

**Andrzej Gołembnik\***

## Od szpachelki do algorytmu – o metodach sprzed lat i ich wykorzystaniu w dobie cyfrowych technologii i sztucznej inteligencji

From spatulas to algorithms – on methods from years gone by and their use in the age of digital technologies and artificial intelligence

Andrzej Gołembnik, *Od szpachelki do algorytmu – o metodach sprzed lat i ich wykorzystaniu w dobie cyfrowych technologii i sztucznej inteligencji*, „Ochrona Zabytków” 2025, nr 2, s. 73–101.

### Abstrakt

Rozwój metodyki archeologicznych badań wykopaliskowych osiągnął swoje apogeum u schyłku XX wieku. Był to także czas początku rewolucji technicznej, która od blisko dwóch dekad narzuca archeologom obowiązek naginania dotychczasowych ustaleń. I byłby to zapewne czas twórczej ewolucji, gdyby nie fakt, że dwa te zdarzenia zderzyły się z dynamicznym zapotrzebowaniem na badania inwestycyjne, które z uwagi na rygory czasowe i nierzadko trudne warunki pracy zmusiły archeologów do upraszczania warsztatowych rozwiązań. Autor badań przeszedł przez dwa te okresy i opisuje proces dokonujących się zmian. Za przykład bierze badania prowadzone w Polsce i Norwegii. Uznaje, że istnieje możliwość utrzymania wysokich standardów nawet podczas skomplikowanych badań o dużej skali trudności. Podstawą proponowanych rozwiązań ma być nie tylko poszerzenie dyscypliny, ale przede wszystkim zmiana zasad eksploracji, której towarzyszyć musi odmienny sposób podejścia do terenowej analizy stratygraficznej. Wykorzystanie opisanych zasad może i powinno prowadzić do prób zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji w trakcie prac wykopaliskowych.

### Słowa kluczowe

stratygrafia, stratyfikacja, skaning, fotogrametria, algorytm, model depozycyjny

### Abstract

The development of archaeological excavation methodology reached its peak at the end of the twentieth century. It also marked the start of a technological revolution that has forced archaeologists to rethink their previous deductions for nearly two decades. It is likely that this would have been a period of significant creative evolution in this field, were it not for the fact that these two events coincided with a considerable increase in demand

\* ORCID: 0000-0002-8810-8635  
e-mail: a.golembnik@gmail.com

for investment research. This, in turn, resulted in archaeologists having to simplify their workshop solutions due to time constraints and often difficult working conditions. The author of the study has personally experienced both periods and has provided a detailed account of the changes that have occurred. He uses research conducted in Poland and Norway as examples. He is convinced that maintaining high standards is possible even during complex research projects of great difficulty. The proposed solutions are based on two key elements: broadening the discipline and changing the rules of exploration. These changes must be accompanied by a different approach to field stratigraphic analysis. The application of the aforementioned principles should result in the exploration of integrating artificial intelligence algorithms into excavation work.

### Keywords

stratigraphy, stratification, scanning, photogrammetry, algorithm, deposit model

„WARTOŚĆ ARCHEOLOGII ZALEŻY WYŁĄCZNIE OD SPOSOBU JEJ WYKORZYSTANIA, A DOKONAĆ tego może tylko artysta. Od archeologa oczekujemy materiałów, od artysty metody. W istocie, archeologia jest naprawdę zachwycająca tylko wtedy, gdy zostanie przetransponowana do jakiejś formy sztuki”<sup>1</sup>. Ta ekscentryczna myśl Oscara Wilde’a – wybitnego dramaturga i filozofa, wielbiciela archeologii i propagatora estetyzmu – była już w przeszłości przywoływana przez badaczy zajmujących się teorią nauki<sup>2</sup>. Użyta jako motto niniejszego tekstu, wskazuje na rolę inwencji w procesie badań wykopaliskowych. Archeologia jest bowiem profesją, która – wbrew pozorom – pozostawia badaczom pracującym w wykopie daleko idącą swobodę. To ważny aspekt warsztatowych rozwiązań, zwłaszcza że nie zawsze wyłącznie wiedza ma decydujący wpływ na podejmowane w trakcie prac decyzje. Wiedza ma wprawdzie kluczowe znaczenie przy rozstrzygnięciu podstawowych problemów, jednak o sukcesie lub porażce archeologa przesądzają często pozamerytoryczne szczegóły, które zależą od wielu czynników, w tym i takich, na które archeolog nie ma wpływu. Nie zmienia to faktu, że znaczącą rolę przy formułowaniu badawczych konkluzji podczas wykopalisk odgrywają zmysły. Nie miejsce tu na ich klasyfikację, wystarczy stwierdzić, że – podobnie jak u artysty – zmysły tworzą stan emocjonalny, który wyzwala bądź blokuje twórczą i badawczą wydolność.

Idąc tym tropem, badane przez archeologa stanowisko można postrzegać jak tworzywo, które – przy spełnieniu określonych warunków badawczych – umożliwia obrazowanie historycznej przestrzeni. W swej graficznej postaci może przybierać formę schematycznej lub realistycznej projekcji ukazującej złożoności stratygraficzne, zróżnicowanie topograficzne czy też złożoność układów konstrukcyjnych. Forma rekonstrukcji i stopień ich wiarygodności pozostają bezpośrednio uzależnione od właściwego doboru stosowanych technik i wdrażanych procedur. Ze względu na różnorodność badanych stanowisk dobierane procedury powinny być dostosowane do konkretnego kontekstu badawczego. W praktyce oznacza to konieczność stałego doskonalenia warsztatu archeologa: sposobów dokumentowania, modyfikowania form opisu i interpretacji, a także metod prezentowania wniosków badawczych.

Gdy myśli się o archeologii, nie sposób pominąć jej społecznego charakteru. W swoim wymiarze terenowym nauka ta staje się bowiem częścią kulturowego krajobrazu – i to nie tylko w skali mikro. Często bywa przy tym źródłem dumy dla społeczności lokalnych, a niekiedy i ponadlokalnych. Z satysfakcją można odnotować coraz liczniejsze aktywne relacje badacz–mieszkańcy, a co szczególnie warto podkreślić – coraz częściej inicjują je młodzi badacze. Nierzadko sprzyjają temu nowe techniki dokumentacyjne, niemal na bieżąco przekładające wyniki badań

<sup>1</sup> O. Wilde, *The Truth of Masks* [w:] idem, *The Works of Oscar Wilde*, red. J. Barbey d’Aureville, London 1909 (tłumaczenie autora).

<sup>2</sup> K. Hirst, *The Archaeologist’s Book of Quotations*, New York 2009.

wykopaliskowych na atrakcyjny obraz wizualny<sup>3</sup>. Ale historia polskiej archeologii zna wiele nazwisk starszych badaczy, którzy nie małą część swojej aktywności poświęcili poszukiwaniu balansu między tym, co naukowe, a tym, co czytelne i przyswajalne dla szerszego grona odbiorców.

Zdzisław Skrok, autor licznych książek z dziedziny archeologii (i nie tylko), decyzją Kapituły SNAP oddziału warszawskiego otrzymał 23 grudnia 2025 roku Nagrodę im. Krzysztofa Dąbrowskiego. To wyraźny dowód, że nadszedł czas doceniania osób, którzy są kreatorami nauki. Ta rola wymaga, jeśli ma być dobrze wypełniona, profesjonalnego mistrzostwa. I to zapewne miał na myśli Oscar Wilde.

### Dlaczego i dla kogo jest ten tekst?

Niniejszy retrospektywny tekst powstał, by wykazać, że wszelkie modyfikacje metodyczne w archeologii terenowej, a także próby wdrażania nowych technik i innowacyjnych programów komputerowych muszą opierać się nie tylko na wiedzy, ale przede wszystkim na konsekwencji i poszanowaniu podstawowych zasad – wśród których na pierwszy plan wysuwa się eksploracja stratygraficzna<sup>4</sup> i zdefiniowany system pomiarowy<sup>5</sup>. U podstaw całego systemu leży obowiązek respektowania zasady wszechstronnej analizy treści warstw i definiowania metody zapisu podejmowanych czynności.

Szacunek dla tych zasad stanowi miarę rzetelności badań i wyznacza ich naukowy poziom. Zasady tworzą ramy, w których powinny zmieścić się innowacyjne pomysły – ma to szczególne znaczenie na etapie późniejszych syntez<sup>6</sup>. Należy przy tym pamiętać, że rewolucja techniczna zbiegła się w czasie z pojawieniem się przed archeologią nieznanymi dotąd wyzwań. Jednym z najpoważniejszych jest konieczność prowadzenia badań o charakterze ratowniczym, które radykalnie zawężają możliwość pełnego respektowania zasad – to ograniczenie pozostaje w dużej mierze poza kontrolą samych archeologów. Dyskusja powinna zatem dotyczyć możliwości ich adaptacji do dzisiejszych potrzeb, nie odrzucenia. Z doświadczenia autora wynika, że każde kolejne stanowisko przywoływane w niniejszym tekście, badane z użyciem innowacyjnych w owym czasie rozwiązań, było zaproszeniem do takiej właśnie dyskusji.

Debata jednak ucichła – i to w kluczowym momencie dla rozwoju archeologii. Brak wyraźnej presji i polemicznych publikacji polskich badaczy, podejmujących teoretyczne aspekty dyscypliny i przekładu teorii bazowej na wymagania narzucane przez nowe technologie, stał się decydujący. Nie tworząc naukowych ram dla nowych technologii – kaleczymy własną profesję. Szczególnie niepokoi fakt, że na części uczelni brakuje programów dydaktycznych adekwatnych do skali i charakteru przemian.

Poniższy tekst adresowany jest do archeologów terenowych i teoretyków nauki, w szczególności jednak do młodych badaczy, którzy – nie dysponując jeszcze ugruntowaną wiedzą – niekiedy realizują prace bez głębszej refleksji. W świetle przedstawionych argumentów należy stanowczo odradzać stosowanie zaawansowanych narzędzi dokumentacyjnych przez osoby traktujące je jako sposób na uproszczenie pracy. Technologie nie są substytutem metodycznej pracy terenowej – stanowią jej uzupełnienie i wymagają większego zaangażowania niż metody tradycyjne, ponieważ skuteczne wykorzystanie innowacyjnych technik możliwe jest wyłącznie w warunkach pełnej kontroli nad procesem badawczym.

Ciągły rozwój terenowej metodyki badawczej, w tym umiejętność świadomego wykorzystywania potencjału nowych technik pomiarowych, dokumentacyjnych i obliczeniowych, służy

<sup>3</sup> L. Opgenhaffen, *Visualizing Archaeologists. A Reflexive History of Visualization Practice in Archaeology*, „Open Archaeology” 2021, vol. 7, s. 353–377.

<sup>4</sup> E.C. Harris, *Principles of Archaeological Stratigraphy*, London 1989.

<sup>5</sup> E. Brienza, *Smart Tools for Archaeological Survey in Different Frameworks and Contexts. Approaches, Analysis, Results*, „Acta IMEKO” 2024, vol. 13, iss. 3, s. 1–11. Tam też dalsza literatura.

<sup>6</sup> J. Parker Wooding, *Building Capacity Through Innovation*, Chartered Institute for Archaeologists, archaeologists.net, tinyurl.com/3jic3hdv, dostęp: 6.12.2025.

podniesieniu jakości i rzetelności badań archeologicznych, a wzrost wydajności narzędzi komputerowych przyspiesza proces badawczy. Wyniesione bezpośrednio z praktyki wykopaliskowej doświadczenia autora, a także próby znalezienia równowagi pomiędzy śmiałą wizją a wymogami nauki, między poziomem prac a narzuconym terminem ich zakończenia oraz w zakresie selekcji warstw i hierarchii ich ważności – mogą stanowić użyteczny punkt odniesienia dla poszukujących własnej metodologicznej drogi.

### W obliczu nowych wyzwań

Niniejszy artykuł nie podejmuje próby kompleksowego omówienia metodyki badań archeologicznych – skupia się na procedurach związanych bezpośrednio z eksploracją, interpretacją i dokumentacją zjawisk odkrywanych w wykopie, ze szczególnym uwzględnieniem kluczowego aspektu przebiegu badań, czyli zasad wydzielenia jednostek stratyfikacji oraz towarzyszących im procedur i działań. Uzupełnieniem rozważań jest krótka prezentacja przemian, jakie dokonały się w ostatnich dekadach w metodyce prac wykopaliskowych<sup>7</sup>. Autor nie aspiruje do roli eksperta w dziedzinie sztucznej inteligencji, chce zwrócić jedynie uwagę na warsztatowe rozwiązania, które pozwolą ją efektywnie wykorzystać.

Procedury stosowane w wykopie archeologicznym przesądzają o jakości prowadzonych prac. Wiarygodność uzyskiwanych wyników zależy od sposobu przygotowania prac, przyjętej strategii i konsekwencji w realizacji celów badawczych, od metod eksploracji warstw i obiektów, a także od precyzji i jakości dokumentacji. W powiązaniu z rezultatami analiz specjalistycznych wyniki determinują wartość dalszych interpretacji. Zasady wdrażane w wykopie są zatem miernikiem naukowej rzetelności, jakości i odpowiedzialności.

Tempo zachodzących zmian zakłóciło tradycyjny cykl wdrażania nowych zasad, który dotychczas przebiegał według ustalonego schematu: pomysł, ustalenie zasad, publikacja metody, dyskusja środowiskowa i wdrożenie. Zazwyczaj był to proces wieloletni<sup>8</sup>. Obecnie cykl ten uległ znacznemu skróceniu, co w wielu przypadkach tłumaczy zanik naukowej debaty. Nowe urządzenia, innowacyjne rozwiązania techniczne i coraz bardziej zaawansowane programy komputerowe pojawiają się nagle, często bez zapowiedzi. Jednocześnie wzrost wydajności nowych systemów powoduje wzrost kosztów urządzeń do ich obsługi. W efekcie współczesna archeologia staje się zależna od zasobności budżetów ekip badawczych, co prowadzi do coraz wyraźniejszego rozdźwięku między zamożnymi instytutami a rzeszą firm prywatnych, które w ostatnich dekadach zdominowały rynek archeologiczny. W tej sytuacji szczególnego znaczenia nabiera rozwój otwartych baz danych, takich jak Extended Matrix<sup>9</sup>, a także pokrewnych rozwiązań funkcjonujących nieco na obrzeżach głównego nurtu badań, takich jak CIDOC CRM<sup>10</sup>. Te narzędzia wyznaczają kierunek działań umożliwiających ograniczenie metodologicznego chaosu oraz podtrzymanie merytorycznej komunikacji pomiędzy pionierami nowatorskich rozwiązań. Na polskim rynku taką rolę zaczęła odgrywać przestrzenna baza danych QGIS. Jednak zastosowanie tego typu baz, pozbawionych precyzyjnego zapisu podstawowego, może prowadzić do niebezpiecznej iluzji jakości, a na komercyjnym rynku – stać się kolejną przykrywką maskującą nieuprawnione uogólnienia.

<sup>7</sup> Kompleksowo ujęty temat współczesnych trendów z odniesieniem do wcześniejszej literatury i historii archeologii odnaleźć można w monumentalnej pracy: P. Bahn, C. Renfrew, *Archaeology. Theories, Methods and Practice*, London 2020. Zob. także: A.O. Moro, E. Lewis-Sing, *The History of Archaeology in the Twenty First Century. Current Impasse and Future Directions* [w:] *Archaeology, History, Philosophy and Heritage. Outstanding Contributions to Archaeology*, ed. C. Williamson, P. Crook, Cham 2025.

<sup>8</sup> Wdrożenie metody eksploracji stratygraficznej zajęło w Polsce około 20 lat i dziś jeszcze spotkać można badaczy hołdujących pradawnej metodzie eksploracji warstwami mechanicznymi.

<sup>9</sup> Extended Matrix, [extendedmatrix.org](http://extendedmatrix.org), dostęp: 26.11.2025; S. Berto, E. Cocca, E. Demetrescu, *Extended Matrix Manager. Open Tool for EM Based Knowledge Graphs Management*, „Archeologia e Calcolatori” 2024, vol. 35, iss. 2, s. 167–176.

<sup>10</sup> CIDOC Conceptual Reference Model (CRM), [cidoc-crm.org](http://cidoc-crm.org), dostęp: 26.11.2025.

Sprzęt	Sposób eksploracji	Skala percepcji	Sposób dokumentowania	Interpretacja i rekonstrukcje	Czas
Kompas poziomic, miarka	Odkopywanie	Ogólne skojarzenia	Szkic Rysunek bez skali	Wizja artystyczna Odręczny szkic	150 lat
Niwelator, aparat fotograficzny	Eksploracja warstwami mechanicznymi	Schematyczne skojarzenia	Rysunek w skali Rzut z punktowym odniesieniem do topografii	Szkic z przekrojem. Aksonometria w skali	75 lat
Tachimetr	Eksploracja stratygraficzna	Szczegółowe relacje w wykopie	Rysunek monochromatyczny, CAD	Rekonstrukcje w skali, bazy danych	30 lat
Tachimetr, Kamera cyfrowa	Eksploracja stratygraficzna z lokalnym kontekstem	Szczegółowe relacje w macierzy	Fotogrametria cyfrowa + CAD i GIS	Modele 3D + CAD Skalibrowane lokalne modele 3D + GIS	10 lat
LIDAR, stacjonarny skaner laserowy + fotogrametria przestrzenna	Eksploracja stratygraficzna z przestrzennym kontekstem	Szczegółowe relacje wpisane w kontekst	Fotogrametria cyfrowa + CAD, skaning laserowy + GIS, interaktywne, przestrzenne archiwum	Modele 3D + CAD Skalibrowane modele 3D+ GIS Unity 3D Sztuczna inteligencja	5 lat

1 Diagram obrazujący tempo zmian metodyki badań wykopaliskowych w odniesieniu do rozwoju urządzeń pomiarowych i dokumentacyjnych. Kolorem szarym oznaczono czas aktywności zawodowej autora. Wyk. Andrzej Gołębniak

Diagram illustrating the pace of change in excavation methodology in relation to the development of measuring and documentation equipment. The author's professional activity is marked in grey. Compil: Andrzej Gołębniak

Nie jest tajemnicą – ani zaskoczeniem – że skomercjalizowana nauka w pierwszej kolejności poszukuje rozwiązań ekonomicznie najkorzystniejszych. Nowoczesne urządzenia wspierają proces badań wykopaliskowych głównie w celu jego usprawnienia, nie zaś pogłębienia naukowej prospekcji. W rezultacie kształtuje się model archeologii podporządkowanej mechanizmom rynkowym, realizowanej w ramach przetargów opartych na kryterium najniższej ceny. W takich warunkach nie ma realnej możliwości twórczego i naukowo wartościowego wykorzystania najnowszych rozwiązań technicznych.

W tej trudnej sytuacji warto byłoby skorzystać z doświadczeń innych grup zawodowych, w tym środowisk współpracujących z archeologami, choćby konserwatorów zabytków, i opracować branżowy cennik uzupełniony katalogiem norm. Takie rozwiązania określałyby nie tylko wynagrodzenia, ale w pierwszej kolejności narzucałyby obowiązkowy zakres czynności oraz standard ich realizacji – co dla nauki ma fundamentalne znaczenie. Kiedy bowiem pojawia się wyższa jakość, tworzy się pole dla oczekiwań finansowych. W tych sprawach środowisko archeologów jako grupa zawodowa jest wyjątkowo mało skuteczne. Nie dziwi zatem, że współczesną archeologię inwestycyjną opanowały w Polsce firmy kierujące się wyłącznie względami ekonomicznymi.

To właśnie z powodu przyspieszającej rewolucji technologicznej – coraz szybszych i dokładniejszych skanerów, spektrometrów, rozwoju technik fotogrametrycznych – konieczna staje się rewizja podstawowych zasad. Na ich fundamencie powinno budować się model badań oparty na rozumnej eksploracji, szczegółowej analizie i charakterystyce każdej jednostki stratyfikacyjnej, rygorze pomiarowym oraz zdefiniowanej terminologii zapisu. Dopiero po wypracowaniu odpowiedniej jakości prac, gdy istota stratygrafii stanie się dla archeologa w pełni czytelna i zrozumiała,



2

Skaner laserowy na stanowisku w Wiślicy. Fot. Andrzej Gołębniak

Laser scanner at the site in Wiślica. Photo: Andrzej Gołębniak

można sięgnąć po zaawansowane urządzenia techniczne. Gdyby chcieć ująć to obrazowo, to właśnie praca na kolanach, ze szpachelką w ręku wyznacza granice możliwości zastosowania odpowiedniego sprzętu i sposobu rejestracji.

Decyzja o użyciu skanera czy techniki fotogrametrycznej przesuwają proces interpretacji odkryć na etap eksploracji jednostek stratyfikacyjnych i wymaga równoczesnej analizy ich kontekstu. Na wielopłaszczyznowym stanowisku wielowarstwowym częścią zasadniczą bieżącej interpretacji układów stratygraficznych powinna być definicja odkrytych w planie wykopu jednostek. Odrzucenie tej zasady niesie za sobą ryzyko dokumentowania zjawisk przypadkowych, które – z uwagi na stopień niedookreślenia – muszą zostać poddane interpretacji wtórnej. Ta zaś, jak każdy zabieg tego typu, spowalnia proces dochodzenia do konkluzji, podważa wiarygodność badań i zwiększa ryzyko przekłamań.

Prowadzenie badań z użyciem nowoczesnych technik pomiarowych i dokumentacyjnych obciążone jest dużym ryzykiem, które może zostać zniwelowane przez doświadczenie badacza, jednak najczęściej innowacyjne rozwiązania propagują młodzi archeolodzy, dlatego do nich przede wszystkim adresowane są niniejsze uwagi.

### Metodyczna podstawa

Impulsem dla metodycznych zmian w archeologii, które doprowadziły do przededefiniowania strategii badawczych, były rozwiązania wypracowane przez pionierów archeologii miejskiej. W pierwszej kolejności należy wymienić dokonania Asbjørna Herteiga, prowadzącego rozległe



3 Zbieżność profili: Bergen (a) i Pułtusk (b). Fot. Archiwum Bryggens Museum (a); K. Kowalska, Archiwum PPPKZ i Muzeum Regionalnego w Pułtusku (b)

Convergence of profiles: Bergen (a) and Pułtusk (b). Photo: Bryggens Museum Archive (a); K. Kowalska, PPPKZ Archive and Regional Museum in Pułtusk (b)

badania wykopaliskowe w spalonej portowej części historycznego Bergen<sup>11</sup>. Niemal z dnia na dzień badacze zyskali tam możliwość przeprowadzania przestrzennych analiz, opartych na pomiarach i ocenie w pełni zachowanych struktur. Analiza stratygraficzna była wzbogacona o treść znakomicie zachowanych warstw. Z czasem zabytki pozyskane z tych eksploracji stały się podstawą ekspozycji nowoczesnego Bryggens Museum, posadowionego na części zakonserwowanych konstrukcji.

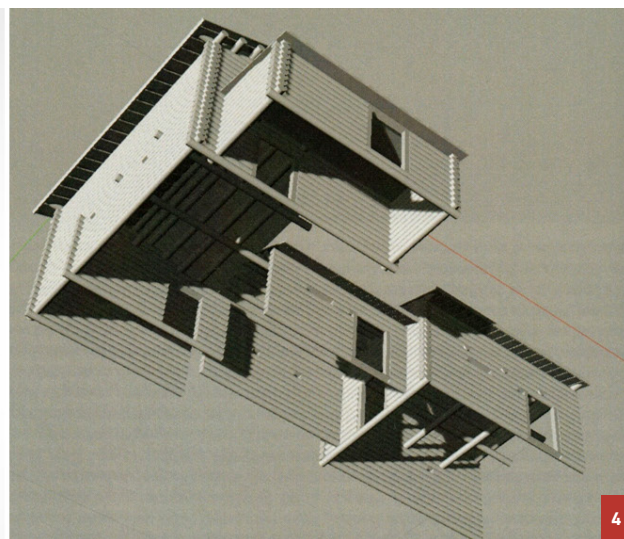
Jednym z najważniejszych osiągnięć Asbjørna Herteiga, na trwale zapisanych w historii archeologii, było wprowadzenie arbitralnego podziału części zabytkowej przestrzeni miasta na kwadraty oznaczone alfanumerycznie. Taki system wymusił utrzymanie stałego podziału metrycznego, co umożliwiło sprawne łączenie wyników kolejnych sezonów badawczych. Pomiar – podstawa strategii wykopaliskowej – umożliwił w Bergen zachowanie przestrzennego porządku badawczego i archiwalnego ładu, który jest jednym z filarów prawidłowo prowadzonych prac wykopaliskowych.

Gdy wielkie badania Bryggen dobiegały końca, rozpoczęto prace wykopaliskowe na wzgórzu zamkowym w Pułtusku. Podobnie jak w Bergen odkryto tam wielometrowej miąższości pokłady znakomicie zachowanych konstrukcji drewnianych, zatopionych w warstwach organicznych, które przetrwały w równie dobrym stanie<sup>12</sup>. Wielosezonowość badań, podobnie jak w Norwegii, wymusiła utrzymanie stałego odniesienia pomiarowego – nad częścią dziedzina objętego wykopaliskami rozciągnięto stalowe liny pełniące funkcję pomiarowych magistral i zapewniające przez lata dokumentacyjny ład. Z dzisiejszej perspektywy – w dobie skanerów laserowych – rozwiązanie to miałyby już charakter anachroniczny.

Konieczność prowadzenia badań przez cały rok wymusiła na członkach zespołu opracowanie strategii opartej na równoległej realizacji wszystkich możliwych czynności dokumentacyjnych i badawczych, włącznie z analizami specjalistycznymi. W trudnych warunkach badań ratowniczych podjęto skuteczną próbę konserwacji wielkogabarytowych konstrukcji drewnianych. Testowano w wykopie różne sposoby opisu i interpretacji. Wszystkie te działania przypadły na

<sup>11</sup> A.E. Herteig, *The Archaeological Excavations at Bryggen, „The German Wharf”, in Bergen, 1955–1968. Excavation, Stratigraphy, Chronology, Field-Documentation [w:] The Bryggen Papers. Main Series, vol. 1*, ed. A.E. Herteig, Bergen 1985.

<sup>12</sup> M. Mierosławski, *Katalog obiektów architektury drewnianej z grodu pułtuskiego, cz. 2–4: Pułtusk–Zamek*, Warszawa 1995, maszynopis w Muzeum Regionalnym w Pułtusku.



4

Rekonstrukcja zabudowy grodowej na wzgórzu zamkowym w Pułtusku. Źródło: S. Kowal, *Parametryzacja w procesie rekonstrukcji struktury osadniczej w Pułtusku* [w:] *Informacyjne środowisko rekonstrukcji*, red. J. Słyk, S. Wrona, Warszawa 2015, s. 65–94

Reconstruction of the castle complex on the castle hill in Pułtusk. Source: S. Kowal, 'Parametryzacja w procesie rekonstrukcji struktury osadniczej w Pułtusku', in: *Informacyjne środowisko rekonstrukcji*, ed. J. Słyk, S. Wrona, Warsaw 2015, pp. 65–94

okres krystalizowania się stratygraficznej metody eksploracji jednostek warstwowych i poszukiwań optymalnych rozwiązań dla zapisu wyników analizy stratygraficznej badanych stanowisk<sup>13</sup>. Wartość tych wysiłków i precyzję dokonanych rejestracji najlepiej ilustruje opracowanie – po blisko 40 latach – wirtualnych rekonstrukcji zabudowy grodowej, wykonanych przez pracowników Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej<sup>14</sup>.

Los sprawił, że połączono doświadczenia wyniesione z obu stanowisk archeologicznych – Bergen stało się miejscem eksperymentu, wyrosłego zarówno z zasad ustanowionych przez Asbjørna Herteiga, jak i z reguł archeologii ekstensywnej, wypracowanej w Pułtusku. Wszystkie działania zmierzały do utrzymania naukowego wymiaru eksploracji prowadzonej w realiach badań wyprzedzających roboty inwestycyjne, a efektem tych wysiłków miały być szczegółowa rejestracja i interpretacja warstw archeologicznych oraz przełożenie wyników analiz na czytelną, obrazową formę prezentacji naukowych konkluzji<sup>15</sup>.

W poszukiwaniu kompromisu między presją czasu a wymogami naukowej rzetelności badań w Bergen<sup>16</sup>, a następnie w Oslo<sup>17</sup> wprowadzono zasadę szczegółowej analizy treści warstw, opartej na precyzyjnej eksploracji wyselekcjonowanych próbek. Innowacyjność tych działań polegała na przeniesieniu części badań poza wykop archeologiczny i wykorzystaniu sprzętu gwarantującego

<sup>13</sup> A. Golembnik, *The Excavations on the Castle Hill in Pułtusk. New Directions in Archaeological Research*, „Iskos” 1985, vol. 5, s. 15–22.

<sup>14</sup> *Informacyjne środowisko rekonstrukcji. Przedlokacyjna struktura osadnicza w Pułtusku w XIII–XIV wieku*, red. J. Słyk, S. Wrona, Warszawa 2015.

<sup>15</sup> Zadaniem archeologów było dokumentowanie przestrzeni wyodrębnionej w trakcie eksploracji – najczęściej zorganizowanej w postaci kolejnych poziomów drewnianych konstrukcji – za pomocą sformalizowanego zapisu cech jednostek warstwowych oraz planigraficznej rejestracji znalezisk ruchomych.

<sup>16</sup> A. Golembnik, *Report on the excavations in Finnegården 3A, 1982*, Bergen 1993.

<sup>17</sup> P.B. Molaug, L. Flodin, D. Skre, *Oslo gate 6. Rapport fra utgravningene 1987–89*, niepublikowany raport dostępny w archiwum Riksantikvaren; Molaug Petter B., *From the Farm of Oslo to the Townyard of Miklagard* [w:] *Nordic Middle Ages – Artefacts, Landscapes and Society. Essays in Honour of Ingvild Øye on her 70th Birthday*, ed. I. Baug et al., Bergen 2015, s. 213–226.

Cechy ulotne	Cechy fizyczne zapisane w pięciostopniowej skali		
Kolor	Stopień uwarstwienia	Ułożenie komponentów, w tym artefaktów	Tempo akumulacji
Zmiana koloru	Zwartość	Rozrzut komponentów, w tym artefaktów	
Tempo zmiany koloru	Elastyczność	Czynniki mechaniczne: komponenty	Charakter jednostki
Zapach	Stan zachowania szczątków organicznych	Czynniki mechaniczne: artefakty	Stopień przenikania styku jednostek
Natężenie zapachu	Stopień erozji	Czynniki mechaniczne: podepozycyjne	

5

5

Zbiór cech fizycznych jednostek warstwowych analizowanych podczas badań stanowiących podstawę ich charakterystyki. Oprac. Andrzej Gołębniak

Collection of physical characteristics of stratigraphic units analysed during research forming the basis for their characterization. Compil: Andrzej Gołębniak

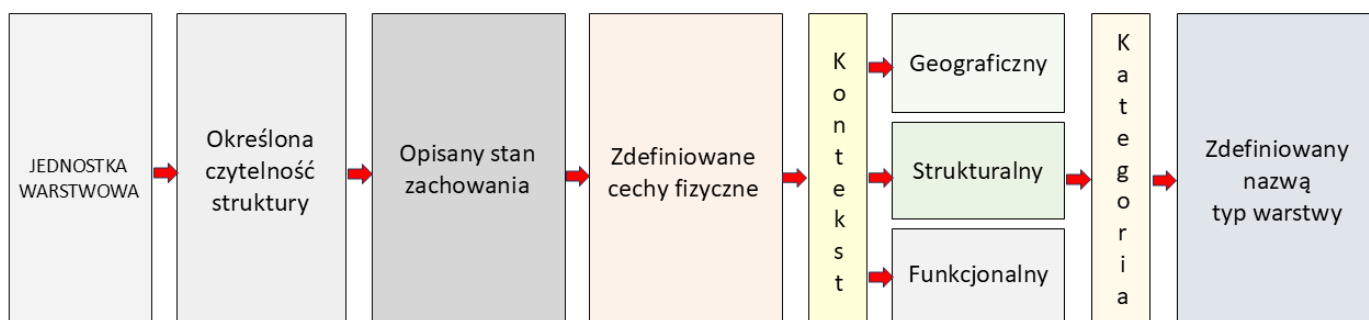
wysoką dokładność dociekań – wielowarstwowych sit geologicznych, precyzyjnego sprzętu, odczynników chemicznych, obowiązkowego szkła powiększającego. System wymagał pobierania próbek reprezentujących pełny przekrój jednostki – od stropu po spąg. Wyniki analiz były następnie weryfikowane w wykopie i stawały się podstawą dalszych decyzji badawczych i organizacyjnych.

To był pierwszy etap klasyfikacji jednostek warstwowych – pod względem nie tylko ich charakteru, ale także tworzenia ich typologii. Wyniki testów i analiz determinowały sposób dalszej eksploracji, regulując jednocześnie tempo prowadzonych prac. Dla badań ograniczonych sztywnym terminem umownym takie czynności miały kolosalne znaczenie. Zasady testowano w czasie dwóch następujących po sobie badań wykopaliskowych zorganizowanych na stanowisku Dreggasalmenning 16/18, a następnie Skostredet 10<sup>18</sup>. Wyniki tych ostatnich okazały się bardzo istotne, ponieważ domknęły od strony metodycznej koncepcję pełnego wykorzystania szczegółowych danych poszukiwań i syntetycznego ich ujęcia. W zamyśle miały stać się tworzywem dla dalszych analiz komputerowych. Plany nie doszły do skutku głównie z powodu reorganizacji służb konserwatorskich w Norwegii, a następnie przedwczesnej śmierci inspiratorki tych eksperymentalnych poczynąń, dr Siri Myrvoll.

Ocena podejmowanych wówczas prób ustanowienia uniwersalnego wzorca charakterystyki warstw wymaga przyjrzenia się etapowości procesu dochodzenia do konkluzji. Zamieszczony poniżej schemat wykazuje uderzające podobieństwo do grafu ilustrującego strukturę algorytmu. Nie ulega wątpliwości, że sformalizowanie procesu analitycznego – do czego doszło w ówczesnej

<sup>18</sup> A. Gołębniak, *Stratigraphic Reconstruction of the Urban Deposits at the Sites of Finnegarden 3A, Dreggasalmenning 14–16 and Skostredet 10 in Bergen* [w:] *Theory and Practice of Archaeological Research*, vol. 2, ed. W. Hensel, S. Tabaczyński, P. Urbańczyk, Warszawa 1995, s. 303–328.

archeologii również w innych ośrodkach<sup>19</sup> – było i nadal pozostaje warunkiem niezbędnym do prowadzenia analiz porównawczych. Współcześnie stanowiłoby niezastąpiony fundament dla algorytmów sztucznej inteligencji. Skomplikowany i pracochłonny system nie zyskał szerszego zainteresowania – być może z powodu braku w tamtych czasach odpowiednich narzędzi obliczeniowych. Skoro jednak jego główne założenia odzwierciedlają strukturę algorytmu, warto przyrzeć się mu ponownie i przybliżyć w świetle dzisiejszych możliwości technologicznych.



6 Prezentacja kolejności etapów analizy treści i charakteru jednostek warstwowych. Oprac. Andrzej Gołębniak

Presentation of the sequence of stages in the analysis of the content and nature of stratigraphic units. Compil: Andrzej Gołębniak

Sposób prowadzenia badań zakładał obowiązek szczegółowego określenia cech fizycznych warstw, przy jednoczesnym ustalaniu skali ich nasycenia. Pięciostopniowa skala stopni intensywności cechy wprowadzała niezbędną dla porównań gradację. Również kolejność analizowanych cech nie była przypadkowa<sup>20</sup> – poza formalnym zapisem miała doprowadzić do określenia charakteru warstw, a więc *de facto* do stworzenia – wraz z definicją – podstaw ich klasyfikacji. Zapisu dokonywano na specjalnie przygotowanych kartach, obowiązkowo wypełniano każde pole, aby w przyszłości treść dokumentacji mogła zostać wykorzystana przy zastosowaniu prostych wyszukiwarek<sup>21</sup>.

Czerpiąc z zalet rozbudowanej formy dokumentowania charakterystyki warstw, wykorzystano możliwość jej graficznego odwzorowania – uzyskany obraz warstwy stawał się formą wykresu, który w zamyśle autora miał pełnić funkcję alternatywnego sposobu sortowania i rozróżniania typów warstw. Dziś, po 40 latach od wprowadzenia tej metody, możliwości wyszukiwania zbieżności cech są bez wątpienia znacznie większe, dlatego warto byłoby ponownie przetestować skuteczność systemu, tym razem z wykorzystaniem potencjału algorytmów sztucznej inteligencji. Wszechstronna analiza i sformalizowany zapis charakterystyki warstw stałyby się nie tylko dowodem rzetelności badawczej i wiarygodności wniosków, lecz także podstawą dalszego rozwoju metodyki badawczej.

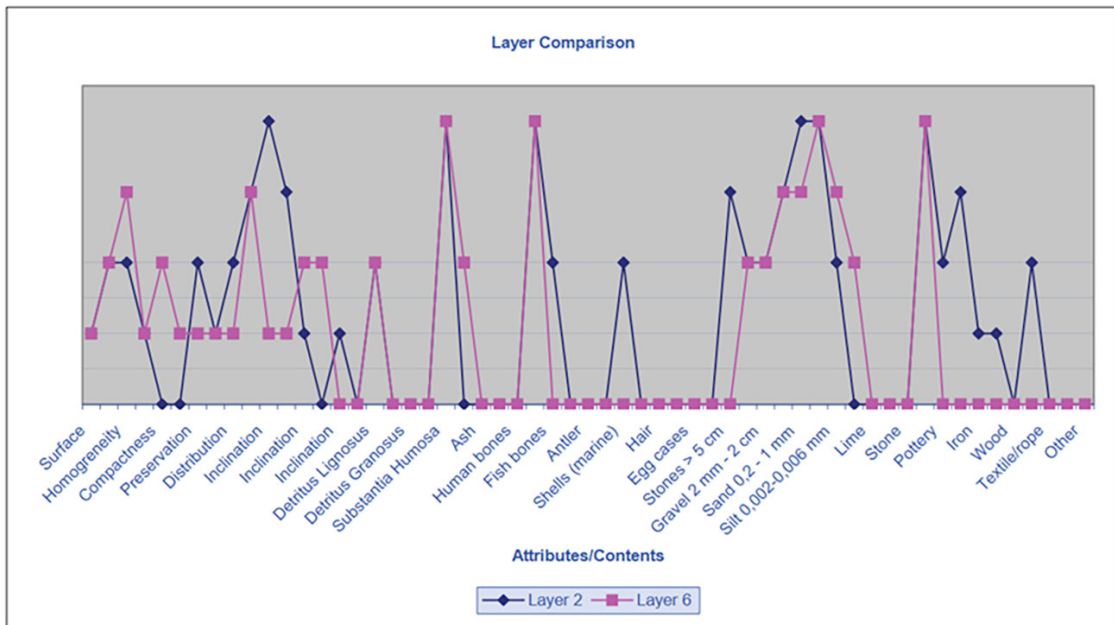
Wypracowany w tamtych czasach system opisu charakterystyki warstw miał również wymiar praktyczny. W Bergen – po dopracowaniu systemu sondowania – służy do dziś jako istotny element monitoringu stanu zachowania historycznych nawarstwień, które wciąż pozostają pod ziemią<sup>22</sup>.

<sup>19</sup> *Archaeological Site Manual*, Museum of London, Archaeology Service, Londyn 1994.

<sup>20</sup> A. Gołębniak, *Modelling the Processes of Stratification in Medieval Urban Deposits*, „Laborativ Arkeologi” 1991, vol. 5, s. 37–45.

<sup>21</sup> Podczas badań w Pułtusk i pierwszych badań na stanowisku Finnegarden 3A w Bergen rozważano zastosowanie kart perforowanych.

<sup>22</sup> *The Monitoring Manual. Procedures & Guidelines for the Monitoring, Recording and Preservation/Management of Urban Archaeological Deposits*, Oslo 2009.



**7** Graficzna forma opisu warstw ustanowiona podczas wykopaliisk na stanowisku Finnegarden 3A, stosowana obecnie do monitoringu warstw zalegających poniżej zabudowy ocalałej części Bryggen. Źródło: NIKU, *The monitoring manual*, [s.l.a.]

Graphic form of layer description established during excavations at the Finnegarden 3A site, currently used to monitor layers lying beneath the buildings of the surviving part of Bryggen. Source: NIKU, *The monitoring manual*, [s.l.a.]

### W poszukiwaniu definicji

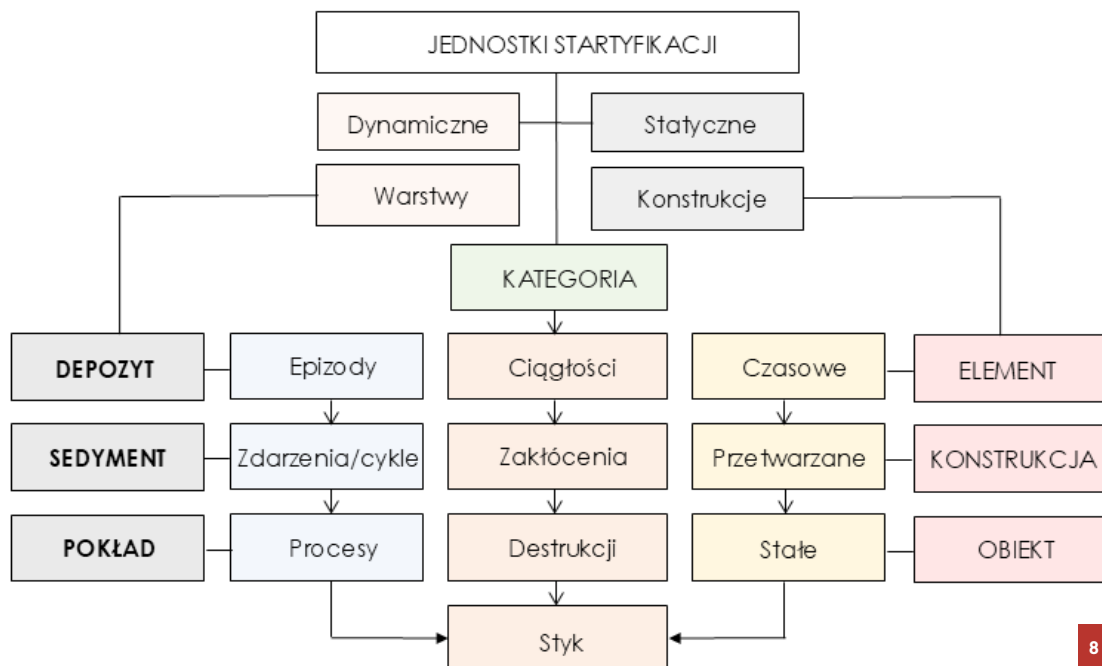
Wszechstronne rozpoznanie treści oraz charakteru jednostek warstwowych, uzupełnione o analizę ich kontekstu strukturalnego i funkcjonalnego, umożliwiło wyodrębnienie typów warstwowych jednostek stratyfikacji<sup>23</sup>. Na tej podstawie nadano im indywidualne nazwy, co umożliwiło porządkowanie danych terenowych oraz stworzyło warunki do ich dalszego przetwarzania. Dotychczasowe doświadczenia badawcze potwierdzają zasadność takiego podejścia. W jego ramach wyróżniono i nazwano trzy podstawowe typy: depozyt, sedyment oraz pokład<sup>24</sup> – każdy z nich zyskał jasną definicję. Ten z pozoru prosty zabieg, wsparty wynikami prowadzonych analiz, otworzył drogę do dalszych, bardziej złożonych klasyfikacji.

Klasyfikacja miała przede wszystkim charakter praktyczny – służyła archeologom jako narzędzie doskonalenia form dokumentacyjnych oraz umożliwiała ich późniejsze twórcze wykorzystanie. To był okres pierwszych prób wdrażania w archeologii systemów gromadzenia danych przestrzennych, takich jak MapInfo, które dopiero torowały drogę dla późniejszych rozwiązań GIS-owych. Wprowadzenie typologii warstw jako depozytów, sedymentów i pokładów było próbą stworzenia języka opisu, który byłby i rozumiały dla badaczy, i podatny na przetwarzanie cyfrowe.

Dzisiaj widać w tej formie zapisu jeszcze więcej zalet – wyniki etapowania analiz oraz powstały w ten sposób ciąg komplementarnych, zdefiniowanych cech tworzą strukturę bliską logice algorytmicznej. Klasyfikacja warstw nie tylko porządkuje materiał empiryczny, ale również przygotowuje go do dalszego wykorzystania w środowisku cyfrowym, zarówno w analizach statystycznych, jak i w modelowaniu opartym na algorytmach sztucznej inteligencji.

<sup>23</sup> M.B. Schiffer, *Formation Processes of the Archaeological Record*, Albuquerque 1987.

<sup>24</sup> Definicje tych terminów wielokrotnie publikowano, natomiast zastosowano je po raz pierwszy podczas badań prowadzonych na stanowisku Finnegarden 3A w 1981 roku. A. Gołębniak, *Some Methodological Aspects of the Excavations at Finnegarden 3A in Bergen*, „Council for British Archaeology Research Report” 1991, iss. 74, s. 162–169.



8

Klasyfikacja jednostek warstwowych i konstrukcyjnych, z definicją ukrytą w nazwie jednostki. Oprac. Andrzej Gołębniak

Classification of stratigraphic and structural units, with the definition hidden in the name of the unit. Compil: Andrzej Gołębniak

Choć rzeczywistość archeologiczna, z uwagi na swoją złożoność i lokalne uwarunkowania, nie sprzyja łatwym uogólnieniom, to wśród cech jednostek warstwowych wyróżnionych w Bergen – a następnie przeniesionych do dokumentacji stanowisk badanych w Płocku i Gdańsku – znajdują się elementy o charakterze uniwersalnym. Są rozpoznawalne niezależnie od stanu zachowania komponentów warstw, co czyni je szczególnie cennymi z punktu widzenia budowy skalowalnych modeli danych. Dla jednostek warstwowych w złym stanie zachowania można korzystać z zasad stosowanych przez geologów, biorąc za wzór na przykład system klasyfikacji<sup>25</sup>. Stosuje się go z powodzeniem na stanowiskach archeologicznych, incydentalnie także w Polsce, a podczas prac w Bergen miał on szerokie zastosowanie dzięki współpracy z Instytutem Botaniki Uniwersytetu w Bergen. Należy podkreślić, że inicjatorem części pomysłów, które legły u podstaw stworzonego formularza opisu warstw, był Knut Krzywinski, norweski botanik, uczestnik wielu ekspedycji archeologicznych w Norwegii i Afryce<sup>26</sup>. W pracach prowadzonych przez autora tekstu pełnił funkcję doradcy, instruktora i nauczyciela niestandardowych sposobów rozpoznawania charakterystyki warstw na różnych etapach ich analizy.

Nic nie stoi na przeszkodzie, aby tego rodzaju modele dokumentacyjne opracowywano i dla grup stanowisk, i dla pojedynczych lokalizacji. Kluczowe znaczenie ma zachowanie jednoznacznej nomenklatury oraz przejrzystości procedur i definicji, które umożliwiają późniejszą weryfikację wyników i ich porównywanie w szerszym kontekście. Taka standaryzacja zwiększa wartość naukową dokumentacji i znacząco podnosi potencjał jej wykorzystania w budowie coraz bardziej zaawansowanych sztucznych sieci neuronowych, zdolnych do analizy, klasyfikacji i interpretacji danych archeologicznych na skalę niespotykaną dotąd w archeologii terenowej.

<sup>25</sup> J. Troels-Smith, *Karakterisering af løse jordarter. Charakterisation of unconsolidated sediments*, „Damnarsk Geologiske Undersøgelse” 1955, vol. 4, iss. 10, s. 39–88; L. Kubiak, M. Makohonienko, M. Polcyn, *Wstępne doniesienia z badań średniowiecznego mostu/grobli w Gieczu koło Środy Wlkp.*, „Studia Legnickie” 1991, nr 2, s. 217–227; K. Krzywinski, K. Loe Hjelle, *BRM 20 Kroken 7–9. Projektskisse. Archive report*, Bergen 1985.

<sup>26</sup> K. Krzywinski, *Botanikk byarkeologisk sammenheng. Norsk byarkeologi inn 1990-årene*, Bergen 1991, s. 137–154.

Archeologia jest prawdopodobnie jedyną nauką humanistyczną pozbawioną precyzyjnie zdefiniowanej terminologii oraz jednoznacznych, powszechnie akceptowanych definicji<sup>27</sup>. Problem dotyczy przede wszystkim procedur terenowych, czyli działań stanowiących fundament dla późniejszych interpretacji. Brak wiążących definicji oraz niemal całkowita dowolność w sposobie opisu jednostek warstwowych narażają archeologię na osłabienie podstaw dowodowych – w miejscu potwierdzonych ustaleń pojawia się przestrzeń dla intuicyjnych wniosków, a niekiedy nawet dla domysłów. Brak procedur osadzonych w jednoznacznej nomenklaturze skutecznie zamyka drogę do tworzenia spójnych rozwiązań systemowych, co skazuje współczesną archeologię na incydentalne, często jednorazowe inicjatywy. Dotychczasowe rozróżnienia jednostek warstwowych (warstwa naturalna, osadnicza, niwelacyjna i inne) stosowane przez badaczy terenowych do określenia ich charakteru jedynie w ograniczonym stopniu wypełniają tę lukę. Choć w praktyce są użyteczne, to nie tworzą systemu o wystarczającej precyzji i uniwersalności, by stanowił podstawę dla dalszego rozwoju metodologii, zwłaszcza w kontekście cyfrowego przetwarzania danych. Nie zmienia to faktu, że wciąż trwają poszukiwania sposobu wyróżniania jednostek.

Integralnym elementem rozwijanego systemu było równoległe wprowadzenie definicji jednostek stratygrafii<sup>28</sup>. Ten zabieg podzielił procedury terenowe na dwa zasadnicze etapy. Pierwszy, oparty na sformalizowanym zapisie, ukierunkowany był na próbę odtworzenia dynamiki procesu stratyfikacji – czyli kolejnych etapów formowania się warstw. Drugi koncentrował się na opisie rezultatu tych procesów, a więc na dokumentacji samej stratygrafii. Taki podział porządkował działania terenowe i tworzył pomost między dokumentacją opisową a pomiarowo-ilustracyjną, co umożliwiało ich wzajemne powiązanie i interpretację.

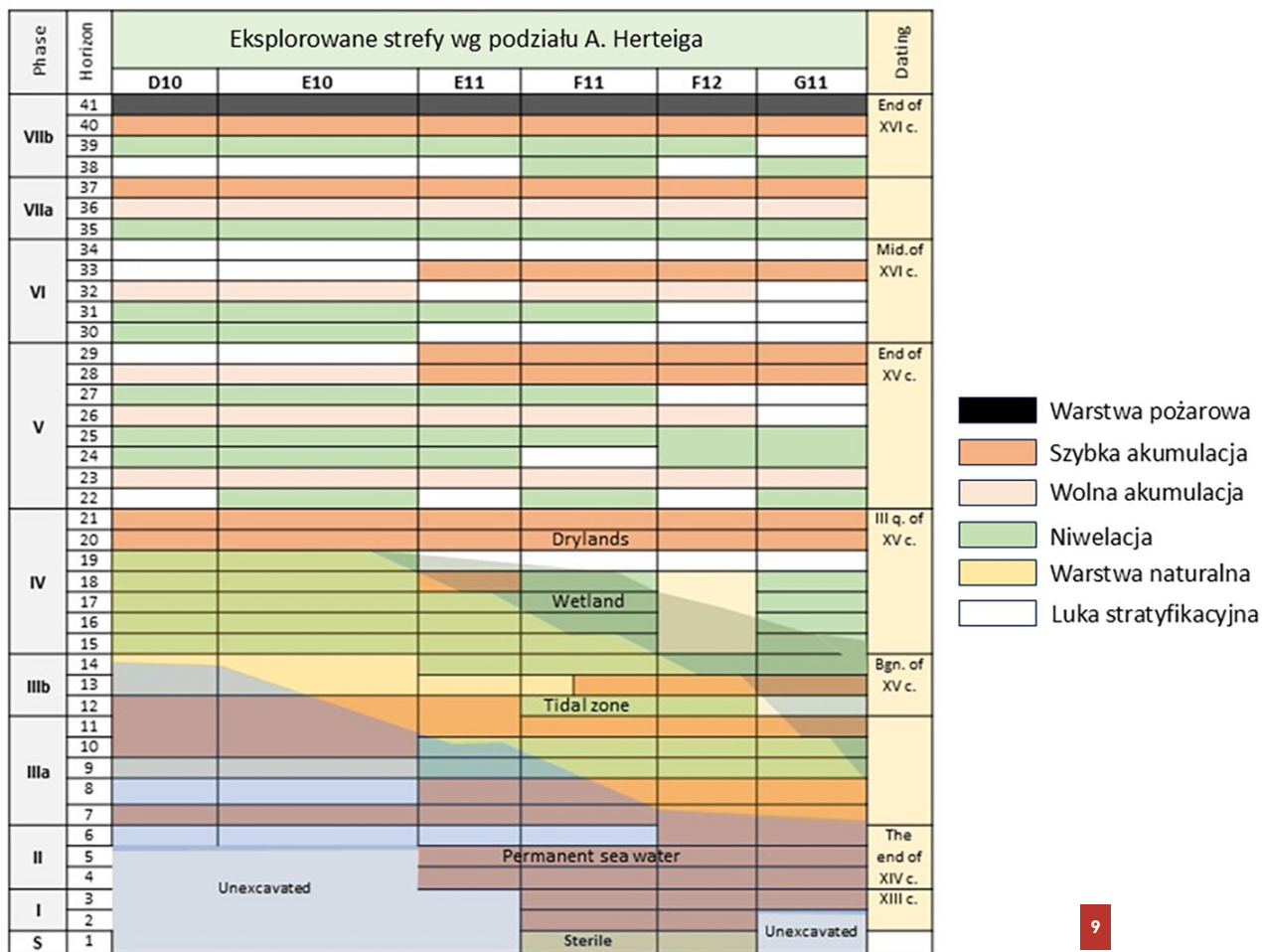
W praktyce wykopaliskowej archeolog rejestruje poszczególne – powstałe w wyniku procesu stratyfikacji – elementy porządku stratygraficznego. Do nazwania podstawowej jednostki opisu użyto potocznego terminu „warstwa” – choć jest to określenie ogólne i głęboko zakorzenione w tradycji archeologicznej, jego użycie w charakterze opisowym nie stanowi dysonansu. Kolejne jednostki zostały nazwane „horyzontem” oraz „poziomem osadniczym”, natomiast najbardziej ogólną jednostką opisu stratygrafii stała się „faza”.

Każdy z tych poziomów może być stosowany przez archeologa w próbach połączenia warstwy opisowej z dokumentacją ilustracyjno-pomiarową, co dowodzi elastyczności systemu i może być wyznacznikiem szczegółowości przeprowadzonych badań (wynikającej w wielu przypadkach ze stanu zachowania badanych warstw i konstrukcji). Taka struktura zbiorczego modelu porządkuje dane terenowe i jednocześnie przygotowuje je do dalszego przetwarzania – w kontekście zarówno analiz porównawczych, jak i potencjalnego zastosowania w środowisku cyfrowym, w tym w systemach opartych na sztucznej inteligencji. Zachowanie jednoznacznej terminologii i etapowości procesu dokumentacyjnego jest warunkiem koniecznym budowy interoperacyjnych baz danych, które mogą być wykorzystywane w analizach wielostanowiskowych, a także w modelowaniu stratygrafii przy użyciu algorytmów sztucznej inteligencji.

Warunkiem powodzenia tego typu działań jest konsekwentne utrzymanie eksploracji w trybie stratygraficznym. W przypadku stanowisk wielowarstwowych jest to nie tylko zalecenie, lecz wręcz konieczność – z nielicznymi wyjątkami wynikającymi z lokalnych uwarunkowań. Po rozpoznaniu charakteru warstw zadaniem archeologa jest przygotowanie w obrębie wykopu płaszczyny, która – po zakończeniu etapu interpretacji przestrzennej oraz ustaleniu chronologicznych i funkcjonalnych relacji między jednostkami – przedstawia zdefiniowany epizod stratyfikacyjny. Najbardziej efektywną jednostką dla tego typu analiz przestrzennych wydaje się zatem horyzont, choć bardziej skrupulatni badacze, dążący do maksymalnej precyzji, mogą oprzeć dokumentację na poziomie jednostek podstawowych, czyli warstw.

<sup>27</sup> T. Darvill Timothy, *The Concise Oxford Dictionary of Archaeology*, ed. 2, Oxford 2009.

<sup>28</sup> A. Gołębniak, *Organizacja badań i podstawowe założenia metodyczne wykopalisk [w:] Badania archeologiczne terenu przyszłego centrum dominikańskiego w Gdańsku*, red. A. Gołębniak, Warszawa 2001, s. 36–75.



9 Bazowy podział stratygrafii stanowiska Skostredet 10 w Bergen z określonymi chronologicznie fazami. Podstawą rekonstrukcji procesu stratyfikacji jest 41 horyzontów, każdy o zdefiniowanej historii, wpisanej w zmieniającą się topografię badanego terenu. Oprac. Andrzej Gołębniak

Basic stratigraphic division of the Skostredet 10 site in Bergen with chronologically defined phases. The reconstruction of the stratification process is based on 41 horizons, each with a defined history, inscribed in the changing topography of the area studied. Compil: Andrzej Gołębniak

**W kierunku zmian systemowych**

Tak szczegółowa rejestracja, choć cenna, ogranicza możliwość tworzenia szerszych ciągów stratyfikacyjnych. Dopiero wnikliwa analiza styków pomiędzy jednostkami – zarówno warstwowymi, jak i konstrukcyjnymi – pozwala na identyfikację luk stratygraficznych, czyli miejsc, w których sekwencja warstw została przerwana wskutek usunięcia wcześniej zdeponowanych jednostek. To może być efekt działań intencjonalnych (na przykład niwelacji terenu) lub procesów naturalnych (erozji, przekształceń środowiskowych) – takie zjawiska są powszechnie spotykane na stanowiskach wielowarstwowych i mają istotne znaczenie dla rekonstrukcji historii miejsca.

Można zaryzykować stwierdzenie, że powtarzające się niwelacje są wręcz istotą procesów stratyfikacyjnych – występują częściej niż ciągła akumulacja. W praktyce oznacza to, że łączny wiek zachowanych jednostek warstwowych stanowi jedynie fragmentaryczny zapis historii stanowiska. Z tego względu identyfikacja luk stratygraficznych powinna być jednym z nadrzędnych celów archeologa prowadzącego badania wykopaliskowe<sup>29</sup>. W tym kontekście szczególnego znaczenia

<sup>29</sup> A. Gołębniak, *Urban archaeology* [w:] *E-learning Archaeology, The Heritage Handbook*, ed. M. Kok, H. van Londen, A. Marciniak, Amsterdam 2012, s. 217–235.

Phase	Horizon	Eksplorowane strefy wg podziału A. Herteiga						Dating
		D10	E10	E11	F11	F12	G11	
VIIb	41	2	1, 3, 12	1, 4, 5	1, 4, 5	1, 4, 5	1	End of XVI c.
	40	9, 10, 18	7	149, 7, 150	6, 7	6	6	
	39	25	8	8	8, 15	8		
	38				16		16	
VIIa	37	11	11	11	13, 14	13, 14	13	Mid. of XVI c.
	36	29	23, 22	22	21	21	21	
	35	17, 19	19, 36, 28	20, 36	20	20	20	
VI	34							Mid. of XVI c.
	33			27	27	27	27	
	32	30	39, 54, 55		34	34		
	31	24, 50	24, 37	37	35, 45, 38			
V	30	40, 48	40, 41, 56, 48					End of XV c.
	29			32	32	32	32	
	28	53, 65	59, 53, 65	33	49, 33, 47	49, 33	49, 33	
	27	60, 71	60, 164, 52	46, 164, 52	42, 43, 52, 44			
	26	68, 77, 82	68, 77, 82	77, 168, 46	46, 31	31		
	25	69, 78	69, 78, 51	69, 51	51, 58			
	24	83	83, 87, 89, 90, 91, 92, 93	173		51	51	
23	72	72	72	57	57	57		
IV	22		97		64		64	III q. of XV c.
	21	99	85, 99	85, 99	61, 66	66	66	
	20	100	100, 102, 109	62, 100	62	62	62	
	19	103, 136, 137	101, 110, 103					
	18	117, 118	113, 120, 116, 115, 117, 118	120	67, 73, 70		73, 70	
	17	123	119, 114, 121, 122, 123, 124	122	74			
	16	133, 131	127, 132, 131	76, 183, 184	76, 75	76	75	
15	138, 139, 142	134, 141, 144, 140, 143	140	81, 80	76	81		
IIIb	14			79	79, 84	79	79	Bgn. of XV c.
	13	148	148	86	86	88, 95	88, 135, 95	
	12	Permanent sea water		154	145, 94, 96, 146	94, 96, 147		
IIIa	11	154	154		98	98	98	The end of XIV c.
	10			188	151, 152, 153	151	152	
	9	161	161	189, 155	167, 155, 156	157, 155	156	
	8	160, 163, 170	160, 163, 170	158, 162	158, 159, 162	158, 162	158, 158, 165	
II	7	171, 177, 179	171, 177, 178, 179	157	157	168	168	The end of XIV c.
	6	180	180	168	168			
	5			169	169	169	169	
I	4			172	172, 176	172, 176	172	XIII c.
	3				186	186	182	
S	2				185, 187	185, 187		Unexcavated
	1				Sterile	Sterile	Unexcavated	

- Warstwa pożarowa
- Szybka akumulacja
- Wolna akumulacja
- Niwelacja
- Warstwa naturalna
- Luka stratyfikacyjna

10

Model bazowy stanowiska Skostredet 10 z wpisanymi numerami zdefiniowanych warstw. Oprac. Andrzej Gołębniak

Base model of the Skostredet 10 site with the numbers of the defined layers inscribed. Compil: Andrzej Gołębniak

nabierają próby opracowania optymalnych metod analitycznych, których skuteczność może zostać wzmocniona poprzez zastosowanie bibliotek cech – zapisywanych w formie algorytmów i wykorzystywanych w środowisku cyfrowym.

Istotę systemu obrazują trzy kolejne ilustracje (9, 10 i 11). Dla przejrzystości zostały zaprezentowane oddzielnie, choć nic nie stoi na przeszkodzie, aby je połączyć w jeden spójny model. Warto podkreślić, że badania prowadzone w rejonie dawnej strefy zaplecza portowego średniowiecznego Bergen były ostatnim etapem niezrealizowanej koncepcji budowy przestrzennej bazy danych w oprogramowaniu GIS MapInfo. System ten, poza opisanymi wcześniej procedurami analitycznymi i interpretacyjnymi, obejmował również wewnętrzny podział stanowiska na kwadraty oznaczone symbolami, wyznaczone arbitralnie na podstawie geodezyjnej siatki miejskiej. Podział miał pomóc utrzymać przestrzenny ład, który byłby zgodny z zasadami zaproponowanymi wcześniej przez Asbjørna Herteiga.

Ten siatkowy podział odegrał kluczową rolę w korelacji sekwencji stratygraficznych rejestrowanych w obrębie poszczególnych kwadratów. Umożliwił również weryfikację ustalonych sekwencji, szczególnie w kontekście występowania luk stratygraficznych. Ilustracja 9 przedstawia wewnętrzny podział stanowiska w poziomie, według linii siatki geodezyjnej, opatrzonej indywidualnymi symbolami, oraz w pionie, według horyzontów zgrupowanych w fazach osadniczych i osadzonych w ramach chronologicznych. W dolnej części modelu, wykorzystując arbitralny podział przestrzenny, umieszczono topograficzne rozróżnienie stanowiska, a przy tym wskazano

zasięg przestrzenny i chronologiczny kolejnych etapów jego konfiguracji. Przy użyciu kolorów (opisanych w legendzie) zobrazowano charakter warstw tworzących stratygrafię badanego miejsca – ich wzajemna korelacja pozwoliła na identyfikację luk stratygraficznych. Innymi słowy, ilustracja 9 przedstawia podstawowe podziały i stanowi bazową charakterystykę procesu stratyfikacji stanowiska. System ten został wstępnie opisany bezpośrednio po zakończeniu badań terenowych i określony jako model depozycyjnej historii stanowiska<sup>30</sup>.

Drugim etapem prezentacji systemu było wprowadzenie do tabeli numerów jednostek warstwowych (il. 10). Część z nich rozciągała się na obszarze całego stanowiska, inne występowały jedynie lokalnie, w niektórych tylko sektorach. W oryginalnej wersji modelu każdy numer jednostki był opatrzony symbolem określającym jej charakter – co pozwalało na szybkie rozpoznanie typu warstwy i jej funkcji w stworzonej strukturze stratygraficznej. Zamiarem zespołu badawczego było uwzględnienie wszystkich jednostek – po uprzedniej eliminacji numerów zdublowanych, co miało zapewnić spójność i przejrzystość zapisu. W końcowej wersji modelu, dla zwiększenia czytelności, symbole zostały zastąpione kolorami tła, zgodnie z zasadą interpretacji zbiorczej (patrz treść legendy). Taki zabieg uprościł wizualizację i umożliwił szybsze porównania między jednostkami, co w kontekście analizy przestrzennej i korelacji stratygraficznej okazało się szczególnie użyteczne.

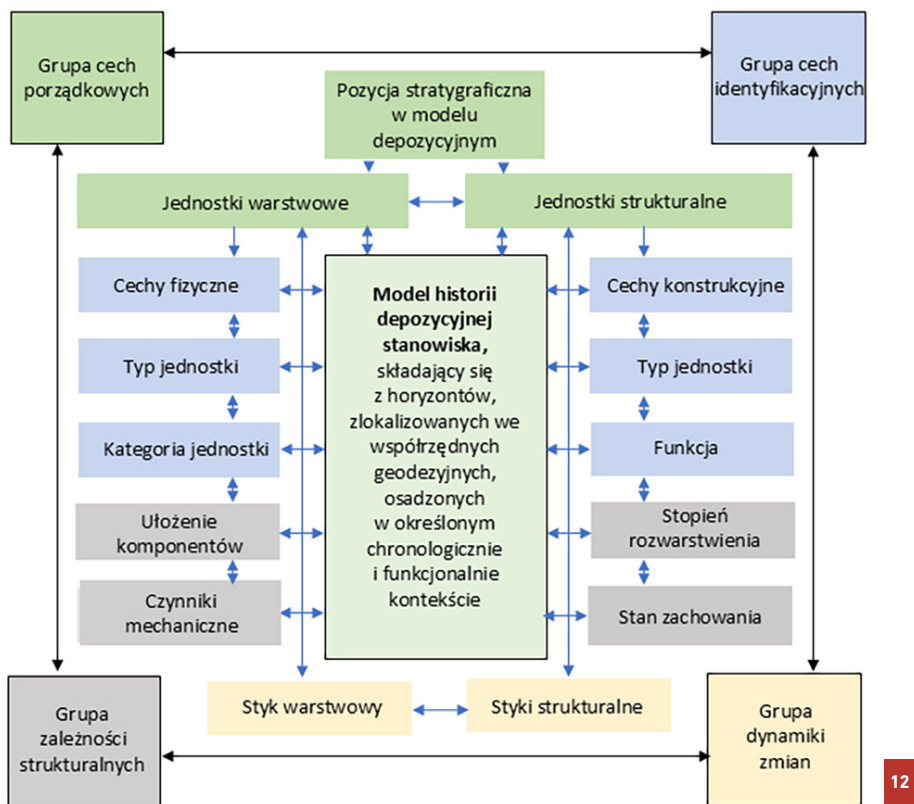
Podczas badań świadomie zrezygnowano ze stosowania macierzy Harrisa, która – choć powszechnie używana i uznana także przez autora tego tekstu za główny sposób rejestracji zależności stratygraficznych w wykopie – nie zawsze oddaje dynamikę procesów stratygraficznych w sposób wystarczająco przejrzysty. Jest – i zapewne pozostanie – niezastąpionym sposobem graficznego zobrazowania relacji zachodzących pomiędzy wydzielonymi przez archeologa warstwami, jednak (w mojej opinii) nie może być traktowana jako cel badań. Niemniej pozostaje podstawą każdego prac i każdego raportu – świadczy o prowadzeniu badań zgodnie z metodycznymi zasadami i tworzy pole dla dalszych analiz.

Z takiego założenia wyszedł zespół prowadzący badania na stanowisku Skostredet 10, jednak zdecydowano się na tworzenie ciągów stratygraficznych w formie syntetycznego modelu – zarówno akumulacyjnych, budowlanych, jak i niwelacyjnych. Model miał pokazywać relacje między jednostkami oraz obrazować ich ewolucję w czasie i przestrzeni – poprzez arbitralnie narzucony podział stanowiska. Wprowadzenie takiego systemu wynikało z przekonania, że przy próbie odtworzenia procesu stratyfikacji podstawą będzie nie pojedyncza warstwa, ale wychwycona w trakcie eksploracji relacja przyczynowo-skutkowa, która zachodzi pomiędzy warstwami. Przekonanie to opierało się na skrupulatnej analizie składu i struktury każdej jednostki warstwowej. Tak ustawiona strategia doprowadzić miała do schematycznego zobrazowania podzielonej na epizody historii zmian przestrzennych tej części miasta. Należy podkreślić, że tego typu eksperymenty metodyczne można było prowadzić jedynie z kadrą wykwalifikowanych eksploratorów w miejscach o dobrym stanie zachowania. Eksperymenty nie były próbą konkutowania z macierzą Harrisa, ale miały pokazać możliwości jej przetworzenia czy też uschematyzowanej formy jej twórczego wykorzystania.

Wpisując w poziome rubryki numery odkrytych konstrukcji, oznaczając ich charakter oraz zasięg w pionie stratygraficznym, uzyskano stratygraficzny zwornik oraz pełny obraz procesu stratyfikacji, rozpisany na różnych poziomach szczegółowości (il. 11). Tak skonstruowany model stał się syntetycznym raportem, przekazującym najważniejsze informacje dotyczące ewolucji topografii historycznej stanowiska, zmian strukturalnych, charakteru działań w poszczególnych fazach oraz porządku stratygraficznego – uwzględniającego wszystkie szczegóły zarejestrowane na etapie opisu i interpretacji jednostek warstwowych. Struktura stworzonego modelu, oparta na logicznych relacjach, typologii jednostek i ich przestrzennej korelacji, spełnia warunki niezbędne do przetwarzania danych przez uczące się algorytmy – już wtedy archeologia terenowa zbliżała

<sup>30</sup> A. Golembnik, A.R. Dunlop, *A system for Documentation and Processing of Information from Medieval Urban Deposit* [w:] *Proceedings from the 6<sup>th</sup> Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology*, Esbjerg 1996, s. 247–258.





12

Diagram złożoności procesu badawczego, który zmierza do rekonstrukcji procesu stratyfikacji i ustanowienia podziału stanowiska wedle zdefiniowanych grup cech. Oprac. Andrzej Gołębniak

Diagram of the complexity of the research process, which aims to reconstruct the stratification process and establish a division of the site according to defined groups of features. Compil: Andrzej Gołębniak

12

czarno-białej oraz kolorowej (w formie diapozytywów), które stanowiły wizualne uzupełnienie zapisów rysunkowych<sup>32</sup>.

Wyniki badań prowadzonych na stanowisku Skostredet 10 w Bergen nie doczekały się pełnego autorskiego opracowania, pokazują jednak, jak ważne i konieczne są eksperymenty i próby zmierzające ku rozwiązaniom, których perspektywa dopiero zaczyna się rysować. W Bergen chciano stworzyć jednolity system zapisu wyników badań w przestrzeni miasta, uwzględniający podział bazowy zaproponowany przez Asbjørna Herteiga. Praca wykonana na stanowisku Skostredet 10 zbiegła się w czasie z apogeum metodycznej dokładności – tuż przed nadejściem rewolucji cyfrowej, która miała diametralnie zmienić sposób prowadzenia badań terenowych – a skala prowadzonych prac i ich rozmach miały zmienić podejście do tej kwestii archeologów, a także oczekujących na efekt ich pracy odbiorców.

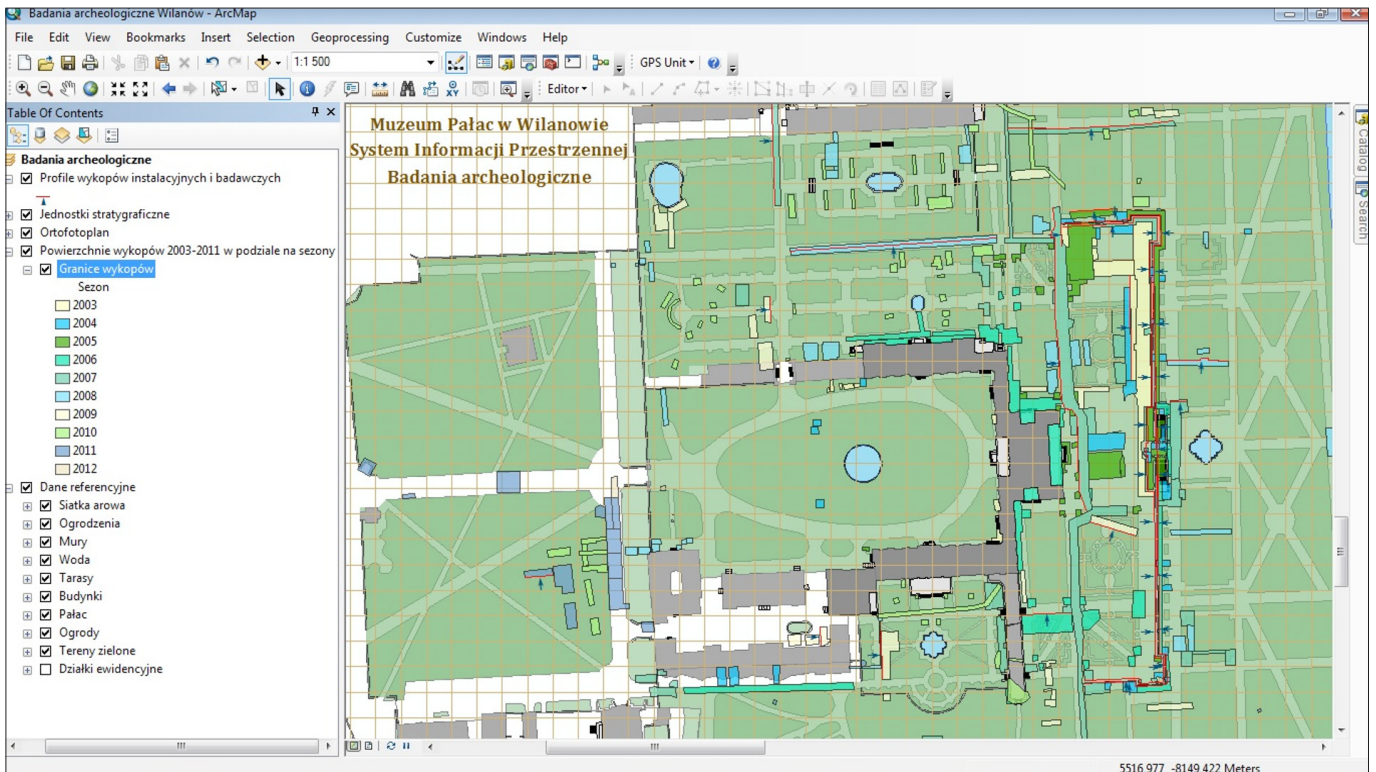
### Krok ku nowoczesności

Pomimo że system nie został wówczas w pełni dopracowany, prace prowadzone przez autora w Bergen stworzyły podstawę do dalszych eksperymentów. Wraz z nadejściem technicznej rewolucji stały się punktem wyjścia do kolejnych prób, zmierzających do budowy systemu opartego na cyfrowych metodach dokumentacji, analizie przestrzennej i modelowaniu danych. Przemiany te zbiegły się w czasie z gwałtownym wzrostem zapotrzebowania na archeologię ratowniczą, wynikającym z dużych inwestycji infrastrukturalnych i przemysłowych, co wymusiło konieczność przyspieszenia procesów badawczych.

Etap przejściowy między tradycyjnym warsztatem wykopaliskowym a nowymi możliwościami technicznymi ilustrują badania na stanowisku „Centrum dominikańskie” w Gdańsku<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> Autor nie ustrzegł się potknięć – niejednoznaczności spowodowane były pozostawianiem w planie wykopu elementów drewnianej architektury, uprzednio zadokumentowanych (problem częściowego dublowania rejestracji).

<sup>33</sup> *Badania archeologiczne terenu przyszłego centrum dominikańskiego w Gdańsku*, op. cit.



**13** Strona tytułowa przestrzennej bazy danych GIS, obejmująca pełną dokumentację wszystkich wykopów w Wilanowie. Dzięki ekstensywnemu systemowi prowadzenia badań baza była dopełnieniem treści publikowanych na bieżąco na stronie internetowej ekipy. Wyk. Małgorzata Chwiej

Title page of the spatial GIS database, containing complete documentation of all excavations in Wilanów. Thanks to an extensive research system, the database complemented the content published on an ongoing basis on the team's website. Compil: Małgorzata Chwiej

Doświadczenia te zostały następnie przeniesione i rozwinięte w ramach badań na gdańskim stanowisku „Hotel Rezydent”<sup>34</sup>. Zastosowana tam metoda opierała się na wzorcach wypracowanych w Bergen, lecz została wzbogacona o elementy nowoczesnych rozwiązań technologicznych. Prace doczekały się starannego opracowania, a ich dorobek – obejmujący między innymi pierwsze zastosowania geodezyjnie pozycjonowanej fotogrametrii cyfrowej oraz archiwizacji danych w formacie CAD – stał się fundamentem systemu wdrożonego podczas badań archeologicznych rezydencji królewskiej w Wilanowie (2003–2011).

Dzięki kadrze wyrosłej z doświadczeń gdańskich, głównie absolwentów Uniwersytetu Warszawskiego, oraz udziałowi specjalistów z innych dziedzin nauki i wsparciu dyrekcji muzeum udało się w krótkim czasie zbudować w Wilanowie system implementujący najnowsze osiągnięcia technologiczne, w tym skaner laserowy oraz sprzęt i oprogramowanie fotogrametryczne (początkowo w technologii 2D, a w późniejszej fazie w pełnym 3D). Poszerzono kreatywne wykorzystanie systemu CAD, stworzono przestrzenną bazę danych GIS, co dało podstawę do trójwymiarowego modelowania historycznej przestrzeni. Ten interdyscyplinarny i technologicznie zaawansowany system wyznaczył nowy standard w dokumentacji archeologicznej, łącząc precyzję pomiarową z możliwościami analitycznymi, jakie oferuje cyfrowe środowisko pracy<sup>35</sup>.

<sup>34</sup> *Między Długim Targiem a Powroźniczą. Parcele mieszczkańskie na Głównym Mieście w Gdańsku w świetle badań archeologicznych*, red. K. Blusiewicz, M. Starski, Warszawa 2022.

<sup>35</sup> A. Gołębniak, T. Morysiński, *Czas na nowe technologie*, „Ochrona Zabytków” 2004, nr 1–2, s. 93–102; M. Gładki, K. Czajkowski, *Zastosowanie cyfrowej fotogrametrii naziemnej w dokumentacji archeologicznej i architektonicznej*, Warszawa 2004, s. 37–57; R. Kamiński, *Zastosowanie cyfrowej fotogrametrii naziemnej*



14 Zamek w Malborku – kontekst przestrzenny dla badań wykopaliskowych prowadzonych w kaplicy św. Anny w kościele Najświętszej Marii Panny. Wyk. Andrzej Gołębniak, Iwona Żyła-Sutkowska

Malbork Castle – spatial context for excavations conducted in St Anne's Chapel in the Church of the Blessed Virgin Mary. Compil: Andrzej Gołębniak, Iwona Żyła-Sutkowska

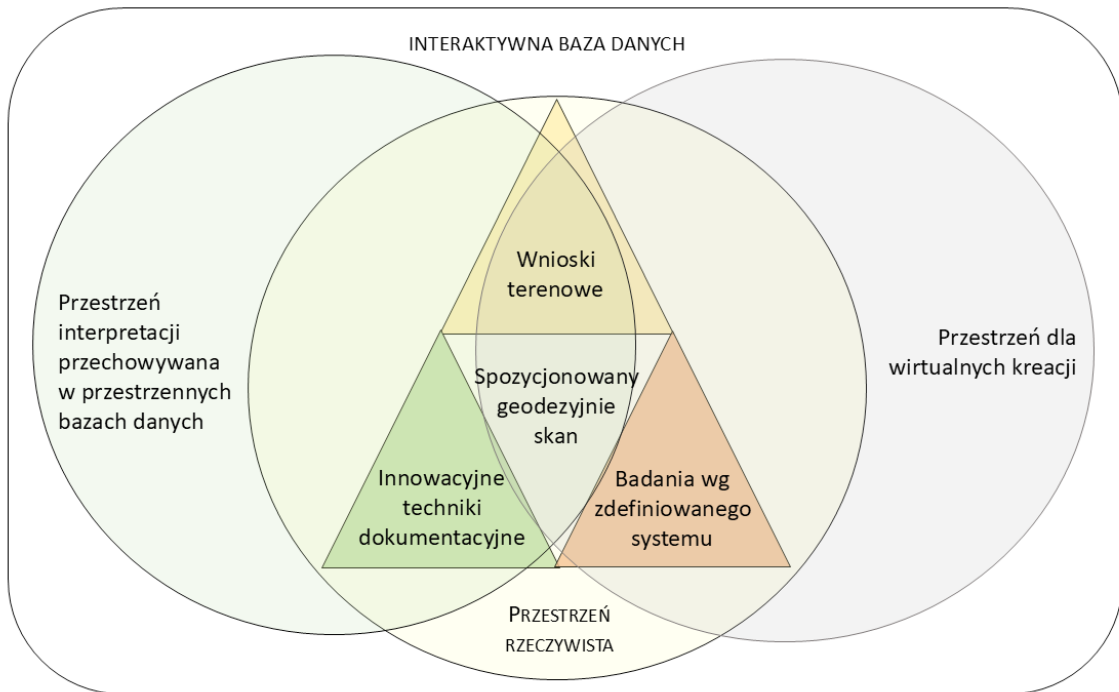
14

Dzięki jasno określonym regułom działania w terenie udało się zgromadzić i zestawić stratygrafię blisko 400 wykopów, eksplorowanych w ciągu dziewięciu lat nieprzerwanej pracy, prowadzonej również w okresach zimowych. Największym osiągnięciem tego etapu badań było opracowanie zasad wykorzystania skanera laserowego do celów dokumentacyjnych. Działania uświadomiły znaczenie kontekstu przestrzennego w dokumentacji archeologicznej oraz kluczową rolę geodezji w procesie scalania wyników badań terenowych. Dzięki zdobytym doświadczeniom możliwe stało się połączenie stratygraficzne warstw i struktur oddalonych od siebie przestrzennie, co z kolei umożliwiło rekonstrukcję historycznej topografii rozległych obszarów rezydencji<sup>36</sup>. W ten sposób zbudowano podstawę dla nowej narracji historycznej, wzbogaconej o fakty ujawnione w trakcie badań. Uporządkowana dokumentacja zasiliła równoległe rozwijaną bazę danych GIS, która stała się fundamentem interaktywnego archiwum, łączącego warstwę naukową z potencjałem popularyzatorskim – przez cały okres badań aktywna była strona internetowa informująca o przebiegu badań i o ich wynikach.

Kolejne etapy ewolucji metodyki wykopaliskowej wykorzystującej innowacyjne techniki pomiarowe i dokumentacyjne realizowane były podczas badań na zamku w Krzyżtoporze (2010–2011), na zamku w Lidzbarku Warmińskim (2015–2016), na zamku w Malborku (2016), przy klasztorze dominikanów w Sandomierzu (2017–2018) oraz – z metodologicznego punktu widzenia

*na wykopaliskach w ogrodach wilanowskich [w:] Podhorce i Wilanów. Interdyscyplinarne badania założeni rezydencjonalnych*, red. K. Gutkowski, H. Kowalski, Warszawa 2008, s. 63–72; M. Chwiej, K. Gołębniak, *System informacji przestrzennej dla badań archeologicznych w Wilanowie [w:] Archeologia wilanowska. Interdyscyplinarne badania archeologiczne w Wilanowie w latach 2003–2011*, red. R. Solecki, A. Gołębniak, Warszawa 2025, s. 313–325; A. Gołębniak, *Archeologia wilanowska w teorii i praktyce [w:] Archeologia wilanowska...*, op. cit., s. 297–313.

<sup>36</sup> A. Gołębniak, *Narodziny rezydencji wilanowskiej w świetle wyników badań archeologicznych [w:] Archeologia wilanowska...*, op. cit., s. 143–239.



15

Diagram przedstawiający koncepcję organizacji badań archeologicznych wykorzystujących innowacyjne techniki badawcze i dokumentacyjne, zmierzające do tworzenia interaktywnych baz danych, które służyłyby w swej podstawie nauce, a w nakładkach do modeli – popularyzacji wiedzy. Oprac. Andrzej Gołębniak

Diagram presenting the concept of organizing archaeological research using innovative research and documentation techniques, with the objective of creating interactive databases that would serve as a basis for science and, in overlays to models, the popularization of knowledge. Compil: Andrzej Gołębniak

najważniejsze – przy kolegiacie i kościele św. Mikołaja w Wiślicy (2019–2022)<sup>37</sup>. Wszystkie projekty bazowały na wcześniej wypracowanych zasadach organizacji prac wykopaliskowych, a jednocześnie wprowadzały do instrumentarium badawczego coraz bardziej zaawansowane technologie.

Kolejne aplikacje powstawały na gruncie doświadczeń zebranych podczas badań rezydencji królewskiej w Wilanowie<sup>38</sup>. Bo to właśnie tam po raz pierwszy kompleksowo wykorzystano potencjał skanera laserowego, precyzję obrazowania fotogrametrii cyfrowej, techniczną dokładność systemu CAD oraz uniwersalność sortowania danych w środowisku GIS. Te elementy zadecydowały o rozpoczęciu prac nad interaktywną formą prezentacji wyników badań wykopaliskowych – u podstaw tej koncepcji legła idea opracowania wyników w formie wielopoziomowej, łączącej wymogi naukowe z walorami popularyzatorskimi. Kluczowym atutem tego podejścia miał być precyzyjny, geodezyjnie spozycjonowany obraz przestrzenny stanowiska, umożliwiający swobodne poruszanie się po jego strukturze oraz kontekście stratygraficznym. Dodatkowo wykorzystanie przestrzennej bazy danych GIS zapewniać miało uniwersalność i skalowalność systemu, co otwierałoby drogę do dalszych analiz i prezentacji. Innymi słowy, celem było stworzenie systemu, który łączyłby wartość naukową z transparentnością danych oraz atrakcyjną, wizualnie przystępną

<sup>37</sup> A. Gołębniak, *Organizacja badań archeologicznych i nowe odkrycia dokonane podczas prac budowlanych prowadzonych w rejonie kolegiaty Narodzenia NMP w Wiślicy w latach 2019–2021* [w:] *Architektura średniowieczna i archeologia – konteksty*, red. T. Rodzińska-Choraży, Wrocław 2024, s. 103–127; A. Gołębniak, *Podstawy metodyczne i wstępne wyniki badań archeologicznych prowadzonych przy kolegiacie Narodzenia Najświętszej Marii Panny w Wiślicy w sezonach 2019–2021*, „Rocznik Muzeum Narodowego w Kielcach” 2023, t. 38, red. R. Kotowski, Kielce 2024, s. 205–259. Tam też noty bibliograficzne do badań prowadzonych na pozostałych stanowiskach: Krzyżtopór, Lidzbark Warmiński, Malbork i Sandomierz.

<sup>38</sup> A. Gołębniak, *Archeologia wilanowska w teorii i praktyce*, op. cit.

formą prezentacji. Taka integracja miała usprawnić proces dokumentacyjny i umożliwić jego upowszechnienie – zarówno w środowisku akademickim, jak i wśród odbiorców spoza świata nauki. Archeologia zaczęła funkcjonować nie tylko jako dyscyplina badawcza, ale również jako przestrzeń komunikacji społecznej, w której technologia pełni funkcję pomostu między wiedzą specjalistyczną a jej publicznym odbiorem.

Już podczas prac w Malborku zdecydowano się na zastosowanie aktywnego modelu przestrzennego, uwzględniającego strukturalny kontekst badań wykopaliskowych. Przyjęto zasadę obowiązkowego tworzenia geodezyjnie pozycjonowanego modelu przestrzennego, opartego na chmurze punktów generowanej przez skanery laserowe, powiązanej ze szcążkową dokumentacją ilustracyjno-opisową każdego horyzontu. Materiał ten wykorzystywano do budowy bazy GIS, stanowiącej podstawę dalszych etapów budowy, z użyciem programu Unity 3D<sup>39</sup>, trójwymiarowego, interaktywnego archiwum, które umożliwiało poruszanie się po przebadanej przestrzeni na ekranie komputera lub planowanego telebimu. Chodziło o stworzenie produktu turystycznego – wirtualnego spaceru w miejscu prowadzonych badań, z możliwością dotarcia do każdego wydzielonego poziomu<sup>40</sup>. Choć projekt nie został zrealizowany w pełni z powodu

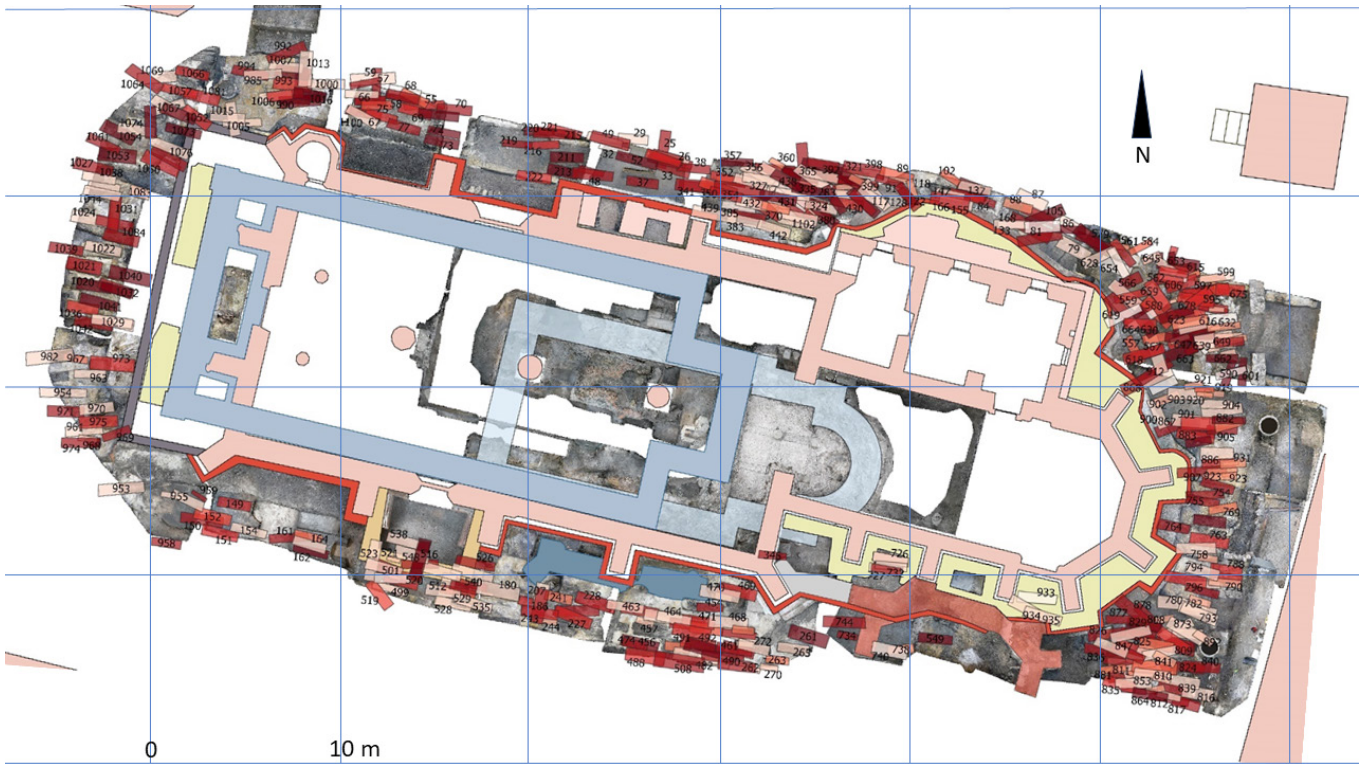


16 Klasztor dominikanów w Sandomierzu – zrzut z ekranu interaktywnej bazy danych (projekt pilotażowy), zawierającej zestaw wykonanej dokumentacji z wydzielonymi horyzontami chronologicznymi, widocznymi na pasku u góry ekranu. W każdym wybranym poziomie można poruszać się po wykopach i mieć wgląd we wszystkie dokonane odkrycia. Wyk. Andrzej Gołębniak, Iwona Żyła-Sutkowska i Feel3D – Arkadiusz Brzegowy

Dominican monastery in Sandomierz – screenshot from an interactive database (pilot project) containing a set of documentation with separate chronological horizons, visible in the bar at the top of the screen. At each selected level, it is possible to navigate through the excavations and view all the discoveries made. Compil: Andrzej Gołębniak, Iwona Żyła-Sutkowska and Feel3D – Arkadiusz Brzegowy

<sup>39</sup> Prace te wykonał Arkadiusz Brzegowy.

<sup>40</sup> A. Gołębniak, „Archeologia publiczna” – uwagi w kontekście badań krypty jezuickiej w kaplicy św. Anny kościoła Najświętszej Marii Panny na zamku w Malborku [w:] *W służbie zabytków. Księga pamiątkowa ofiarowana Mariuszowi Mierzwińskiemu w 40-lecie pracy muzealnej w Malborku*, red. J. Hochleitner, K. Polejowski, Malbork 2017, s. 303–321; koncepcja i wykonanie interaktywnej bazy danych: Feel3D – Arkadiusz Brzegowy.



17

Kolegiata w Wiślicy – plan zbiorczy dokonanych odkryć z podziałem chronologicznym pochówków, wygenerowany z bazy GIS. Wyk. Andrzej Gołembnik, Iwona Żyła-Sutkowska

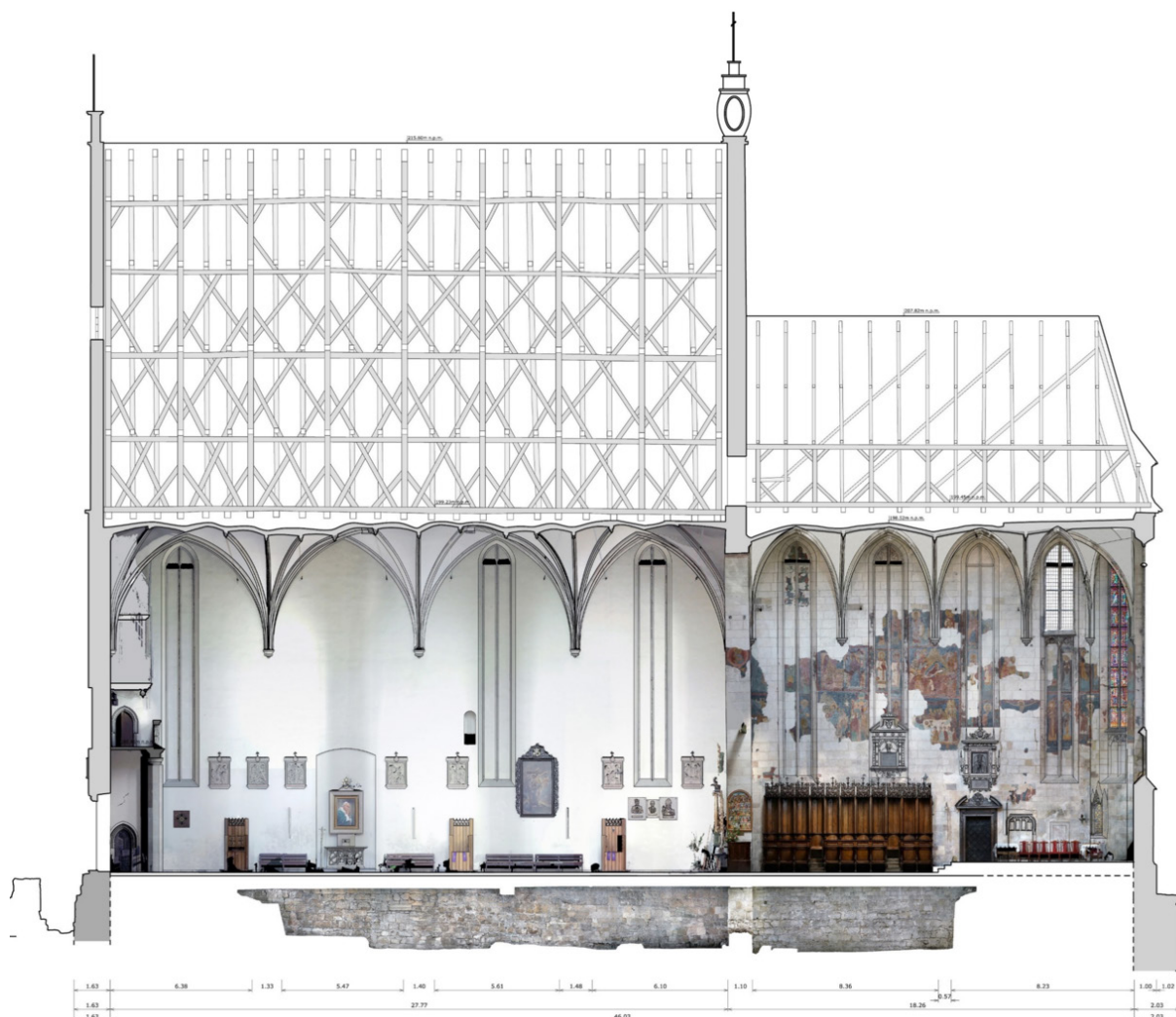
Collegiate church in Wiślica – summary plan of discoveries made, with a chronological division of burials, generated from the GIS database. Compil: Andrzej Gołembnik, Iwona Żyła-Sutkowska

ograniczeń finansowych – podobnie jak w przypadku badań przy kościele św. Jakuba w Sandomierzu – to w świadomości zespołów badawczych utrwaliło się przekonanie o nieuchronności takich działań w przyszłości. Co istotne, w obu przypadkach<sup>41</sup> zgromadzony materiał archiwalny pozostaje dostępny i istnieje możliwość jego dalszego przetwarzania oraz wykorzystania w celach edukacyjnych i popularyzatorskich.

Najbardziej zaawansowaną technicznie realizacją tego typu była dokumentacja wykonana w Wiślicy. To prawdopodobnie najpełniejszy zrealizowany przeze mnie projekt cyfrowej dokumentacji wykopaliskowej. Gromadzona przez ponad dwa lata dokumentacja, oparta na laserowym skaningu i przestrzennej fotogrametrii, stała się podstawą zbiorczego, trójwymiarowego modelu, obejmującego wszystkie etapy eksploracji oraz blisko 700 szkieletowych pochówków. Całość została usystematyzowana i umieszczona w przestrzennej bazie GIS, a precyzyjny skaningu wnętrza kolegiaty – wraz ze znajdującymi się w podziemiach relikami romańskiej architektury – stworzył historyczny entourage odkryć, osadzony w geodezyjnej osnowie.

Zbiór setek modeli wpisanych w przestrzeń geodezyjną otwierałby możliwość przełamania hermetycznej bariery dostępu do warsztatowych szczegółów badań archeologicznych. Obok warstwy naukowej materiały stałyby się atrakcyjne dla promocji obiektu, a także samej archeologii. Obrazowałyby skalę wykonanej pracy i jasno określały funkcję przeznaczonego na muzeum terenu. W pewnym sensie przypominałyby o pierwotnej funkcji odkopanego terenu i tłumaczyły obecność większości znalezisk eksponowanych w muzealnej przestrzeni.

<sup>41</sup> Wykonawcą interaktywnych aplikacji była, podobnie jak w Malborku, firma Feel3D – Arkadiusz Brzegowy.



18

Kolegiata w Wiślicy – kontekst przestrzenny dla odkryć i rejestracji dokonanych w podziemiach świątyni. Wyk. Andrzej Gotembnik, Iwona Żyła-Sutkowska

Collegiate church in Wiślica – spatial context for discoveries and records made in the basement of the temple. Compil: Andrzej Gotembnik, Iwona Żyła-Sutkowska

18

### Podsumowanie

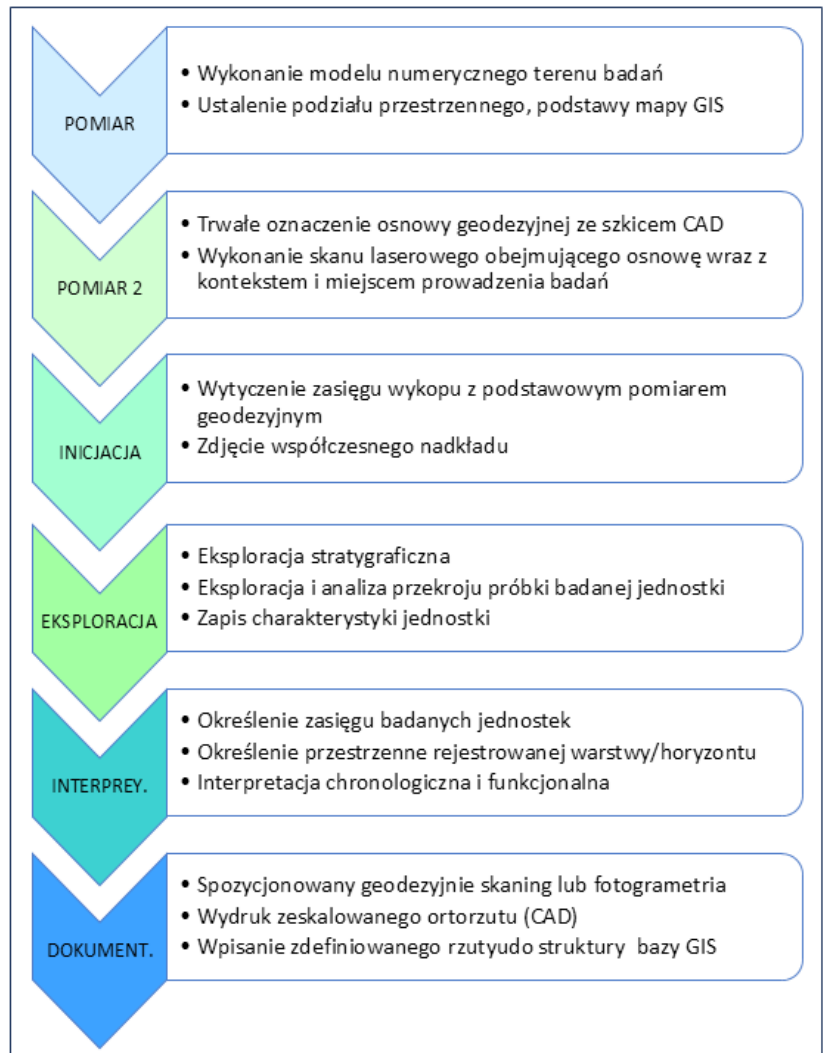
Badania wykopaliskowe oparte na innowacyjnych technikach pomiarowych i dokumentacyjnych są szeroko opisywane w literaturze przedmiotu<sup>42</sup>, jednak praktyka terenowa w tym zakresie, szczególnie na krajowych stanowiskach archeologicznych, nie ma długiej tradycji. Dlatego warto raz jeszcze podkreślić, że skuteczne wykorzystanie zaawansowanych technologii wymaga przede wszystkim wysokiego poziomu dyscypliny badawczej i organizacyjnej, a także żelaznej konsekwencji w działaniu, niezależnie od warunków narzucanych podczas prac inwestycyjnych.

Znaczenie utrzymania kontroli nad dyscypliną badawczą i płynące z tego korzyści podkreślane są przez wszystkich badaczy poszukujących pomostu między ukształtowaną historycznie i dopracowaną przez dziesięciolecia metodą tradycyjną a nowymi możliwościami technicznymi. Świat poszedł w tej materii już znacznie dalej, rozwijając otwarte rozwiązania bazodanowe o globalnym zasięgu. Jedną z takich baz, odnoszącą się bezpośrednio do stratygrafii, jest Extended Matrix (EM; opisana w zarysie w przywołanym artykule włoskich badaczy). To formalny język pozwalający na opisanie rekonstrukcji relacji stratygraficznych oraz procesu ich tworzenia. Służyć może do ich

<sup>42</sup> „Advances in Archaeological Practice” 2025, vol. 13, iss. 2. Tam również dalsza literatura.

Kolejność czynności badawczych i dokumentacyjnych w wykopie archeologicznym, wykonywanych z użyciem zaawansowanego sprzętu technicznego. Oprac. Andrzej Gołębniak

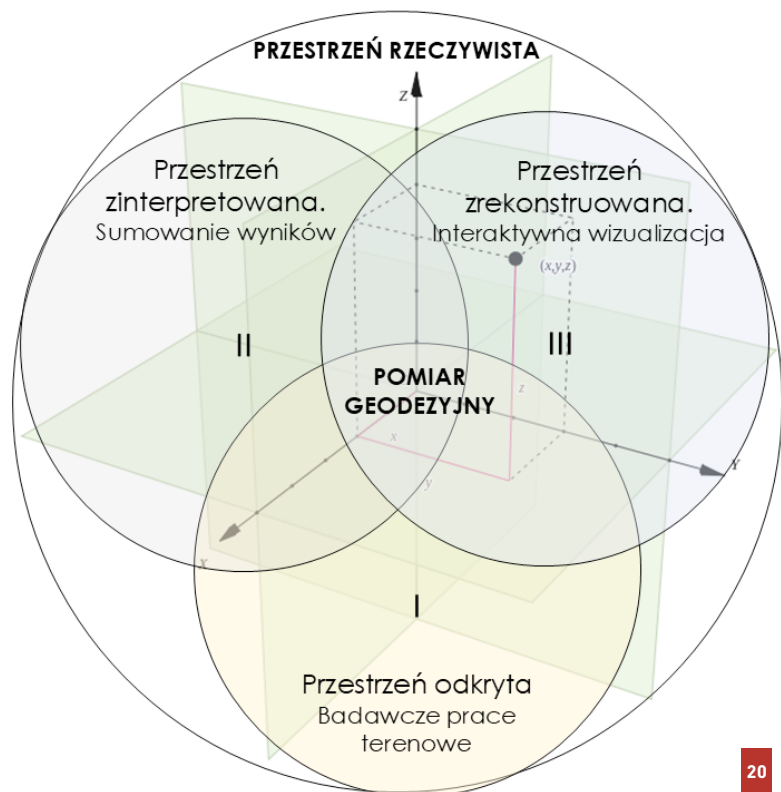
Sequence of research and documentation activities in an archaeological excavation, performed with the use of advanced technical equipment. Compile: Andrzej Gołębniak



wizualizacji oraz udostępniania w sieci przy użyciu otwartych platform. Opracowany został przez DHILab CNR-ISPC w Rzymie oraz społeczność EM i dynamicznie się rozwija. Oferuje przy tym możliwość tworzenia modeli stratygraficznych w technikach 3D. Podobne rozwiązania funkcjonują w obszarach pokrewnych archeologii i także zasługują na uwagę, tak jak choćby rozwijający się od 20 lat CIDOC CRM. Warto je przywołać, ponieważ tworzą podstawę dla sposobów gromadzenia i przetwarzania wiedzy, a zarazem umożliwiają uczestnictwo w jej pogłębianiu.

Tak długo, jak w polskiej archeologii będzie trwał system przetargowy z kryterium najniższej ceny i cały wysiłek skierowany będzie na znalezienie takiego sposobu użycia nowych technik, by stały się przykrywką dla naukowej tandety, tak długo nie doczekamy się postępu, a dystans dzielący nas obecnie od archeologii europejskiej stanie się przepaścią. W tym czasie znikną z krajowej mapy setki, jeśli nie tysiące archeologicznych stanowisk. Nadziei można upatrywać w wielkich i zamożnych instytucjach. Warto przypomnieć, że poligonem dla innowacyjnych rozwiązań miały stać się wieloletnie badania w Wilanowie, lecz mimo spektakularnych sukcesów idea upadła w połowie prac.

Archeologia wymaga nie tylko biegłości technicznej, ale również ciągłej koncentracji, dbałości o porządek w obrębie wykopu oraz w jego najbliższym otoczeniu. Każda przestrzeń przeznaczona do dokumentacji musi zostać starannie przygotowana, precyzyjnie opisana i zinterpretowana jeszcze przed rozpoczęciem rejestracji. Tylko wówczas można uzyskać materiał o naukowej wartości, który będzie mógł zostać włączony do dalszych analiz przestrzennych i cyfrowych modeli. Zdjęcie z drona wykonane z wysokości 30 m i spozycjonowane geodezyjnie w czterech narożnikach nie jest nowoczesną archeologią, a sprzedaje się jak świeże bułeczki.



20

Diagram etapowania badań archeologicznych i fazy ich opracowania, z główną pod względem technicznym rolą geodezji oraz innowacyjnych technik pomiarowych, dokumentacyjnych i bazodanowych. Oprac. Andrzej Gołębniak

Diagram of the stages of archaeological research and the phases of their development, with the main technical role played by geodesy and innovative measurement, documentation and database techniques. Compil: Andrzej Gołębniak

20

Aby proces dokumentacyjny w trakcie badań ratowniczych przebiegał sprawnie i bez zakłóceń, konieczne jest jego rozpisanie na dwie lub trzy zmiany (jak w Wiślicy) lub realizowanie przez dwa zespoły (jak w Wilanowie). Składanie skanów oraz łączenie zdjęć w spójny, spozycjonowany geodezyjnie obraz fotogrametryczny to zadanie czasochłonne, wymagające nie tylko precyzji, ale i szybkiej reakcji. Osoba kierująca badaniami powinna mieć dostęp do aktualnych danych możliwie szybko, by domknąć cykl dokumentacyjny i podejmować decyzje bez zwłoki, z pełnym obrazem sytuacji.

Każde opóźnienie w dokumentacji niesie za sobą ryzyko utraty kontroli nad procesem badawczym, a co więcej, ze względu na wrażliwość nośników cyfrowych istnieje realne zagrożenie utraty danych – z przyczyn zarówno technicznych, jak i organizacyjnych. Błędem jest wykonywanie dokumentacji *post factum*, czyli po zakończeniu eksploracji danej jednostki, ponieważ niemożność powrotu do zarejestrowanej przestrzeni czyni ewentualne korekty niemożliwymi lub niewiarygodnymi.

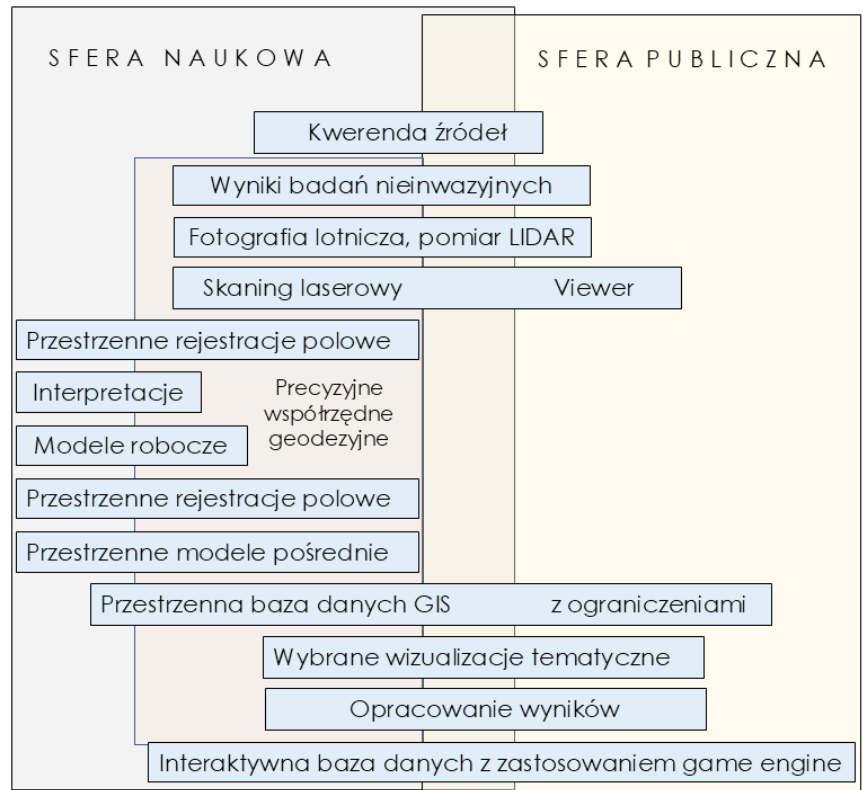
W tworzonych obecnie warunkach dla badań trudno osiągnąć poziom badawczy końca XX wieku – ten etap archeologia ma już za sobą – dlatego warto skorzystać z doświadczeń opisanych w pierwszej części artykułu i oprzeć konkluzje badawcze na szczegółowej analizie każdej wydzielonej jednostki wedle jasno określonych zasad.

Z przedstawionej na ilustracji 20 wizji wynika, że kluczową rolę w badaniach archeologicznych odgrywa pomiar geodezyjny, przenoszony techniką laserową na przestrzeń stanowiącą kontekst odkryć. Staje się on aktywną osnową w procesie łączenia elementów dokumentacji wykopaliskowej – fotogrametrii cyfrowej, wspieranej w razie potrzeby skanami laserowymi. Tworzy to przestrzeń określaną jako rzeczywista, której towarzyszy zestaw dokumentacji podstawowej, zawierający wszystkie zastosowane metody rejestracji.

Dzięki obecnym możliwościom technicznym dokumentacja staje się bazą dla interpretacji przestrzennej opartej na rekonstrukcji historycznej topografii i strukturalnego kontekstu odkryć wpisanych w usystematyzowane bazy danych. Te dwa elementy zamykają naukowy wymiar badań, ale mogą – a być może powinny – stanowić podstawę stworzenia trzeciej warstwy: przestrzeni wirtualnej, której potrzeba jest w dzisiejszych czasach szczególnie widoczna.

Diagram wyróżniający zakres dostępnych informacji pochodzących z wykopaliisk archeologicznych, których efektem byłaby interaktywna baza danych. Oprac. Andrzej Gołębniak

Diagram showing the scope of information available from archaeological excavations, the end result of which would be an interactive data-base. Compil: Andrzej Gołębniak



Innowacyjny sprzęt pomiarowy oraz towarzyszące mu techniki obrazowania wpływają nie tylko na sposób prowadzenia badań, ale również na myślenie o samej strategii badawczej. Nadają sprawczość, co odpowiada na społeczne oczekiwania związane z powszechnym dostępem do informacji. W rezultacie powstaje nowa sytuacja, w której umiejętne wykorzystanie technologii pozwala szerokiemu gronu odbiorców korzystać z wiedzy profesjonalistów podanej w przystępnej i zrozumiałej formie.

Służyć temu powinno nie tylko upublicznienie procesu wykopaliskowego, ale także informowanie o przebiegu badań za pośrednictwem specjalnej strony internetowej. Podczas badań w Wilanowie uczyniono to od drugiego sezonu wykopalisk, a następnie udostępniono także archiwalną bazę GIS. Inicjatywa nie spotkała się jednak z zainteresowaniem odbiorców. Podejmowałem również próby tworzenia interaktywnych baz danych opartych na silnikach gier komputerowych, pozwalających na rekonstrukcje alternatywne. Gotowym scenariuszem dla takiego archiwum jest sama istota badań archeologicznych – ich cele, przebieg, konkluzje oraz dokumentacja. Materiał, przygotowany przede wszystkim z myślą o odbiorze publicznym, został opracowany podczas badań prowadzonych w Wiślicy. Również w tym przypadku zainteresowanie było znikome. Pozostaje pytanie, jakie działania promocyjne podjęto, by te projekty nagłośnić.

Nie trzeba wielkiej wyobraźni, by przewidzieć, że kolejnym etapem będą zaawansowane algorytmy sztucznej inteligencji. Już dziś istotnym elementem aktywności badawczej powinny być prace nad wykorzystaniem sztucznej inteligencji nie tylko do wyszukiwania formalnych zbieżności między zabytkami, ale również do rozpoznawania i interpretacji odkrytych w wykopie archeologicznym złożonych relacji przestrzennych. Jeśli rezultat zostanie połączony z możliwością tworzenia rekonstrukcji opartych na zwymiarowanych rejestracjach przestrzennych, zintegrowanych z wykonaną w wykopie dokumentacją, która uwzględniałaby towarzyszący odkryciom kontekst – być może archeolodzy zaoferują długo oczekiwaną nową jakość. Jeśli archeolodzy podejść do tego wyzwania bez lęku, opierając się na metodach wypracowanych w ostatnich dekadach XX wieku, przed archeologią w Polsce otworzy się nowa perspektywa. Ta nowość nie powinna budzić obaw – powinna inspirować.

**mgr Andrzej Gołębniak**

Archeolog, absolwent Instytutu Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego, były główny specjalista Zarządu PPPKZ ds. archeologii, pracownik naukowy Instytutu Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego i Riksantikvarens Utgravningskontoret w Bergen. Współtwórca Pracowni Badań Interdyscyplinarnych w Krajowym Ośrodku Badań i Dokumentacji Zabytków (obecny Narodowy Instytut Dziedzictwa). Były rzeczoznawca Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego w zakresie archeologii średniowiecznych miast i dokumentacji archeologicznej. Kierownik wieloletnich badań w Pułtusku, Bergen, Płocku, Gdańsku i Wilanowie, a następnie Sandomierzu i Wiślicy. Propagator nowoczesnych metod badawczych i wykorzystania innowacyjnych technik dokumentacyjnych w procesach badawczych i inwentaryzacyjnych w przestrzeniach zabytkowych.

**Andrzej Gołębniak, MA**

Archaeologist, graduate of the Institute of Archaeology at the University of Warsaw, former chief specialist of the PPPKZ Board for archaeology, researcher at the Institute of Archaeology at the University of Warsaw and Riksantikvarens Utgravningskontoret in Bergen. Co-founder of the Interdisciplinary Research Laboratory at the National Centre for Research and Documentation of Monuments (now the Institute of Cultural Heritage). Former expert of the Ministry of Culture and National Heritage in the field of medieval town archaeology and archaeological documentation. He has led long-term research projects in Pułtusk, Bergen, Płock, Gdańsk and Wilanów, and subsequently in Sandomierz and Wiślica. He is a proponent of modern research methods and the use of innovative documentation techniques in research and inventory processes in historic spaces.

**Bibliografia**

Abadía Oscar Moro, Lewis-Sing Emma, *The History of Archaeology in the Twenty First Century. Current Impasse and Future Directions* [w:] *Archaeology, History, Philosophy and Heritage. Outstanding Contributions to Archaeology*, ed. Christine Williamson, Penny Crook, Cham 2025.

*Archaeological Site Manual*, Museum of London, Archaeology Service, Londyn 1994.

*Badania archeologiczne terenu przyszłego centrum dominikańskiego w Gdańsku*, red. Andrzej Gołębniak, Warszawa 2001.

Bahn Paul, Renfrew Colin, *Archaeology. Theories, Methods and Practice*, London 2020.

Berto Simone, Cocca Enzo, Demetrescu Emanuel, *Extended Matrix Manager: Open tool for EM based knowledge Graphs Management*, „Archeologia e Calcolatori” 2024, vol. 35, iss. 2, s. 167–176.

Brienza Emanuele, *Smart Tools for Archaeological Survey in Different Frameworks and Contexts. Approaches, Analysis, Results*, „Acta IMEKO” 2024, vol. 13, iss. 3, s. 1–11.

Chwiej Małgorzata, Gołębniak Katarzyna, *System informacji przestrzennej dla badań archeologicznych w Wilanowie* [w:] *Archeologia wilanowska. Interdyscyplinarne badania archeologiczne w Wilanowie w latach 2003–2011*, red. Rafał Solecki, Andrzej Gołębniak, Warszawa 2025, s. 313–325.

Darvill Timothy, *The Concise Oxford Dictionary of Archaeology*, ed. 2, Oxford 2009.

Gładki Marcin, Czajkowski Karol, *Zastosowanie cyfrowej fotogrametrii naziemnej w dokumentacji archeologicznej i architektonicznej*, Warszawa 2004, s. 37–57.

Gołębniak Andrzej, „Archeologia publiczna” – uwagi w kontekście badań krypty jezuickiej w kaplicy św. Anny kościoła Najświętszej Marii Panny na zamku w Malborku [w:] *W służbie zabytków. Księga pamiątkowa ofiarowana Mariuszowi Mierzwińskiemu w 40-lecie pracy muzealnej w Malborku*, red. Janusz Hochleitner, Karol Polejowski, Malbork 2017, s. 303–321.

Gołębniak Andrzej, *Archeologia wilanowska w teorii i praktyce* [w:] *Archeologia wilanowska. Interdyscyplinarne badania archeologiczne w Wilanowie w latach 2003–2011*, red. Rafał Solecki, Warszawa 2025, s. 297–313.

Gołębniak Andrzej, *The Excavations on the Castle Hill in Pułtusk. New Directions in Archaeological Research*, „Iskos” 1985, vol. 5, s. 15–22.

Gołębniak Andrzej, *Modelling the Processes of Stratification in Medieval Urban Deposits*, „Laborativ Arkeologi” 1991, vol. 5, s. 37–45.

Gołębniak Andrzej, *Organizacja badań archeologicznych i nowe odkrycia dokonane podczas prac budowlanych prowadzonych w rejonie kolegiaty Narodzenia NMP w Wiślicy w latach 2019–2021* [w:] *Architektura średniowieczna i archeologia – konteksty*, red. Teresa Rodzińska-Chorąży, Wrocław 2024, s. 103–127.

Gołębniak Andrzej, *Organizacja badań i podstawowe założenia metodyczne wykopalisk* [w:] *Badania archeologiczne terenu przyszłego centrum dominikańskiego w Gdańsku*, red. Andrzej Gołębniak, Warszawa 2001, s. 36–75.

Gołębniak Andrzej, *Podstawy metodyczne i wstępne wyniki badań archeologicznych prowadzonych przy kolegiacie Narodzenia Najświętszej Marii Panny w Wiślicy w sezonach 2019–2021*, „Rocznik Muzeum Narodowego w Kielcach” 2023, t. 38, red. Robert Kotowski, Kielce 2024, s. 205–259.

- Gołębniak Andrzej, *Report on the excavations in Finnegården 3A, 1982*, Riksantikvarens Utgravningskontor for Bergen, Bergen 1993.
- Gołębniak Andrzej, *Stratigraphic Reconstruction of the Urban Deposits at the Sites of Finnegarden 3A, Dreggsalmenning 14–16 and Skostredet 10 in Bergen* [w:] *Theory and Practice of Archaeological Research*, vol. 2, ed. Witold Hensel, Stanisław Tabaczyński, Przemysław Urbańczyk, Warszawa 1995, s. 303–328.
- Gołębniak Andrzej, *Urban Archaeology* [w:] *E-learning Archaeology, The Heritage Handbook*, ed. Marjolijn Kok, Heleen van Londen, Arkadiusz Marciniak, Amsterdam 2012, s. 217–235.
- Gołębniak Andrzej, *Z definicją czy bez – czyli rzecz o warstwach i ich znaczeniu* [w:] *Archaeologia et historia urbana*, red. Roman Czaja et al., Elbląg 2004, s. 351–363.
- Gołębniak Andrzej, Dunlop A. Rory, *A System for Documentation and Processing of Information from Medieval Urban Deposit* [w:] *Proceedings from the 6<sup>th</sup> Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology*, Esbjerg 1996, s. 247–258.
- Gołębniak Andrzej, Morysiński Tadeusz, *Czas na nowe technologie, „Ochrona Zabytków”* 2004, nr 1–2, s. 93–102.
- Harris Edward C., *Principles of Archaeological Stratigraphy*, London 1989.
- Herteig Asbjørn E., *The Archaeological Excavations at Bryggen, „The German Wharf”, in Bergen, 1955–1968. Excavation, Stratigraphy, Chronology, Field-Documentation* [w:] *The Bryggen Papers. Main Series*, vol. 1, ed. Asbjørn E. Herteig, Bergen 1985.
- Hirst Kris, *The Archaeologist’s Book of Quotations*, New York 2009.
- Kamiński Rafał, *Zastosowanie cyfrowej fotogrametrii naziemnej na wykopaliskach w ogrodach wilanowskich* [w:] *Podhorce i Wilanów. Interdyscyplinarne badania zespołu rezydencjonalnych*, red. Konrad Gutkowski, Hubert Kowalski, Warszawa 2008, s. 63–72.
- Krzywinski Knut, *Botanikk byarkeologisk sammenheng. Norsk byarkeologi inn 1990-årene. Nytt fra Utgravningskontoret Bergen*, Bergen 1991, vol. 1, s. 137–154.
- Krzywinski Knut, Kari Loe Hjelle, *BRM 20 Kroken 7–9. Projektskisse. Archive report*, Bergen 1985.
- Kubiak Lech, Makohonienko Mirosław, Polcyn Marek, *Wstępne doniesienia z badań średniowiecznego mostu/grobli w Gieczu koło Środy Wlkp.*, „Studia Legnickie” 1991, nr 2, s. 217–227.
- „Advances in Archaeological Practice” 2025, vol. 13, iss. 2.
- Mierosławski Marek, *Projekt badawczy KBN nr 1 1243 91 02, cz. 1–4: Pułtusk–Zamek* [w:] *Katalog obiektów architektury drewnianej z grodu pułtuskiego*, Warszawa 1995, maszynopis dostępny w Muzeum Regionalnym w Pułtusku.
- Między Długim Targiem a Powroźniczą. Parcele mieszczańskie na Głównym Mieście w Gdańsku w świetle badań archeologicznych*, red. Karolina Blusiewicz, Michał Starski, Warszawa 2022.
- Molaug Petter B., *From the Farm of Oslo to the Townyard of Miklagard* [w:] *Nordic Middle Ages – Artefacts, Landscapes and Society. Essays in Honour of Ingvild Øye on her 70th Birthday*, red. Irene Baug et al., Bergen 2015, s. 213–226.
- Molaug Petter B., Flodin Lena, Skre Dagfinn, *Oslo gate 6. Rapport fra utgravningene 1987–89*, Unpublished report, Riksantikvarens arkiv, [s.l.] 2000.
- NIKU, *The Monitoring Manual. Procedures & Guidelines for the Monitoring, Recording and Preservation/Management of Urban Archaeological Deposits*, [s.l.a.].
- Opgenhaffen Loes, *Visualizing Archaeologists. A Reflexive History of Visualization Practice in Archaeology*, „Open Archaeology” 2021, vol. 7, s. 353–377.
- Parker Wooding Jen, *Building Capacity Through Innovation*, Chartered Institute for Archaeologists, [archaeologists.net](http://archaeologists.net), [tinyurl.com/3jjc3hdv](http://tinyurl.com/3jjc3hdv), dostęp: 6.12.2025.
- Schiffer Michael B., *Formation Processes of the Archaeological Record*, Albuquerque 1987.
- Troels-Smith Jørgen, *Karakterisering af løse jordarter. Charakterisation of unconsolidated sediments*, Damnarsk Geologiske Undersøgelse 1955, vol. 4, iss. 10, s. 39–88.
- Wilde Oscar, *The Truth of Masks* [w:] idem, *The Works of Oscar Wilde*, ed. Jules Barbey d’Aureville, London 1909.
- Zangger Eberhard, *The Future of the Past. Archaeology in the 21<sup>st</sup> Century*, London 2001.