
- Gallotti R., Lembo G., Peretto C. 2012, *Mapping three-dimensional density patterns for analyzing artefact (re)distribution trends in Palaeolithic sites*, „Advances in Anthropology”, 2/2, s. 39–48.
- Giligny F. 2015, *Intrasite spatial analysis applied to the Neolithic sites of the Paris Basin: From the archaeological feature to global analysis*, [w:] CAA2014. *21<sup>st</sup> century archaeology. Concepts, methods and tools. Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati, S. Robert red., Oxford, s. 497–507.
- Giligny F., Djindjian F., Costa L., Moscati P., Robert S. 2015, CAA2014. *21<sup>st</sup> century archaeology. Concepts, methods and tools. Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, Oxford.
- Gillings M., Weathley D. 2002, *Spatial technology and archaeology: The archaeological application of GIS*, London–New York.
- Ginter B. 1974, *Wydobywanie, przetwórstwo i dystrybucja surowców i wyrobów krzemianych w schyłkowym paleolicie północnej części Europy Środkowej*, „Przegląd Archeologiczny”, 22, s. 5–122.
- Goodchild M.F., Longlay Maguire D.J., Rhing D.W. 2008, *GIS. Teoria i praktyka*, Warszawa.

- Grafka O., Werra D.H., Siuda R. 2015, *Analysis of organic compounds: Applications in archaeology and earth science*, [w:] *Proceedings of the 11<sup>th</sup> SKAM Lithic Workshop. The multifaceted biface. Bifacial technology in prehistory, 20<sup>th</sup>–22<sup>nd</sup> of October, 2014, Miskolc, Hungary*, Liticum, s. 26–37.
- Herbich T. 2000, *Zastosowanie metody elektrooporowej w badaniach kopalń krzemienia*, [w:] *Metody badań archeologicznych stanowisk produkcyjnych – górnictwo krzemienia*, W. Borkowski red., Warszawa, s. 197–220.
- Holata L., Plazak J. 2013, *Examinace procesu optimalizace „archeologicky korektnich“ způsobů vyhodnocení dat z leteckého laserového skenování zalesněné krajiny*, [w:] *Archeologie a letecké laserové skenování krajiny*, M. Gojda, J. John red., Plzeň, s. 49–79.
- Jakubczak M., Szubski M. 2015, *Wykorzystanie numerycznych danych wysokościowych pozyskanych w ramach projektu ISOK w badaniach archeologicznych*, [w:] *GIS w gospodarowaniu przestrzeni. Wybrane przykłady*, M. Ogryzek red., Warszawa, s. 167–187.
- Kammonen J., Sundell T. 2016, *Principal component analysis of archaeological data*, [w:] *CAA2015. Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 81–85.
- Kobyliński Z. 1987, *Podstawowe metody analizy punktowych układów przestrzennych*, „Archeologia Polski”, 32/1, s. 21–53.
- Kobyliński Z. 1999, *Siedemdziesiąt lat archeologii lotniczej w Polsce (1929–1999)*, „Światowit”, 52, s. 95–99.
- Kondracki J. 1978, *Geografia fizyczna Polski*, Warszawa.
- Krajowy Program Ochrony Zabytków i Opieki nad Zabytkami na lata 2014–2017, [http://www.nid.pl/pl/Dla\\_specjalistow/Badania\\_i\\_dokumentacja/zabytkiarcheologiczne/instrukcje-wytyczne-zalecenia/2016.01.22\\_instrukcja%20AZP/Instrukcja\\_AZP\\_NID\\_2016\\_ok.pdf](http://www.nid.pl/pl/Dla_specjalistow/Badania_i_dokumentacja/zabytkiarcheologiczne/instrukcje-wytyczne-zalecenia/2016.01.22_instrukcja%20AZP/Instrukcja_AZP_NID_2016_ok.pdf)
- Kruczyński Z., Stojek E., Cisło-Lesicka U. 2014, *Zadania GUGiK realizowane w ramach projektu ISOK*, [w:] *Podręcznik dla uczestników szkoleń z wykorzystania produktów LiDAR*, P. Wężyk red., Warszawa, s. 22–58.
- Krukowski S. 1922, *Pierwociny krzemieniarskie górnictwa, transportu i handlu w holocenie Polski, cz. II*, „Wiadomości Archeologiczne”, 7/1, s. 34–57.
- Krukowski S. 1923, *Sprawozdania z działalności Państwowego Konserwatora Zabytków Prahistorycznych na okręg kielecki na rok 1922*, „Wiadomości Archeologiczne”, 8, s. 69–70.
- Krukowski S. 1935, *Notatnik z badań*, rękopis w zbiorach Państwowego Muzeum Archeologicznego.
- Krukowski S. 1939–1948, *Paleolit*, [w:] *Encyklopedia polska PAU, 4/1: Prehistoria ziem polskich*, Kraków, s. 1–117.
- Leopold M., Völkel J. 2004, *Neolithic flint mines in Arnhofen, Southern Germany: A ground penetrating radar survey*, „Archaeological Prospection”, 11/2, s. 57–64. doi:10.1002/arp.222.
- Maślanka M., Wężyk P. 2014, *Podstawowe informacje o projekcie ISOK*, [w:] *Podręcznik dla uczestników szkoleń z wykorzystania produktów LiDAR*, P. Wężyk red., Warszawa, s. 12–21.
- Mazet S., Marcign C., Aubry B., Comte I., Boulinguiez P. 2015, *12000 years of human occupation, 3 meters deep stratigraphy, 12 hectares... A Geographical Information System (GIS) for the preventive archaeology operation at Alizay (Normandie, France)*,

- [w:] CAA2014. *21<sup>st</sup> century archaeology. Concepts, methods and tools. Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati, S. Robert red., Oxford, s. 299–304.
- Misiewicz K. 2000, *Zastosowanie rozpoznania geofizycznego metodami magnetyczną i elektromagnetyczną w badaniach stanowisk kopalnianych*, [w:] *Metody badań archeologicznych stanowisk produkcyjnych – górnictwo krzemienia*, W. Borkowski red., Warszawa, s. 221–236.
- Opitz R. 2017, *Airborne laser scanning in archaeology: Maturing methods and democratizing applications*, [w:] *Digital methods and remote sensing in archaeology. Archaeology in the age of sensing*, M. Forte, S. Campana red., Oxford, s. 35–50.
- Ortisi F.E., Lo Vetro D., Pizziolo G., De Silva M., Striuli C., Fabbri P.F., Martini F. 2016, *A new Palaeolithic burial from Grotta del Romito (Calabria, Italy). A digital restitution*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 715–721.
- Pietrzak M., Siwek J. 2000, *Wykorzystanie map historycznych, przetworzonych przy użyciu GIS do oceny zmian użytkowania ziemi na Pogórze Wiśnickim*, [w:] *Przemiany środowiska na Pogórze Karpackim*, W. Chełmicki red., Kraków, s. 21–30.
- Samsónowicz J. 1923, *O złożach krzemieni w utworach jurajskich północno-wschodniego zbocza Gór Świętokrzyskich*, „Wiadomości Archeologiczne”, 8/1–2, s. 17–24.
- Schild R. 1971, *Lokalizacja prahistorycznych punktów eksploatacji krzemienia czekoladowego na północno-wschodnim obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich*, „Folia Quaternaria”, 39, s. 1–61.
- Schild R. 1980, *Orońsko*, [w:] *5000 Jahre Feuersteinbergbau, Die Suche nach dem Stahl der Steinzeit: Katalog der Feuerstein/Hornstein Bergwerke*, G. Weisgerber, R. Slotta, J. Weiner red., Bochum, s. 579.
- Schild R., Królik H., Marczak M. 1985, *Kopalnia krzemienia czekoladowego w Tomaszowie*, Wrocław.
- Schmaltz E., Märker M., Rosner H.-J., Kandel A.W. 2015, *The integration of landscape processes in archaeological site prediction in the Mugello Basin (Tuscany/Italy)*, [w:] CAA2014. *21<sup>st</sup> century archaeology. Concepts, methods and tools. Proceedings of the 42<sup>nd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, F. Giligny, F. Djindjian, L. Costa, P. Moscati, S. Robert red., Oxford, s. 451–458.
- Silverman B.W. 1986, *Density estimation for statistics and data analysis*, Monographs on Statistics & Applied Probability, 26, New York.
- Sławik Ł., Zapłata R. 2011, *LiDAR w archeologii – zagadnienia wstępne*, [w:] *Digitalizacja dziedzictwa archeologicznego. Wybrane zagadnienia*. R. Zapłata red., Lublin–Warszawa, s. 207–239.
- Sobkowiak-Tabaka I., Jasiewicz J. 2015, *Analiza środowiskowych uwarunkowań lokalizacji osadnictwa ze starszej i środkowej epoki kamienia na Pojezierzu Lubuskim. Zastosowanie drzew klasyfikacyjno-regresyjnych*, „Folia Praehistorica Posnaniensia”, 20, s. 473–495.
- Stewart S.T., Banning E.B., Edwards S., Hitchings P.M.N., Bikoulis P. 2016, *Predicting survey coverage through calibration: Sweep widths and survey in Cyprus and Jordan*, [w:] CAA2015. *Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 613–621.

- Sulgosłowska Z. 2008, *Szczególna pozycja krzemienia czekoladowego wśród społeczności między Odrą, Dźwiną i Dniestrem u schyłku paleolitu i w późnym mezolicie*, [w:] *Krzemień czekoladowy w pradziejach Materiały z konferencji w Orońsku, 08–10.10.2003, Studia nad gospodarką surowcami krzemiennymi w pradziejach*, 7, W. Borkowski, J. Libera, B. Sałacińska, S. Sałaciński red., Warszawa, s. 151–170.
- Sunyer M.R. 2016, *Deconstructing archaeological palimpsests: Applicability of GIS algorithms for the automated generation of cross sections*, [w:] *CAA2015. Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 407–414.
- Szubski M. 2016, *Pradziejowe górnictwo krzemienia w zachodniej części Puszczy Knyszyńskiej*, maszynopis pracy magisterskiej w archiwum UKSW w Warszawie.
- Tarriño A., Elorrieta I., García-Rojas M., Orue I., Sánchez A. 2014, *Neolithic flint mines of Treviño (Basque-Cantabrian Basin, Western Pyrenees, Spain)*, „*Journal of Lithic Studies*” 1/2. doi:10.2218/jls.v1i2.1098.
- Uleberg E., Matsumoto M. 2016, *Dynamic distributions in macro and micro perspective*, [w:] *CAA2015. Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 309–317.
- Warmuzek M. 1991, *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1:50 000*, Arkusz Szydłowiec, Warszawa.
- Welc F., Mieszkowski R., Conyers L.B., Budziszewski J., Jedynak A. 2016, *Reading of ground-penetrating radar (GPR) images of prehistoric flint mine; Case study from Krzemionki Opatowskie archaeological site in Central Poland*, „*Studia Quaternaria*”, 33/2. doi:10.1515/squa-2016-0012.
- Wheatley D., Gillings M. 2002, *Spatial technology and archaeology: A guide to the archaeological applications of GIS*, London.
- Zanotti A., Moussa R., Dubouloz J., Bocquet-Appel J.-P. 2016, *Exploring scenarios for the first farming expansion in the Balkans via an agent-based model*, [w:] *CAA2015. Keep the revolution going. Proceedings of the 43<sup>rd</sup> annual conference on computer applications and quantitative methods in archaeology*, 2, S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero, M. Cirillo red., Oxford, s. 837–845.
- Zapłata R. 2011, *GIS – Systemy Informacji Geograficznej w archeologii – Ogólna charakterystyka wybranych zagadnień i rys historyczny (etap początkowy)*, [w:] *Digitalizacja Dziedzictwa Archeologicznego. Wybrane Zagadnienia*. Lublin. <http://wiedzaiedukacja.eu/wp-content/uploads/2012/02/Digitalizacja>.
- Zapłata R. 2012, *Dokumentacja w archeologii*, [w:] *Przeszłość społeczna. Próba konceptualizacji*, S. Tabaczyński, A. Marciniak, D. Cyngot, A. Zalewska red., Poznań, s. 481–499. <http://e-archaeology.org/wp-content/uploads/2016/06/Zapłata.pdf>.
- Zapłata R., Zborowski M. 2013, *GIS w archeologii – przykład prospekcji i inwentaryzacji dziedzictwa archeologiczno-przemysłowego*, „*Roczniki Geomatyki*”, 11/4 (61), s. 103–112.
- Zawadzka-Pawłewska U. 2014, *Analiza rozmieszczenia osadnictwa średniowiecznego względem cieków z wykorzystaniem darmowego oprogramowania GIS na przykładzie północnego Mazowsza*, „*Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Socio-Oeconomica*”, 16, s. 239–253.

KATARZYNA KERNEDER-GUBAŁA, NAZARIJ BUŁAWKA,  
SYLWIA BUŁAWKA, MICHAŁ SZUBSKI

GIS IN SURFACE SURVEY OF MINING SITES ON THE EXAMPLE  
OF CHOCOLATE FLINT MINES IN OROŃSKO  
(OROŃSKO COMMUNITY, SZYDŁOWIEC DISTRICT,  
MAZOWIECKIE VOIVODESHIP)

S u m m a r y

The paper aims to present the possibilities of research and analysis methods performed by application of GIS tools (Geographic Information System) as used for the needs of surface survey carried out in the Orońsko community, Szydłowiec county, mazowieckie voivodeship. The research concentrated on finding and documenting the sites of acquiring and processing chocolate flint, defining their function and chronology. In the flint mine area and in its vicinity we find sites of varied functions: mine workshops, near-mine workshops, camps and settlements. An attempt to find their chronological and functional interrelatedness allows us to reconstruct their hypothetical spatial plan and to seek the model of prehistoric societies functioning under such characteristic conditions. Eventually we may find a model of prehistoric flint mining for particular Stone Age periods.

Inevitable for this purpose is a multi-faceted and multidimensional spatial analysis, for which the GIS tool is non-substitutable. Thanks to the possibility of integrating all acquired data and analysis results we may obtain information on spatial interrelations of specific phenomena and their mutual reference. At the same time we gain their clear graphical spatial picture. The application of GIS methods in world archaeology began in the seventies of the 20<sup>th</sup> c., but their use on a wide scale got underway in the nineties of the same century (Gaffney, Stančić 1991, p. 19; Wheatley, Gillings 2002, pp. 15–17). This is the time when this technology became popular also in Poland (Kobyliński 1987; Dulinicz, Kobyliński 1990; Zapłata 2011, p. 281). Its implementation consequently increases the spectrum of spatial analyses, as well as the possibilities of modelling and 3D documentation prepared by applying photogrammetry and scanning (Barbaro *et al.* 2015; De Silva *et al.* 2016), three-dimensional stratigraphy documentation (Campaña *et al.* 2016; Sunyer 2016), artefact scatter analysis (Giligny *et al.* 2015) and density analysis (Aquino *et al.* 2016; Uleberg, Matsumoto 2016).

The research area is identical with the scope of Orońsko community. The region of Orońsko community is situated on the borderlands of the Northern Holy Cross Mountains, Iłżeckie Foothills and South-Mazovian Hills (Radom Lowland; Bernat 2004; Kondracki 1978). It is a zone of chocolate flint outcrops in the northwestmost part of the deposits (Fig. 1). It is placed on the border of several zones depicted on the Archaeological Map of Poland (AMP; Polish: AZP – Archeologiczne Zdjęcie Polski), the most important of which is a large part of area 76/66 between Guzów and Tomaszów, area 75/66 between villages Chronów Kolonia Górna, Guzów Kolonia and Wola Guzowska. The area 76/66 covers most of the chocolate flint exploitation fields (Fig. 2). Archaeological excavations were led there since the twenties of the 20<sup>th</sup> c. Stefan Krukowski dug trenches in Orońsko region which resulted in the discovery of mining shaft remains containing mixed flint material. Their oldest component were products characteristic to Final Palaeolithic and to Arch-Backed Pieces culture (Krukowski 1935; 1939–1948). Further works were performed at the end of the sixties by applying surface survey (Schild 1971) and later, in the eighties, as part of the project AMP as well as in the nineties (Budziszewski 2008).

For the needs of this paper used was information acquired from archives, remote sensing and cartographic data, also from verification survey. Main works related to data elaboration and spatial and statistical analysis were done with the free program QGIS, version 2.16.2. The program allows work with vector and raster files or WMS layers and Ms Excel via Spatialite data base. For the background maps (orthophotos, topographic maps, cadastral map) used were WMS layers (Web Map Service) accessible on the website of the Geodetic and Cartographic Documentation Centre. Background digital elevation models, shadow maps, contour maps were created with LAS files from the program ISPD (Informatic System of Poland's Defence, Polish: ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju przed Nadzwyczajnymi

Zagrożeniami; Figs 6; 7; 9–13). Used was data from the digital hydrographic chart and zoological map made available by the Chief Country Geodetist on the basis of the license obtained for the research project. The prepared background was complemented by analysed archive documentation in form of rasters (which, when possible, were given georeference), analysis of former research sites (Figs 4; 5), results of research up to date, as well as newest surface survey data. Attached were also sheets of detailed geological and lithogenic map of Poland at the scale of 1:50 000 (fig. 3; 7; 9; 10–13).

Before commencing the fieldwork a detailed source query was done. Its result brought data and documentation of the excavations led by Stefan Krukowski in 1935 (Fig. 5), AMP data as well as published data from most of the surface surveys conducted (Schild 1971; Budziszewski 2008).

At the same time, due to surface surveys which led to locating 36 sites, to AMP data as well as data known from literature – it was possible to make an introductory analysis of the settlement network and of interrelatedness of chosen phenomena. The analysis proved that on the area under research there are over 250 sites, of which the majority originates in the Stone Age. The biggest density of sites (apart from undefined Stone Age sites) comes from the Palaeolithic, Neolithic and Early Bronze Age (Fig. 8). For detailed analysis of clusters of archaeological material with varying chronology used was the Kernel Density Estimation method (Figs 4; 10–13). The analysis of sites concentrated around flint deposits has shown that the majority of those located up to 2 km away from the exploitation area stands in direct relation to the deposit exploitation. A large part of these are sites dated to Final Palaeolithic and Early Bronze Age (Fig. 14). The analysis in relation to the river network revealed that among sites located along large watercourses most numerous are ones originating in the Neolithic (Fig. 15).

The GIS software offers the possibility of making many analyses of the settlement network. It is useful for the analysis of sites where relic material occurs on the surface in masses and this material varies in function and chronology – as it is in the case of mining fields. It helps to enhance the efficiency and quality of field- and cabinet works.

*Translated by Beata Kita*

Adresy Autorów:

Mgr Katarzyna Kerneder-Gubała  
Ośrodek Interdyscyplinarnych Badań Archeologicznych  
Instytut Archeologii i Etnologii PAN  
al. Solidarności 105  
00-140 Warszawa  
gubalka@poczta.fm

Mgr Nazarij Buławka  
Zakład Archeologii Bliskiego Wschodu  
Instytut Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Krakowskie Przedmieście 26/28  
00-927 Warszawa  
nazar.bulawka@gmail.com

Mgr Sylwia Buławka  
Studium Doktoranckie  
Instytut Archeologii i Etnologii PAN  
al. Solidarności 105  
00-140 Warszawa  
gubalka2@gmail.com

Mgr Michał Szubski  
Instytut Archeologii Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego  
ul. Wóycickiego 1/3  
01-939 Warszawa  
michal.szubski@gmail.com

