

W SPRAWIE PRZYDATNOŚCI METODY FOSFORANOWEJ  
DO BADAŃ ARCHEOLOGICZNYCH

W rozwoju warsztatu badawczego archeologii notuje się stały i szybki postęp. Znajduje on wyraz m. in. w dziedzinie coraz szerszego stosowania i adaptacji nowych, niekiedy i najnowszych osiągnięć oraz metod nauk ścisłych. Poniżej pragnę zatrzymać uwagę czytelnika na dorobku w zakresie jednej z metod biologiczno-chemicznych, mianowicie metody fosforanowej, nie najnowszej już wprawdzie, lecz podlegającej doskonaleniu i coraz szerszemu zastosowaniu w archeologii.

Metoda ta, znana ogólnie pod nazwą fosfatowej, odkryta została dla badań archeologicznych już na przełomie lat dwudziestych i trzydziestych naszego wieku przez archeologa szwedzkiego — Olofa Arrheniusa. Otóż podczas prowadzonej wówczas w Szwecji państwowej akcji badań nad chemicznym składem gleb wykorzystywanych gospodarczo, zaobserwowano w niektórych punktach kraju poważne anomalie w ilościach zawartego w glebie fosforu. O. Arrhenius zwrócił wtedy uwagę na fakt, że miejsca, gdzie stwierdzono nadmiernie wysoki procent fosforu, pokrywają się ze znanymi stanowiskami archeologicznymi z epoki kamienia. Jego dalsze, wieloletnie badania weryfikacyjne potwierdziły w całej pełni pierwotne spostrzeżenia, a liczne publikacje na ten temat wzbudziły zrozumiałe zainteresowanie w świecie archeologicznym i przyczyniły się do wypracowania oraz szybkiej adaptacji tej nowej metody w wielu krajach, nie tylko w Europie<sup>1</sup>.

Zasada metody fosforanowej jest prosta. Polega ona na wychwytywaniu różnic pomiędzy niejako naturalną, bardzo niewielką ilością fosforu obecnego w ziemi a jego nadmiarem, wywołanym ingerencją istot żywych, a w tym i człowieka. Jak wiadomo, środek odżywczy fosfor, występuje w przyrodzie w postaci fosforanów, czyli soli kwasów fosforowych. W niewielkich ilościach znajduje się on w glebie oraz w organizmach roślinnych, a w znacznych ilościach wchodzi w skład m. in. kości, protoplazmy i białek. Według Ullmanna procentowe zawartości fosforanu trójwapniowego kształtują się, jak następuje:<sup>2</sup>

w kościach bydła rogatego	— 86%
w mięsie wołu	— 5%
w fekaljach ludzkich	— 36%
w moczu ludzkim	— 11%
w ekskrementach zwierzęcych	— 40-50%

<sup>1</sup> Stosowano ją efektywnie, już przed II wojną światową, w Indochinach (por. E. M. Castaniol, 1939), a nieco później także w Stanach Zjednoczonych i Meksyku (S. F. Cook, R. F. Heizer, 1965). Równie pozytywne wyniki uzyskiwane w tak różnych szerokościach geograficznych świadczą o tym, że fosfor zachowuje się podobnie, bez względu na warunki glebowe i klimatyczne, co jeszcze bardziej podnosi walory metody fosforanowej. O. Arrhenius, 1929 i inne. Ponadto w bibliografii uwzględniono dalsze, niewykorzystane tu prace innych autorów.

<sup>2</sup> Podaję za H. Jakobem (1955, s. 71).



Wszędzie więc tam, gdzie bytowali człowiek i zwierzę i pozostawały po nich odchody, stwierdzić można w ziemi wysoki poziom fosforu. Pewna jego część pobierana jest przez rośliny, jednak co najmniej  $\frac{1}{4}$  pierwotnej zawartości pozostaje w glebie<sup>3</sup>. Wiadomo przy tym, że fosforany łatwo wchodzą ze sobą w związki chemiczne, które prawie nie ulegają rozpuszczeniu, wypłukaniu czy wędrówkom<sup>4</sup>, są w ogromnej części niezniszczalne i dlatego obecność ich można ujawnić nawet po tysiącach lat. Dzięki takim to właściwościom fosfor jest dla archeologów nieocenionym pośrednikiem w przekazywaniu informacji o przeszłości badanych miejsc.

Różne typy stanowisk archeologicznych, badanych za pomocą metody fosforanowej, wykazały znaczne wahania wysokości wskaźników zawartości fosforu; podobne różnice obserwuje się też w poszczególnych punktach stanowisk. Różnice te są wynikiem stopnia intensywności procesów osadniczych oraz ich rodzaju. Stwierdzono, że najwyższa koncentracja fosforu występuje na stanowiskach zwartych, użytkowanych w sposób ciągły i długotrwały, niezależnie od chronologii obiektu, jak początkowo sądził Arrhenius<sup>5</sup>. Według H. Jakoba<sup>6</sup> największe wzbogacenie w fosfor wykazują np. wierzchołki grodzisk, półwyspy, centra wielu obecnych miast, a więc punkty szczególnie dogodne dla celów osadniczych, gdzie zasiedlenie kontynuowane było, w tych samych granicach, przez dłuższy czas. Duże znaczenie ma w tej kwestii też rodzaj gospodarki kultywowanej niegdyś na danym terenie. I tak np. osiedle o przewadze kultury rolniczej, szczególnie u społeczeństw nie znających nawożenia, będzie mniej nasycone związkami fosforanowymi od osiedla intensywnie uprawiającego hodowlę bydła domowego. Ponadto w pierwszym przypadku różnice w zawartości fosforu w centrum osady, w porównaniu do otaczających je pól, będą mniejsze aniżeli w drugim przypadku.

Ilość zawartych w ziemi fosforanów, wyrażanych symbolem  $P_2O_5$  (pięciotlenek fosforu), jest łatwo wykrywalna na drodze różnego rodzaju analiz chemicznych<sup>7</sup>. Wskaźnik zawartości fosforu określany bywa w literaturze archeologicznej w różny sposób, np. w jednostkach barwy — JB (w języku niemieckim — FE — od: *Farbenheit*), bądź w przeliczeniu na procenty, albo też w ilości miligramów na 100 g badanej ziemi.

Po drugiej wojnie światowej nastąpił rozkwit badań metodą fosforanową, trwający do chwili obecnej. Nasilenie prac nastąpiło w państwach skandynawskich, w NRD i RFN, zaczęto ją stosować w Związku Radzieckim, Czechosłowacji i w szerokim zakresie w Szwajcarii. W latach pięćdziesiątych przeprowadzono też pierwsze i, o ile mi wiadomo, dotąd jedyne prace w Polsce<sup>8</sup>. W miarę stosowania

<sup>3</sup> Por.: H. Jakob, 1955; K. Moldenhawer, 1963.

<sup>4</sup> Interesujące są badania prowadzone pod tym kątem przez H. Jakoba, opisane przez W. Bellmanna (1954, s. 270-271).

<sup>5</sup> Badacz ten był przekonany, że ilość nagromadzonego fosforu jest wprost proporcjonalna do wieku obiektu archeologicznego.

<sup>6</sup> H. Jakob, 1955, s. 78.

<sup>7</sup> Sposobów pomiaru fosforu w glebie jest wiele, od stosowania najbardziej prostego fosforomierza rolniczego (niewystarczającego dla celów archeologicznych) do bardziej pracochłonnych, lecz znacznie precyzyjniejszych metod laboratoryjnych. Szereg metod zostało wypracowanych i ulepszonych w toku prac archeologicznych przez takich badaczy, jak np. W. Lorch (1939b, 1940, 1941); E. Frei (1965); Frei inni (1964); G. S. Frantov (1965); N. G. Gerasimova, A. Mikliaev (1971). Kolorymetryczne metody opisał B. Lange (1964).

<sup>8</sup> J. Marcinek, T. Wiślański, 1959.



metody rozwijała się technika badań, zarówno terenowych, jak i laboratoryjnych. Obfita literatura przedmiotu informuje nie tylko o pozytywnych wynikach badań; lecz także udziela praktycznych wskazówek w zakresie pobierania prób, sposobów ekstrakcji fosforu, sporządzania wykresów itp.<sup>9</sup> Technika badań uległa znacznemu uproszczeniu tak, że obecnie w niektórych krajach (NRD, Szwajcaria) sam archeolog może nie tylko pobierać próbki, ale także od razu w terenie, wykonywać ich analizę za pomocą fosforomierza polowego<sup>10</sup>.

Jednocześnie z nasileniem badań ujawniają się coraz to nowe możliwości stosowania omawianej metody w badaniach archeologicznych. Okazuje się bowiem, że jej walory poznawcze nie ograniczają się jedynie do wstępnych, weryfikacyjnych badań terenowych, ale ujawniają się także w dalszych, szczegółowych fazach badań wykopaliskowych, a nawet w fazie już gabinetowych opracowań niektórych materiałów archeologicznych, np. ceramiki.

Przejdziemy teraz do zaprezentowania ciekawszych, wypraktykowanych kierunków i możliwości stosowania metody fosforanowej.

Przede wszystkim jest więc ona bardzo pomocna w stadium prospekcyjnym badań terenowych, umożliwiała bowiem precyzyjne i stosunkowo szybkie (w porównaniu z pracami wykopaliskowymi) rozpoznanie lokalizacji stanowiska archeologicznego oraz określenie jego zasięgu przestrzennego, w każdym niemal warunkach terenowych. Z powodzeniem może więc być stosowana w przypadkach, gdy istnieją jakiegokolwiek wskazówki (np. znaleziska powierzchniowe, źródła pisane, tradycja miejscowa, informacje o przypadkowych, niekiedy bardzo dawnych odkryciach, dane toponomastyczne lub inne), czy choćby podejrzenia co do obecności na pewnym terenie bliżej niezlokalizowanych relikwów dawnego osadnictwa. Niezastąpiona jest ona szczególnie przy wykrywaniu stanowisk torfowych, zupełnie przecież nieczytelnych na powierzchni. Wystarczy pobrać kilkadziesiąt próbek ziemi wg dowolnie ustalonej siatki, punkty pobrania nanieść na plan, a po dokonaniu chemicznej analizy prób uzupełnić plan o otrzymane wartości fosforowe. Uzyskuje się w ten sposób tzw. poziomy profil fosforanowy, orientujący o układzie wskaźników  $P_2O_5$  w poszczególnych punktach badanego obszaru. Oczywiście im gęściejsza będzie siatka prób tym większa dokładność wyników; jednak dla samego zlokalizowania stanowiska duża gęstość prób nie jest konieczna, wystarczą nawet odległości kilkudziesięciometrowe.

Praktyka wykazała, że najszybciej uzyskuje się wyniki w terenie płaskim, niezbyt intensywnie uprawianym, gdzie nie zachodzi akumulacja materiału kamienistego i przy stanowiskach płytko posadowionych. Wtedy próbki pobiera się z głębokości 15-30 cm. Natomiast przy stanowiskach głębokich, wielowarstwowych niezbędny jest świder.

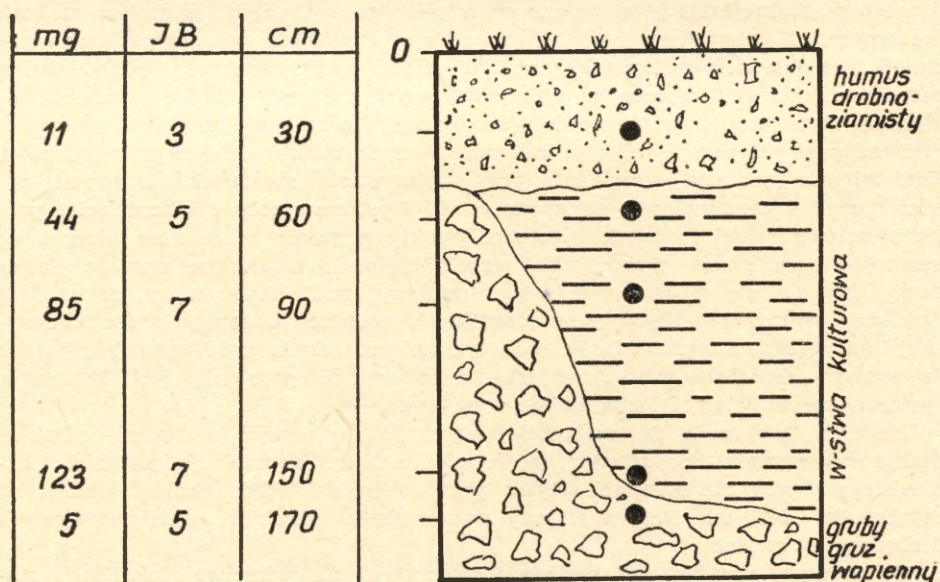
O ogromnej przydatności metody fosforanowej dla właściwej lokalizacji stanowisk archeologicznych, nawet w tzw. trudnym terenie, informuje niedawno wydana praca młodego badacza szwajcarskiego — Petera Alexandra Abta. Autor

<sup>9</sup> Szczególnie prace: W. Lorch (1951), H. Jakob (1955) oraz P. A. Abt (1968).

<sup>10</sup> Od doc. dr. T. Wiślańskiego uzyskałam informację, iż w trakcie badań prowadzonych na kilku stanowiskach nad jeziorem Pakoskim w latach pięćdziesiątych pracował on także, wspólnie z gleboznawcą, prof. J. Marcinkiem, nad takim kolorymetrem polowym, za pomocą którego można było określać próg zawartości fosforu przyswajalnego (tj. odłożonego w ziemi przy udziale człowieka). Pomimo znacznego zaawansowania prac badania te nie mogły zostać ukończone z powodu braku funduszy na dalsze prace terenowe.



relacjonuje w niej szczegółowo przebieg i wyniki prac nad weryfikacją kilkunastu pustek osadniczych z różnych epok, głównie zaś wczesnośredniowiecznych. Odnośnie do wszystkich stanowisk posiadano dane źródłowe, przeważnie w postaci wzmianek w dawnych (od XIV w.) aktach, nie istniały natomiast żadne wskazówki precyzujące ich lokalizację. P. Abt rozpatruje zarówno własne badania prowadzone pod kierunkiem W. U. Guyana, jak i osiągnięcia w zakresie przydatności omawianej metody innych badaczy szwajcarskich oraz niemieckich w kantonie Schaffhausen i w południowej Wirtembergii. Prawie wszystkie stanowiska zlokalizowane za pomocą metody fosforanowej zostały następnie potwierdzone w toku planowych wykopalisk, które ponadto dały okazję do sprawdzenia jej użyteczności w trakcie samych już badań wykopaliskowych. Jednocześnie dokonywano konfrontacji przydatności najczęściej stosowanych metod laboratoryjnych przy analizie prób. Posługiwano się mianowicie starą, kolorymetryczną<sup>11</sup> metodą W. Lorcha oraz bardziej skomplikowaną metodą E. Freia, stosując je na zmianę lub obie jednocześnie. Jak wynika z prezentowanych niżej przykładów, nowsza metoda Freia jest bardziej precyzyjna i łatwiej pozwala m. in. na wydzielenie centrum osiedla od jego peryferii, pochłania natomiast więcej czasu i jako bardziej skomplikowana



Ryc. 1. Wülfigen, pow. Oehringen (RFN). Profil stanowiska badany metodami Lorcha i Freia

Wg P. A. Abta

<sup>11</sup> Metody kolorymetryczne polegają na przeprowadzaniu analiz za pomocą odczynników barwiących, np. molibdenu amonu, który z fosforanem i środkami redukcyjnymi (organicznymi lub nieorganicznymi) daje niebieskie zabarwienie próby. Na podstawie intensywności barwy można wnioskować o ilości zawartego w danej próbce fosforu. Ocenę barwy przeprowadza się na podstawie skali wykreślonej wg z góry ustalonych wartości wzorca, a intensywność zabarwienia wyraża się wówczas w jednostkach barwy (por. K. Moldenhawer, 1963, s. 324).



wymaga pracy w laboratorium. Wyniki badań warto zilustrować wybranymi przykładami:

1. Stanowisko Wülfingen (pow. Oehringen, Wirtembergia) z osadnictwem od III do XIII w., usytuowane na stoku doliny rzecznej. Warstwy kulturowe w niektórych punktach osiedla przykryte były grubą warstwą szutru wapiennego. Z obszaru ok.  $300 \times 200$  m zbadano 40 prób pobranych w różnych punktach i głębokościach (ryc. 1). Wskaźniki zawartości fosforu kształtowały się następująco: próchnica z łąki i z pola otaczającego stanowisko:

wg E. Freia — 1-29 mg  $P_2O_5$   
 wg W. Lorcha — 2-4 JB

warstwa kulturowa:

wg E. Freia — 90-120 mg  $P_2O_5$   
 wg W. Lorcha — 5-10 JB

(z badań Urzędu Konserwatorskiego w Stuttgarcie w latach 1966 i 1967).

2. Stanowisko Mogern (pow. Herblingen, Schaffhausen; badania W. U. Guyana za pomocą metody Freia):

na zewnątrz osiedla — 3,8 mg  $P_2O_5$   
 w centrum osiedla — 23-60 mg

3. Stanowisko Frangenheim (gm. Trebur, Nadrenia; badania A. Semmela i G. H. Sperlinga):

na zewnątrz osiedla — 0-10 mg  $P_2O_5$   
 w centrum osiedla — ok. 50 mg

4. Stanowisko Tettingen (Schaffhausen; badania W. U. Guyana za pomocą metody Lorcha):

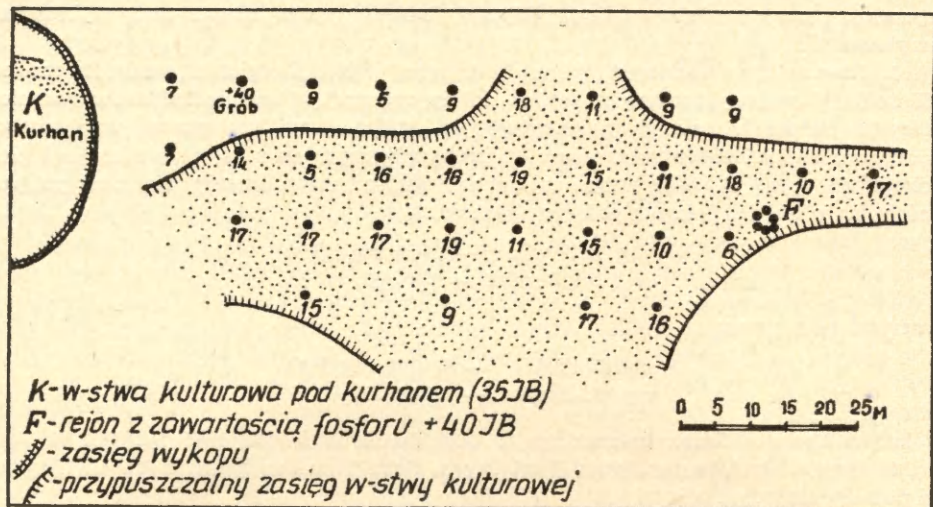
na zewnątrz osiedla — 2-6 JB  
 w centrum osiedla — 8-17 JB

Po zlokalizowaniu stanowiska archeologicznego następnym etapem badań rozpoznawczych jest uzyskanie danych odnośnie do jego wielkości i przestrzennego zasięgu. Także i w tym względzie metoda fosforanowa może oddać nieocenione usługi w krótkim czasie i przy użyciu stosunkowo skromnych środków finansowych, w przeciwieństwie do metod wykopaliskowych. Podczas badań w 1952 roku cmentarzyska kurhanowego z epoki brązu — Muldestein I (pow. Bitterfeld, NRD) — odkryto w pewnym punkcie pod kurhanem warstwę kulturową z wysoką zawartością fosforu (sondy fosforanowe miały wyjaśnić zasięg cmentarzyska). Jednocześnie z niedalekiej okolicy znane były znaleziska ceramiki starożytnej. Należało się zorientować, czy chodzi w tym przypadku o jedno stanowisko osadnicze i jaki jest zasięg warstwy kulturowej. Rozwiązanie tych problemów uzyskano, dzięki polowemu zastosowaniu metody fosforanowej, w rekordowo szybkim czasie, bo po upływie zaledwie 5,5 godzin od momentu pobrania próbek<sup>12</sup>. Tyle czasu wystarczyło dla dokonania analizy 33 prób pobranych z terenu ok.  $300 \text{ m}^2$  (ryc. 2).

Innego przykładu szybkiego rozpoznania zasięgu stanowiska metodą fosforanową dostarczają badania radzieckie z rejonu Pskowa, z roku 1963. Otóż w miejscowości Uzmień stwierdzono za pomocą sondażu obecność stanowiska osadniczego, zlokalizowanego w widłach jeziora i wpadającej doń rzeki. W celu efek-

<sup>12</sup> W. Bellmann, 1954, s. 269-270, ryc. 1.





Ryc. 2. Muldestein, pow. Bitterfeld (NRD). Osada odkryta dzięki sondom fosforanowym

Wg W. Bellmanna

tywnego usytuowania wykopów badawczych należało ustalić, czy stanowisko rozciąga się bliżej brzegu jeziora (sugerowała to obserwacja w sondażu), czy też w kierunku rzeki. W związku z tym wykonano dwa rzędy sond fosforanowych (ryc. 3), które ustaliły dowodnie zanikanie warstwy kulturowej od strony jeziora oraz znaczny wzrost wskaźnika fosforanowego w pobliżu rzeki wskazujący, że właśnie tu koncentrowało się badane osiedle<sup>13</sup>.

Użyteczność metody fosforanowej w służbie archeologii nie kończy się, jak już powiedziano, na wstępnych fazach rozpoznania stanowiska. Dostarcza ona też nowych możliwości dla wyjaśnienia szeregu problemów szczegółowych, np. w kwestii interpretacji funkcji poszczególnych miejsc czy obiektów w obrębie badanego stanowiska. Otóż poziome profile fosforanowe (tzn. plan rozkładu wskaźników zawartości fosforu) poszczególnych stanowisk wykazują przeważnie duże zróżnicowanie w stopniu nasycenia fosforem rozmaitych punktów w ich obrębie. Dotyczy to przede wszystkim osiedli mieszkalnych oraz cmentarzysk. Natomiast w przypadku np. kraalu dla bydła czy miejsca kultowego rozłożenie wskaźników fosforanowych może być bardziej równomierne. W przypadku osiedla mieszkalnego, otwartego czy grodziska, różnice te uzależnione są od funkcji pełnionych przez poszczególne obiekty czy miejsca.

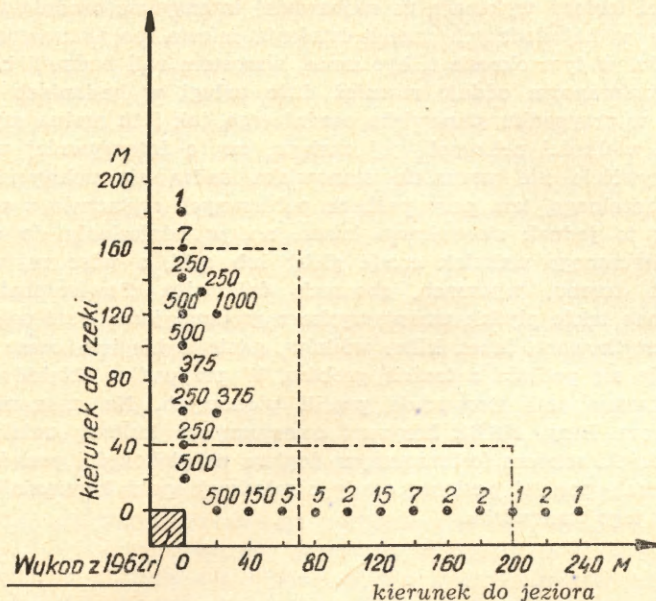
W obiektach mieszkalnych badania wykazały stosunkowo niską zawartość fosforu w porównaniu z ich otoczeniem, co można wytłumaczyć utrzymywaniem czystości wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych<sup>14</sup>. Według K. Stoye najniższy wskaźnik  $P_2O_5$  notowany jest na ogół w wypełniskach jam postłupowych, natomiast obiekty analogiczne, ale o podwyższonym wskaźniku fosforanowym, uważa on za zwykłe jamy gospodarcze (magazynowe, odpadkowe itp.)<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> A. M. Mikliaev, N. G. Gerasimova, 1968, s. 253-254, rycina.

<sup>14</sup> P. A. Abt, 1968, s. 54.

<sup>15</sup> K. Stoye, 1955, s. 90.





Ryc. 3. Uzmień, okręg pskowski (ZSRR). Kierunek zasięgu warstwy kulturowej uzyskany na podstawie sond fosforanowych

Wg A. M. Miklaeva i N. G. Gerasimovej

Największe nagromadzenie fosforu wykazują stanowiska czy obiekty związane z gospodarką hodowlaną, przy czym, w zależności od poziomu i charakteru tej gospodarki, krzywa zawartości  $P_2O_5$  będzie się kształtować zupełnie inaczej. I tak np. w przypadku półnomadzkiej hodowli bydła będzie ona prawie pozioma, natomiast w odniesieniu do osiedla z wydzielonymi wewnątrz zagrodami czy innymi pomieszczeniami dla bydła — bardziej stroma. Wszędzie bowiem tam, gdzie bydło przebywało przez czas dłuższy, badania wykazały duże skupiska-jądra fosforowe<sup>16</sup>. Tak więc za pomocą metody fosforanowej można w wielu przypadkach określić, z dużym prawdopodobieństwem i bez naruszania obiektu, charakter gospodarki danego osiedla czy grodu oraz wyodrębnić centra przebywania ludzi i zwierząt.

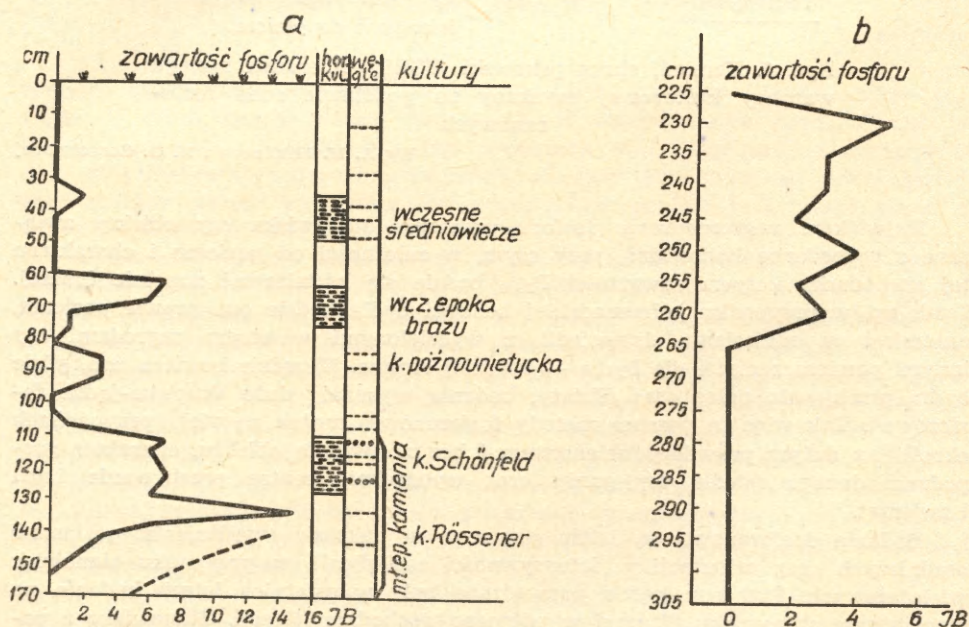
Badania fosforanowe są także pomocne w zakresie wyróżnienia poziomów osadniczych oraz orientacji w intensywności zasiedlenia w przypadku stanowisk wielofazowych. Pod tym kątem prowadzone były w ostatnich latach badania na starożytnym stanowisku Sitagroi w północno-wschodniej Grecji. Stanowisko z pozostałościami osadnictwa trwającego od ok. 5400 r. do ok. 2200 r. p.n.e. (kolejne warstwy osadnicze utworzyły pokład grubości ponad 10 m), stanowi od kilku lat przedmiot badań międzynarodowej ekspedycji kierowanej przez naukowców z angielskich uniwersytetów California i Southampton. W trakcie tych prac dokonywane są wielorakie analizy chemiczne, a m. in. i fosforanowe. Próby do badań pobiera się wertykalnie poprzez wszystkie pokłady osadnicze. Dotychczasowe ana-

<sup>16</sup> H. Jakob, 1955, s. 78-80.



lizi zawartości fosforu wykazały, że najbardziej intensywne osadnictwo w Sitagroi miało miejsce w najmłodszych fazach istnienia miasta, co tłumaczone jest przyrostem ludności w tym okresie i, być może, wzrostem roli hodowli bydła<sup>17</sup>.

Metoda fosforanowa oddaje również duże usługi w badaniach cmentarzysk. Podobnie jak w przypadku stanowiska osadniczego, tak i tu można szybko uzyskać informacje o wielkości nekropolii, jej zasięgu, czy o intensywniej użytkowanych partiach. Oczywiście nie wszystkie stanowiska dadzą się uchwycić za pomocą profilu horyzontalnego, tzn. przy próbach pobieranych wyłącznie z warstwy wierzchniej. Jest to jednak stosunkowo łatwe, np. w odniesieniu do cmentarzyska częściowo zniszczonego wskutek erozji gleby lub orki, a więc usytuowanego na wyniosłościach terenu, wydmach, zboczach dolin itp. Powierzchniowo bywają łatwo ujawniane także płytkie cmentarzyska z grobami jamowymi oraz stanowiska intensywnie użytkowane przez kilka wieków, gdzie z biegiem czasu następowało stałe mieszanie się podłoża z treścią grobów. W przypadku obiektów głębiej położonych wskazane jest stosowanie profili pionowych. Na znanym stanowisku w Wahlitz (pow. Burg, NRD), horyzont cmentarzyska kultury unietyckiej ujawniony został dzięki sondom fosforanowym dopiero na głębokości ponad 2,20 m (ryc. 4a, b), tj. znacznie poniżej poziomu osady z młodszej epoki kamienia<sup>18</sup>, ujawnionej w innej części tego stanowiska.



Ryc. 4. Wahlitz, pow. Burg (NRD). Krzywa zawartości fosforu w profilach stanowiska

a — górne warstwy stanowiska; b — poziom cmentarzyska uchwycony na głębokości 225 cm dzięki sondom fosforanowym

Wg K. Stoye

<sup>17</sup> D. A. Davidson, 1973, s. 146 i 149, tab. I, ryc. 2.

<sup>18</sup> K. Stoye, 1955, s. 88, ryc. 1, 2.



To samo stanowisko w Wahlitz może być przykładem, jak za pomocą omawianej metody daje się ustalić pierwotną pozycję szkieletu w jamie grobowej, w której szczątki kostne prawie w ogóle się nie zachowały<sup>19</sup>.

Metoda fosforanowa jest często pomocna także w zakresie rozpoznania obiektów kulturowo niezidentyfikowanych. W toku badania cmentarzysk natrafia się niekiedy na jamy, w których nie obserwuje się śladów kości. Jeśli próby pobrane z wypełniska takiego obiektu wykażą podwyższony (w stosunku do otoczenia) wskaźnik zawartości fosforu, można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że mamy do czynienia z obiektem grobowym.

Badania T. Wiślańskiego w Strzelcach, pow. Mogilno, dowodzą, że analiza zawartości fosforu (obok innych składników) w glebie może być przydatna również przy rekonstrukcji wielkości, a nawet wysokości nasypu kurhanu, który uległ zupełnej niwelacji wskutek intensywności późniejszego osadnictwa na jego terenie<sup>20</sup>.

Interesujące są wyniki badaczy niemieckich w zakresie stosowania metody fosforanowej do badań ceramiki. Analizując np. resztki ziemi przyklepione do ścianek skorup pochodzących z badań powierzchniowych z terenu stanowiska o bliżej nieokreślonym charakterze można w niektórych przypadkach określić jego rodzaj. Cząsteczki ziemi przywarte do skorup pochodzących np. od popielnic wykażą bowiem zwiększony poziom zawartości fosforu w stosunku do środowiska, w którym skorupy wtórnie znalazły się. Wystarcza przy tym już bardzo niewielka ilość (nawet  $\frac{1}{4}$  g) ziemi, aby ujawnić poziom fosforu<sup>21</sup>.

Większe osiągnięcia zanotowano badając zawartość naczyń towarzyszących popielnicom w grobach ciałopalnych. W. Bellmann analizując wypełniska szeregu przystawek z cmentarzyska z epoki brązu w Söllichau (pow. Gräfenheinischen, NRD) stwierdził znaczne odchylenia w wysokości wskaźników fosforanowych w różnych naczyniach. Na tej podstawie wyróżnił trzy grupy przystawek grobowych:

- 1 grupa — ok. 4 JB,
- 2 grupa — ok. 20 JB,
- 3 grupa — ok. 30 i więcej JB.

Tak znaczne odchylenia musiały być spowodowane różną pierwotnie zawartością naczyń. W. Bellmann wraz z H. Jakobem interpretują te różnice w następujący sposób:

- 1 grupa — nie zawierała w ogóle pożywienia,
- 2 grupa — zawierała pożywienie w postaci płynnej lub papkowatej,
- 3 grupa — pożywienie zwierzęce (mięso, kości).

Treść naczyń grup 2 i 3 poddano następnie dodatkowym analizom na zawartość kwasów tłuszczowych. Badania te potwierdziły hipotezy odnośnie do zróżnicowania pierwotnej zawartości naczyń pod względem ilości tłuszczów<sup>22</sup>.

Zaprezentowane przykłady stosowania metody fosforanowej przez archeologów przekonują na ogół w pełni o jej użyteczności w rozwiązywaniu wielu problemów badawczych. Niektóre z kierunków badań fosforanowych, np. prospekcja, wyka-

<sup>19</sup> K. Stoye, 1955, s. 89, ryc. 3.

<sup>20</sup> J. Marcinek, T. Wiślański, 1959.

<sup>21</sup> H. Jakob, 1955, s. 81-82.

<sup>22</sup> W. Bellmann, 1954, s. 266.



zują nieocenioną wprost pomoc i, rzecz jasna, nie wzbudzają polemiki. Inne wymagają jeszcze dalszych weryfikacji. Dotyczy to np. kwestii, jak dalece w sposób pewny można interpretować niektóre obiekty jako jamy po słupach (jedynie na podstawie niskiej zawartości fosforu), a inne (o wyższej zawartości) jako jamy typu gospodarczego (magazynowe, odpadkowe itp.). Nie jest bowiem jeszcze w dostatecznym stopniu zbadana sprawa naturalnej zawartości fosforu w drewnie. Niektórzy botanicy sugerują, iż różne rodzaje drzew wykazują znaczne odchylenia w tym zakresie. A zatem nie można wykluczyć, że i niektóre obiekty o znaczniejszej ilości fosforu w wypełniku reprezentują także jamy posłupowe.

Są wszakże kierunki badań historyczno-archeologicznych, w których metoda fosforanowa nie zawsze jest stosowana, jak się wydaje, odpowiednio i stąd jej pozornie pozytywne wyniki wzbudzają wątpliwości. Otóż w Szwecji posłużono się nią pomocniczo w prowadzonych na dużą skalę badaniach nad historią rozwoju układów przestrzennych wsi<sup>23</sup>. Podstawą dla tych badań jest metoda analizy metrologicznej<sup>24</sup> dostarczająca wskazówek chronologicznych odnośnie do szczególnych układów przestrzennych w różnych okresach czasu. Punktem wyjściowym dla tego rodzaju badań są najstarsze, zachowane plany osiedli wiejskich. Cofając się wstecz, zgodnie z założeniami retrogresji, udało się badaczom szwedzkim zrekonstruować na niektórych terenach dawne formy osiedli, ustalić podziały gospodarstw, a czasem i łąnów, pochodzących nawet z początków naszej ery. Jako jeden ze sprawdzianów (obok np. metody  $C_{14}$ ) metody metrologicznej stosuje się badania fosforanowe. U. Sporrang ilustruje wyniki tych poczynań m. in. na przykładzie wsi Råberga w prowincji Märke, datowanej od ok. 400 do 1060 r. n.e.<sup>25</sup> Ustalono, że wieś składała się z sześciu gospodarstw, które oznaczono literami od A do F. Na podstawie analizy metrologicznej stwierdzono, że najstarszym we wsi było gospodarstwo D, młodszymi E i F oraz B i C, najmłodszym zaś A. Wskaźniki zawartości fosforu rozłożyły się mniej więcej proporcjonalnie do wieku obiektów. Zdecydowanie najwyższe były na terenie najstarszego gospodarstwa D, nieco niższe w B i C, znacznie niższe w przypadku gospodarstw E i F, a najniższe w stosunkowo najmłodszym gospodarstwie A. Ta zbieżność wyników zastosowania obu metod została zinterpretowana jako potwierdzenie właściwego ustalenia chronologii względnej poszczególnych gospodarstw. Jest to najzupełniej błędna interpretacja wyników analizy fosforanowej, sugerująca jej walory chronologiczne.

<sup>23</sup> Interesujące informacje na ten temat, wraz z udostępnieniem odpowiedniej literatury, zawdzięczam doc. dr Halinie Szulc z Pracowni Geografii Osadnictwa i Zaludnienia Instytutu Geografii PAN, za co tą drogą składam serdeczne podziękowanie. Por. też H. Szulc, 1969.

<sup>24</sup> Metoda opracowana przez prof. D. Hannerberga. Badacz ten odkrył na drzwiach niektórych starych kościołów wiejskich pręty miernicze, które przy bliższych studiach okazały się jednostkami mierniczymi jakie stosowano zarówno przy budowie kościołów, jak i przy rozmierzaniu wsi. Te tzw. miary wsi ulegały zmianom w różnych okresach w związku z przeprowadzaniem co jakiś czas regulacjami wsi. Hannerbergowi udało się przeanalizować poszczególne systemy miernicze, połączyć je z odpowiednimi modelami przestrzennymi wsi i ustalić ich chronologię relatywną, a czasem i bezwzględną. Por. D. Hannerberg, *Die älteren skandinavischen Ackermasse*, „Lund Studies in Geography”, t. 12: 1955, oraz inne publikacje tegoż autora w języku szwedzkim. Por. też H. Szulc, 1969, s. 474.

<sup>25</sup> U. Sporrang, 1968, s. 63-67, oraz H. Szulc, 1969, s. 475-478, ryc. 4 i 5.



Takich zalet jednak metoda nie wykazuje, ponieważ fosfor nie posiada właściwości przyrastania z chwilą, gdy jego źródło (tu osada) przestaje istnieć. Wysoki stopień nasycenia fosforem, być może najstarszego obiektu, świadczy zatem nie tyle o jego najwcześniejszym użytkowaniu, ile o intensywności eksploatacji gospodarstwa. W konkretnie więc omawianym przypadku gospodarstwo D mogło posiadać największą ilość użytkowników, a w szczególności bydła rogatego (może jego mieszkańcy byli zamożniejsi od sąsiadów?) i stąd tak wysoki wskaźnik fosforowy w stosunku np. do skromnie egzystującego gospodarstwa A. Zresztą nawet graficznie przedstawiony przez Sporronga rozkład fosforu w zasięgu gospodarstwa D, ujawniający wielkie, prawie prostokątne skupisko-jądro, sugeruje, że w tym miejscu musiała znajdować się jakaś duża obora lub zagroda dla większej ilości bydła. Ta więc, jak najbardziej przypadkowa zbieżność wyników obu zastosowanych metod badawczych, z pozorów tylko wydaje się potwierdzać sugestie w zakresie wzajemnych relacji czasowych badanych obiektów na terenie wsi Råberga<sup>26</sup>. W przypadku tym nie tyle sam fakt zastosowania metody fosforanowej budzi zastrzeżenia, ile błędne założenia badawcze, które doprowadziły do niewłaściwej interpretacji wyników badań.

Zaprezentowane powyżej przykłady stosowania metody fosforanowej w archeologii nie wyczerpują, rzecz jasna, wszystkich jej możliwości. Jak się wydaje, nie była ona jak dotąd wykorzystywana np. do weryfikacji niepewnych kurhanów. W przypadku autentycznego kopca nagrobnego z pochówkiem szkieletowym, czy nawet ciałopalnym, obecność kości wykazałaby niechybnie znaczne zróżnicowania w wysokościach wskaźnika fosforowego w różnych punktach obiektu. Cytowane wyżej badania T. Wiślańskiego świadczą o przydatności metody nawet w rekonstruowaniu już nie istniejących kurhanów, tym bardziej więc wyniki jej mogłyby być efektywne jeśli chodzi o weryfikację nadal egzystujących kopców. Sprawdzenie metodą fosforanową obiektów niepewnych przed przystąpieniem do prac wykopaliskowych zaoszczędziłoby w wielu przypadkach czasu i środków finansowych wydatkowanych częstokroć bezproduktywnie.

Coraz szersze upowszechnienie omawianej metody w świecie ujawni niewątpliwie jeszcze wiele innych możliwości jej stosowania z korzyścią dla badań historycznych. Walory jej, zdaniem praktyków, są ogromne i, jak zobaczyliśmy, wielorakie. Znamienne jest stwierdzenie badacza niemieckiego — H. Jakoba, że wątpliwości pod adresem badań fosforanowych wyrażają nie ci, którzy ją stosowali, a jedynie ci, którzy rozpatrują ją od strony czysto teoretycznej<sup>27</sup>.

*Barbara Balke*

Adres autorki: Mgr Barbara Balke  
Zakład Epoki Metali  
Instytutu Historii Kultury Materialnej PAN  
00-140 Warszawa, ul. Świerczewskiego 105

<sup>26</sup> Zresztą w kilku innych, mniej wyczerpująco cytowanych przez U. Sporronga, przypadkach sprawa zbieżności wyników badań obu metod już nie wygląda tak przekonująco, jak w przypadku wsi Råberga. Por. U. Sporrong, 1968, s. 67-69.

<sup>27</sup> H. Jakob, 1955, przypis 1.



## BIBLIOGRAFIA

- Abt P. A., 1968 *Beiträge zur Methodik der topographischen Lokalisation von Ortswüstungen*, Zürich.
- Arrhenius O., 1929 *Die Phosphatmethode I und II*, „Zeitschrift für Pflanzenernährung. Düngung und Bodenkunde“, R. 14, s. 121-140, 185-194.
- 1934 *Fosfathalten i Skanska jordar*, „Sveriges Geologiska Undersökning“, R. 28, seria C, nr 383.
- 1935 *Markundsökning och arkeologi*, „Fornvännen“, R. 30, s. 565-575.
- 1950 *Förhistoriska bebyggelser antydd genom kemisk analys*, „Fornvännen“, R. 45, s. 59-62.
- 1954 *Chemical Denudation in Sweden*, „Tellus“, nr 6, z. 4, s. 326-341.
- Bandi H. G., 1946 *Methode des Phosphates*, „Cahiers d'Histoire et d'Archaeologie“, s. 119 i nn.
- Bellmann W., 1954 *Die Phosphatmethode im Dienste der Vorgeschichtsforschung*, „Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte“, t. 38, s. 265-275.
- Castanio E. M., 1939 *Méthode d'analyse des sols appliquée a la recherche d'emplacement ancienement habités*, Institut Indochinois pour l'Etude de l'Homme.
- Cook S. F.,  
Heizer R. F., 1965 *Studies on the Chemical Analysis of Archeological Sites*, University of California, Publications in Anthropology, t. 2, Berkeley and Los Angeles.
- Davidson D. A., 1973 *Particle Size and Phosphate Analysis — Evidence for the Evolution of a Tell*, „Archaeometry“, t. 15, cz. 1, luty 1973, s. 143-152.
- Frantov G. S., 1965 *Primenenie geofizičeskich metodov w archeologii*, „Archeologia i estestvennye nauki“, s. 244-251.
- Frei E., 1965 *Die Phosphorsäure im Boden*, Separatabdruck aus „Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft“, R. 13, nr 5.
- Frei E., Peyer K.,  
Schütz E., 1964 *Untersuchungen über die Phosphatsäurebestimmung mit Molybdänblau in Bodenextrakten*, Separatabdruck aus „Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung“, z. 3.
- Gerasimova N. G.,  
Mikliaev A., 1971 *Ešče o primenenii metoda fosfatnogo analiza počv pri razvedke drevnich poselenii*, „Soobščenija Gosudarstvennogo Ermitaža“, t. 32, s. 69-71.
- Guyan W. U., 1952 *Beitrag zur topographischen Lokalisation einer Wüstlegung mit der Laktatmethode am Beispiel von Mogern*, „Geographica Helvetica“, z. 1.
- Jakob H., 1952 *Über die Ursachen anomaler Phosphatanreicherung auf Grabhügel*, „Die Kunde“, Neue Folge, 3, z. 2-4, s. 37-40.
- 1955 *Die Bedeutung der Phosphatmethode für die Urgeschichte und Bodenforschung*, Wissenschaftliche Abhandlungen der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, nr 15, „Beiträge zur Frühgeschichte der Landwirtschaft“, t. 2, s. 67-85.



- Laming A., 1952 *La découverte du passé*, Paris.
- Lange B., 1964 *Kolorimetrische Analyse*, Weinheim.
- Lorch W., 1939 a *Methodische Untersuchungen zur Wüstungsforschung*, „Arbeiten zur Landes- und Volksforschung”, t. 4, ss. 91, Herausgegeben von der Anstalt für Geschichtliche Landeskunde an der Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- 1939 b *Neue Methoden der Siedlungsgeschichte*, „Geographische Zeitschrift”, R. 45, z. 8, s. 294-305.
- 1940 *Die Siedlungsgeographische Phosphatmethode*, „Naturwissenschaften”, R. 28, z. 40/41, s. 633-640.
- 1941 *Arbeitsanweisung zur Durchführung der Phosphatmethode im Rahmen der vor- und frühgeschichtlichen Siedlungsforschung*, Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft für Siedlungsforschung des Reichsbundes für Deutsche Vorgeschichte, Leipzig.
- 1951 *Die Entnahme von Bodenproben und ihre Einsendung zur Untersuchung mittels der siedlungsgeschichtlichen Phosphatmethode*, „Die Kunde”, Neue Folge, 2, z. 2/3, s. 21-23.
- Marcinek J.  
Wiślański T., 1959 *Sprawozdanie z wstępnych badań gleboznawczych na obiektach archeologicznych w Strzelcach i Głogówcu, pow. Mogilno, w r. 1956*, „Sprawozdania Archeologiczne”, t. 7, s. 77-91.
- Mikliaev A. M.,  
Gerasimova N. G.,  
1968 *Opyt primenija metoda fosfatnogo analiza pri razvedke drevnich poselenij na teritorii Pskovskoj oblasti*, „Sovetskaja Archeologia”, z. 3, s. 251-255.
- Moldenhawer K.,  
1963 *Przydatność w archeologii metody fosforanowej i fluorowej oraz innych metod*, „Wiadomości Archeologiczne”, t. 29, z. 4, s. 323-327.
- Muir J. W., 1952 *The Determination of Total Phosphorus in Soil, with Particular Reference to the Control of Interference by Soluble Silica*, „Analyst”, 77, s. 313-317.
- Scheffer F.,  
Kloke A.,  
Sperling G. H., 1956 *Ursachen und Zusammenhänge hoher Phosphatlöslichkeit im Boden*, „Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde”, R. 72, s. 200-214.
- Semmel A.,  
Sperling G. H., 1963 *Untersuchungen zur Lage der Wüstung Prangenheim in der Gemarkung Trebur*, „Rhein-Mainische Forschungen”, z. 54.
- Sporrong U., 1968 *Phosphatkartierung und Siedlungsanalyse*, „Geografiska Annaler”, R. 50, seria B, s. 62-74.
- Stoye K., 1950 *Die Anwendung der Phosphatmethode auf einen mittelalterlichen Friedhof*, „Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte”, t. 34, s. 180-184.
- 1955 *Die Phosphatmethode in ihrer Anwendung auf die Grabungen bei Wahlitz (Kr. Burg)*, „Wissenschaftliche Abhandlungen der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, nr 15, Beiträge zur Frühgeschichte der Landwirtschaft, II, s. 87-91.
- Stobe G. G., 1959 *Primenenie metodov počvennych issledovanij w archeologii*, „Sovetskaja Archeologia”, z. 3, s. 135-139.



Szulc H., 1969

*Badania geograficzno-historyczne nad osadnictwem wiejskim w Skandynawii*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, R. 17, z. 3, s. 473-491.

Velleste L., 1952

*Analiz fosfatnich soedinenii počvy dlja ustanovlenija mest drevnich poselenii*, „Kratkije Soobščeniya Instituta Istorii Materjalnoj Kultury”, z. 42, s. 135-140.

#### W SPRAWIE STANOWISKA DOKONYWANIA W TARCZALNIE

W 1957 „Sprawozdanie Archeologiczne” ukazał się artykuł G. Demszkińskiego poświęcony sprawie badań stanowiska ziemskiego w Tarczalinie, pow. Włocławek, w tym środowisku.<sup>1</sup>

Stwierdzono wówczas w Tarczalinie nie tylko że wapienie zostały odkryte, ale także, że wapienie są wapieniami kretacymi i nie należy ich łączyć z wapieniami plejstocenovymi. Wskazywało na to odkrycie w 1957 oraz 1958 roku, a następnie w okresie następnych, paleontologicznie bardzo cenne i przydatne wapienie. Wskazywało też wiele badawczych, a zwłaszcza tych specjalistów, którzy zajmują się geologią i paleontologią, że wapienie te nie należy łączyć z wapieniami plejstocenovymi. Wskazywało też wiele badawczych, a zwłaszcza tych specjalistów, że wapienie te nie należy łączyć z wapieniami plejstocenovymi.

Podobnie okazało się również w Tarczalinie odkrycie wapieni jako granitoidów i wskazywało na to wiele badań specjalistów, jak też artykuł G. Demszkińskiego poświęcony w sprawie wapieni.

Na uwagę trzeba zwrócić uwagę, że nie tylko wapienie odkryto, ale także odkryto wapienie, które nie należy łączyć z wapieniami plejstocenovymi. Wskazywało na to odkrycie w 1957 oraz 1958 roku, a następnie w okresie następnych, paleontologicznie bardzo cenne i przydatne wapienie. Wskazywało też wiele badawczych, a zwłaszcza tych specjalistów, którzy zajmują się geologią i paleontologią, że wapienie te nie należy łączyć z wapieniami plejstocenovymi.

Podobnie jest w sprawie wapieni, które odkryto w Tarczalinie. Wskazywało na to odkrycie w 1957 oraz 1958 roku, a następnie w okresie następnych, paleontologicznie bardzo cenne i przydatne wapienie. Wskazywało też wiele badawczych, a zwłaszcza tych specjalistów, którzy zajmują się geologią i paleontologią, że wapienie te nie należy łączyć z wapieniami plejstocenovymi.

<sup>1</sup> G. Demszkiński, „Sprawozdanie Archeologiczne” z 1957, s. 473-491.

<sup>2</sup> G. Demszkiński, „Sprawozdanie Archeologiczne” z 1958, s. 473-491. Wskazywało na to odkrycie w 1957 oraz 1958 roku, a następnie w okresie następnych, paleontologicznie bardzo cenne i przydatne wapienie. Wskazywało też wiele badawczych, a zwłaszcza tych specjalistów, którzy zajmują się geologią i paleontologią, że wapienie te nie należy łączyć z wapieniami plejstocenovymi.

<sup>3</sup> Badania prowadzone na stanowisku ziemskim w Tarczalinie prowadzone w latach 1957, 1958, rok W. Dąbrowskiego, „Sprawozdanie Archeologiczne” z 1957, s. 473-491.