

KRZYSZTOF DĄBROWSKI, WOJCIECH STOPIŃSKI, EWA STUPNICKA

POCZĄTKI I ROZWÓJ GRODZISKA NA ZAWODZIU W KALISZU W ŚWIETLE BADAŃ ŚRODOWISKA NATURALNEGO

WSTĘP

Grodzisko na Zawodziu w Kaliszu zostało wybrane świadomie jako obiekt do przeprowadzenia kompleksowych badań geofizyczno-geologicznych. Wyniki badań wykopaliskowych przeprowadzonych w latach 1958—1959 ujawniły elementy umocnień obronnych grodów zbudowanych na Zawodziu w IX/X w., X/XI w. oraz XI/XII w. W północno-wschodniej części grodziska odsłonięto fundamenty kolegiaty Św. Pawła z drugiej połowy XII w., zaś w jego części środkowej szczątki zabudowy mieszkalnej i gospodarczej datowanej od IX/X w. do XIII/XIV w.

Badania doświadczalne przeprowadzono w dwóch etapach: w pierwszym, wstępnym, zrealizowanym w kwietniu 1960 r. stwierdzono przydatność metody elektryczno-oporowej w badaniach wykopaliskowych, w lipcu zaś i sierpniu tego roku przeprowadzono badania systematyczne celem rozwiązania sformułowanych w niniejszym artykule zagadnień¹.

Czołową pozycję zajął problem wzajemnego stosunku środowiska naturalnego oraz działalności człowieka w procesie kształtowania się początków i rozwoju wczesnośredniowiecznego grodziska kaliskiego na Zawodziu. W rozważaniach oparto się na danych uzyskanych w wyniku kompleksowych badań archeologiczno-geofizyczno-geologicznych (ryc. 1). W pierwszej kolejności rozpatrzono cechy charakterystyczne środowiska naturalnego, w którym powstał gród kaliski, następnie zaś prześlędzono zachodzące w nim zmiany w okresie wczesnośredniowiecznym. Wchodzić tu będą w rachubę zarówno zamierzone, jak i nie zamierzone efekty pracy ludzkiej. Szerzej omawiamy podstawy teoretyczne i meto-

¹ Węzłowe problemy niniejszego artykułu przedyskutowane zostały na posiedzeniu Komisji Naukowej zespołu do zastosowania metod geofizycznych w archeologii w dniu 6 IV 1961. Autorzy wyrażają podziękowanie za cenne uwagi dyskutantom: prof. dr. J. Pazdurowi, dr. Z. Małkowskiemu i dr. K. Wuttke oraz mgr. E. Przybyszewskiemu.

dykę badań elektryczno-oporowych. Badania terenowe zamknięto w południowej części grodziska liczbą 10 ciągów sondowań elektryczno-oporowych (490 sondowań) oraz 80 płytkich wierceń geologicznych. Wykorzystano również w szerokim zakresie dane uzyskane w wyniku wcześniejszych badań wykopaliskowych oraz archeologicznych kontroli wykrytych anomalii geofizycznych. Ponieważ przewiduje się uzupełniające przebadanie części północnej grodziska, przeto uzyskane tam dotychczas wyniki wykorzystywane będą jedynie w uzasadnionych przypadkach dla studiów porównawczych. Szczególną uwagę zwrócono na dynamikę procesów przepływów Proсны w okresie funkcjonowania grodu. Inne zagadnienia szczegółowe opracowane w wyniku doświadczalnego stosowania metody elektryczno-oporowej w badaniach archeologicznych znajdzie zainteresowany czytelnik w zestawionej tutaj literaturze².

METODYKA BADAŃ TERENOWYCH

Szkic sytuacyjny (ryc. 2) przedstawia rozmieszczenie dotychczas wykonanych na Zawodziu sondowań elektryczno-oporowych, wierceń geologicznych oraz elementów archeologicznych odkrytych w trakcie prac wykopaliskowych. Wiercenia geologiczne przeprowadzone były świdrem ręcznym o średnicy 15 cm. Głębokość wierceń wynosiła średnio 3 m, gdyż na badanym terenie pierwszy poziom zwierciadła wolnego wód gruntowych leży stosunkowo płytko (poza wałami grodziska około 2 m, zaś w obrębie obiektu około 5 m poniżej powierzchni). Zamierzone wiercenia do głębokości 5 m uniemożliwione były w większości przypadków występowaniem kurzawki. Również drewniano-kamienne konstrukcje wałów obronnych utrudniały dotarcie do warstw podłoża znajdujących się pod nimi. Celem wierceń było stwierdzenie, czy w określonym miejscu wyniki sondowań elektryczno-oporowych były spowodowane czynnikiem natury geologicznej, czy też występowaniem obiektów archeologicznych. W związku z tym zwrócono szczególną uwagę na te cechy litologiczne podłoża, które mogą mieć wpływ na przewodność elektryczną: zawodnienie osadu, jego granulację oraz stopień zailenia.

Na podstawie wierceń geologicznych wykonano następnie 3 podstawowe przekroje geologiczne przez grodzisko na Zawodziu. Dwa z nich przecinają się pod kątem prostym w punkcie reperu 32. Przekrój I o azymucie 140° (ryc. 2) pokrywa się z ciągiem sondowań geofizycznych

² K. Dąbrowski, W. Stopiński, *Zastosowanie metody elektryczno-oporowej w badaniach archeologicznych*, „Kwartalnik HKM”, R. 9:1961 nr 1, s. 75—86. Por. zestawioną tam literaturę. Nowe doświadczenia ze stosowaniem metody elektryczno-oporowej przeprowadzone w Anglii na stanowiskach archeologicznych opublikował L. S. Palmer, *Geoelectrical Surveying of archeological sites*, odtbitka z „Proceedings of the Prehistoric Society”, Vol. XXVI, 1960, s. 64—75.

nr VII. Prostopadle do niego poprowadzony jest przekrój II. Przekrój III odchodzi z punktu reperu 4 w kierunku południowym. Wykonane przekroje i pozostałe wiercenia przeprowadzone na terenie grodziska pozwoliły na poznanie podłoża geologicznego, na którym zostało ono założone, jak również na ustalenie stosunku poszczególnych różnowiekowych elementów zabudowy grodu do ich geologicznego podłoża. Można było stwierdzić na podstawie badań, że niektóre serie akumulacyjne bezpośredniego otoczenia grodu są młodsze od najstarszych elementów jego zabudowy.



Ryc. 1. Widok ogólny grodziska na Zawodziu w Kaliszu

Fot. S. Biniewski

Opierając się następnie na znajomości dynamiki procesów rzecznych i wykorzystując wyniki obserwacji geologicznych, geofizycznych i archeologicznych można było odtworzyć przebieg procesów osadniczych na tle zmian środowiska hydrologiczno-geologicznego.

Celem badań elektryczno-oporowych było odtworzenie rozkładu przestrzennego płytkich anomalii elektrycznych odpowiadających obiektom archeologicznym. Zjawiska archeologiczne, podobnie jak geologiczne, posiadają określone cechy fizyczne. Elementy środowiska geologicznego stanowią formy większe, na których tle rysują się obiekty mniejsze, archeologiczne.

Ciała fizyczne można charakteryzować pod względem własności elektrycznych opornością właściwą lub stałą dielektryczną. Wpływ stałej dielektrycznej uwydatnia się przy stosowaniu prądów wysokiej częstotliwości. Ponieważ nasze prace ograniczyły się wyłącznie do stosowania prądu stałego albo przemiennego o małej częstotliwości wpływ stałej dielektrycznej można pominąć. Doświadczenie wskazuje, że prąd o natężeniu I przepływający przez odcinek dowolnego przewodnika wyraża się wzorem (prawo Ohma):

$$V_1 - V_2 = I R \quad (1)$$

gdzie $R = \varrho \frac{l}{s}$

I = natężenie prądu

$V_1 - V_2$ = różnica potencjałów na końcach rozpatrywanego odcinka przewodnika.

R = oporność całkowita przewodnika o długości l i stałej powierzchni przekroju s na całej długości przewodnika,

ϱ = oporność właściwa przewodnika.

Przyjmując jednostkowe wymiary dla l i s otrzymamy, że oporność całkowita (R) przewodnika równa się liczbowo oporności właściwej (ϱ) tegoż przewodnika.

W metodzie elektryczno-oporowej za jednostkę oporności właściwej (ϱ) przyjęto oporność właściwą elementarnego prostopadłościanu wyciętego z ośrodka izotropowego o krawędzi $l = 1$ m i powierzchni $s = 1$ m² prostopadłej do kierunku przepływu prądu. Jednostkę tę wyrażamy symbolem ohm m²/m, w skrócie omm lub Ω m³.

W badaniach elektryczno-oporowych, gdzie bierze się pod uwagę ośrodek izotropowy o nieskończeniu wielkich wymiarach, rozkład potencjału jest określony równaniem różniczkowym Laplace'a, w naszym przypadku ma ono najprostszą postać w sferycznym układzie współrzędnych. Wyraża się ono wzorem:

$$\operatorname{div} \operatorname{grad} V = 0 \quad (2)$$

Rozwijając równanie Laplace'a otrzymujemy równanie ogólne:

$$\varrho = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)} \cdot \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

W praktyce dla różnorodnych układów elektrod pozwalających zmierzyć ΔV oraz I możemy na podstawie równania ogólnego obliczyć ϱ dla danego ośrodka.

³ W. Stopiński, *Wybrane zagadnienia z geofizyki stosowanej dla celów wiertnictwa studziennego i hydrogeologii*, skrypt, Warszawa 1960, Wyd. Geologiczne, s. 2—28.

Dla różnych zagadnień dobiera się odpowiedni układ elektrod. Układy te dzielą się na dwie grupy. Do pierwszej należą układy, których punkty obwodu potencjalnego M i N będą zmieniać swoje położenie wzdłuż prostej łączącej punkty obwodu zasilającego A i B. Do drugiej należą te układy, których punkty układu potencjalnego M i N będą leżały poza prostą łączącą punkty obwodu zasilającego A i B.

Poza powszechnie znanymi układami Schlumbergera, Wennera, Lee'a oraz układami dipolowymi na uwagę zasługuje metoda normalnego stosunku napięć opracowana przez geofizyka polskiego R. Teisseyre'a⁴.

W ramach niniejszego artykułu nie byłoby celowe omawianie szczególnych przypadków układów mogących mieć zastosowanie w problematyce archeologicznej. Zainteresowanych odsyłamy do literatury przedmiotu⁵.

Ogólna znajomość rozplanowania przestrzennego umocnień obronnych oraz zabudowy wnętrza grodziska na Zawodziu⁶ pozwoliła na opracowanie planu badań elektryczno-oporowych uwzględniającego specyfikę obiektu. Stosowano sondowania o maksymalnych rozstawach AB — 60 m, przy 16 punktach pomiarowych w sondowaniu. Pomiary prowadzono aparaturą MSO 7 prądu przemiennego z własnym zasilaniem. Jako elektrod używano prętów ze stali nierdzewnej o średnicy 18 mm i długości 95 cm. Posługiwano się kablem miedzianym składającym się z linki miedzianej w izolacji igelitowej. Grupa badawcza składała się z operatora, rejestratora i pięciu pracowników fizycznych.

Przyjęto krok⁷ równy 2 do 5 m. Lokalizacja poszczególnych ciągów uwzględniała postulat, aby przecinały one znane elementy archeologiczne w zasadzie pod kątem prostym. W pierwszej fazie prac uzyskano zadowalającą zgodność rezultatów sondowań elektryczno-oporowych z wynikami badań archeologicznych. Z uwagi na to, że grodzisko stanowi obiekt o kształcie wieloboku zamkniętego, zastosowano radialne rozmieszczenie ciągów sondowań. Za początek układu przyjęto punkt środkowy grodziska (reper 4). Odległość katowa pomiędzy poszczególnymi ciągami sondowań ustalona została od 10⁰ do 20⁰.

Tym samym uzyskano większe zagęszczenie sondowań we wnętrzu grodziska, gdzie występują w większej liczbie i na różnych głębokościach

⁴ Z. Małkowski, J. Uchman, Z. Sobieski, R. Teisseyre, *Zastosowanie metody elektryczno-oporowej w badaniach geofizycznych*, Warszawa 1951, s. 39 i n.

⁵ E. Rothé, *Prospéction géophysique*, Paris 1952,

⁶ I. Dąbrowska, *Grodzisko na Zawodziu w Kaliszu. Pierwsze sprawozdanie z prac wykopaliskowych w roku 1958*, [w:] *Osiemnaście wieków Kalisza. Studia i materiały do dziejów Kalisza i regionu kaliskiego*, t. I, Kalisz 1960, s. 26—67.

⁷ Przez krok rozumiemy odległości pomiędzy kolejnymi stanowiskami pomiarowymi (sondowaniami) — zob. ryc. 2.

obiekty archeologiczne o niewielkich rozmiarach — pozostałości budynków, paleniska, jamy gospodarcze itp. Stosowanie kroku 2-metrowego wykluczało możliwość pominięcia interesujących obiektów archeologicznych.

Z przeglądu stosowanych metod wynika, iż główny nacisk położono na wszechstronne zastosowanie metody elektryczno-oporowej. Wyniki uzyskane za jej pomocą kontrolowano systematycznie wierceniami geologicznymi, lokalizowanymi wzdłuż głównego ciągu sondowań (ciąg VII). Wierceniami dodatkowymi weryfikowano przestrzenne zasięgi stwierdzonych anomalii geofizycznych, co pozwalało na rozdział i identyfikację zjawisk geologicznych i archeologicznych.

W niniejszym artykule, z uwagi na jego charakter oraz zakres, pominięto opis stosowanej techniki wykopaliskowej, odsyłając do opublikowanych w tym zakresie informacji⁸. Szczegółowo przedstawiono wyniki, jakie uzyskano w pracach wykopaliskowych przez włączenie jednej z metod badawczych geofizyki, która wskazuje na możliwości modernizacji terenowych badań archeologicznych.

ŚRODOWISKO GEOLOGICZNO-HYDROLOGICZNE OKOLIC KALISZA

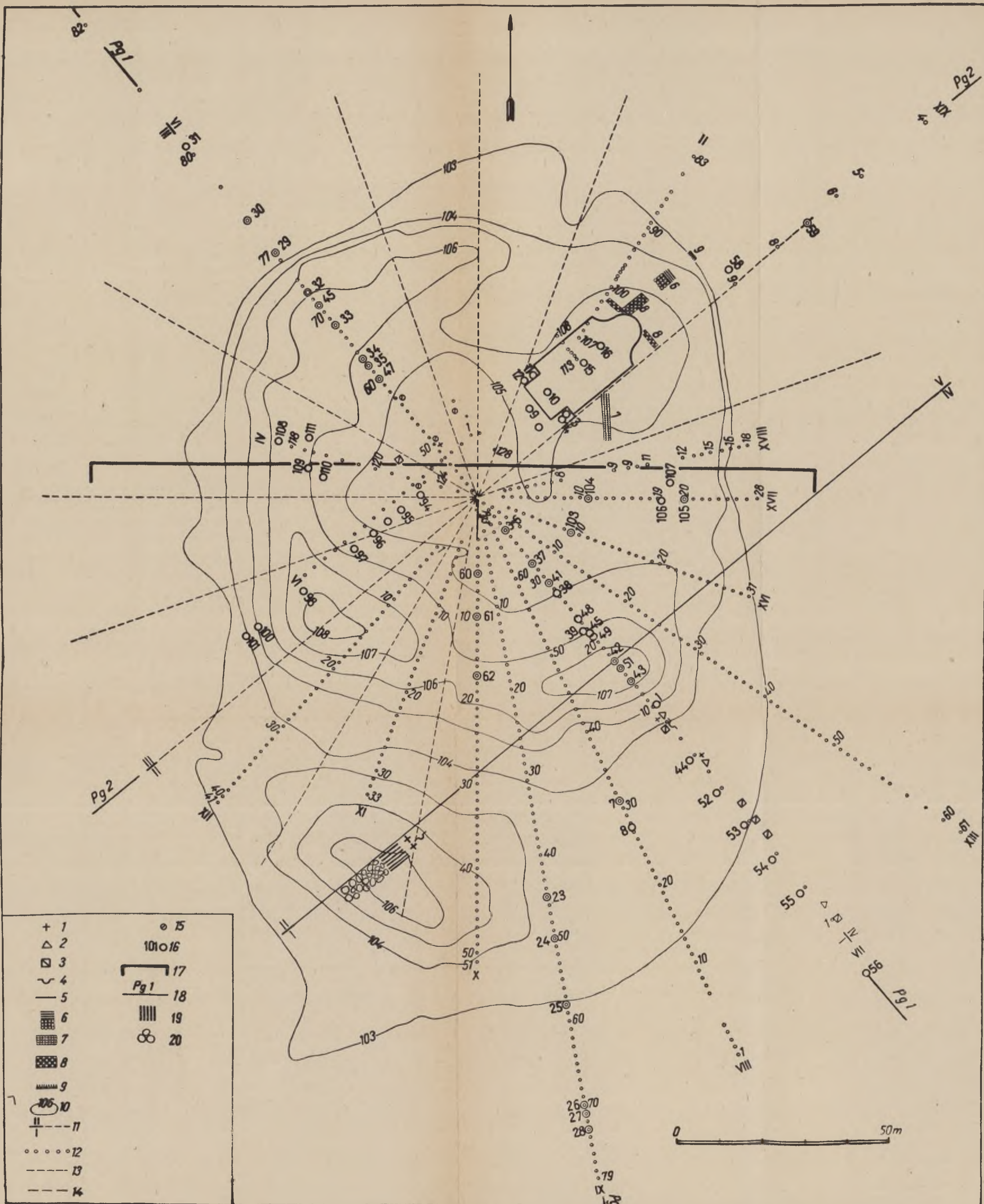
W okolicach Kalisza występują głównie osady plejstoceny, tj. gliny morenowe, piaski fluwioglacjalne oraz piaski i mady rzeczne. Lokalnie w płytkich odsłonięciach występują, zaburzone glaciektogenicznie iły plioceny, trzeciorzędowe. Piaski mioceny, znajdujące się w podłożu iłów pliocenicznych, nie odsłaniają się na powierzchni. Na SE od Kalisza, w miejscowości Szale, znajduje się stary kamieniołom wapieni. Wapienie te, wieku jurajskiego, są wychodniami, występującymi pod osadami trzecio- i czwartorzędowymi monokliny mezozoicznej stanowiącej przedłużenie północno-zachodniej Jury Krakowsko-Częstochowskiej.

Budujące wysoczyznę kaliską osady morenowe należą według B. Krygowskiego⁹ do zlodowacenia Varsovien I (środkowopolskie). Zachodni (lewy) stok doliny zbudowany jest z osadów morenowych i fluwioglacjalnych. Serie te wypełniają również dno pradoliny Proсны wyerodowane w osadach trzeciorzędowych (ryc. 3).

Osady morenowe i fluwioglacjalne, występujące na zachodnim zboczu doliny Proсны, dostarczyły prawdopodobnie materiału głazowego do budowy umocnień obronnych grodziska oraz fundamentów kolegiaty Św. Pawła. Wskazują na to obserwacje dokonane w gliniankach licznych na tym obszarze czynnych obecnie cegielni.

⁸ Dąbrowska, *op. cit.*, s. 35 i n.

⁹ B. Krygowski, *Profil geologiczny stanowisk interglacjalnych w Kaliszu*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, nr 68, Warszawa 1952, s. 39—65.

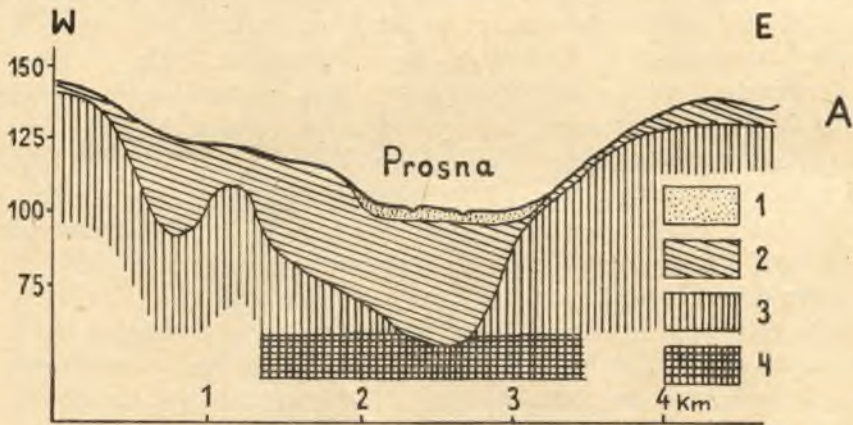


Ryc. 2. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia ciągów sondowań elektryczno-oporowych, wierceń geologicznych oraz ważniejszych obiektów archeologicznych na grodzisku na Zawodziu

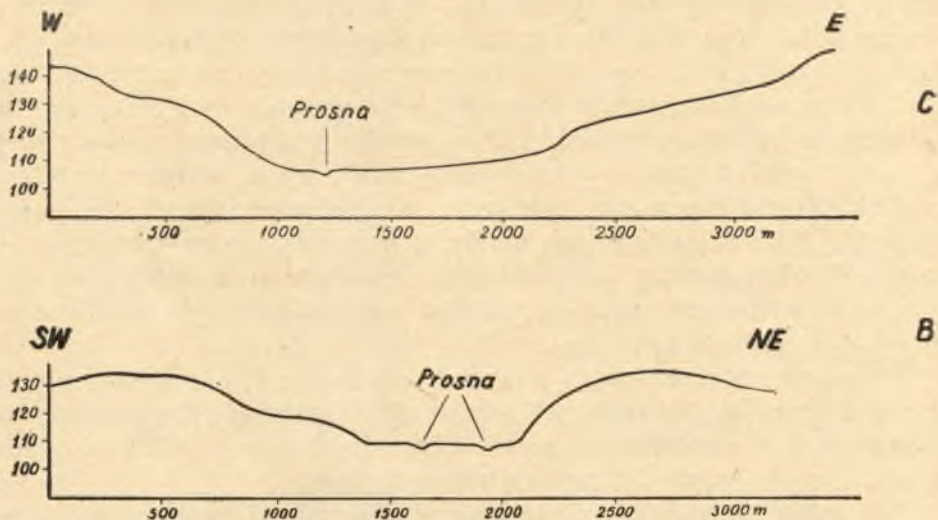
1 — konstrukcja kamienna; 2 — glina; 3 — konstrukcje drewniane; 4 — fosy — rowy; 5 — fundamenty kolegiaty; 6 — wał obronny z XII w.; 7 — wał obronny z IX/X w.; 8 — wał obronny z X/XI w.; 9 — palisada; 10 — warstwica; 11 — sektory; 12 — ciągi sondowań elektryczno-oporowych; 13 — projektowane ciągi sondowań elektryczno-oporowych; 14 — sondowania wykonane w pierwszej fazie badań; 15 — sondáže archeologiczne; 16 — wiercenia geologiczne; 17 — granice badanego terenu w 1960 r.; 18 — przekrój geologiczny; 19 — wał o konstrukcji rusztowej; 20 — wał pokryty płaszczem kamiennym

Dno doliny Prosny wypełniają osady holocenijskie: piaski i mady rzeczne o łącznej miąższości ok. 5 m. Według Krygowskiego w spągu osadów holocenijskich występuje poziom drewna i kłoców wyścielających dolinę erozyjną powstałą po plejstocenie¹⁰.

Morfologia doliny Prosny w okolicach Kalisza charakteryzuje się dość znacznym zróżnicowaniem. Możemy ją podzielić na dwa



Ryc. 3. Uproszczony przekrój doliny Prosny wg B. Krygowskiego
1 — holocen; 2 — plejstocen; 3 — iły trzeciorzędowe, plioceńskie; 4 — piaski trzeciorzędowe, mioceńskie



Ryc. 4. Profile morfologiczne przez dolinę Prosny w okolicy Kalisza
Lokalizację profili podano na ryc. 5. Oprac. E. Stupnicka

¹⁰ Krygowski, op. cit., s. 50.

odcinki: górny, południowy — od Piwonic do ujścia Swędrni, oraz dolny, północny — od ujścia Swędrni w dół aż do miejscowości Pruszków nad Prosną.

Budowę doliny, w jej południowym, szerszym odcinku, charakteryzuje profil C (ryc. 4). Proсна płynie tu szeroką doliną o płaskim dnie, lekko nachylonym w kierunku rzeki. Szerokość doliny przekracza 1 km. Różnica wysokości między wysoczyzną a dnem doliny wynosi ponad 30 m. Zbocze zachodnie doliny, stosunkowo strome, zbudowane jest z osadów morenowych i fluwioglacjalnych. Wschodni (prawy) brzeg doliny, znacznie łagodniejszy, zbudowany jest z osadów piaszczystych kilkunastometrowego tarasu Proсны, odpowiadającego (wg B. Krygowskiego) zlodowaceni Varsovien II (bałtyckie).

U ujścia Swędrni dolina Proсны znacznie się zwęża i w Kaliszu wynosi już tylko ok. 0,5 km szerokości — profil B (ryc. 4). Prawy brzeg jest bardziej stromy, natomiast lewy łagodniejszy. Różnica wysokości między dnem doliny a poziomem skarp wynosi około 20 m.

Na tę różnicę w budowie morfologicznej odcinka południowego i północnego doliny Proсны w okolicach Kalisza, jak i na jej znaczenie dla rozwoju osadnictwa zwróciła uwagę T. Wąsowiczówna¹¹. Szereg jej obserwacji potwierdziły badania geologiczno-geofizyczne przeprowadzone w Kaliszu w 1960 r.

Proсна jest typową rzeką nizinną i w swoim biegu środkowym pomiędzy Przystajnią (na S) a Turskiem (na N) meandruje. Płynie ona przeważnie jednym korytem o szerokości od kilku do kilkunastu metrów, tworząc regularne zakola. Nurt rzeki jest stosunkowo szybki. Poziom wody w rzece w stosunku do poziomu tarasu zalewowego waha się od 1 do 2 metrów poniżej jego powierzchni. Przeływ meandrowy Proсны datuje się zapewne od okresu stabilizacji jej profilu podłużnego w holocenie.

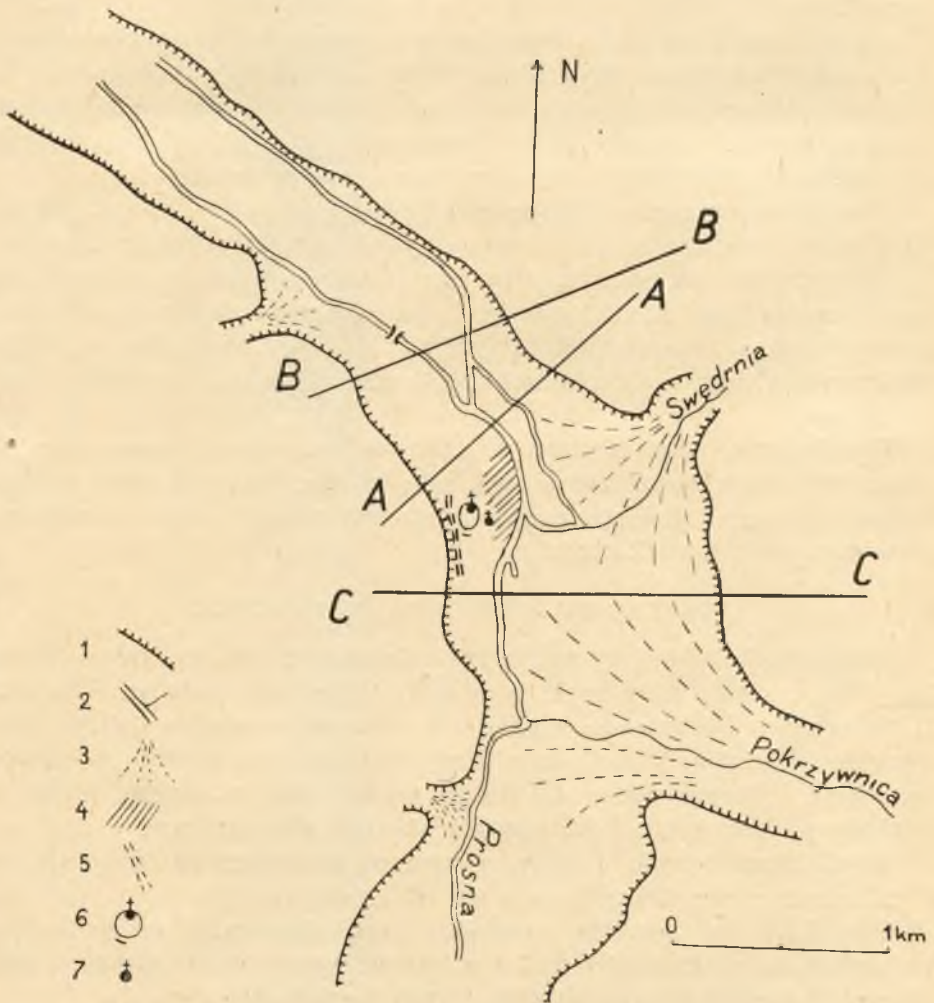
Taki normalny przepływ meandrowy rzeki ulega zakłóceniu, jeżeli wskutek jakichś czynników następuje lokalne zahamowanie szybkości jej nurtu. Może to nastąpić np. wtedy, gdy dopływy boczne rzeki wnoszą do jej doliny znaczne ilości materiału wyniesionego z ich górnych odcinków. Współcześnie może to również nastąpić wskutek działalności człowieka (regulacja rzeki itp.).

Oslabienie szybkości nurtu powoduje osłabienie siły erozyjnej rzeki, co ma wpływ na charakter jej przepływu. Nagromadzenie się dużych ilości materiału akumulacyjnego w dolinie rzeki powoduje częste przesuwanie się jej koryta i tworzenie szeregu odnóg.

Taki właśnie przypadek obserwujemy w dolinie Proсны obecnie między Józefowem a Piwonicami, na południe od Kalisza. Proсна płynie tu

¹¹ T. Wąsowiczówna, *Kalisz na tle wczesnośredniowiecznej sieci drogowej*, [w:] *Osiemnaście wieków Kalisza*, t. I, Kalisz 1960, s. 92.

nie jednym korytem, a szeregiem odnóg, okalając piaszczyste kępy. Rozdzielona na szereg rozgałęzień jest ona płytsza i często szersza niż w miejscach, gdzie meandruje, gdyż wolniejszy nurt ma mniejszą siłę erozyjną i rzeka nie tworzy głębokiego koryta. Procesy spowodowane jej przepływem: erozja i akumulacja, są słabsze i bardziej zlokalizowane. Wskutek częstych zmian koryta istnieją tu duże możliwości powstawania starorzeczy. Te odcinki rzeki będą się również charakteryzowały dużą ilością brodów i zabagnień.



Ryc. 5. Szkic sytuacyjny doliny Proсны w okolicy Kalisza

- 1 — krawędź doliny; 2 — Proсна i jej dopływy; 3 — stożki akumulacyjne dopływów;
4 — kępa Zawodzia; 5 — obniżenie morfologiczne powierzchni tarasu na zach. od grodziska; 6 — grodzisko i kolegiata Sw. Pawła; 7 — kościół Sw. Wojciecha

Oprac. E. Stupnicka

Takie odcinki dolin są na Niżu stosunkowo częste i ściśle uzależnione od lokalnych warunków morfologicznych i hydrologicznych. Jako specjalnie dogodne, były one predestynowane do rozwoju osadnictwa.

Rycina 5 przedstawia współczesny przebieg Proсны u ujścia jej dopływów, Pokrzywnicy i Swędrni, na S od Kalisza. Dopływy te spowodowały rozszerzenie się tego odcinka doliny. Pokrzywnica i Swędrnia, wnosząc do doliny Proсны znaczne ilości materiałów z górnych części swojego biegu, osadzały go w postaci dużych stożków akumulacyjnych (ryc. 5).

Długotrwała działalność akumulacyjna dopływów Proсны powodowała stopniowe przesuwanie się jej koryta ku zachodowi i podmywanie lewego zbocza doliny. Jednocześnie musiała ona wywoływać zakłócenia w meandrowym przebiegu rzeki. Powodowała ona jednocześnie tworzenie przepływu wielokorytowego Proсны na tym odcinku.

Współczesny przepływ Proсны między Piwonice a Kaliszem w wyniku przeprowadzonych prac regulacyjnych nie jest obecnie typowym przepływem wielokorytowym (ryc. 5). Jednak badania geologiczne, poparte obserwacjami morfologicznymi dna doliny Proсны oraz wynikami pomiarów geofizycznych wykonanych na Zawodziu, wykazały, że w stosunkowo niedawnym okresie rzeka na S od Kalisza miała przepływ wielokorytowy.

Wymienione cechy terenów o przepływie wielokorytowym rzek, tj. obecność brodów, obronność terenu, zabagnienia, tłumaczą jasno powstanie najstarszego kaliskiego wczesnośredniowiecznego ośrodka osadniczego właśnie na terenie Zawodzia.

LOKALIZACJA GRODZISKA NA ZAWODZIU

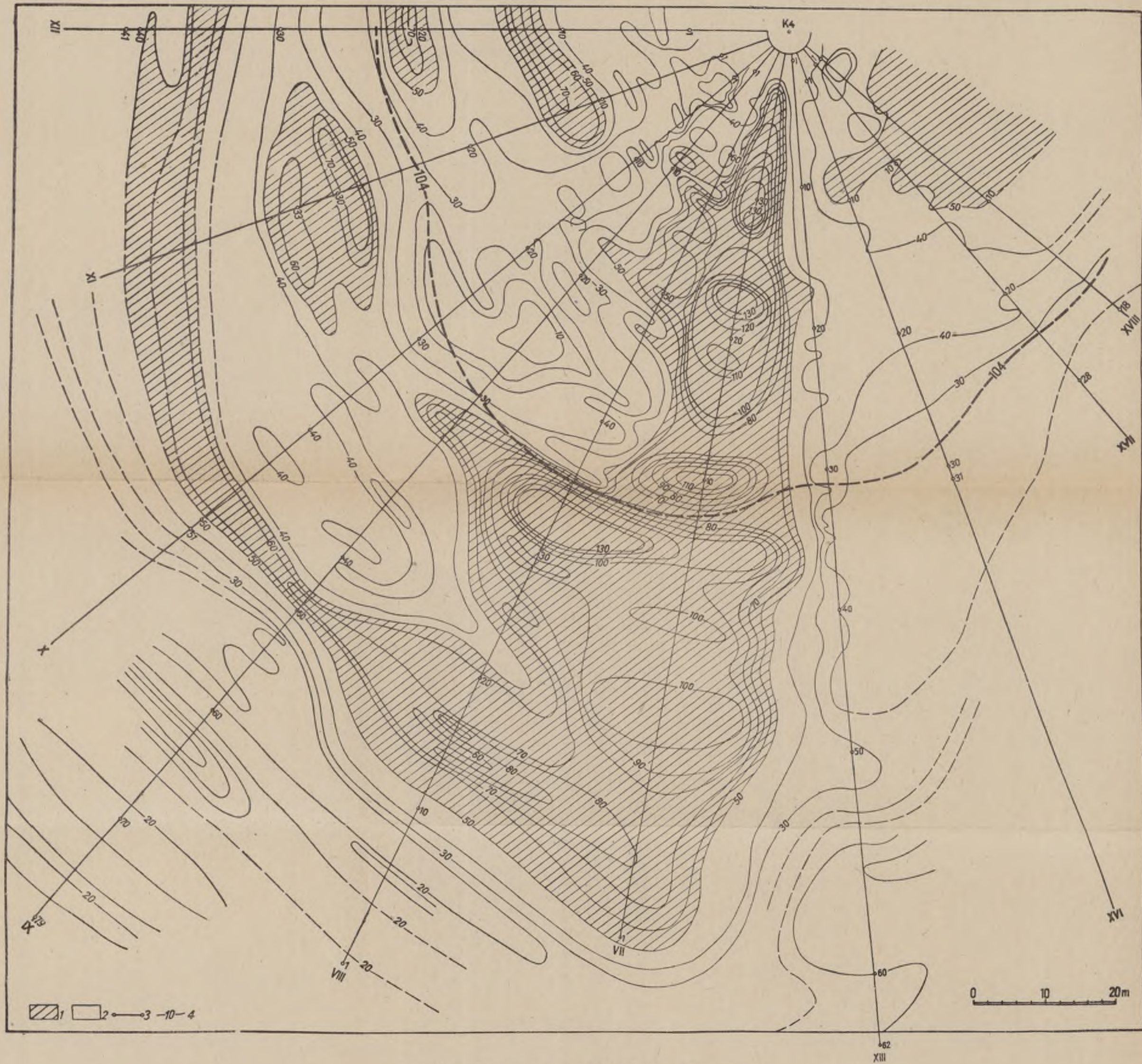
Grodzisko kaliskie leży na lewym holocenijskim tarasie Proсны. Wysokość tarasu nad poziom rzeki wynosi 2—2,5 m. Na badanym obszarze, tj. na odcinku Piwonice — Kalisz, nie występują na dnie doliny żadne wyraźne podcięcia, które pozwoliłyby na wydzielenie kilku poziomów tarasowych różnego wieku. Obniżenia występujące w obrębie tarasu są to ślady po licznych, nie istniejących obecnie, starorzeczach.

Współczesne koryto Proсны, uregulowane częściowo, znajduje się w odległości około 400 m na wschód od grodziska.

Grodzisko jest położone pomiędzy kępą piaszczystą na wschodzie, wznoszącą się obecnie od 1 do 1,5 m nad pozostały obszar tarasu, a dość znacznym obniżeniem powierzchni tarasu na zachodzie (ryc. 5).

Kępa zbudowana jest z osadów piaszczystych, a wcześniejsze badania archeologiczne koło kościoła Św. Wojciecha¹² wykazały istnienie

¹² K. Dąbrowski, *Prace wykopaliskowe na Zawodziu w Kaliszu*, „Studia i Materiały do Dziejów Wielkopolski i Pomorza”, t. 4:1960 z. 1 (11), s. 561.



Ryc. 6. Mapa rozkładu oporności w południowej części grodziska

1 — obszary o wysokiej oporności; 2 — obszary o niskiej oporności; 3 — ciągi sondowań; 4 — izoizomy

tam wczesnośredniowiecznej warstwy kulturowej. Wschodni zasięg kępy ogranicza współczesny przebieg koryta Proсны. Zachodnią granicę wyznacza lekko zaznaczająca się w morfologii tarasu skarpa, przebiegająca na południe od kościoła Św. Wojciecha, z lekkim odchyleniem na zachód. Obecnie na kępie stoją zabudowania przedmieścia Kalisza zwanego Zawodzie. Zasięg kępy na północ nie został jeszcze ustalony, nie jest również wiadomy jej stosunek do kępy, na której leży Stare Miasto.

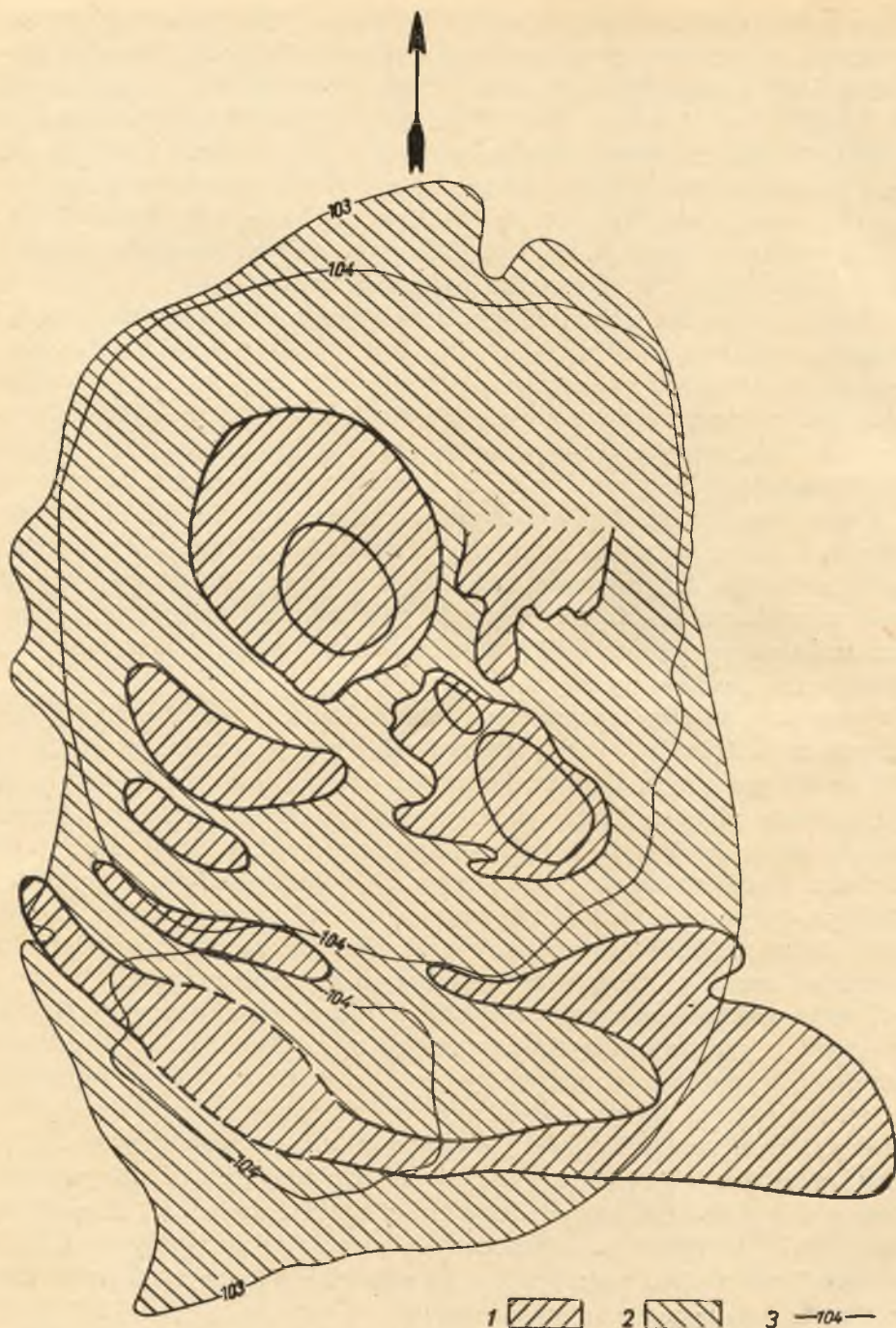
Od grodziska oddziela kępę obniżenie, w którym znajduje się staw (między kościołem Św. Wojciecha a grodziskiem).

Znajdujące się na zachód od grodziska obniżenie morfologiczne tarasu posiada oś o kierunku północ—południe (ryc. 5). Oś ta położona niesymetrycznie w stosunku do całości obniżenia oddalona jest od grodziska około 450 m i przebiega w niewielkiej odległości od skarpy doliny. Obecnie w osi obniżenia znajdują się stawy oraz lokalne zabagnienia wskazujące niewątpliwie na przepływ rzeki, a następnie istnienie tu starorzecza.

Omawiając topografię wczesnośredniowiecznego Kalisza T. Wąsowiczówna pisze: „zarówno plany XVIII- i XIX-wieczne, jak i autopsja terenu skłaniają do przypuszczenia, że główny nurt lub potężna odnoga rzeki w wiekach X—XII przepływała pod samym lewobrzeżnym tarasem rzeki na wysokości dzisiejszego Zawozdia; w związku z tym gród i podgrodzie znajdowały się na prawym brzegu rzeki lub na wyspie”¹³. Na podstawie analizy topograficznej okolic Kalisza, jak również analizy starych map i planów podaje autorka szkic przypuszczalnego przebiegu Proсны we wczesnym średniowieczu. Od osady Zagorzynek do kościoła Św. Gotarda płynęła Proсна pod lewą skarpią doliny. Mniejsza odnoga, łącząca się z dopływem Swędrni, opływała gród i Stare Miasto od wschodu. Gród wczesnośredniowieczny znajduje się na cyplu pomiędzy głównym korytem Proсны a opływającą Stare Miasto wschodnią odnogą rzeki. Zdaniem T. Wąsowiczówny „ostroga” położona na południe od grodziska bronić go miała przed niszczącym działaniem rzeki.

Przeprowadzone w czasie prac 1960 r. badania geologiczno-geofizyczne grodu i jego najbliższych terenów potwierdziły w pełni zasadnicze koncepcje tej autorki, dotyczące sytuacji geograficznej pierwotnego Kalisza i hydrografii terenu. Wielokorytowy przepływ Proсны na odcinku między Piwonicami i Kaliszem, występowanie głównego koryta na zachód od grodu, jak również uzależnienie rozwoju grodu i całego osadnictwa w rejonie Kalisza od działalności rzeki i zmian jej koryta nie ulega dzisiaj wątpliwości. Równocześnie badania te pozwoliły na ściślejsze określenie zmian, hydrografii i ich stosunku do przemian na terenie grodu i w jego bezpośrednim sąsiedztwie.

¹³ Wąsowiczówna, *op. cit.*, s. 87.



Ryc. 7. Rozmieszczenie łach piaszczystych na badanym terenie, opracowane na podstawie badań kompleksowych

1 — utwory łach piaszczystych; 2 — utwory glin i piasków zailonych; 3 — poziomice

Oprac. W. Stopiński, E. Stupnicka

Ogólny przegląd geologiczny wycinka doliny Proсны wraz z położonym tu grodem na Zawodziu pozwolił na stwierdzenie, że w podłożu występują w zasadzie jednolite pod względem frakcji i zawartości części ilastych piaski szare, średnioziarniste z domieszką części organicznych. Na tym podłożu występują lokalnie piaski dobrze wysortowane, jasno-żółte, o zmiennej granulacji. Są to łachy rzeczne o kształtach owalnych i zazwyczaj niewielkim zasięgu poziomym. Poza tym na piaskach rzecznych występują osady ilasto-gliniaste, ciemnoszare lub niebieskawe. Barwa uzależniona jest od zawartości składników organicznych. Osady gliniaste powstałe w starorzeczach wypełniają pierwotne koryta rzeki.

Omawiane osady można również scharakteryzować za pomocą ich oporności elektrycznej.

Tabela 1

Zestawienie oporności skał luźnych¹⁴

Rodzaj skały	Oporność w omm podana na podstawie literatury		Pomiary parametryczne w omm, uzyskane na grodzisku na Zawodziu
	minimalna	maksymal.	
Żwir rzeczny	$3,3 \cdot 10^2$	$8,9 \cdot 10^2$	
Piasek rzeczny	$1,7 \cdot 10^2$	$8,3 \cdot 10^2$	$3,7 \cdot 10^2$
Piasek gliniasty	50	$5 \cdot 10^2$	
Piasek zamulony	10	10^2	20—40
Plina piaszczysta	10	10^2	15—80
Plina wilgotna	5	50	7
Ił	1	80	
Warstwy kulturowe o dużej zawartości próchnicy			10—80

Na oporność elektryczną skał ma wpływ stopień ich zawodnienia oraz rodzaj i koncentracja soli rozpuszczonych w wodzie.

Na badanym terenie zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokości średnio 2 m. Można przyjąć, że stopień zasolenia wody jest na całym badanym terenie, ze względu na niewielki jego obszar, jednakowy. Dlatego przy interpretacji otrzymanych na grodzisku wyników badań można nie brać pod uwagę wpływu obecności wody gruntowej na pomiary oporności elektrycznej skał.

Oporność wody na podstawie danych z literatury¹⁵ charakteryzuje się następującymi wartościami: woda słodka — 10— 10^2 omm, woda podziemna z małą zawartością soli i domieszek organicznych — 20 omm, woda rzeczna — 50—70 omm.

¹⁴ Stopiński, *op. cit.*, s. 4—8.

¹⁵ Stopiński, *op. cit.*, s. 8.

Załączona mapa (ryc. 6) rozkładu oporności wykonana została dla głębokości 6—8 m. Sporządzono ją opierając się na uzyskanych wynikach z pionowych sondowań ciągów badawczych (ryc. 2). Mapa ta wykonana jest dla południowej części grodziska i terenu położonego na południe w bezpośrednim jego sąsiedztwie. Na tej głębokości zaznacza się zasadniczo wpływ warstw geologicznych leżących pod obiektami archeologicznymi. Wykonana mapa umożliwiła ustalenie rozmieszczenia obszarów o wysokich i niskich opornościach, które odpowiadają określonym osadom geologicznym.

Na podstawie rozkładu oporności przedstawionego na tej mapie i po przeprowadzeniu kontrolnych wierceń wykonano mapę rozkładu i zasięgu łach piaszczystych (oporność 50—200 omm), na których został zbudowany gród (ryc. 7). Między łachami występują obszary o niskiej oporności, które odpowiadają osadom glin lub piaskom zailonym.

Badana część grodziska od południa i południowego wschodu otoczona jest obszarem o niskiej oporności, którego zasięg w kierunku przedmieścia Zawcdzie nie jest dotychczas ustalony.

Na terenach tych występują osady rzeczne w postaci glin i mad. Oporność ich waha się w granicach 10—40 omm.

Wiercenia kontrolne, jak i sondáže archeologiczne wykazały jednoznacznie bezwzględną zgodność zmian litologicznych ze zmianami oporności gruntu. Dlatego omawianą mapę (ryc. 6) rozkładu oporności możemy traktować jako mapę zmian litologicznych. Mapa rozkładu oporności oraz mapa zasięgu łach (ryc. 7) dają dużo materiału do opracowania powstania wysp i starorzeczy.

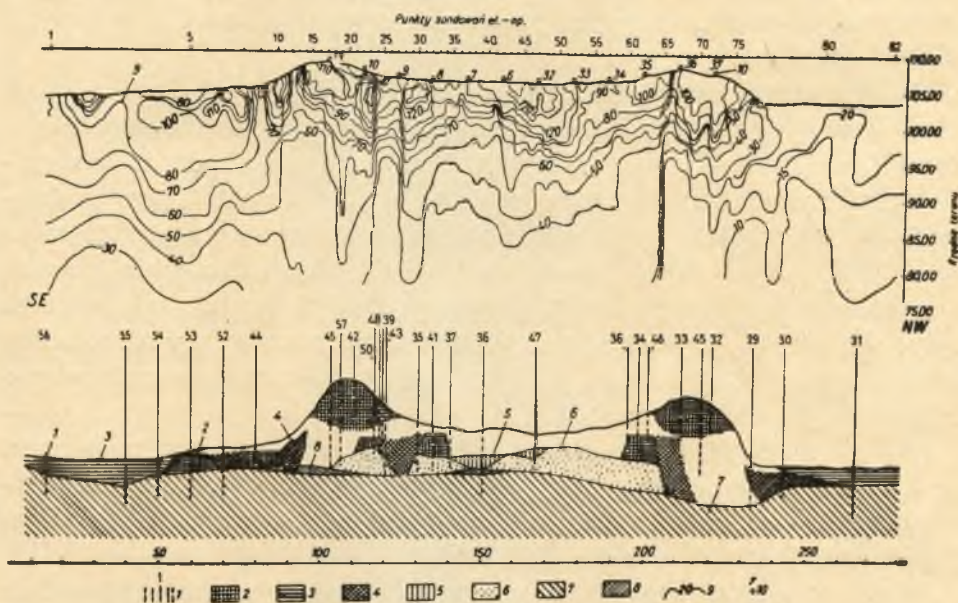
Pierwszy wykonany na Zawodziu ciąg sondowań I—VII przecinał grodzisko z SE na NW, przechodząc przez punkt reperu 4 położonego w centralnej części stanowiska¹⁶.

Na tym ciągu sondowań (sondowania 37—60) w poziomach głębszych zaznacza się wzrost oporności. Natomiast w poziomach płytszych zarejestrowaliśmy (sondowania 42—52) znaczny wzrost oporności, do 180 omm. W zasięgu tej dodatkowej anomalii wykonano sondaż archeologiczny. W wykopie sondażowym na głębokości 1 m stwierdzono występowanie dobrze wysortowanego piasku średnioziarnistego o barwie jasnożółtej. Na głębokości 2,5 m piasek ten jest zawadniony. Wykop potwierdził wykryty za pomocą badań elektryczno-oporowych zasięg poziomy płycej leżącej części piaszczystej łachy.

Pomocnicze ciągi sondowań elektryczno-oporowych skierowane od środka łachy na zewnątrz pozwoliły na wyznaczenie jej granicy w pięciu punktach.

¹⁶ Dąbrowski, Stopiński, *op. cit.*, s. 78, ryc. 2.

W świetle wyników dotychczasowych badań można przypuszczać, że najstarsze znane aktualnie umocnienia grodu z IX/X w. wzniesione zostały wokół lub na tej łąsce. Wiercenia geologiczne, przeprowadzone wzdłuż profilów (ryc. 2), pozwoliły na bliższe sprecyzowanie morfologii łąski (ryc. 8). Jej brzeg północny, dość stromy, wznosił się około 2,5 m powyżej dna ówczesnego koryta rzeki. Ku południowi powierzchnia



Ryc. 8. Przekrój geologiczny (Pg1) przez grodzisko uzupełniony wynikami badań archeologicznych i geofizycznych (zob. ryc. 2)

1 — wiercenia geologiczne; 2 — umocnienia obronne; 3 — osady starorzeczcy; 4 — fosy; 5 — nasypy; 6 — piaski łąski rzecznych; 7 — piaski rzeczne z domieszką łąki; 8 — gliny rzeczne zastojowe; 9 — izozomy; 10 — stanowiska sondowań elektryczno-oporowych

Oprac. K. Dąbrowski, W. Stopiński, E. Stupnicka

łąski podnosiła się. Kulminacja znajduje się w odległości od 10 do 20 m na NW od środka grodziska (reper 4). Wysokość bezwzględna wynosi 103,5 m n. p. m. Dalej ku południowi powierzchnia łąski ulega obniżeniu i zaznaczają się w profilu geologicznym deniwelacje, które były częściowo wyrównywane nasypami wykonywanymi przez człowieka. Łąska ta powstała prawdopodobnie w korycie rzeki wskutek działalności akumulacyjnej jej nurtu i w okresie założenia grodu stanowiła wyspę. Uwidocznione na ryc. 6 pozostałe łąski, wykryte badaniami elektryczno-oporowymi, powstały prawdopodobnie już w okresie późniejszym, po założeniu grodu.

ZMIANY HYDROLOGICZNE W OTOCZENIU GRODU

Badania geofizyczno-geologiczne pozwalają na prześledzenie zjawisk hydrologicznych w otoczeniu grodziska. Kolejne ryciny (ryc. 9—13) przedstawiają zmiany koryta Proсны w okresie funkcjonowania grodu.

Dane geologiczne nie pozwalają na ściśle sprecyzowanie daty powstawania tych zjawisk. Przesuwanie się koryt, jak i powstawanie starorzeczy następuje zwykle stopniowo. Operując danymi stratygraficznymi można podać przebieg tych procesów i zsynchronizować je z danymi archeologicznymi.

W pierwszym okresie istnienia wyspy, przed jej zasiedleniem, nurt rzeczny w obu odnogach koryta otaczającego wyspę był prawdopodobnie równej wielkości. Wyspa piaszczysta, stanowiąca przeszkodę dla normalnego przepływu, wskutek zmniejszenia się szybkości nurtu i jego rozdzielania na dwa ramiona powodowała osadzanie się materiału piaszczystego w postaci łach od strony południowej, dzięki czemu następuje stopniowe powiększenie wyspy. Nadsypywanie materiału powodowało również spłykanie koryta. Ta tendencja stopniowego przyrostu wyspy od południa pozostanie przez cały okres jej istnienia, tj. do momentu całkowitego odsunięcia się rzeki na zachód.

Na długo przed powstaniem najstarszego grodu główny nurt rzeki przepływał prawym ramieniem, głębszym i wypełnionym osadami piaszczystymi. Lewe ramie, którym przepływał nurt boczny, słabszy, wypełniło się stopniowo osadami glin.

Najstarszy gród powstał na opisanej już wyspie piaszczystej o dość jednolitej budowie. W części północnej wyspy wały posadowiono na wysokim brzegu, w południowej zaś na płaskiej plaży. Po zachodniej i wschodniej stronie grodu warstwy osadnicze sięgają głęboko. Wynika z tego, że wały budowano tu już poza wyspą, w korycie rzeki, rozszerzając sztucznie tym sposobem obszar wyspy na wschód i zachód.

W okresie przepływania głównego nurtu po wschodniej stronie grodu materiał akumulowany był w postaci łachy piaszczystej okalającej wyspę od wschodu. Rozkład materiału akumulowanego w początkowej fazie funkcjonowania grodu ilustruje schematycznie ryc. 4 i 9,10. W odnodze zachodniej osadzają się ropy i gliny przy bardzo powolnym prądzie i powolnej sedymentacji.

W następnym okresie rozwoju grodu następuje zmiana przepływu głównego nurtu Proсны. Nie jest pewne, czy zmiana ta nastąpiła wskutek przyczyn naturalnych, np. zasypanie koryta wschodniego osadami piaszczystymi, co mogło spowodować zmianę kierunku biegu, ale mogła ona być również wynikiem działalności człowieka. Proсна w okresie

przepływu nurtu głównego po wschodniej stronie grodu podmywała zamieszkały obszar podgrodzia na Zawodziu.

Wskutek zmiany przepływu głównego nurtu Proсны i skrócenia jej biegu musiało nastąpić obniżenie się poziomu wód w korycie i stopniowe odsłonięcie terenu położonego na południe od obwałowanej wyspy (ryc. 1). Odsłonięcie dna w bezpośrednim sąsiedztwie wyspy-grodu musiało spowodować dodatkowe ufortyfikowanie tego obszaru i rozszerzenie zasięgu grodu.

Osuszenie terenu położonego na południe od wyspy spowodowało w dalszym etapie niemal całkowite wygaśnięcie prądu we wschodniej odnodze Proсны (ryc. 12).

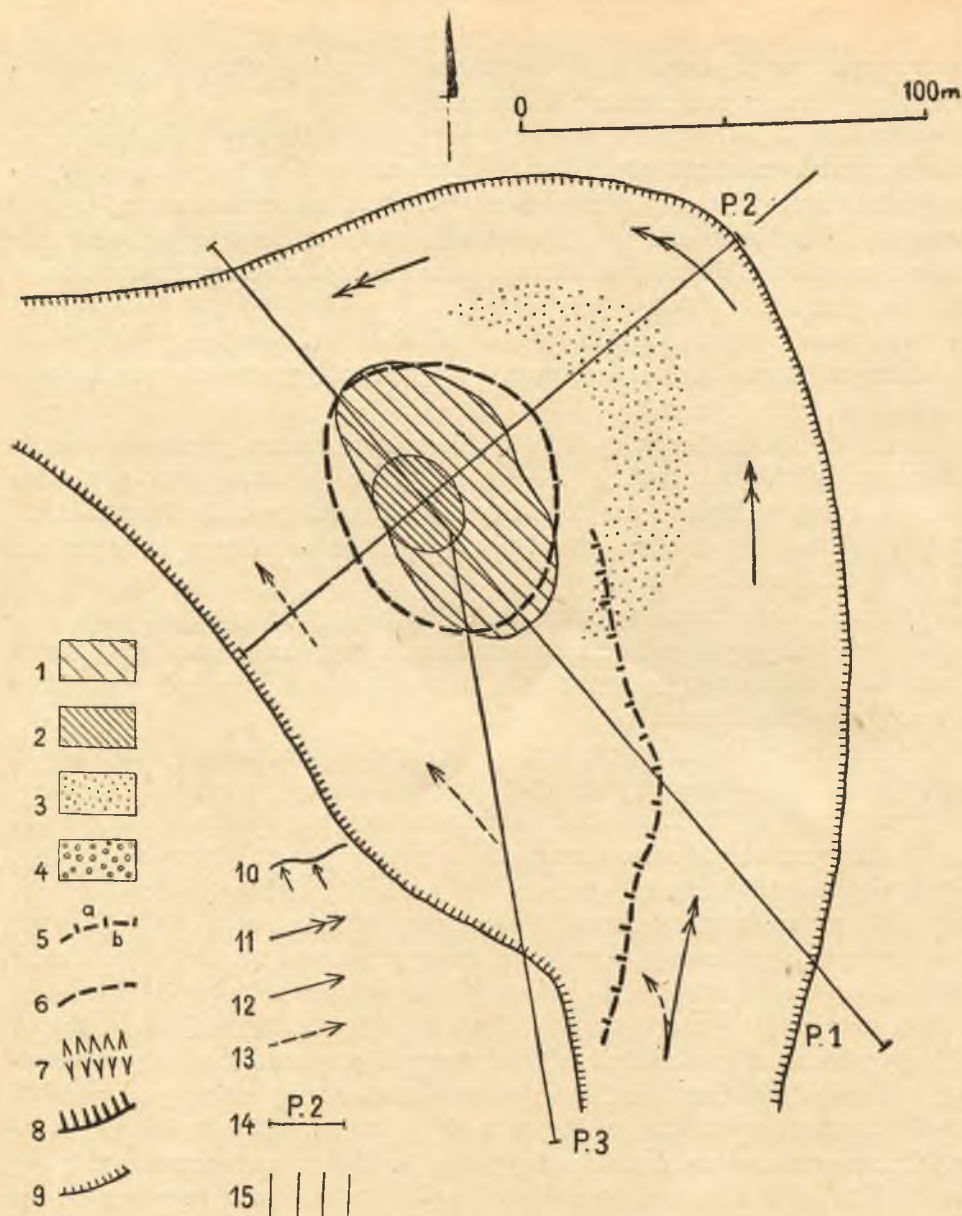
Z czasem po wschodniej stronie grodu starorzecze pozostaje odcięte od nurtu, w którym osadzają się (ryc. 13) mady rzeczne oraz gliny doskonale rysujące się na mapie rozkładu oporności (ryc. 6). Pozostałością tego starorzecza jest staw znajdujący się obecnie między grodziskiem a kościołem Św. Wojciecha.

Obecność starorzecza po wschodniej stronie grodu gwarantowała stabilizację istniejących wówczas warunków. Przy umiejętnej gospodarce (usuwanie roślinności, oczyszczanie nawet na małą skalę) mogło ono trwać przez długi okres.

Inaczej rzecz się miała po zachodniej stronie grodu. Silny nurt rzeki powodował częste zmiany koryta, erozję i nadsypywanie łąch piaszczystych. Na ryc. 11, 12 uwidoczniono tendencję przesuwania się koryta.

W dalszym etapie rozwoju koryta Proсны (ryc. 12, 13) rzeka powoli, ale stale przesuwa się ze wschodu na zachód pod lewe zbocze doliny. W czasie przesuwania się Proсна przesypuje stopniowo materiał akumulacyjny ze swego lewego brzegu na prawy, nadsypując łąchy od strony południowo-zachodniej grodu, co miało prawdopodobnie wpływ na dalszy jego rozwój i na konieczność wznoszenia umocnień grodziska od strony południowej i zachodniej. Proces ten nie zakończył się w okresie najmłodszych chronologicznie wałów, lecz trwał jeszcze po wybudowaniu zewnętrznych umocnień „ostrog”, o czym świadczą łąchy piaszczyste stwierdzone na zachód od tego wału. Ten proces przesuwania się koryta Proсны na zachód spowodował w ostatnim etapie przepływ rzeki w osi zachodniego obniżenia (ryc. 5).

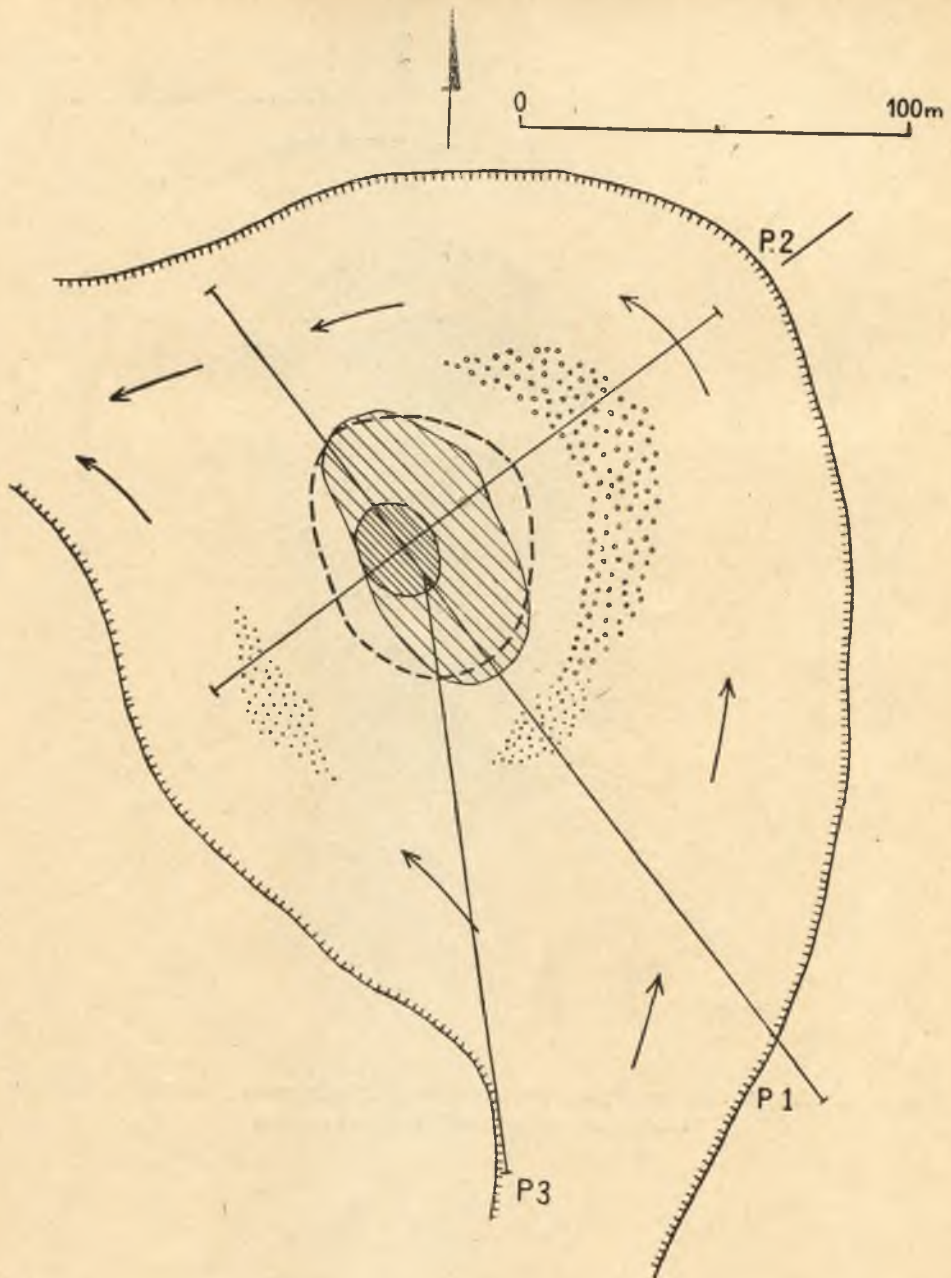
Dotychczasowe wyniki badań wydają się wskazywać na fakt, że właśnie to odsuwanie się rzeki na zachód było powodem tej niesymetrii, jaką można obserwować w rozwoju fortyfikacji grodu. Całkowite odsunięcie się rzeki było zapewne jedną z przyczyn zaniku obronnego znaczenia grodu. Zachowane dotychczas umocnienia, a przede wszystkim „ostroga”, nie ujawniły dotychczas śladów zniszczeń, które można by tłumaczyć działalnością rzeki podczas powodzi. Nowy etap w rozwoju



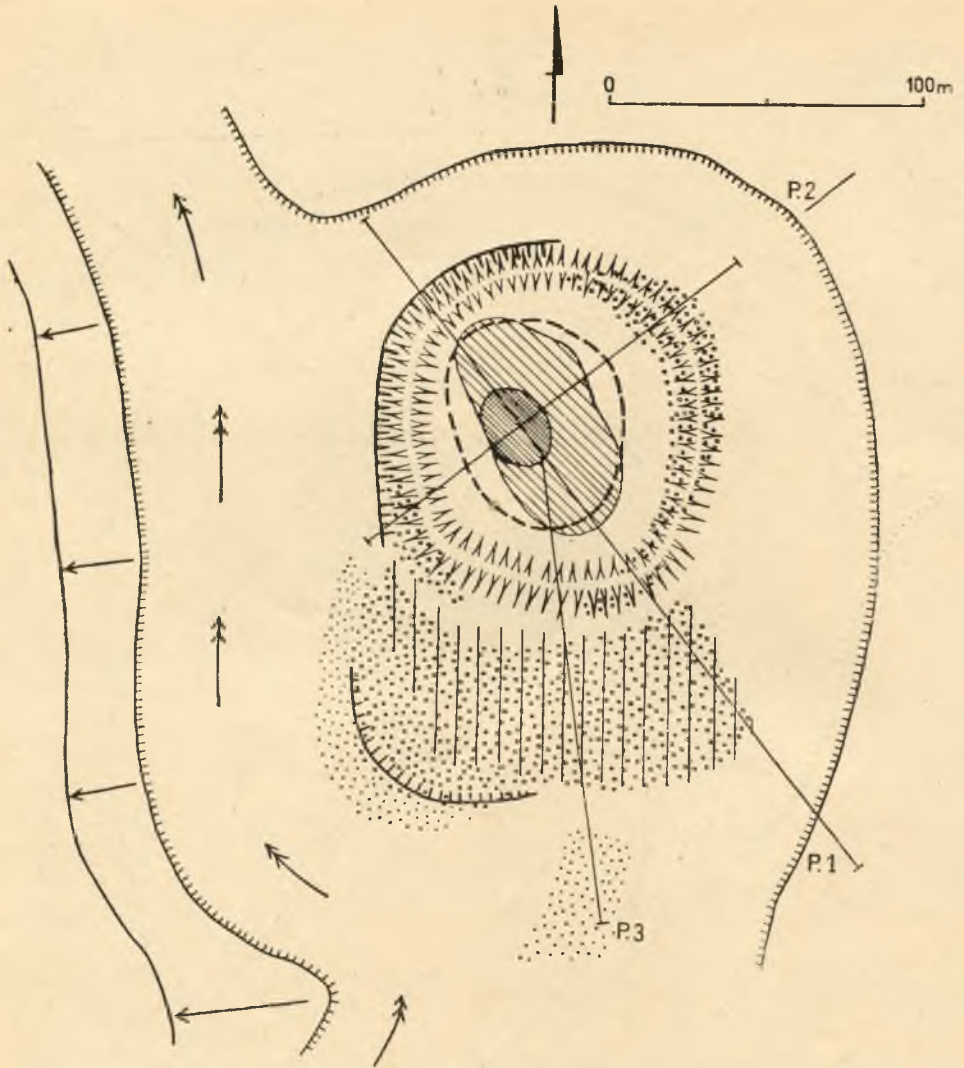
Ryc. 9. Przebieg koryta Prosnicy w sąsiedztwie wczesnośredniowiecznego grodziska na Zawodziu. Faza I

1 — wyspa piaszczysta; 2 — łacha „centralna” wyznaczona za pomocą badań geofizycznych; 3 — obszary spłylenia koryta wskutek działalności akumulacyjnej rzeki; 4 — łachy piaszczyste uformowane w poprzedniej fazie działalności rzeki; 5 — granica obszarów sedimentacji glin (a) i piasków (b); 6 — hipotetyczny zasięg umocnień obronnych z IX/X w.; 7 — pozostałości wału obronnego z X/XI w.; 8 — płaszcz kamienny stanowiący dodatkowe umocnienie wschodniej części grodu — XI/XII w.; 9 — brzeg rzeki; 10 — kierunek przesuwania się brzegu wskutek działania erozji; 11 — kierunek przepływu nurtu głównego; 12 — kierunek przepływu nurtu bocznego; 13 — nurt słaby; 14 — przekrój geologiczny; 15 — obszar objęty umocnieniami obronnymi na południe od zachowanego obecnie wału grodziska. Legenda ta odnosi się do ryc. 10, 11, 12, 13

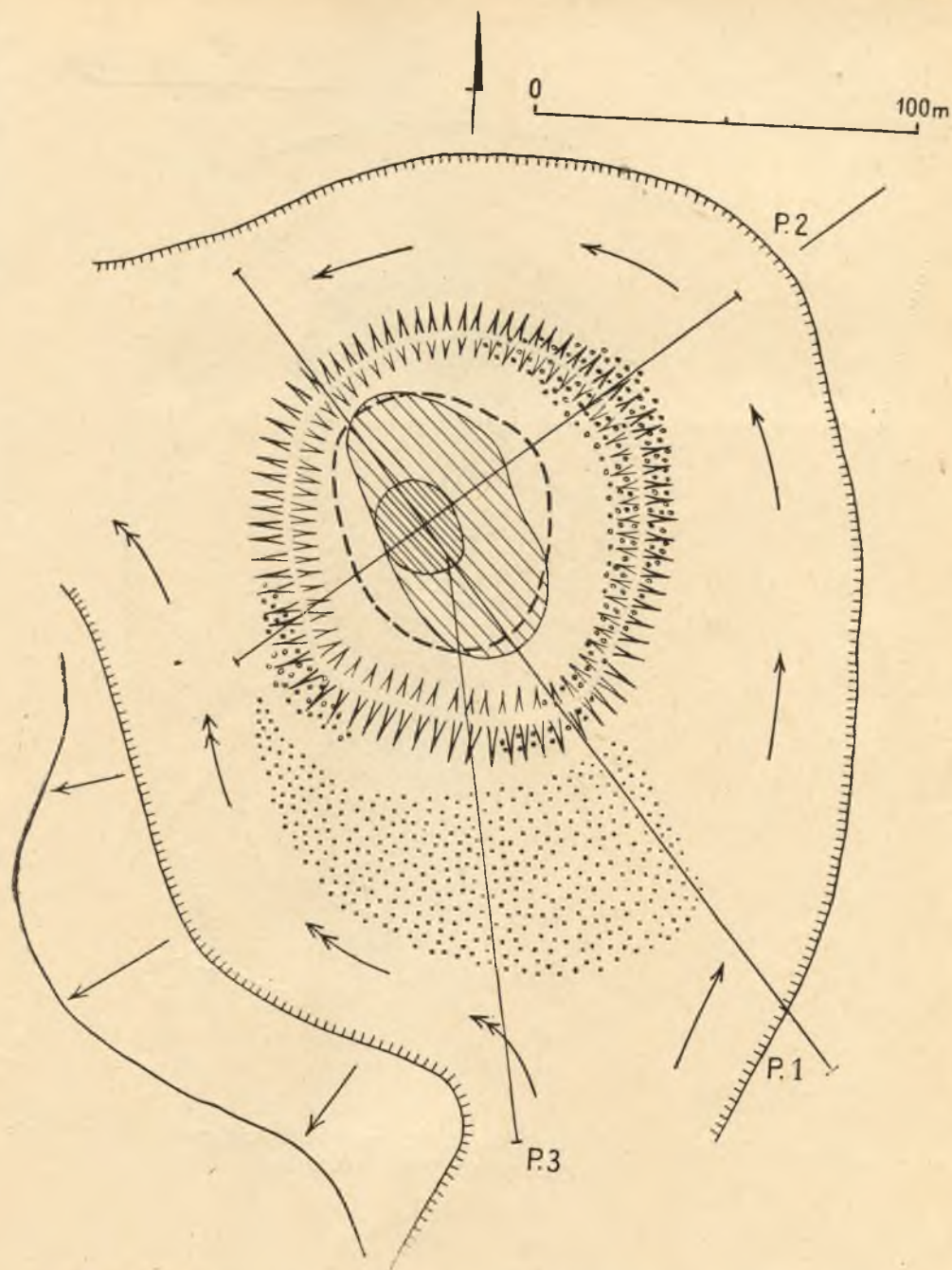
Oprac. E. Stupnicka



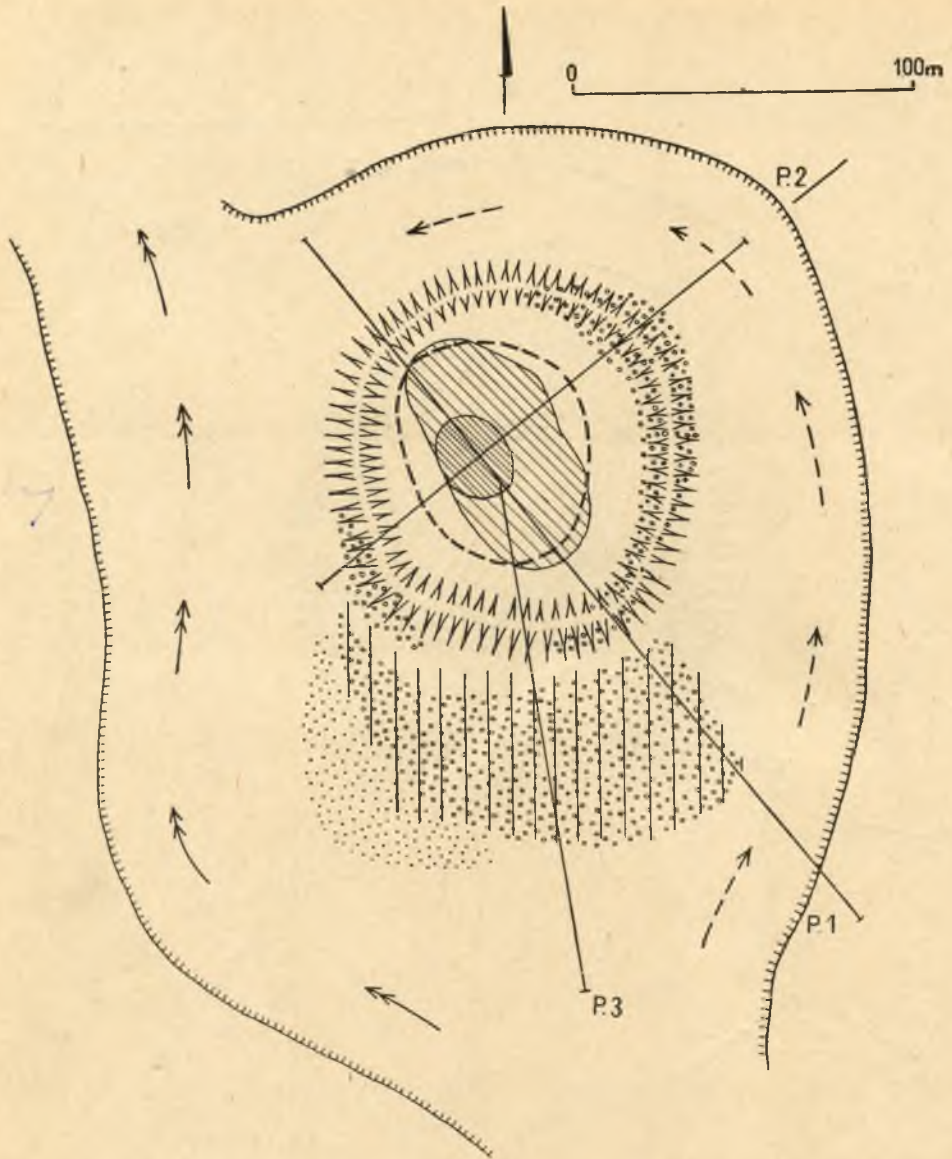
Ryc. 10. II faza zmian przepływu Prosnicy; uformowanie się łachy piaszczystej po zachodniej stronie grodu



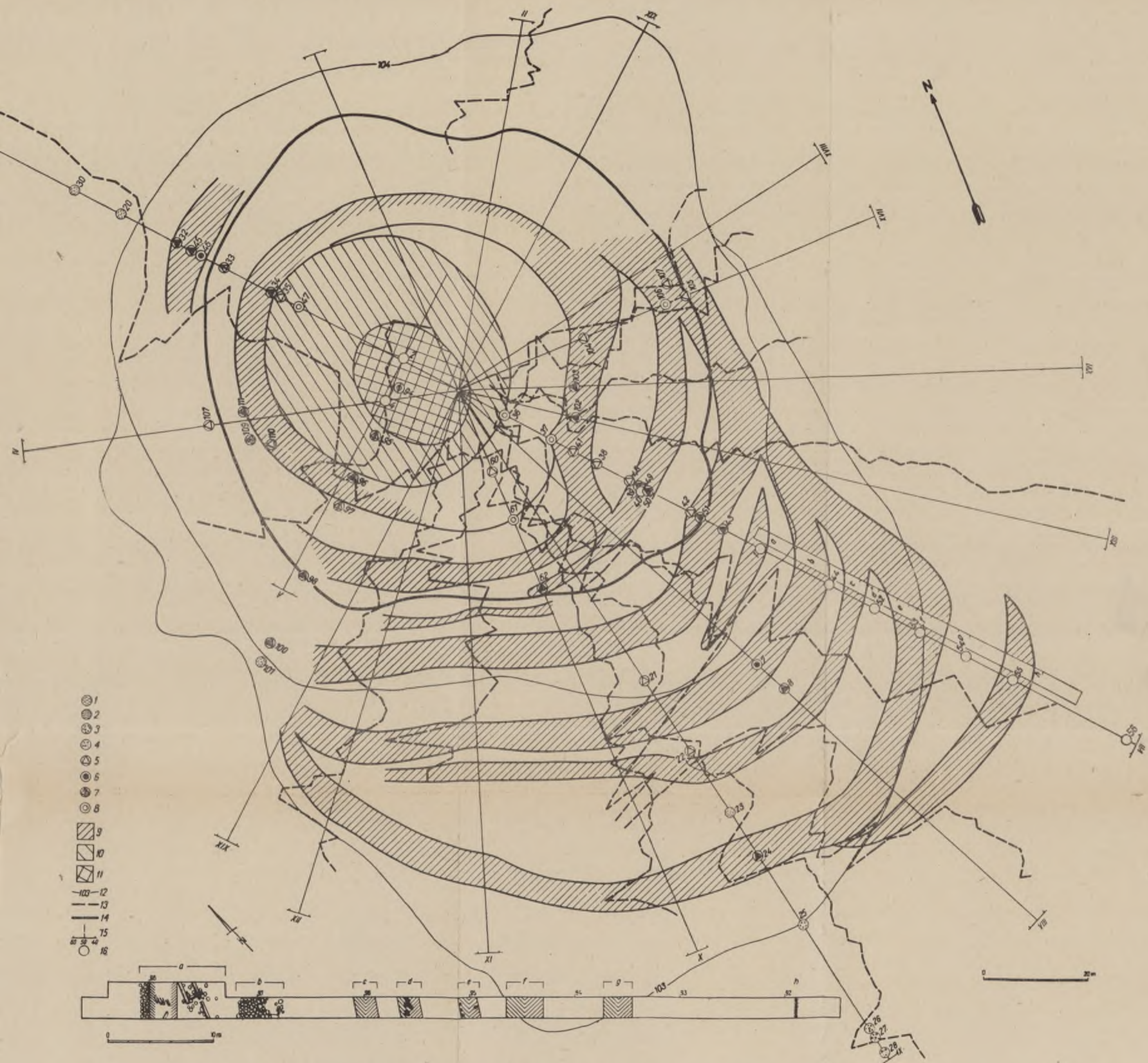
Ryc. 11. III faza zmian przepływu Prosny w sąsiedztwie grodu; powstanie łach piaszczystych po jego południowej stronie



Ryc. 12. IV faza zmian przepływu Prosną w sąsiedztwie grodu; stopniowe zanikanie nurtu po jego wschodniej stronie



Ryc. 13. V faza zmian przepływu Prosny w sąsiedztwie grodu; przesuwanie się koryta rzeki w kierunku zachodnim



Ryc. 14. Hipotetyczny przebieg elementów umocnień obronnych w południowej części grodziska na Zawodziu

1 — osady fos i rowów; 2 — osady starorzeczy; 3 — osady łach; 4 — piaski zalane; 5 — nasypy piaszczyste; 6 — kamienie; 7 — drewno; 8 — warstwa próchnicza; 9 — hipotetyczny przebieg umocnień obronnych; 10 — wyspa piaszczysta; 11 — łacha centralna; 12 — poziomice; 13 — sondowania poziome; 14 — korona wałów; 15 — ciągi sondowań; 16 — wiercenia geologiczne; a — konstrukcja drewniano-kamienna; b — konstrukcja kamienna; c — fosa-rów; d — fosa-rów z palami; e — fosa-rów z palami; f — fosa-rów; g — fosa-rów; h — palisada

rzeki rozpoczął się w czasie, kiedy główny nurt przeniósł się do wschodniej odnogi Proсны. Zachodnia odnoga stała się wkrótce martwym starorzeczem, które z czasem zarosło roślinnością. Jednak istniejące tu przez dłuższy czas starorzecze, a następnie bagniska osłaniały od zachodu przez jakiś okres osady znajdujące się na Zawodziu i Starym Mieście.

HIPOTETYCZNY PRZEBIEG ELEMENTÓW UMOCNIEŃ OBRONNYCH GRODU

Syntetyczna mapa (ryc. 14) obrazuje hipotetyczny rozwój elementów umocnień obronnych grodu kaliskiego. Wykonano ją na podstawie wyników sondowań poziomych dla głębokości $\approx 1,5$ m poniżej powierzchni terenu. Kontrolne sondáže archeologiczne wykazały, iż szczątki konstrukcji obronnych (drewniano-kamienno-ziemne wały) rejestrowane były w postaci wyższych wartości oporności niż te, jakie wykazywało otoczenie. Natomiast niską opornością charakteryzowały się osady w obrębie fos¹⁷. Znajomość tych faktów w zestawieniu z wynikami sondowań poziomych pozwoliła na wykreślenie hipotetycznego zasięgu elementów umocnień obronnych grodu.



Ryc. 15. Szczątki konstrukcji obronnych wału z IX/X w. składające się z podwójnego pierścienia skrzyń drewnianych wypełnionych kamieniami

Fot. K. Dąbrowski

¹⁷ K. Dąbrowski, W. Stopiński, *Z doświadczeń w stosowaniu metody elektryczno-oporowej w archeologicznych badaniach grodziska wczesnośredniowiecznego*, „Przegląd Geofizyczny”, R. VI (XIV) z. 3, Warszawa 1961, s. 169—183.

Szczególnie cennym dla badań archeologicznych wynikiem było wykrycie na łące przylegającej od południa do grodziska szczątków drewniano-kamiennych konstrukcji obronnych oraz śladów fos. Stwierdzono sondażem, iż konstrukcje te łączone były techniką hakową analogiczną do tej, jaką odsłonięto po zewnętrznej stronie tzw. ostrogi. Analizując zasięg przestrzenny anomalii wysokooporowych na S od grodziska stwierdzono, że „ostroga” stanowi szczątki zniszczonego pierścienia wałów. Jak sądzić można, dalsze badania archeologiczne ujawnią szczegóły konstrukcji poszczególnych elementów obronnych odkrytych na łące przy południowym wale grodziska. Badania wykopaliskowe wykazały, iż „ostroga” zawiera szczątki dwóch konstrukcji obronnych: wału pokrytego płaszczem kamiennym oraz zbutwiałego wału rusztowego. Oba te wały wzniesione zostały na szczątkach drewnianych konstrukcji o nie rozpoznanym charakterze, wykazujących odmienny przebieg niż „ostroga”. Stwierdzenie to pokrywa się z dwudzielnością elementów wysokooporowych, zarejestrowanych na obszarze „ostrogi”. Pomędzy zachowanym w terenie pierścieniem wałów a „ostrogą” wykryto wysokooporową anomalię, której zasięg pozwalałby na hipotetyczne wiązanie jej z konstrukcją (ryc. 11) odkrytą w wykopie sondażowym (ryc. 10 a).

Płaszcz kamienny odsłonięty na „ostrodze”, pokryty w górnej partii gliną, posiada swoje przedłużenie w postaci pasa wysokich oporów, przeciętego sondażem archeologicznym, który w odnośnym punkcie (ryc. 10 b) ujawnił szczątki konstrukcji drewnianych. Potwierdzenie zasięgu tej konstrukcji przynosi także wiercenie nr 24, które na głębokości \approx 1 m wykryło kamienie polne średniej wielkości. W chwili obecnej trudno sprecyzować chronologię umocnień odkrytych na „ostrodze”, niemniej jednak wydaje się, że wał pokryty płaszczem kamiennym był młodszy od zbutwiałej konstrukcji wału przekładkowego¹⁸.

Badania archeologiczne wykazały niesłuszność sugestii T. Wąsowiczówny¹⁹, która w „ostrodze” upatrywała osłony przeciwpowodziowej wałów grodu.

Rysujące się morfologicznie w terenie wały znajdują również swój odpowiednik w zasięgu anomalii wysokooporowej. Występująca odcinkami dwudzielność elementów jest wyrazem istnienia pod szańcem ziemnym różnego typu konstrukcji. Potwierdziły to sondáže archeologiczne oraz wiercenia geologiczne.

Ciągami sondowań XVI, XVII, XVIII oraz wierceniami geologicznymi nr 41, 102, 103, 104 (zob. ryc. 2) określono zasięg anomalii wyso-

¹⁸ K. Dąbrowski, *Badania archeologiczne na Zawodziu (1959—60)*, [w:] *Osiemnaście wieków Kalisza*, t. III, Kalisz 1962, s. 62—64.

¹⁹ Wąsowiczówna, *op. cit.*, s. 88.

kooporowej, którą wiązać można ze szczątkami wału z IX/X w. (ryc. 15). Jak wykazały badania, wał ten zbudowany był z podwójnego pierścienia skrzyń, wypełnianych kamieniami.

ZAKOŃCZENIE

Niniejszy artykuł miał na celu uwypuklenie niektórych możliwości badawczych, jakie przed pracami archeologicznymi otwiera zastosowanie jednej z metod geofizyki. Zdajemy sobie sprawę, że dalsze prace i nieodzowne weryfikacje wyników badań elektryczno-oporowych wprowadzą korektury do sformułowanych tutaj poglądów. Niemniej jednak wydawało się słuszne poddanie pod szerszą dyskusję rezultatów uzyskanych w pierwszej fazie doświadczeń. Ich kontrola zarówno archeologiczna, jak i geologiczna umożliwiła pełniejsze oświetlenie niektórych problemów związanych z genezą i rozwojem grodu na Zawodziu.

Dyskusyjny charakter pewnych zagadnień nie umniejsza, jak wolno sądzić, ich naukowej wartości, głównie przez szczególną przydatność dla dalszego planowania prac wykopaliskowych, a także rewizji niektórych dotychczasowych poglądów na przestrzenny rozwój umocnień grodu.

W pracy niniejszej raz jeszcze ujawniła się słuszność zespołowego podejmowania prac badawczych przez różne dyscypliny, którym przyświeca możliwie wszechstronne poznanie naszej odległej historii.

KRZYSZTOF DĄBROWSKI, WOJCIECH STOPIŃSKI, EWA STUPNICKA

THE BEGINNINGS AND THE DEVELOPMENT OF THE HILL-FORT AT ZAWODZIE IN KALISZ IN THE LIGHT OF RESEARCH WORK ON NATURAL ENVIRONMENT

Introduction. In the introductory part the authors speak of complex namely archaeological, geophysical and geological research work carried at the Zawodzie hill-fort, the aim of which is to show the genesis of the formation of this settlement centre (drawing 1). Methods applied in the field excavation work. More details have been given on the technique of the vertical and horizontal electroresistive soundings as well as on the shallow geological borings (drawing 2). Since the technique of the excavation work did not differ from generally accepted standards, it has been talked over in a few words only.

Taking into consideration the fact that the hill-fort is an object of definite spatial range, the radial distribution of sequences of electro-resistive soundings has been applied. The results of the soundings were controlled by means of geological borings and of archaeological sounding excavations. The angular distance between different sequences of soundings was 10 to 20 degrees.

The geological and hydrological environment of the Kalisz area. The geological structure of the Kalisz area has been described (drawing 3), particular attention being paid to the Quarternary sediments. The morphology of the Prosna valley

within the area under consideration has been described as well (drawing 4—5), in connection with the dynamics of the river's current.

The localization of the Zawodzie hill-fort. The localization of the hill-fort has been presented in connection with the natural environment background, the stress being put on the dependence of the early mediaeval settlement movement upon hydrological factors.

On the basis of the results obtained in the course of geophysical research, a map has been drawn for the distance of resistivity of the $AB = 16m$ (drawing 6). The parameters of rocks resistivity taken as basis, as well as the results of lithological research made it possible to draw a synthetical map of the sandy beds in the area under consideration (drawing 7).

As the result of complex research work, it may be assumed that the oldest fortifications of the hill-fort originating from the IX—Xth centuries had been built around or on the „central” sandy bed (drawings 7—8).

Hydrological changes in the surrounding area of the hill-fort. An analysis of the results of complex research work made it possible to get acquainted with the basic dynamic phenomena of the Prosna river current in the early mediaeval period (drawing 9—13). The analysis is an explanation of the reasons for the spatial development of the hill-fort towards the south.

Hypothetical arrangement of the elements of fortifications. On the basis of the analysis of the results of horizontal soundings and their archaeological and geological verification, hypothetical arrangement of fortification in the southern part of the hill-fort has been presented (drawing 14). The so far discovered coincidences between the highly resistive geophysical anomalies and the fragments of the wooden-and-stone defensive constructions discovered in the course of the excavation work — have been underlined in the article. A characteristic has been given of the already well examined constructions on the „spur” which is the remaining part of the southern ring of the fortifications, the other segments being entirely levelled. The scope has been determined, of the highly resistive anomaly connected with the remnants of the rampart from the IX/Xth centuries (drawing 15), built of double ring of wooden boxes, filled with stones.

Final part. In the article special attention has been paid to the positive effects of application of one of the geophysical methods to archaeological research. Moving forward problems for discussion, that close the first stage of the cooperation of archaeologists, geophysicists and geologists, the authors express the opinion that joint effort only may bring proper solution of the problems under consideration.