

JACEK WRZESIŃSKI
Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy

SIR – 8 — RADAROWA OBSERWACJA STRUKTUR PODPOWIERZCHNIOWYCH OSTROWA LEDNICKIEGO

System SIR (Subsurface Interface Radar) jest urządzeniem radarowym służącym do obserwacji struktur podpowierzchniowych. Zasada radaru SIR – 8 opiera się na wysyłaniu w głąb badanego ośrodka impulsów elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości (80 – 1000 MHz) i rejestracji fal odbitych na granicy ośrodków o różnych wartościach stałej dielektrycznej. Występujące pod powierzchnią terenu obserwacji warstwy kulturowe jak spalenizna, polepa, mury, pustki, a także twory geologiczne, uzbrojenie terenu, pokłady wodonośne z uwagi na specyficzne cechy fizyczne mają różną wartość stałej dielektrycznej — średnio od 1 do 88. W badaniach (w zależności od specyfiki stanowiska i potrzeby rejestracji elementów o różnej wielkości powierzchniowej) wykorzystywać można anteny o różnej częstotliwości mające różną zdolność penetracji w głębszej i odmienne możliwości rozdzielczości (rejestracja elementów o różnej wielkości). Antena o częstotliwości 1000 MHz ma zdolność penetracji do 1 m i rozdzielczość od 2 do 5 cm. Antena o częstotliwości 200 MHz ma zdolność penetracji do 3 m i rozdzielczość od 5 do 20 cm. Antena o częstotliwości 80 MHz ma zdolność penetracji do 10 m i rozdzielczość od 20 do 50 cm. Obserwacji struktur podpowierzchniowych na Ostrowie Lednickim przy zastosowaniu radaru SIR – 8 dokonał zespół z Zakładu Teledetekcji Krakowskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego na zlecenie Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy. W skład zespołu wchodził: archeolog mgr Halina Ginter, oraz inżynierowie mgr mgr Wojciech Antosiewicz, Tadeusz Książek, Wiesław Nawrocki. Prace w terenie prowadzono od 4 do 31 sierpnia 1983 r. i od 2 do 31 sierpnia 1984 r. Pełne opracowanie dokumentacji i podsumowanie wyników zakończono w kwietniu 1986 roku. Autorami opracowania (złożonego w archiwum MPP na Lednicy) są H. Ginter i T. Książek, a prace kreślarskie wykonał J. Wądrzyk¹.

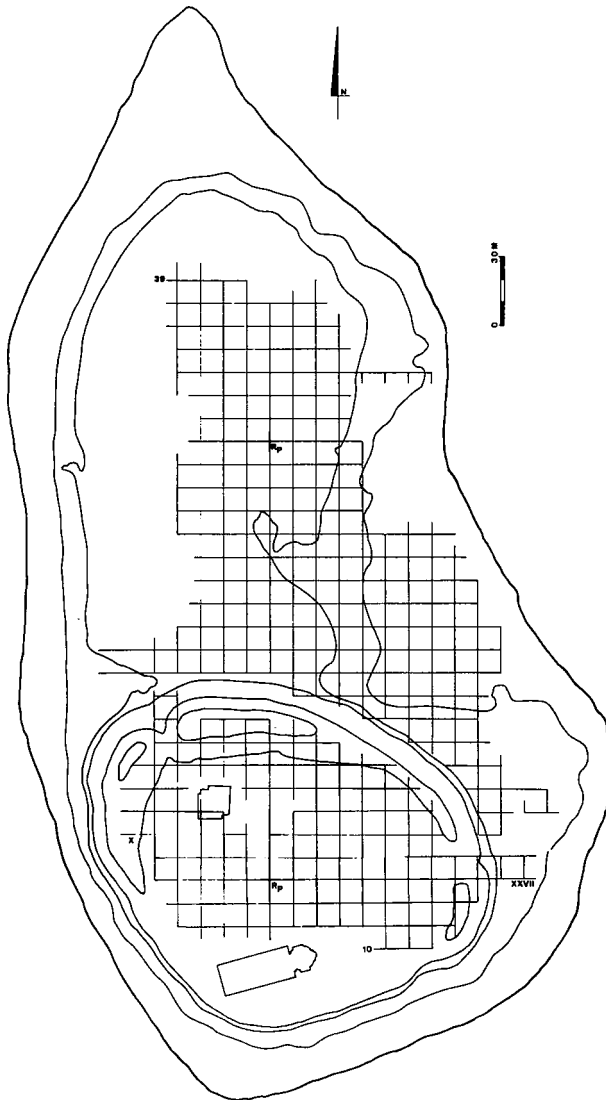
Prospekcję radarową na Ostrowie Lednickim przeprowadzono w oparciu o siatkę wytyczoną zgodnie z kierunkiem osi biegnących przez repery państwowe usytuowane na grodzie i podgrodziu. Wyznaczono linie obserwacji w odległości co 5 m (tworząc siatkę pomiarową o wymiarach 5 m × 5 m), a w miejscach przypuszczalnej lokalizacji

¹ Niniejsza publikacja opiera się na bardzo szczegółowej analizie dokonanej przez wymienionych autorów z niewielkimi uzupełnieniami i sugestiami autora.

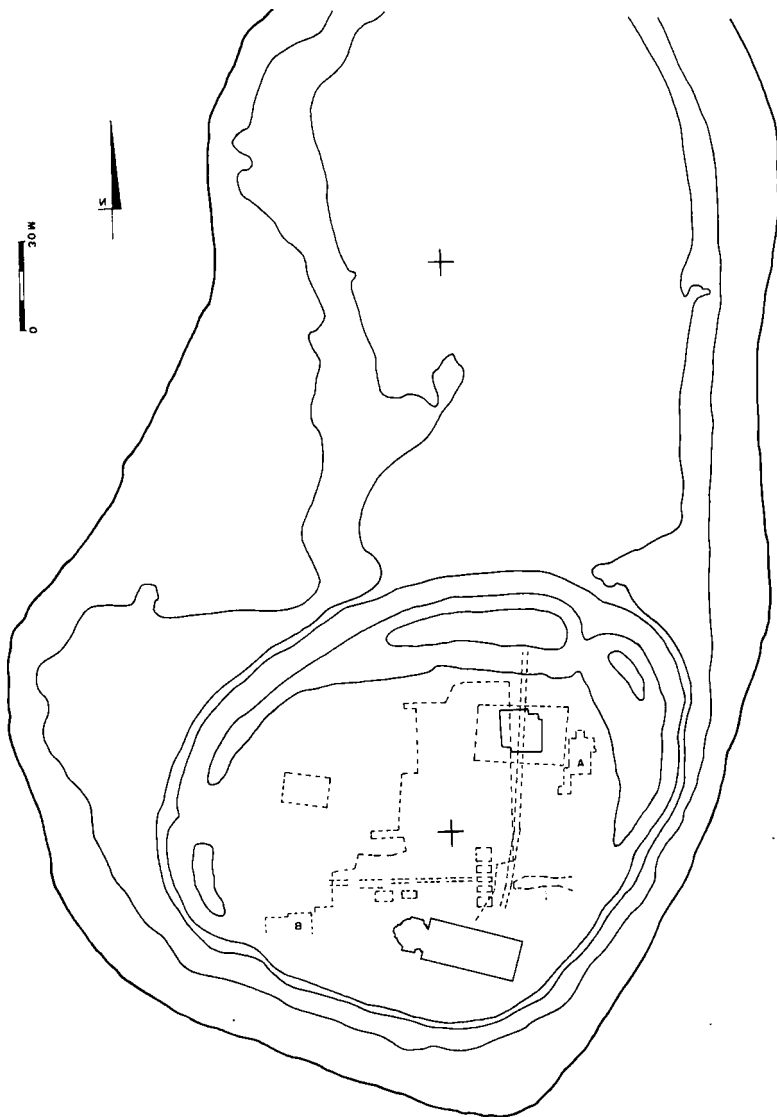
bram w wale dodatkowo co 2,5 m. Linie (tworzące siatkę arową) o przebiegu północ — południe oznaczono cyframi rzymskimi (od X do XXVII), a o osi wschód-zachód cyframi arabskimi (od 10 do 40). Dzięki temu otrzymano wystarczająco gęstą sieć profili obserwacji radarowych przecinających się prostopadle. Miejsca przecięć („markery”) są dokładnie zlokalizowane, pozwalając ściśle sytuować rejestrowane elementy podpowierzchniowe (ryc. 1). Na Lednicy zastosowano antenę 80 MHz. Wyliczona, średnia wartość stałej dielektrycznej (dla grodu wynosząca 8,6, a dla podgrodzia 12,2) pozwoliła obliczyć względną głębokość wyróżnionych elementów. A niwelacja markerów w oparciu o znane wysokości reperów na grodzie i podgrodzium umożliwiła podanie wysokości nad poziom morza. Celem dokonania analizy i interpretacji wyróżnionych odbić na wyspie wykonano sondáže i odwierty, a także skorzystano z dokumentacji rysunkowej z dotychczasowych badań archeologicznych.

W pierwszym sezonie (1983) dokonano obserwacji radarowych lednickiego grodu (Rybitwy — Ostrów Lednicki, stan. 1). Analiza wyników omówiona jest osobno dla majdanu grodowego, osobno dla wałów (z pominięciem skłonu zewnętrznego, korony, oraz całej partii płd.). Na terenie majdanu wyróżniono obszary (o odmiennych niż otoczenie zapisach falowych) o wyraźnie zaznaczonych granicach wyznaczających miejsca poddane wykopaliskowym pracom badawczym (ryc. 2). Niemal wszystkie wykreślone obszary pokrywają się z wykopami archeologicznymi rejestrowanymi na podstawie istniejącej dokumentacji. Natomiast obszary po zach. stronie kościoła (ryc. 2, A), oraz na wsch. od kaplicy pałacowej (ryc. 2, B) na podstawie dotychczasowej dokumentacji trudno identyfikować jako wykopy powstałe podczas archeologicznych prac wykopaliskowych. Interesująco prezentuje się obszar nazwany umownie „wkopem historycznym” zlokalizowany we wsch. partii majdanu (ryc. 3, A). Na podstawie analizy zapisu falowego można wnioskować, iż obszar ten powstał na skutek celowego przzerwania otaczających go nawarstwień kulturowych. Głębokość rejestrowanych tu odbić dochodzi do 1,40 – 1,60 m (111,90 – 111,70 m npm). Interpretacja (w chwili obecnej) jest niejednoznaczna. Być może mamy tu do czynienia z „wkopem” o nieznannej funkcji i czasie powstania, a być może z, zaobserwowaną podczas badań geologicznych, pierwotną zatoką zasypaną w trakcie długotrwałego użytkowania lednickiego grodu. Rozstrzygnięcie tego problemu może nastąpić w toku dalszych archeologicznych prac badawczych.

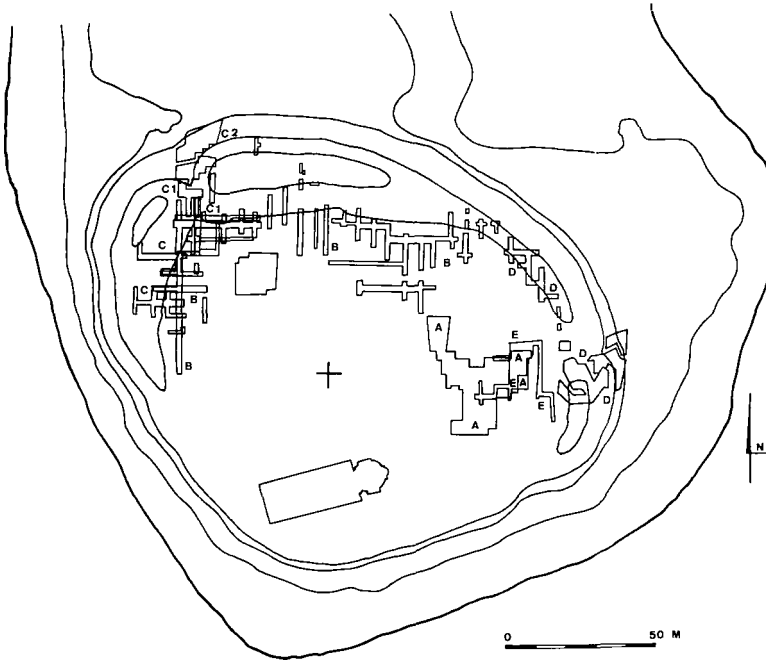
W części zachodniej oraz północnej majdanu, na obszarze przylegającym niemalże do podstawy wału rejestrowane są wyraźne odbicia pochodzące od warstw z dużą ilością spalenizny (węgli drzewnych). (ryc. 3, B). Zaobserwować można dwa poziomy (o różnicy od 10 do 40 cm). Z racji ich występowania u podstawy wału można przypuszczać, iż pochodzą one ze spalonej zabudowy grodu i nasuniętych na nią spalonych konstrukcji wału. Badania archeologiczne prowadzone w pobliżu wewnętrznego skłonu wału potwierdzają taką interpretację. W kilku miejscach (w omawianej partii płn.) w wyróżnionych poziomach warstw kulturowych zarejestrowano odbicia o intensywności pozwalającej na wysunięcie przypuszczenia, iż mamy tu do czynienia z relikdami zabudowy drewnianej. W prowadzonych w tym rejonie wykopach (w latach 60-tych i 80-tych) odstoniето obiekty mieszkalne i gospodarcze o glinianych klepiskach, kamiennych i glinianych paleniskach, oraz ze słabo zachowanymi elementami konstrukcji drewnianych. Na pozostałym terenie rejestrowano impulsy pochodzące od warstw kulturowych, lecz bez wyraźniejszych różnic pozwalających na dodatkową interpretację.



Ryc. 1. Ostrów Lednicki. Siatka pomiarów radarowych. Rys. M. Łomnicki



Ryc.2. Ostrów Lednicki — gród. Wyróżnione wykopy archeologiczne. A, B — obszary o niewyjaśnionym charakterze. Rys. M. Łomnicki



Ryc. 3. Ostrów Lednicki — gród. Wyróżnione obszary o zbliżonym charakterze odbić.
Rys. W. Kujawa

Obserwację wału dokonano w trzech strefach:

1. w partii zach. gdzie na obecnej „koronie wału” zarejestrowano silne odbicia układające się niemalże poziomo, a pochodzące prawdopodobnie od spalonych konstrukcji drewnianych (ryc. 3, C).
2. w partii półn., którą można podzielić dodatkowo na pół.-zach. (rejon domniemanej bramy grodu) i pół. (wał na wsch. od domniemanej bramy). W rejonie półn.-zach. (w miejscu widocznego dziś obniżenia) czytelne są dwa poziome impulsy mogące świadczyć o spalonych warstwach związanych z konstrukcjami wału (ryc. 3, C 1). Równie intensywne odbicia rejestrowane są na obszarze po zewnętrznej (półn.) stronie domniemanej bramy. Tu również obserwuje się warstwy spalenizny występujące na dwu różnych poziomach. Zarejestrowano tutaj także mocne odbicia pochodzące od innego (?) reliktu związanego być może z rozbudowanym systemem tej partii wału (ryc. 3, C 2). We wspomnianych rejonach odbicia pochodzą od reliktyw o różnych cechach fizycznych. W półn. partii wału rejestrowane są impulsy pochodzące od dwu poziomów prawdopodobnie spalonych drewnianych elementów konstrukcji.

3. w partii wsch. (rejon domniemanej bramy wsch.), gdzie zarejestrowano odbicia pochodzące od jednego tylko poziomu spalonych reliktyw drewnianej konstrukcji (ryc. 3, D). Dodatkowo od strony zach. (tuż przy obecnym wejściu na gród) rejestrowane są impulsy pojawiające się na znacznej głębokości (111,00 – 110,40 m n.p.m. — ok. 1,70 – 2,30 m poniżej reperu grodowego) (ryc. 3, E).

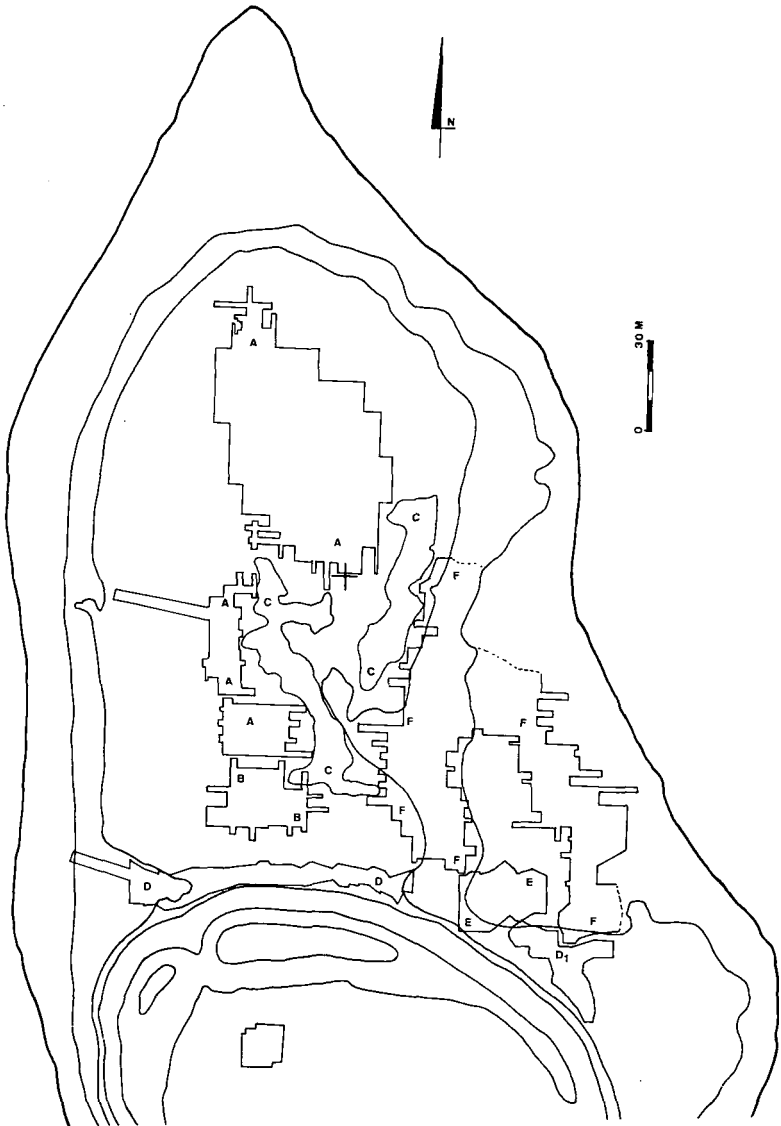
W drugim sezonie (1984 r.) przeprowadzono obserwacje na terenie lednickiego podgrodzia (Rybitwy — Ostrów Lednicki, stan. 2). W wyniku analizy zapisu falowego wyznaczono obszary, na których występują bardzo zbliżone impulsy rejestrujące relikty o podobnym charakterze, o wspólnej funkcji.

Bardzo wyraźnie rysują się obszary w płn. i zach. części podgrodzia (ryc. 4, A). Ich wyznaczenie możliwe było dzięki zlokalizowaniu wyraźnej granicy charakterystycznej przy zmianach cech fizycznych obserwowanego środowiska. Te partie podgrodzia są najwyższej położone. Obserwowane impulsy są charakterystyczne dla obszarów o intensywnym występowaniu reliktyw osadniczych. Można przypuszczać, iż odbicia pochodzą od chat, jam, palenisk, polepy itp. Archeologicznie podgrodzie rozpoznano w niewielkim procencie. W jedynym wykopie założonym (w latach 60-tych) w płn. partii podgrodzia występowały relikty zabudowy, co potwierdza przypuszczenia wysunięte na podstawie odbić radarowych.

W części pld.-zach. wyróżniono warstwę o charakterze użytkowym (warstwę kulturową) (ryc. 4, B). Ciekawe, iż mimo bezpośredniego kontaktu z obszarem o impulsach charakterystycznych dla reliktyw zabudowy, w tym rejonie brak jest takich odbić. Na pozostałym terenie podgrodzia omawiany poziom rejestrowany jest jedynie sporadycznie.

We wschodniej oraz środkowej partii podgrodzia wyraźnie rysują się dwa obszary (ryc. 4, C). W obu nie zaobserwowano odbić charakterystycznych dla warstwy kulturowej. Zapis falowy tych struktur w wielu miejscach przerywa zapis falowy charakterystyczny dla otoczenia. W chwili obecnej interpretacja tych obszarów nie może być jednoznaczna. Mimo rejestracji podobnych odbić obu rejonów należy interpretować je osobno. Wydaje się pewnie, iż oba powstały intencjonalnie. Obszar w partii wsch. można łączyć z brukiem kamiennym występującym na pierwotnym brzegu wyspy. Jego występowanie poświadczono zostało w trakcie prowadzonych w tym rejonie badań archeologicznych (lata 70-te i 80-te). A pas o podobnym przebiegu czytelny jest także na wykresach prospekcji metodą elektrooporową. Natomiast obszar w środkowej partii podgrodzia biegnący z płn.-zach. na pld.-wsch. (wyróżniony również w badaniach elektrooporowych, a fragmentarycznie czytelny do dziś w postaci zakłębienia terenu) występuje w miejscu naturalnego przegłębienia. Być może celowo dodatkowo uformowane pełniło rolę granicy (?) między strefami zabudowy podgrodzia.

W pld. partii podgrodzia — u podnóża wału — wyróżniono obszar o wyraźnych pionowych (w zapisie falowym) granicach (ryc. 4, D). Brak tutaj odbić charakterystycznych dla warstw kulturowych, lub reliktyw zabudowy. Rejon ten wyróżniony został także w wyniku badań metodą elektrooporową (por. P. Kiszkowski, J. Wrzesiński w tym tomie). Prawdopodobnie mamy tu do czynienia z naturalnym obniżeniem. I mimo braku jednoznacznego potwierdzenia w badaniach archeologicznych (G. Mikołajczyk) wydaje się, iż obszar ten można łączyć z zagłębieniem o charakterze fosy. Być może funkcjonującej jedynie w pewnym okresie (?) i zasypanej warstwami kulturowymi.



Ryc. 4. Ostrów Lednicki — podgrodzie. Wyróżnione obszary o zbliżonym charakterze odbić.
Rys. M. Łomnicki

Nieco mniejszy i mniej regularny obszar o podobnym charakterze odbić występuje w partii pld.-wsch. podgrodzia (ryc. 4, D 1).

W partii pld.-wsch. wyróżnia się obszar o dość regularnym kształcie (ryc. 4, E). Jego interpretacja stwarza niejakie kłopoty. Kształt tego rejonu wynika z położenia między strukturami o odmiennym charakterze impulsów, a także różnego, niż otoczenie wypełniska. Omawiana struktura wypełniona jest materiałem (?) o bardzo niskiej stałej dielektrycznej, a na pewnym poziomie występuje warstwa silnie zawilgocona (o wysokiej wartości stałej dielektrycznej). Na obszarze tym, nieznacznie wyniesionym nad otoczenie, nie prowadzono dotąd archeologicznych prac wykopaliskowych. Podczas prospekcji elektrooporowej również wyodrębniono ten rejon odnotowując najwyższe wartości oporu jakie zanotowano na Ostrowie Lednickim. Opór taki może świadczyć o obecności na tym obszarze kamieni, bądź gruzu. Jednoznaczną odpowiedź uzyskać będzie można podejmując tu badania wykopaliskowe.

Cała partia wsch. i pld.-wsch. podgrodzia to obszar o bardzo dużym stopniu wilgotności (ryc. 4, F). Rejon ten jeszcze dziś mocno podmokły w przeszłości musiał być często (okresowo) zalewany. Niemniej badania wykopaliskowe prowadzone tutaj w latach 70-tych ujawniły występowanie obiektów mieszkalnych i gospodarczych. Tak duża wilgotność uniemożliwiła, przy zastosowaniu urządzenia SIR — 8, wyróżnienie innych struktur. Również podczas prospekcji elektrooporowej zarysował się tu jednolity obszar o dużej wilgotności.

Na całym terenie podgrodzia (między wyodrębnionymi obszarami, a w niektórych przypadkach także na nich) zarejestrowano impulsy charakterystyczne dla warstwy kulturowej. Głębokość jej występowania określić można na ok. 0,50 – 0,60 m poniżej obecnego poziomu obserwowanego terenu. W kilku miejscach wyróżnić można drugi poziom warstw, zarejestrowany na głębokości 0,70 – 1,00 m. Większy obszar jej występowania odnotowano w części pld.-zach. (ryc. 4, B).

Podsumowując analizę dokonaną na podstawie wyników badań urządzeniem radarowym SIR — 8 należy stwierdzić, iż zapis falowy jest materiałem obiektywnym. Ilość rejestrowanych szczegółów jest bardzo wysoka i w przypadku Ostrowa Lednickiego sięgała kilku tysięcy. Podczas opracowywania materiału, otrzymanego w toku prac terenowych, skupiono się na wydzieleniu struktur (obszarów) o tym samym charakterze. Ich dokładna lokalizacja w połączeniu z materiałami z dotychczasowych badań archeologicznych pozwoliły na określenie funkcji rejestrowanych reliktyw. Dokonana interpretacja powinna być sprawdzana, a przede wszystkim uzupełniana w toku terenowych prac wykopaliskowych.

Warto na koniec zwrócić uwagę na najbardziej interesujące obserwacje dokonane na terenie Lednickiego grodu i podgrodzia. Wyniki uzyskane w rejonie domniemanej bramy (płn.-zach. partia umocnień) potwierdzają istnienie w tym miejscu rozbudowanych konstrukcji nie tylko w samym świetle przejścia, ale także po jego zewnętrznej stronie. Wyraźnie rysują się tu dwa poziomy spalonych konstrukcji czytelnych także w zachodniej i północnej partii wału. We wschodniej części natomiast zarejestrowano tylko jeden poziom. Wykop wykonany w r. 1992 u podnóża wsch. partii umocnień (w rejonie domniemanej bramy wsch.) oraz powyższe obserwacje eliminują praktycznie to miejsce jako bramę. Stwarzają jednocześnie przesłankę dla przyjęcia jednofazowości tej partii umocnień. Na grodzie w jego części pld.-wsch. zaobserwowano struktury

o dość znacznej głębokości i niewiadomej funkcji i pochodzeniu. Wstępne opracowanie geomorfologii wyspy sytuuje w tym rejonie pierwotną zatokę. Możliwe, iż w zapisie falowym ujawniła się ona w kilku miejscach w różny sposób — zależnie od podłoża lub charakteru wypełniska (zwraca uwagę stosunkowo duża głębokość).

Odrębnym problemem jest rozplanowanie i zagospodarowanie podgrodzia. Dotychczasowe badania archeologiczne skupiły się na wsch. brzegu, oraz tuż przy przy brzegu zach. W ich wyniku zlokalizowano przyczółki obu mostów lednickich, oraz zabudowę wschodniej partii podgrodzia. Generalnie wyróżniono tutaj dwa, chronologicznie różne, poziomy o nieco odmiennych osiach zabudowy. Badania te prowadzono w rejonie, gdzie zarówno teledetekcja, jak i badania elektrooporowe nie dają czytelnego obrazu.

Można przypuszczać, że najbardziej wypiętrzona partia podgrodzia (płn. i zach.) skupiała zwartą, bardziej jednolitą zabudowę drewnianą. Wschodni, stały brzeg cofnięty o ok. 40 – 60 m w głąb wyspy „wyłożony” był brukiem kamiennym. Partia płd. oddzielona od płn. przekopem (?) w swej części płn.- zach. posiadała zwartą zabudowę drewnianą. Impulsy rejestrowane w obu partiach nie wyznaczają wyraźnej zachodniej granicy stref zabudowy, lecz sugerują jej kontynuację. Dotychczasowe obserwacje utrudnione silnym zadrzewieniem tego terenu nie pozwalają na jednoznaczną interpretację charakteru jego zagospodarowania. Być może obok obiektów mieszkalnych z kamiennymi paleniskami i glinianymi klepiskami mamy tu do czynienia także z relikami architektury kamiennej (?). Na płd. od tego rejonu znajduje się warstwa kulturowa, o niewyjaśnionym charakterze, zalegająca na niższym poziomie, niż zaobserwowane (na płn.) relikty zabudowy drewnianej. U podstawy, na zewnątrz wału znajdowało się zagłębienie pełniące rolę fosy (?). Być może łączyło ono (lecz tylko w pewnym okresie) wschodnią i zachodnią partię jeziora. Zagadkowo przedstawia się niewielkie (o wymiarach ok. 35×15 m) obecnie wyniesienie w pobliżu płn.-wsch. odcinka wału. Możliwe, iż w trakcie użytkowania lednickiego ośrodka grodowego (w wiekach IX – XIII) zostało sztucznie uformowane i „podwyższone” (?). Przedstawione tutaj wyniki sygnalizują problemy, które trzeba będzie rozstrzygać i wyjaśniać podczas archeologicznych prac wykopaliskowych.

SIR - 8 — RADARBEOBSACHTUNG DER UNTERGRUNDSTRUKTUREN IN OSTRÓW LEDNICKI

Zusammenfassung

Zur Beobachtung der Untergrundstrukturen in Ostrów Lednicki wurde die Radareinrichtung SIR-8 (Subsurface Interface Radar) verwendet. Bei der Beobachtung der Burg und des Suburbiums wurde eine Antenne verwendet, die die Impulse mit 80 Hz Frequenz sendet. In Anlehnung an das ständige Arnetz, bekannte Fixpunkte und berechneten Wert der Dielektrizitätskonstante (verschieden für die Burg und das Suburbium) war die Bestimmung der Tiefe (und der Meereshöhe) bestimmter Elemente möglich. Die Analyse und Interpretation bestimmter elektromagnetischen Wellenreflexion erleichterte die Dokumentation aus bisherigen archäologischen Untersuchungen und die zusätzlich durchgeführten Sondierungen und Bohrungen.

Die wichtigsten Ergebnisse von den durchgeführten Beobachtungen hat man an folgenden Stellen erhalten:

1. In der Tornähe (Abb. 3C, 3C1) wurden Reflexionen registriert, die ein ausgebautes System von Holzkonstruktionen widerspiegeln.
2. In der Tornähe sowie im nördlichen und westlichen Wallteil wurden Reflexionen registriert, die von zwei Schichten verbrannter Holzkonstruktionen stammen (Abb. 3C2).

3. Im östlichen Wallteil wurde nur eine Schicht von Holzkonstruktionen registriert (Abb. 3D).
 4. Die im nördlichen Suburbiumteil registrierten Reflexionen konnten von der geschlossenen Holzbebauung stammen (Abb 4A).
 5. Die im südwestlichen Suburbiumteil (Abb. 4B) vorkommenden Reflexionen stammen von einer Kulturschicht mit anderem Charakter als in dem Nordteil.
 6. Die außerhalb der Burg, am Fuß des Walls (Abb. 4D, 4D1) registrierten Impulse können mit dem dort zeitweise funktionierenden Graben verbunden sein.
 7. Das im südöstlichen Suburbiumteil bestimmte Gebiet charakterisieren andere, mit Impulsen aus anderen Gebieten unvergleichbare Impulse, deshalb ist heutzutage die Interpretation dieses Gebietes am schwersten.
- Die dargestellten Ergebnisse signalisieren Probleme, die im Laufe archäologischer Ausgrabungen zu entscheiden und zu klären sind.

ABBILDUNGEN

- Abb. 1. Ostrów Lednicki. Radarmeßnetz (gez. M. Łomnicki)
- Abb. 2. Ostrów Lednicki — Burg. Grabungsflächen. A, B — Gebiete mit unbekanntem Charakter (gez. Marian Łomnicki)
- Abb. 3. Ostrów Lednicki — Burg. Gebiete mit ähnlichem Reflexionscharakter (gez. W. Kujawa)
- Abb. 4. Ostrów Lednicki — Suburbium. Gebiete mit ähnlichem Reflexionscharakter (gez. Marian Łomnicki)