

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Wydział Biologii i Nauk o Ziemi
Instytut Geografii

Maciej Markiewicz

**Diagnoza zasięgu oraz intensywności
dawnej działalności człowieka na podstawie badań gleb
na wybranych stanowiskach archeologicznych
ziemi chełmińskiej**

Praca doktorska wykonana
w Zakładzie Gleboznawstwa
pod kierunkiem
Prof. dr hab. Renaty Bednarek

Toruń 2008

Wykonanie tej pracy nie byłoby możliwe bez pomocy wielu osób, które służyły mi swoją radą i wspierały mnie na różnych etapach jej realizacji. Dlatego też chciałbym złożyć serdeczne podziękowania Pani Prof. dr hab. Renacie Bednarek, mojemu opiekunowi, która zainteresowała mnie problematyką gleb występujących na stanowiskach archeologicznych, udzieliła mi wielu cennych wskazań i służyła radą i pomocą, nie tylko w sprawach naukowych. Panom: Prof. dr hab. Wojciechowi Chudziakowi i dr Jackowi Gackowskiemu z Instytutu Archeologii UMK, dziękuję za wprowadzenie w świat archeologii i możliwość prowadzenia badań na stanowiskach archeologicznych. Mgr Ani Rembisz dziękuję za wspólną pracę na kilku obiektach archeologicznych i cenne uwagi dotyczące nomenklatury i chronologii archeologicznej. Panu Prof. dr hab. Sławomirowi Gonetowi wdzięczny jestem za uwagi redakcyjne i ciągle mobilizowanie mnie w czasie przygotowywania pracy do druku. Dziękuję również wszystkim obecnym i byłym pracownikom Zakładu Gleboznawstwa UMK za wszelką okazaną mi pomoc. Nie mogę również zapomnieć o żonie, Asi i moich córkach, Michasi i Uli, którym wdzięczny jestem za wsparcie i cierpliwość.

Maciej Markiewicz

Spis treści:

1. Wstęp i cel pracy – str. 4
2. Powiązania gleboznawstwa z archeologią – str. 7
3. Fosfor jako wskaźnik dawnej działalności człowieka – str. 10
4. Ogólna charakterystyka obszaru badań – str. 16
 - Rzeźba terenu* – str. 17
 - Hydrografia* – str. 19
 - Gleby* – str. 19
 - Klimat i paleogeografia w holocenie* – str. 21
 - Roślinność* – str. 22
 - Rozwój osadnictwa* – str. 24
5. Metodyka badań – str. 29
6. Omówienie wyników badań gleboznawczych w nawiązaniu do środowiska przyrodniczego i danych archeologicznych – str. 33
 - 6.1. Wczesnośredniowieczne grodzisko w Płutowie, gm. Kijewo Królewskie – str. 33
 - Środowisko przyrodnicze* – str. 33
 - Archeologiczny opis obiektu* – str. 35
 - Badania pedologiczne* – str. 36
 - 6.2. Wczesnośredniowieczne grodzisko w Pokrzydowie, gm. Zbiczno – str. 43
 - Środowisko przyrodnicze* – str. 43
 - Archeologiczny opis obiektu* – str. 45
 - Badania pedologiczne* – str. 48
 - 6.3. Grodzisko ludności kultury łużyckiej w Gzinie, gm. Dąbrowa Chełmińska – str. 52
 - Środowisko przyrodnicze* – str. 52
 - Archeologiczny opis obiektu* – str. 53
 - Badania pedologiczne* – str. 56
 - 6.4. Osada otwarta ludności kultury pomorskiej w Kobylance, gm. Grudziądz – str. 66
 - Środowisko przyrodnicze* – str. 66
 - Archeologiczny opis obiektu* – str. 67
 - Badania pedologiczne* – str. 68
 - 6.5. Pozostałości domostwa ludności kultury łużyckiej w Rudzie, gm. Grudziądz – str. 73
 - Środowisko przyrodnicze* – str. 73
 - Archeologiczny opis obiektu* – str. 74
 - Badania pedologiczne* – str. 76
7. Specyfika gleb w obrębie obiektów archeologicznych – str. 81
8. Diagnoza zasięgu dawnej antropopresji – str. 84
9. Możliwości oceny intensywności dawnej antropopresji – str. 89
10. Podsumowanie – str. 94
11. Spis literatury – str. 97
12. Spis rycin – str. 110
13. Spis tabel – str. 113
- Załącznik 1. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska – właściwości chemiczne i fizykochemiczne materiału glebowego z warstw kulturowych – str. 114
- Załącznik 2. Kobylanka, gm. Grudziądz - właściwości chemiczne i fizykochemiczne materiału glebowego z warstwy kulturowej – str. 116
- Załącznik 3. Ruda, gm. Grudziądz - właściwości chemiczne i fizykochemiczne materiału glebowego z warstwy kulturowej – str. 118

1. WSTĘP I CEL PRACY

Obszar ziemi chełmińskiej ze względu na specyfikę środowiska przyrodniczego stwarzał w przeszłości wyjątkowo korzystne warunki dla rozwoju społeczeństw ludzkich. Ukształtowanie powierzchni terenu sprzyjające obronie przed wrogami, dostęp do wody, wyjątkowo żyzne gleby i bogactwo zwierząt zamieszkujących lasy, stały się czynnikiem ułatwiającym osadnictwo. Pierwsze grupy ludzkie dotarły na ten teren krótko po ustąpieniu lodowca, w czasie interstadiału Alleröd, około 11800-10900 lat temu.

Informacje dotyczące poznania przez człowieka swojej przeszłości początkowo były przekazywane z pokolenia na pokolenie jedynie drogą ustną. Dopiero wynalezienie pisma przez Sumerów w drugiej połowie IV wieku przed naszą erą ułatwiło śledzenie poczynąń przodków. Współcześnie, poznanie historii rozwoju człowieka pozostaje w sferze działalności przedstawicieli nauk humanistycznych a w szczególności historyków oraz archeologów. Korzystają oni z danych bezpośrednich, jakimi są źródła pisane oraz z danych pośrednich, a więc głównie materialnych pozostałości dawnej działalności człowieka. W przypadku ziem polskich najstarsze dostępne teksty liczą sobie co najwyżej 1000 lat. Archeologia pozwala sięgnąć znacznie głębiej w historię. Jednak nie zawsze możliwe jest posiłkowanie się wyżej wymienionymi źródłami informacji. Dlatego też coraz częściej dochodzi do współpracy humanistów z przyrodnikami, gdyż w przypadku braku danych historycznych, jedynym źródłem informacji o przeszłości są wszelkie pozostałości roślinne i zwierzęce. Ogromną rolę odgrywa również kontekst geologiczny, w którym materialne ślady działalności człowieka zostały zdeponowane i zachowane do czasów obecnych [MAKOHO-NIENKO I IN. 2007].

Zapis wywołanych antropopresją zmian w przyrodzie, znajduje swoje odzwierciedlenie także w glebach. Występowanie całych sekwencji gleb kopalnych (zwanych także pogrzebanymi lub fosylnymi), czy też jedynie pogrzebanych poziomów glebowych, odgrywa ważną rolę w rekonstrukcji dawnego środowiska, a także jego ewolucji w czasie [BEDNAREK 2000, 2007, 2008]. Gleby przekształcone przez człowieka w różny sposób i powstałe w wyniku jego działalności (anthrosole), charakteryzują się obecnością ostrych granic między różnymi jednostkami glebowymi oraz między poszczególnymi składowymi gleb. Brak tu często stref przejściowych, zwanych pedoekotonami, tak charakterystycznych dla gleb naturalnych [BEDNAREK, PRUSINKIEWICZ 1990]. Cechy gleb

powstałe w wyniku ograniczonych przestrzennie działań człowieka (orka, nawożenie, wapnowanie, melioracja, zmiana składu gatunkowego drzewostanów itp.) utrzymują się w różnych skalach czasowych [BEDNAREK, MARKIEWICZ 2006]. Niektóre, nowo powstałe właściwości mogą ulec zatarciu w stosunkowo krótkim czasie (dziesiątki, setki lat), jeżeli przyczyny je wywołujące przestaną działać (np. zanik cech antropogenicznego zasolenia gleb). Inne natomiast właściwości gleb, trwale zakodowane w „glebie-pamięci” [SOKOLOV, TARGULIAN 1976] umożliwiają wyznaczenie zasięgu oraz intensywności dawnej antropopresji nawet w miejscach, gdzie wpływ człowieka na gleby nie jest widoczny podczas bezpośrednich obserwacji terenowych.

Celem niniejszej pracy jest diagnoza zasięgu oraz intensywności dawnej działalności człowieka na podstawie badań gleb na wybranych stanowiskach archeologicznych ziemi chełmińskiej. Realizacja postawionego celu wymagała sprecyzowania następujących zadań badawczych:

- określenie zawartości fosforu w glebach antropogenicznych na stanowiskach archeologicznych oraz w ich bezpośrednim otoczeniu (względnie naturalnych, nie zmienionych dawną działalnością człowieka), zgodnie ze standardami międzynarodowymi (ekstrakcja 1% kwasem cytrynowym - P_{cyt} (metoda stosowana w celach diagnostycznych w międzynarodowych klasyfikacjach gleb i w obowiązującej Systematyce gleb Polski) i metodą Blecka w modyfikacji Gebhardta (fosfor ogółem - P_t ; metoda wykorzystywana powszechnie w badaniach pedoarcheologicznych w Europie Zachodniej),
- powiązanie uzyskanych wyników zawartości fosforu z innymi właściwościami gleb w celu wyznaczenia dodatkowych wskaźników dawnej działalności człowieka i określenia stopnia antropopresji gleb,
- wykonanie map przestrzennej zmienności zawartości fosforu ogółem (P_t), fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym (P_{cyt}), węgla organicznego (C_{org}), azotu ogółem (N_t) i pH w celu określenia intensywności, czasu trwania oraz zasięgu osadnictwa a także zróżnicowania funkcjonalnego w obrębie historycznych osad ludzkich.

2. POWIĄZANIA GLEBOZNAWSTWA Z ARCHEOLOGIA

Do niedawna powszechnie uważano, że gleboznawstwo jest nauką ściśle związaną jedynie z rolnictwem, leśnictwem, czy innymi dyscyplinami, gdzie wzrost roślin odgrywa decydującą rolę. W latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia w Stanach Zjednoczonych Ameryki powstał glebowy program badawczy (*soil survey program*), który zapoczątkował wykorzystanie gleboznawstwa w szerokim zakresie w planowaniu przestrzennym [SCUDDER I IN. 1996]. Od tego czasu wyraźnie wzrosła liczba gleboznawców zajmujących się innymi dziedzinami nauki, m.in. archeologia, prawem, globalnym obiegiem pierwiastków, systemami informacji geograficznej (GIS) czy zanieczyszczeniem powietrza.

Badaniami gleb na stanowiskach archeologicznych zajmuje się dział gleboznawstwa zwany pedoarcheologia, albo gleboznawstwem archeologicznym, który wywodzi swoje korzenie z paleopedologii. Za początek tego nowego kierunku uważa się pojawienie się następujących pozycji literaturowych: DERGAČEVA „*Archeologičeskoje počvovedenie*” [1997], DEMKIN „*Paleopočvovedenie i archeologija: integracija prirody i obščestva*” [1997] i SCUDDER I IN. „*Soil science and archaeology*” [1996]. Badanie „starych gleb” w kontekście archeologicznym obejmuje zarówno paleosole, powstające w wyniku procesów naturalnych, jak i anthrosole, tworzące się w wyniku aktywności człowieka. Te ostatnie mogą różnić się między sobą, tak jak różnią się kultury, które je tworzyły [POMIAN 1972; KOMORNICKI I IN. 1990; BANASZUK I IN. 1996; BEDNAREK I IN. 1996; PRUSINKIEWICZ I IN. 1998; BEDNAREK 2000, 2007, 2008; SKIBA, KOŁODZIEJCZYK 2004].

Gleby występujące na stanowiskach archeologicznych, mimo często niewielkiego areału, jaki zajmują, ograniczonego do osad i obszarów bezpośrednio do nich przylegających, są niewątpliwie cennymi obiektami badawczymi o dużej wartości naukowej i dydaktycznej. Ich budowa i właściwości są wynikiem zarówno naturalnych procesów glebotwórczych, jak i intensywnej działalności człowieka, spowodowanej obecnością skupisk ludzkich na stosunkowo niewielkim obszarze. Gleby te odznaczają się modyfikacją pewnych cech morfologicznych oraz właściwości chemicznych, fizykochemicznych i fizycznych, które odróżniają je od analogicznych gleb znajdujących się w sąsiedztwie, a nie przekształconych w wyniku dawnej działalności człowieka. Badania

takich gleb są ważne zarówno z gleboznawczego, czy paleopedologicznego, jak i archeologicznego punktu widzenia. Dostarczają archeologom wielu cennych wskazówek dotyczących zasięgu, zróżnicowania funkcjonalnego oraz długości i intensywności historycznego osadnictwa w obrębie poszczególnych stanowisk archeologicznych, często pozwalając na uniknięcie pracochłonnych, kosztownych i w dużym stopniu destrukcyjnych wykopalisk. Analiza pokrywy glebowej dostarcza także wielu informacji na temat bazy pokarmowej ówczesnych mieszkańców osad oraz zmian klimatycznych. Gleboznawcom pozwalają odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób, i w jakim stopniu działalność człowieka wpłynęła na przekształcenia właściwości pierwotnych gleb, czy też doprowadziła do tworzenia się nowych gleb antropogenicznych. Precyzyjne metody datowania archeologicznego umożliwiają określenie początku i ewentualnie końca procesów glebotwórczych [DEMKIN 1997; DERGAČEVA 1997; MANIKOWSKA 1983; SCUDDER I IN. 1996].

Wśród gleb występujących w miejscach dawnego osadnictwa wyróżnić można gleby naturalne występujące na współczesnej powierzchni terenu, w niewielkim stopniu przeobrażone w wyniku dawnej działalności człowieka, gleby naturalne kopalne (pogrzebane pod młodszymi osadami) oraz gleby antropogeniczne (anthrosole), będące najbardziej zróżnicowaną grupą gleb [BEDNAREK 2007, 2008].

Osadnictwo, zarówno współczesne, jak i to dawne, doprowadza do zmian właściwości gleb, które są względnie trwałe i mogą być wykrywane metodami analitycznymi. Dzieje się tak, gdyż pozostałości działalności człowieka zawierają określone ilości specyficznych substancji, które są akumulowane na zamieszkiwanej powierzchni. Te pozostałości są przemieszczane w głąb gleby w wyniku procesów geomorfologicznych lub antropogenicznych.

Wpływ człowieka na naturalne gleby można badać wykorzystując większość podstawowych narzędzi pedologicznych: badań terenowych oraz standardowych lub specjalistycznych analiz [BEDNAREK 2007, 2008; COURTY I IN. 1989; EVANS, O'CONNOR 2001]. Przemyślane i odpowiednio przeprowadzone badania terenowe są podstawowym i niezbędnym elementem warunkującym właściwe wnioskowanie. W przypadku stanowisk archeologicznych i prowadzonych na nich regularnych prac wykopaliskowych, istnieje możliwość poznania morfologii gleb z wydzieleniem wyróżniających się warstw kulturowych, charakterystycznych dla poszczególnych etapów zasiedlenia. Porównanie tych antropogenicznych gleb z występującymi w sąsiedztwie, lecz niezmiennymi

intensywną działalnością człowieka, pozwala wnioskować o wielkości przekształceń antropogenicznych pokrywy glebowej. Próbki glebowe pobiera się najczęściej z warstw kulturowych bezpośrednio z odsłoniętych profili lub z wierceń.

Dawny oraz współczesny wpływ człowieka na naturalne gleby i krajobrazy może być wykrywany poprzez: ocenę morfologii gleb, analizę składu granulometrycznego i mineralnego oraz analizę zawartości niektórych pierwiastków (fosforu, węgla, azotu, żelaza, wapnia, magnezu i innych). Coraz częściej pedoarcheolodzy sięgają także po skomplikowane i nowoczesne metody badawcze, takie jak metoda mikromorfologiczna, metoda mikroskopii elektronicznej połączonej z mikrochemiczną analizą rentgenowską czy dyfraktometria rentgenowska. Te same metody mogą być również źródłem informacji o wewnątrzstanowiskowych strukturach, takich jak: jamy odpadkowe czy zasobowe, paleniska, groby, zagrody dla zwierząt. Szczególną rolę w ocenie wpływu dawnego osadnictwa na gleby naturalne odgrywa analiza zawartości fosforu [ANDRZEJEWSKI, SOCHA 1998]. Już pod koniec lat dwudziestych XX wieku szwedzki chemik, Arrhenius zaobserwował zjawisko podwyższonej zawartości fosforu w glebach występujących na stanowiskach archeologicznych [ARRHENIUS 1929].

3. FOSFOR JAKO WSKAŹNIK DAWNEJ DZIAŁALNOŚCI CZŁOWIEKA

Fosfor (P, łac. *phosphorus* – „niosący światło”) jest pierwiastkiem chemicznym wyodrębnionym po raz pierwszy przez niemieckiego alchemika Henninga Brandta w roku 1669 podczas poszukiwania „kamienia filozoficznego”, w trakcie destylacji moczu [EMSLEY 2000]. Sto lat później wykryto go w dużo wyższych stężeniach w zębach i kościach, gdzie związany jest w postaci hydroksyapatytu [NIEKRASOW 1956; EMSLEY 2000; BRYANT 2004]. Jest pierwiastkiem niezbędnym do życia, wchodzi w skład każdej żywej komórki, zarówno roślinnej, jak i zwierzęcej a także jest szeroko rozpowszechniony w skałach i minerałach. W przeciwieństwie do innych pierwiastków biogenicznych, takich jak węgiel czy azot, nie krąży swobodnie lecz jego obieg ograniczony jest jedynie do lądowych i wodnych ekosystemów.

Fosfor uważany jest za jeden z najważniejszych pierwiastków limitujących rozwój mikroorganizmów. Bierze między innymi udział w istotnych dla komórki reakcjach fosforyzacji [EMSLEY 2000]. Związki fosforu wytwarzane przez człowieka występują także wśród najbardziej toksycznych substancji chemicznych stosowanych np. w działaniach wojennych (jako składnik gazów bojowych) lub w rolnictwie (jako pestycydy) [BRYANT 2004; EMSLEY 2000]. Natomiast naturalne związki fosforowe nie są szkodliwe dla organizmów żywych, będąc często wskaźnikiem jakości życia [TRZEBIATOWSKI 1959; SAPEK, SAPEK 2004]. Nadmiar fosforu w środowisku może doprowadzać do eutrofizacji wód, której przyczyną jest zwiększona produkcja biomasy w ekosystemach doprowadzająca do ograniczenia dostępu tlenu dla wodnych organizmów.

Z fizjologicznego punktu widzenia fosfor zaliczany jest do makropierwiastków, czyli składników niezbędnych organizmom żywym w większych ilościach. W przypadku roślin zalicza się go do grupy 2 razem z borem i krzemem [MENGEL, KIRKBY 1983].

Fosfor bierze udział w trzech naturalnych cyklach w środowisku [EMSLEY 1980]. Pierwszy z nich to obieg nieorganiczny, obejmujący fosfor związany w skorupie ziemskiej, głównie w formie mineralnego apatyty - $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl})$. Jego zasoby szacuje się na około 10^{18} ton [SAPEK, SAPEK 2004]. Apatyty stanowią główne źródło fosforu glebowego. Do najważniejszych zidentyfikowanych

związków mineralnych fosforu w glebie zaliczyć można [FOTYMA, MERCIK 1995; FOTYMA I IN. 1987; DZIADOWIEC, POKOJSKA 1990]:

hydroksyapatyt	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
fluoroapatyt	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$
fosforan dwuwapniowy	$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
fosforan ośmiowapniowy	$\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
waryscyt*	$\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
strengit*	$\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
wiwianit	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

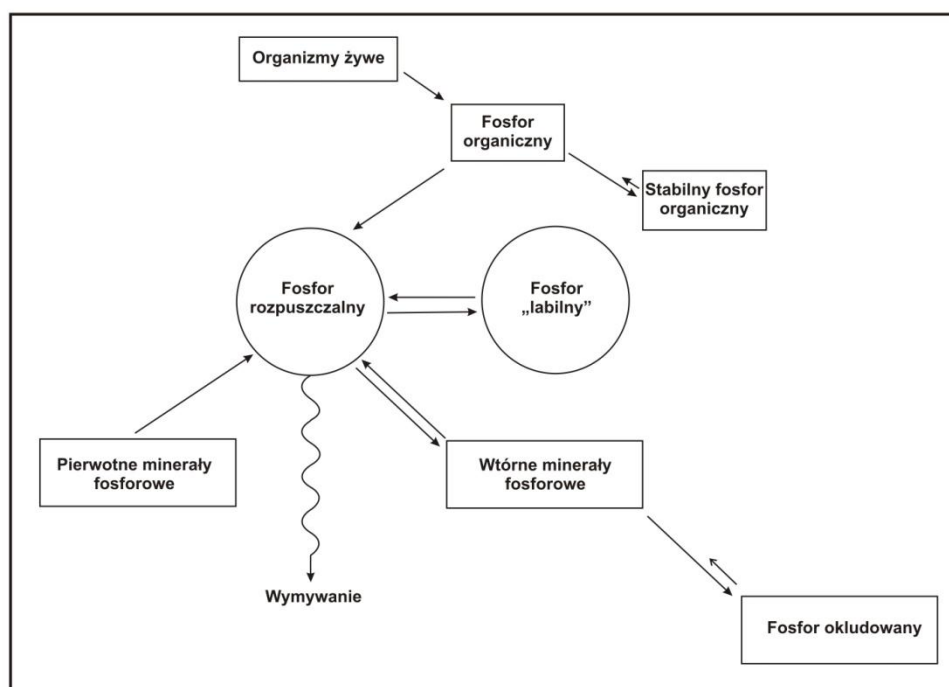
* - występują jedynie w glebach silnie kwaśnych, zawierających wolne jony Al^{3+} i Fe^{3+}

W wyniku wietrzenia minerałów związki fosforu uwalniają się w formach bardziej rozpuszczalnych. Współcześnie około 13 mln ton fosforu rocznie uwalnia się tą drogą i dalej przemieszcza do rzek i mórz, gdzie po upływie wielu lat tworzy trudno rozpuszczalne pokłady fosforanów wapnia. Tam zalegają one do czasu ponownego wyniesienia ich na powierzchnię w wyniku trwających miliony lat procesów geologicznych.

Kolejne dwa cykle organiczne zazębiają się z omówionym nieorganicznym obiegiem fosforu. Zarówno w cyklu lądowym, jak i wodnym pierwiastek ten krąży w łańcuchu troficznym między organizmami żywymi a ich środowiskiem życia [STEVENSON, COLE 1999].

Fosfor w glebach w formie czystej (pierwiastkowej) nie jest spotykany na kuli ziemskiej (jedynie w meteorytach). Jego całkowita zawartość w glebie jest niewielka i waha się w granicach od 100 do 3000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [SHARPLEY 2000]. Z występujących w glebie apatytów w wyniku wietrzenia, wspomaganego kwaśnymi wydzielinami mikroorganizmów i korzeni roślin, uwalnia się do roztworu glebowego fosfor (ryc. 1). Jego ilość, uwalniana w ten sposób do gleby, rekompensuje jego straty spowodowane wymywaniem, lecz nie kompensuje ilości tego pierwiastka wyprowadzanych z gleby razem z plonem. Ta różnica musi być uzupełniana nawozami wzbogacanymi w fosfor [SAPEK, SAPEK 2004]. Fosfor w glebie występuje w formie rozpuszczonej (w roztworze glebowym) i nierozpuszczonej, zarówno nieorganicznej, jak i organicznej. Wśród form nieorganicznych wyróżnia się krystaliczne i amorficzne fosforany wapnia, żelaza i manganu kontrolowane przez reakcje wytrącania-rozpuszczania i formy adsorbowane na cząstkach gleby, głównie na wodorotlenkach glinu i żelaza, w procesach adsorpcji i desorpcji [TOMASZEK 2006].

O dostępności fosforu dla roślin decyduje przede wszystkim odczyn środowiska glebowego. Optimum biodostępności tego pierwiastka występuje przy pH=6-7. Natomiast w warunkach odczynu zasadowego fosfor występuje głównie w postaci trudno rozpuszczalnych fosforanów wapnia (przede wszystkim apatytów) a w kwaśnym środowisku tworzą się niedostępne, a więc trudno rozpuszczalne, formy żelazowo- i glinowo-fosforowe [FROSSARD I IN. 1995].



Ryc. 1. Schemat obiegu fosforu w glebie

Wśród organicznych związków fosforu w glebie, stanowiących na ogół kilkanaście procent fosforu całkowitego, względnie dostępne są fosfolipidy, kwasy fulwowe i mniej dostępne kwasy humusowe oraz inozyty (*heksahydrok-sycyloheksanole*) [FOTYMA, MERCIK 1995; SHARPLEY 2000]. Te ostatnie zdolne są do kumulowania się w glebie, stając się grupą dominującą. Występują one również w środowisku wodnym, dlatego mogą odgrywać pewną rolę w procesie eutrofizacji [VALSAMI-JONES 2004].

Rośliny pobierają fosfor w mniejszych ilościach niż azot czy potas, najczęściej w stosunku N:P:K = 2,2:0,4:2,0 [FOTYMA I IN. 1995]. Na ogół stężenie fosforu w ksylemie roślin jest od stu do tysiąca razy wyższe niż w roztworze glebowym, wskazując na niezwykle energochłonny proces pobierania tego pierwiastka [SAPEK, SAPEK 2004].

Fosfor wpływa na wiele ważnych funkcji zachodzących w organizmach zwierzęcych. Wspólnie z wapniem odgrywa główną rolę w tworzeniu się kości i

zębów. Jest składnikiem kwasów nukleinowych, które kontrolują podział komórek, wzrost i różnicowanie. W powiązaniu z innymi pierwiastkami wpływa na właściwe ciśnienie osmotyczne w komórkach oraz na równowagę kwasowo-zasadową. Transport energii w komórkach uzależniony jest od obecności zawierających fosfor kwasów ADP i ATP.

Tab. 1. Zawartość fosforu w różnych organach ludzkiego ciała [SAPEK, SAPEK 2004]

Organ/tkanka	Zawartość P [g·kg ⁻¹ świeżej masy]
Zęby	130
Kości	110
Mózg	3,4
Wątroba	2,7
Mięśnie	1,8
Płuca	1,6
Serce	1,5
Skóra	0,4
Całe ciało	12

Zwierzęta pobierają fosfor wraz z pożywieniem głównie w postaci jonów ortofosforanowych. Ciało człowieka jest zasobne w ten pierwiastek a dorosły człowiek o wadze 70 kg zawiera średnio około 850 g fosforu, przy czym najbardziej zasobnymi tkankami są zęby i kości oraz mózg. Inne organy bogate w fosfor przedstawiono w tabeli 1 [SAPEK, SAPEK 2004].

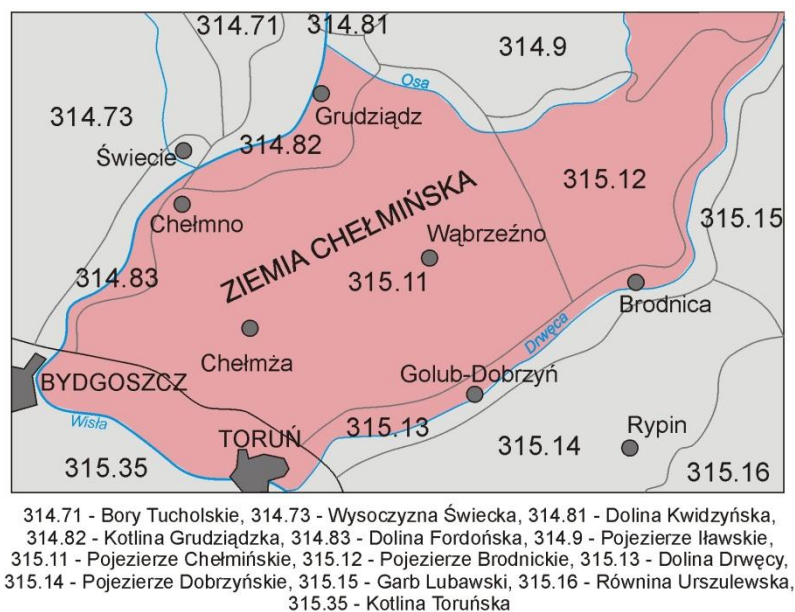
Zalecana dawka dziennego spożycia fosforu dla dorosłego człowieka wynosi 800 mg [EMSLEY 2000]. Zawartość tego pierwiastka w różnych produktach spożywczych jest zróżnicowana. Najwięcej fosforu zawierają wątroba, chude mięso, mleko i jaja. Produkty roślinne różnią się bardzo co do zawartości fosforu; cukier nie zawiera go w ogóle a oleje roślinne jedynie śladowe ilości. Mąka razowa jest natomiast bogata w ten pierwiastek. Z innych produktów zasobnych w ten pierwiastek wymienić można m.in. orzechy, groch czy fasolę.

Podstawowym celem stosowania metody fosforanowej (fosforowej) w badaniach osadnictwa jest określenie podwyższonej zawartości fosforu w glebach wskutek dawnej działalności człowieka. O przydatności tego pierwiastka do badań archeologicznych decydują jego specyficzne właściwości, a przede wszystkim znikoma rozpuszczalność i wynikająca z niej niewielka ruchliwość oraz obecność w każdej żywej komórce [BRADY, WEIL 1996; HOLLIDAY, GARTNER 2007; SAPEK, SAPEK 2004].

Antropogenicznym źródłem tego pierwiastka w glebie były odchody ludzi i zwierząt, kości, ości, resztki pożywienia i inne odpadki organiczne powstające podczas codziennego gospodarowania. Tworzące się w wyniku mineralizacji resztek organicznych nieruchliwe fosforany mogą zalegać w glebie przez długi czas, będąc doskonałym wskaźnikiem dawnego osadnictwa. Uważa się, że miejsca, w których człowiek w przeszłości gromadził zasobne w fosfor szczątki organiczne, mogą być współcześnie wykrywane metodami analitycznymi przez okres od 100 do 1000 lat [CROWTER 1997], a nawet dłużej [BEDNAREK, MARKIEWICZ 2007b]. Metoda fosforanowa wykorzystywana była do tej pory przede wszystkim do identyfikacji miejsc wykorzystywanych w przeszłości przez człowieka [MARCINEK, WIŚLAŃSKI 1959; COOK, HEIZER 1965; BRZEZIŃSKI I IN. 1983; LIPPI 1988, BEDNAREK, POKOJSKA 1996; FARSWAN, NAUTIYAL 1997; PRUSINKIEWICZ I IN. 1998; SCUDDER I IN. 1996; LEONARDI I IN. 1999; SCHLEZINGER, HOWES 2000; KRISTIANSEN 2001; CROWTER 2002], rzadziej do analizy zróżnicowania funkcjonalnego obiektów archeologicznych w różnej skali [GEBHARDT 1982; JAMES 1999; SCUDDER 2001; ZÖLITZ 1980a,b;]. Współcześnie podczas prowadzenia regularnych wykopalisk archeologicznych standardem powoli staje się pobieranie próbek glebowych do analiz laboratoryjnych.

4. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Zaplanowane badania pedologiczne prowadzono na wybranych stanowiskach archeologicznych na ziemi chełmińskiej. Ziemią chełmińską nazywano od początku XIII wieku obszar znajdujący się w międzyrzeczu Drwęcy, Wisły i Osy. Jego granica wschodnia biegła linią rzeki Lutryny. Od drugiej połowy XIII wieku do ziemi chełmińskiej zaliczać zaczęto także tzw. ziemię lubawską [ZIEMIA CHEŁMIŃSKA W PRZESZŁOŚCI 1961]. W świetle podziału fizycznogeograficznego Polski [KONDRACKI 1994] obszar ziemi chełmińskiej znajduje się w makroregionie Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego, obejmującym następujące mezoregiony: Pojezierze Chełmińskie, Pojezierze Brodnickie, Dolinę Drwęcy oraz fragmenty Pojezierza Dobrzyńskiego, Garbu Lubawskiego i Równiny Urszulewskiej. Ponadto w jego granicach występują także fragmenty mezoregionów: Pojezierza Iławskiego, Kotliny Toruńskiej, Doliny Fordońskiej i Kotliny Grudziądzkiej (ryc. 2).



Ryc. 2. Lokalizacja ziemi chełmińskiej na tle podziału fizycznogeograficznego Polski [KONDRACKI 1994]

W tym rozdziale zamieszczono informacje dotyczące tych elementów środowiska przyrodniczego ziemi chełmińskiej, które w największym stopniu wpływały na osiedlanie się społeczeństw ludzkich. Przedstawiono również roz-

wój osadnictwa, począwszy od holocenu, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru ziemi chełmińskiej.

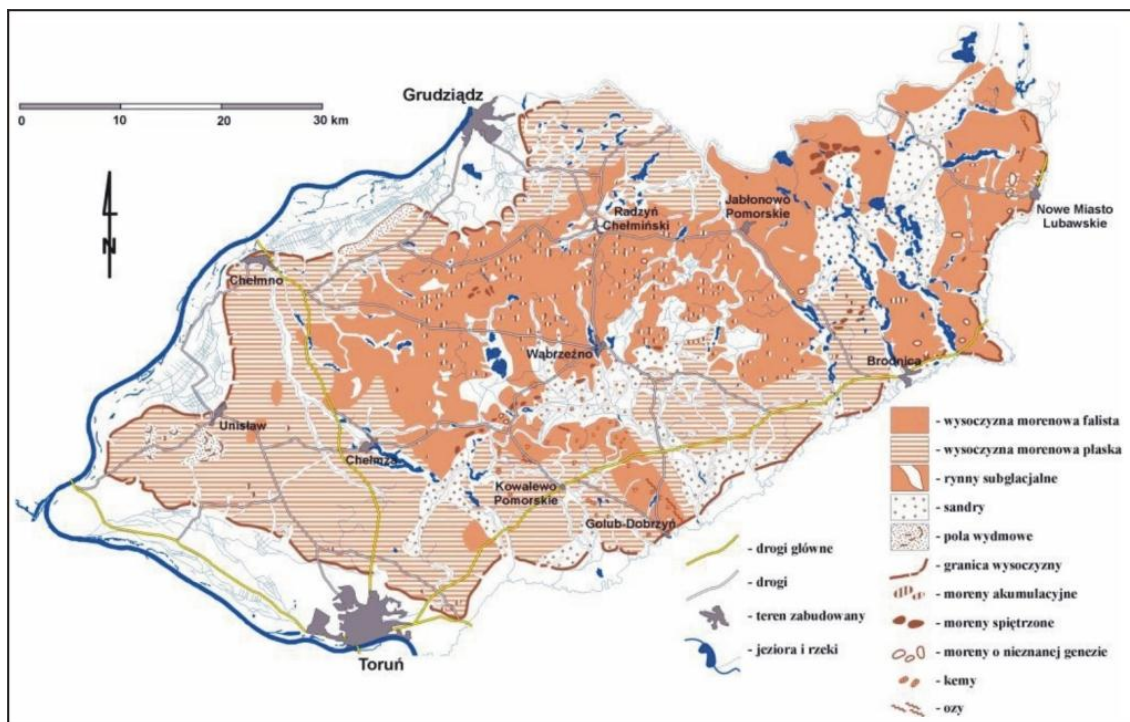
Rzeźba terenu

Omawiany obszar położony jest w obrębie zasięgu subfazy krajeńsko-wąbrzeskiej i kujawsko-dobrzyńskiej ostatniego zlodowacenia (Wisły), które miało miejsce około 18-16 tys. lat temu (ryc. 3). W późnym glacie (około 15-10 tys. lat temu), m.in. w wyniku procesów degradacji martwego lodu, procesów eolicznych, fluwialnych i denudacyjnych, nastąpiła znaczna transformacja pierwotnej rzeźby glacialnej i fluwioglacialnej [ANDRZEJEWSKI 2000]. Z tych względów rzeźba terenu wykazuje cechy typowego krajobrazu młodoglacialnego charakteryzującego się znacznymi deniwelacjami terenu, dochodzącymi w skrajnym przypadku do 170 m oraz dużym zróżnicowaniem form powierzchni terenu [NIEWIAROWSKI 1959, 1986; PASIERBSKI 1966]. Na analizowanym terenie najniższe położone jest dno doliny Wisły w okolicach Grudziądza (15 m n.p.m.), natomiast najwyższą wysokością charakteryzują się wzgórza morenowe nad Jeziorem Hartowieckim, we wschodniej części ziemi chełmińskiej (194,8 m n.p.m.).

Dominującą morfogenetycznie formą terenu są wysoczyzny reprezentowane głównie przez morenę denną falistą i płaską (zbudowaną głównie z glin zwałowych, lokalnie przykrytych piaskami różnej genezy) oraz rozcinające ją doliny rzeczne. Etapowe wycofywanie się z tego obszaru lądolodu doprowadziło do wytworzenia form marginalnych w postaci ciągów wzgórz i pagórków czołomorenowych, zbudowanych najczęściej z glin zwałowych i osadów piaszczysto-żwirowo-głazowych, oraz genetycznie z nimi związanych piaszczysto-żwirowych sandrów, tworzących się najczęściej u wylotów dużych rynien polodowcowych (ryc. 3).

Częściowo arealny zanik lodowca spowodował powstanie w niektórych miejscach moren martwego lodu oraz kemów i ozów.

U schyłku ostatniego zlodowacenia dużego morfogenetycznego znaczenia nabrały procesy erozji wgłębnej i degradacji stoków oraz procesy eoliczne, które doprowadziły do powstania piaszczystych powierzchni wydmy. Równocześnie następowało masowe wytapianie się brył martwego lodu i tworzenie jezior.



Ryc. 3. Szkic geomorfologiczny ziemi chełmińskiej [ŚWITONIAK 2006, na podstawie *Mapy morfogenetycznej Dolnego Powiśla i terenów przylegających w skali 1:500 000* (Wąsowicz) i *Przeglądowej mapy geomorfologicznej Polski w skali 1:500 000*]

Formy terenu powstałe w okresie ostatniego zlodowacenia ulegały dalszemu przeobrażeniu w holocenie. Spowodowane one były zachodzącymi zmianami klimatycznymi, rozwojem roślinności i pojawieniem się człowieka. We współczesnych dolinach rzecznych akumulowane były osady rzeczne, których uziarnienie zależy od szybkości prądu wody. W niektórych zbiornikach jeziornych akumulowały się gytie o różnym składzie lub ily jeziorne. Podmokłe tereny porośnięte roślinnością bagienną były miejscem akumulacji torfów. Natomiast postępujące wylesianie i rozwój rolnictwa doprowadziły do powiększania się obszarów z pokrywą deluwialną [BEDNAREK, PRUSINKIEWICZ 1984; ŚWITONIAK 2006].

Hydrografia

Dostęp do wody od początku istnienia człowieka stanowił czynnik limitujący jego bytowanie. Dlatego też pierwsi ludzie najczęściej osiedlali się w pobliżu zbiorników wodnych (jezior czy rzek), które oprócz zaspokajania potrzeb fizjologicznych stanowiły także potencjalne źródło pokarmu (ryby, skorupiaki),

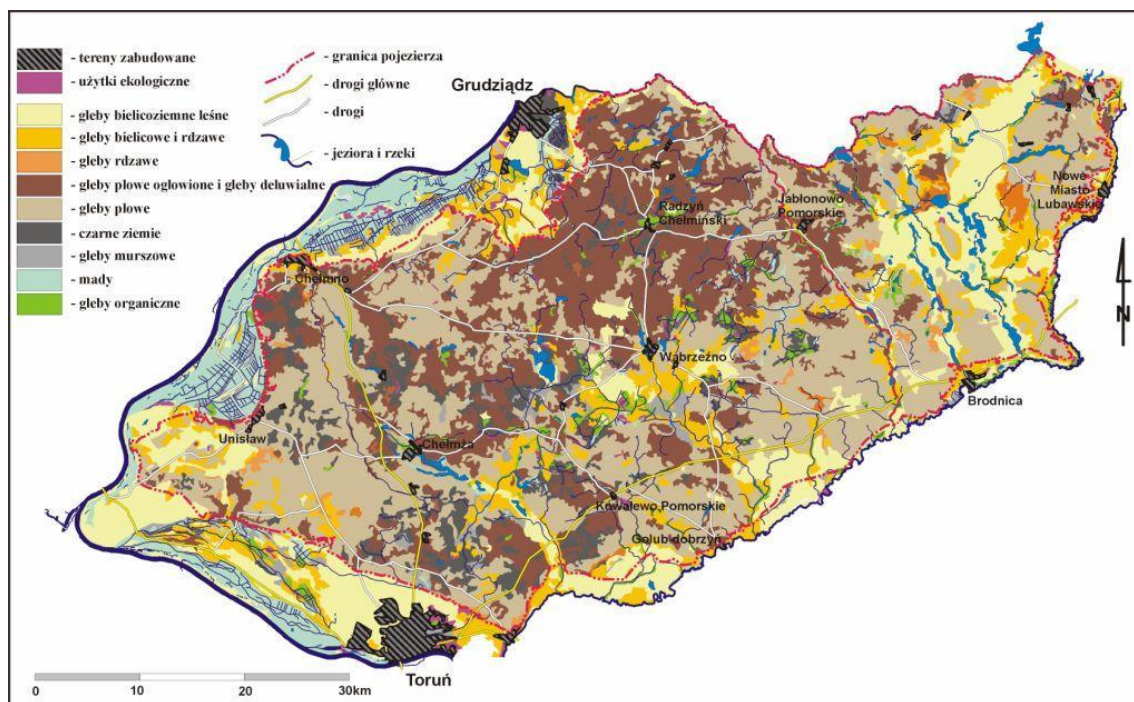
byłymi szlakami wędrownymi (w przypadku rzek) oraz stwarzały możliwości obrony przed wrogami.

Sieć hydrograficzna terenu ziemi chełmińskiej jest wynikiem morfogenetycznej działalności lodowca. Obszar, na którym znajdują się analizowane obiekty archeologiczne należy do dorzecza Wisły, która stanowi jednocześnie jego zachodnią granicę. Sieć wód powierzchniowych kształtowała się na tym obszarze od późnego plejstocenu do teraz. Wykorzystuje ona dawne szlaki odpływowe wód lodowcowych zlodowacenia Wisły [MRÓZEK 1984]. Największymi dopływami Wisły na obszarze ziemi chełmińskiej są Drwęca (uważana za główną rzekę obszaru), Struga Toruńska, Struga Łysomicka, Browina i Osa. Jeziora stanowią ważny element krajobrazu ziemi chełmińskiej [CHURSKI 1984]. Znajduje się tu ponad 360 jezior o powierzchni większej od 1 ha, co stanowi 1,6% powierzchni obszaru.

Do ważnych elementów hydrograficznych i ekologicznych zaliczyć należy licznie występujące na badanym terenie torfowiska, które spotkać można na terasach Wisły, Drwęcy i Osy oraz nad ich większymi dopływami. Występują również w płytkich zagłębieniach bezodpływowych oraz w strefie brzegowej wielu jezior.

Gleby

Walory glebowe środowiska od początku osadnictwa odgrywały ważną rolę przy wyborze przez człowieka miejsc sprzyjających zasiedleniu i gospodarowaniu. W okresie przedwytwórczym warunki glebowe determinowały pośrednio lokalizację miejsc bytowania poprzez wpływ warunków glebowych na rozmieszczenie określonych zbiorowisk roślinnych i towarzyszących im gatunków zwierząt. Od momentu pojawienia się pierwotnego rolnictwa pokrywa glebowa zaczęła odgrywać decydującą rolę w osadnictwie.



Ryc. 4. Mapa gleb ziemi chełmińskiej [ŚWITONIAK 2006, na podstawie *Mapy glebowo-rolniczej województwa toruńskiego w skali 1:100 000* (Witek 1978) i *Map topograficznych w skali 1:100 000: N-34-97/98 Bydgoszcz, N-34-99/100 Brodnica, N-34-85/86 Grudziądz i N-34-87/88 Itawa*]

Znajomość współczesnych gleb umożliwia rekonstrukcję warunków środowiska w jakich przyszło żyć i gospodarować naszym przodkom. Pokrywa glebowa ziemi chełmińskiej nawiązuje do litologii, rzeźby terenu i naturalnej roślinności omawianego obszaru. Dominującym typem gleb (ryc. 4) na badanym terenie są gleby płowe, które powstały ze spiaszczonych i powierzchniowo odwapnionych marglistych glin zwałowych i pyłów moreny dennej falistej i płaskiej [BEDNAREK, PRUSINKIEWICZ 1984; SZREJDER 2000; ŚWITONIAK 2006]. W obszarach o bardziej urozmaiconej rzeźbie gleby te współcześnie wykazują wyraźne cechy zerodowania w związku z nasileniem procesu denudacji antropogenicznej [SINKIEWICZ 1998; SZREJDER 1998, 2000; ŚWITONIAK 2006]. Z osadów dennolodowcowych wytworzyły się także najżyźniejsze gleby ziemi chełmińskiej - czarne ziemie, których występowanie związane jest z płytko zalegającym zwierciadłem wód gruntowych. Towarzyszą im często gleby gruntowo-glejowe.

W obszarach sandrowych oraz na wyższych terasach dolin rzecznych dominują gleby bielicoziemne. Obszary te częściowo uległy zwydmieniu, a skrajnie ubogie piaski wydmowe stały się skałą macierzystą dla gleb bielcowych i bielich. W miejscach zalegania nieco żyźniejszych piasków sandrowych występują duże płyty gleb rdzawych.

Na terasach zalewowych głównie Wisły, Drwęcy i Osy rozwinęły się bardzo żyzne mady rzeczne, będące siedliskiem wilgotnych lasów łągowych z bogatym runem trawiasto-zielnym.

Inne typy gleb nie tworzą większych arealów i są spotykane na analizowanym obszarze niezmiernie rzadko. Są to przede wszystkim gleby torfowe, murszowe i murszaste.

Klimat i paleogeografia w holocenie

Współczesne warunki klimatyczne nie odgrywają dużej roli w badaniach gleb występujących na stanowiskach archeologicznych. O wiele istotniejsze są zmiany warunków klimatycznych, jakie zachodziły na analizowanym obszarze w ciągu ostatnich kilku czy kilkunastu tysięcy lat. To one bardzo często współdecydowały o wyborze miejsc do zakładania osad czy nawet dużych migracjach ludzi.

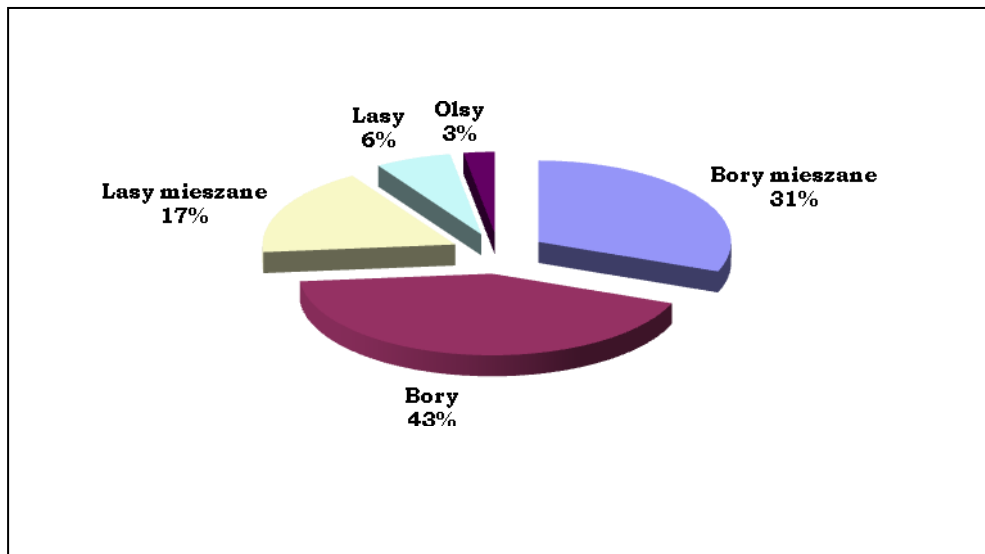
Za początek holocenu uznaje się lata 10250-10300 BP [STARKEL 1983]. Okresy preborealny i borealny uważane są jako względnie stabilne. Utrwaleniu uległy wówczas wydmy, osłabła erozyjna działalność rzek, zaczęły rozprzestrzeniać się zbiorowiska lasów iglastych. U schyłku okresu borealnego i na początku atlantyckiego (8400-8000 lat BP) zaczął gwałtownie podnosić się poziom wód w jeziorach i rzekach. Wzrastająca stopniowo temperatura powietrza sprzyjała rozwojowi lasów liściastych z dębem, lipą i leszczyną. Łagodniejsze zimy, wzrost średniej temperatury rocznej sprzyjały wkraczaniu zbiorowisk i gatunków atlantyckich (bluszcz, jemiola). Okres względnej stabilizacji warunków przyrodniczych trwał około 3000 lat. Pod koniec okresu atlantyckiego (około 5000-4500 lat BP) nastąpiło wyraźne ochłodzenie i zwilgotnienie klimatu. Poziom wód w jeziorach ponownie zaczął się podnosić. Równocześnie na obszarze Europy Północno-Zachodniej zaznaczył się wzrost działalności człowieka neolitycznego.

W okresie subborealnym nastąpiło lekkie ocieplenie klimatu, nie było ono jednak tak wyraźne jak w okresie atlantyckim. Natomiast początek okresu subatlantyckiego zapisał się wyraźnym ochłodzeniem i zwilgotnieniem klimatu. Wysoko podniósł się poziom wód w jeziorach. Okres późnorzymski i wczesne średniowiecze przypadają w Europie Środkowej na fazę suchszą i nieco cieplejszą. Wahania klimatyczne, z którymi związane były wędrówki ludów z wysuszonych obszarów stepowych, spowodowały równocześnie w dolinach Europy

Środkowej wyraźne osłabienie działalności rzek, co sprzyjało lokowaniu osadnictwa na równinach zalewowych. Późniejsze zmiany w wyniku ochłodzenia klimatu w dobie nowożytniej transgresji lodowców w Alpach są trudne do interpretacji wskutek ingerencji człowieka. To właśnie człowiek doprowadził do zakłócenia naturalnego przebiegu procesów klimatycznych.

Roślinność

Ogromna różnorodność opisanych wcześniej warunków środowiska ma również swoje odzwierciedlenie we florze ziemi chełmińskiej. Współczesna szata roślinna całego Pomorza zaczęła się kształtować od ustąpienia ostatniego lądolodu. Kolejne okresy klimatyczne, zróżnicowane pod względem temperatury i wilgotności, sprzyjały wędrowkom różnych grup gatunków oraz warunkowały rozwój różnorodnych formacji roślinnych – od tundry, poprzez luźne lasy brzoźowe i sosnowe o cechach lasostepu, aż po lasy dębowe i wreszcie bukowo-grabowe, panujące już od około 5000 lat temu na przeważającej części obszaru [WALAS 1969; CEYNOWA-GIELDON 1971; BOIŃSKI I IN. 2001; ZAŁUSKI 2000]. Ówczesny krajobraz naturalny odznaczał się występowaniem ogromnych połączy puszczy z licznymi stosunkowo enklawami zarastających bagien i jezior. Od tego momentu nasila się antropopresja. Tak zwana rewolucja neolityczna, w której na pierwszy plan wysunęło się intensywnie rozwijające się rolnictwo, spowodowała szybkie zmniejszanie się areałów lasów na korzyść pól uprawnych, łąk i pastwisk oraz osiedli mieszkalnych. Stopniowo człowiek zmieniał także skład gatunkowy drzewostanów, eliminując drzewa korzystne gospodarczo, a pozostawiając lub wprowadzając inne [ZAŁUSKI 2000]. Przyczyniał się także do wprowadzania nowych gatunków roślin charakterystycznych dla tworzących się siedlisk, czyli gatunków synantropijnych (rośliny ruderalne i chwasty polne). Postępowało osuszanie bagien, eksploatacja torfu i regulacja rzek. Z upływem czasu antropopresja stawała się coraz bardziej intensywna, doprowadzając w rezultacie do prawie całkowitego zaniku naturalnych układów ekologicznych.



Ryc. 5. Struktura siedliskowa lasów na obszarze ziemi chełmińskiej [CHRZANOWSKI 2000]

Obecnie na terenie ziemi chełmińskiej, w związku z obecnością stosunkowo żyznych i łatwych w uprawie gleb, dominują tereny rolnicze. Lasów jest niewiele – 19%, a lesistość jest o blisko 10% niższa od średniej krajowej [CHRZANOWSKI 2000]. Lasy zajmują głównie gleby niezbyt żyzne. W strukturze siedliskowej lasów ziemi chełmińskiej dominują obecnie bory mieszane i bory zajmujące łącznie ponad 70% powierzchni (ryc. 5).

Szata roślinna omawianego obszaru charakteryzuje się wysokimi walorami. Spotkać tu można gatunki reliktowe, chronione, rzadkie i zagrożone, docierają tu zasięgi wielu gatunków drzew. Oprócz flory roślin naczyniowych, liczącej około 1100 gatunków, występuje dość bogata, lecz słabo zbadana flora glonów, mchów, porostów i innych grup roślin [ZAŁUSKI 2000].

Rozwój osadnictwa

Pierwsze ślady trwalszego zasiedlenia Nizżu Europejskiego, w tym i ziemi chełmińskiej, znane są ze schyłkowego paleolitu. Ocieplenie klimatu w Allerödzie (11800-10900 lat BP) spowodowało rozwój na tych terenach roślinności tundrowej i pojawienie się zwierzyny typowej dla klimatu subarktycznego (m.in. renifera). W ślad za zwierzętami wędrowały niewielkie grupy ludzi, zamieszkujące szałas lokowane na wydmach i w przybrzeżnych strefach jezior. Ich gospodarka opierała się przede wszystkim na zbieractwie, łowiectwie i rybołówstwie [BOGUWOLSKI 1992]. Pozostawione przez nich narzędzia krzemien-

ne, kościane i rogowe harpuny oraz nieliczne ślady obozowisk, np. z okolic Szynycha, stanowią jedyny ślad osadnictwa schyłkowo paleolitycznej ludności tzw. kultury świderskiej [CYREK 2002].

Początek okresu atlantyckiego (8400-5100 BP) to czas zmian klimatyczno-przyrodniczych. Ocieplenie, a wraz z nim pojawienie się roślinności typowej dla klimatu umiarkowanego, stworzyło grupom ludzkim możliwość dłuższego pobytu w tych samych okolicach. Świadectwem pewnej stabilizacji osadnictwa w okresie mezolitu są pozostałości kilku szałasowych obozowisk i pierwsze cmentarzyska ludności kultury chojnicko-pieńkowskiej [BOGUWOLSKI, KURZYŃSKA 2001]. Na terenie ziemi chełmińskiej zarejestrowano ślady osadnictwa mezolitycznego w postaci niewielkiego skupiska charakterystycznych wytworów ze stanowiska Szynych 13B oraz Kamionki Duże 2 [CYREK 2002].

W drugiej połowie V tysiąclecia p.n.e. w dorzeczach Wisły, Odry, Łaby, Renu i Dunaju pojawili się pierwsi rolnicy, przedstawiciele tzw. kultury ceramiki wstęgowej rytej (KCWR), rozpoczynając młodszą epokę kamienia – neolit (6150-3650 BP). W tym czasie nastąpił przełom społeczno-gospodarczy [GODŁOWSKI, KOZŁOWSKI 1985]. Przejście z gospodarki zbieracko-łowieckiej do uprawy roli i hodowli spowodowało osiadły tryb życia i wpłynęło na zwiększenie gęstości zaludnienia [STRZAŁKO, OSTOJA-ZAGÓRSKI 1995].

Zdobytcze cywilizacyjne i upowszechnienie na naszych ziemiach nowych form gospodarki doprowadziły do przemian kulturowych, których efektem było wykształcenie się społeczności tzw. kultury pucharów lejkowatych (KPL). Początki osadnictwa tej ludności przypadają na schyłek okresu atlantyckiego (około 5450-5150 lat BP), natomiast jej pełny rozwój na lata 4850-4350 BP. Ludność ta zakładała osady z reguły na piaszczystych wyniesieniach terenu, zarówno w dolinie Wisły, jak i na wysoczyznach morenowych, w pobliżu zbiorników wodnych. O zwiększeniu gęstości zasiedlenia w tym okresie świadczy zarejestrowanie ponad połowy tysiąca punktów osadniczych w samej północnej części ziemi chełmińskiej [KUKAWKA I IN. 2002].

Na przełomie IV i III tysiąclecia p.n.e., na skutek intensywnych kontaktów między społeczeństwami późnowstęgowymi i kultury pucharów lejkowatych, na terenie Kujaw doszło do uformowania się społeczności tzw. kultury amfor kulistych (KAK). Na terenie ziemi chełmińskiej wydzielono 3 fazy jej rozwoju: I faza to stan krystalizacji 5050/4950-4650/4450 BP., II faza – 4650/4450-4150 BP – okres wzrostu osadnictwa i III faza 4150-3650/3550 BP – okres rozkwitu i zaniku. Objęła ona swym zasięgiem tereny zasiedlone wcze-

śniej przez społeczeństwa późnowstęgowe wkraczając również na nieeksploatowane dotychczas tereny o mniej urodzajnych glebach [KUKAWKA I IN 2002]. Ludność tej kultury zamieszkiwała małe obozowiska zakładane na piaszczystych wyniesieniach, co miało związek z hodowlą bydła i przejściem na półkoczowniczy tryb życia.

Rozpowszechnienie brązu w wyniku kontaktów z wysoko rozwiniętymi cywilizacjami wschodniej części basenu Morza Śródziemnego i zmiany kulturowe jakie zaszły około 3750 lat BP, pozwoliły na wydzielenie kolejnego etapu rozwoju społeczności ludzkich nazwanego epoką brązu (3750-2600 lat BP). W I i II jej okresie (3750-3250 lat BP) ziemia chełmińska znajdowała się w zasięgu osadnictwa kultury iwieńskiej i trzcinieckiej, których ślady odkryto na pograniczu wysoczyzny i doliny Wisły.

Okolo 3250-3150 BP, tj. w III okresie epoki brązu, na podłożu kultury przedłużyckiej, przy dużym udziale kultury trzcinieckiej powstał dość jednolity zespół obejmujący duże obszary Europy Środkowej, zwany kulturą łużycką. Przetrwała ona przez okres około 900 lat. Ponieważ w różnych częściach Polski wykształciła się ona na innym podłożu kulturowym, archeolodzy wydzielili szereg grup lokalnych. Pewne różnice w wytworach kultury materialnej międzyrzecza Wisły, Drwęcy i Osy pozwoliły JADWIDZE CHUDZIAKOWEJ [1974] na wydzielenie regionalnej – chełmińskiej – grupy kultury łużyckiej.

W początkowych fazach rozwoju kultury łużyckiej stosunkowo słabe zasiedlenie tych terenów przemawia za ekstensywnym typem gospodarki, jakim była hodowla [GACKOWSKI, KUCHARSKI 2002]. W następnych okresach, zarówno hodowla, jak i rolnictwo pełniły równorzędną rolę, o czym pośrednio świadczą resztki zbóż i roślin uprawnych, a także duże ilości szczątków kostnych zwierząt hodowlanych odkrytych na licznych stanowiskach z okresu największego rozwoju tej kultury, datowanych na okres halsztacki – Ha (2700-1350 lat BP).

Napływające w tym okresie impulsy kulturowe z alpejskiego ośrodka wydobywania soli w Hallstatt oraz rozpowszechnienie obróbki żelaza, zapoczątkowały nowy etap w dziejach ludzkości, tzw. epokę żelaza. Od tego czasu zaznacza się rozpowszechnienie metalurgii żelaza – w pierwszym okresie na bazie surowca importowanego, następnie z wykorzystaniem miejscowych rud darniowych.

Kolejne zmiany klimatyczne jakie nastąpiły pod koniec okresu halsztackiego spowodowały załamanie dotychczasowych struktur osadniczych i upadek kultury łużyckiej [GACKOWSKI, KUCHARSKI 2002].

Schyłek epoki brązu i początki wczesnej epoki żelaza był stosunkowo krótkim, lecz niezwykle burzliwym okresem dziejów społeczeństw europejskich. Archaiczne systemy osadniczo-kulturowe sięgające korzeniami neolitu zostały zastąpione nowymi, wykształconymi pod wpływem najważniejszych ośrodków kulturowych i gospodarczych z cywilizacjami śródziemnomorskimi i bliskowschodnimi [OKULICZ 1979]. Prawdopodobnie w wyniku napływu na tereny północnej Polski impulsów kulturowych z terenów Italii, doszło do wykształcenia osadnictwa związanego z pojawieniem się kultury pomorskiej [GEDIGA 2002]. Podstawę egzystencji ludności stanowiła uprawa roślin i hodowla zwierząt [MALINOWSKI 1989]. Osiedla z reguły miały charakter otwarty.

Zapoczątkowane w V wieku p.n.e. wędrówki Celtów i ich oddziaływania na tereny Polski południowej doprowadziły do powstania ugrupowania kultury przeworskiej. Prawdopodobne przybycie na południowe wybrzeże Bałtyku ludności skandynawskiej i jej wędrówka w kierunku Morza Czarnego rozpoczyna okres osadnictwa tzw. kultury oksywskiej a potem wielbarskiej [BOKINIEC 2002].

Pod koniec IV wieku podboje Hunów spowodowały wielką wędrówkę ludów germańskich na bogate ziemie Cesarstwa Rzymskiego. Doprowadziło to do wyludnienia dużych obszarów dzisiejszej Polski, co z kolei umożliwiło wielką ekspansję na te tereny nowego ludu znad górnego i środkowego dorzecza Dniepru – Słowian. W ciągu VI i VII wieku zasiedlili oni środkową i południową Europę, docierając aż nad Morze Bałtyckie, Łabę i Adriatyk. Powoli Słowianie zaczęli budować własne państwa [BOKINIEC 2002].

Omówione wyżej okresy osadnicze zostały zaliczone przez PODGÓRSKIEGO [1996] do okresu I antropogenicznych zmian rzeźby terenu. Dochodziło wówczas do wycinania i wypalania lasów celem pozyskiwania terenów pod uprawę roli. Rozwijała się hodowla zwierząt. Denudacja antropogeniczna, spowodowana prymitywnymi sposobami uprawy gleby oraz rozproszonym osadnictwem, nie była zbyt intensywna i wynosiła w przybliżeniu $0,29-0,30 \text{ mm}\cdot\text{a}^{-1}$ [SINKIEWICZ 1995, 1998].

Czas od wczesnego średniowiecza do drugiej połowy XIX wieku PODGÓRSKI [1996] zaliczył do II okresu antropogenicznych zmian rzeźby terenu. W okresie wczesnośredniowiecznym wyraźnie nasilił się proces osadnictwa (m.in. budowa grodów) i związanej z nim gospodarki rolnej.

Od drugiej połowy VII wieku na ziemi chełmińskiej zaczęły kształtować się terytoria osadnicze, tj. „złożone zjawiska przestrzenne o wielowarstwowej

wymowie” [CHUDZIAK 1996, 1999, 2002]. Istniały wtedy zarówno wspólnoty terytorialne (mikro- i mezoregionalne struktury zasiedlenia), jak i różne formy organizacji ponadlokalnych (makroregionalnych). W ich obrębie od początku funkcjonowały grody – ufortyfikowane w całości lub częściowo osiedla [CHUDZIAK 1999]. Ich budowa związana była przede wszystkim z istnieniem zagrożenia zewnętrznego, którego źródeł należy szukać w licznych konfliktach zbrojnych zarówno o zasięgu lokalnym, jak i ponadlokalnym [OLCZAK 1991].

W późnym średniowieczu zanika powoli system grodowo-terytorialny spowodowany m.in. najazdami Prusów, Jaćwingów oraz ludów bałtyckich [KOLA 1991; BOGUWOLSKI 1992]. Powolne wyludnianie się ziemi chełmińskiej zostało zahamowane dopiero po przejęciu obszaru przez Krzyżaków po roku 1230 [HENSEL 1962].

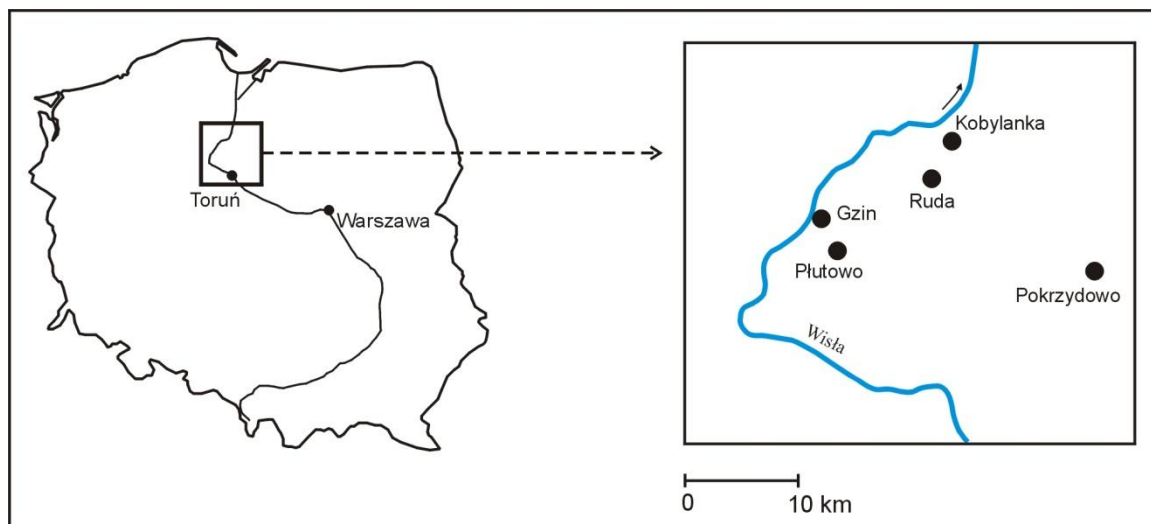
5. METODYKA BADAŃ

Na podstawie szczegółowego przeglądu istniejących materiałów literaturowych dotyczących dotychczasowych badań pedologicznych prowadzonych przez Zakład Gleboznawstwa UMK na różnych obiektach archeologicznych ziemi chełmińskiej [m.in. BEDNAREK, JANKOWSKI 2000; BEDNAREK, MARKIEWICZ 2006, 2007a,b; BEDNAREK I IN. 1996, 2004; KUCHARCZYK 1996; CHUTKOWSKA 2001; GLANC 2002; KREFT 2003, CHRZANOWSKI 2003, SOBKOWSKA 2003, STAWSKI 2003, ZBYSZEWSKA 2003, DAJNOWIEC 2004, BĄCZKOWSKI 2004, DOMANOWSKI 2005, MARKIEWICZ 2006; MICHALSKI 2007] a także po konsultacjach z archeologami z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu (prof. dr hab. Wojciechem Chudziakiem, dr Jackiem Gackowskim i mgr Anną Rembisz) dokonano wyboru obiektów badawczych (ryc. 6). Analizowane stanowiska archeologiczne różnią się między sobą wiekiem, wielkością i/lub sposobem użytkowania w przeszłości:

- Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - wczesnośredniowieczna osada obronna (grodzisko) o powierzchni około 0,5 ha; obiekt wraz z osadą podgrodową odznaczał się w przeszłości dużym znaczeniem lokalnym;
- Pokrzydowo, gm. Zbiczno – wczesnośredniowieczne grodzisko o powierzchni około 0,4 ha, które pełniło najprawdopodobniej funkcję refugium;
- Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska – łużycka osada obronna (grodzisko), o powierzchni około 2 ha; według archeologów obiekt o charakterze kulturowym z licznymi pochówkami szkieletowymi;
- Kobylanka, gm. Grudziądz – osada otwarta ludności kultury pomorskiej o powierzchni około 0,5 ha;
- Ruda, gm. Grudziądz – pozostałości domostwa (powierzchnia około 27 m²) na terenie łużyckiej osady.

Na każdym stanowisku pobrano do analiz materiał glebowy z odkrywek glebowych i/lub wierceń, zależnie od specyfiki obiektu wykorzystując siatkę geometryczną o boku 1 m (pozostałości łużyckiego domostwa w Rudzie), 10 m (Kobylanka) i 20 m (Gzin). Na stanowiskach w Pokrzydowie i Płutowie ze względu na niewielką powierzchnię obiektów, stosunkowo słaby stan zachowania oraz trudności terenowe wykonano po dwie odkrywki, z których pobrano materiał glebowy do analiz laboratoryjnych. Dodatkowo w Gzinie, Pokrzydowie

i Płutowie wykonano odkrywki glebowe w bezpośrednim otoczeniu stanowisk (nie wykazującym wyraźnych oznak historycznego osadnictwa) celem ustalenia tła geochemicznego dla analizowanych właściwości.



Ryc. 6. Lokalizacja stanowisk badawczych

Pobrano materiał glebowy przygotowano do analiz laboratoryjnych poprzez usunięcie żywych korzeni i artefaktów związanych z dawną działalnością człowieka (fragmentów naczyń glinianych, kości, ości, łusek rybich itp.) oraz rozdrobnienie i przesianie przez sito o średnicy oczek 2 mm. W tak przygotowanym materiale wykonano następujące oznaczenia zgodnie z metodykami przyjętymi we współczesnym gleboznawstwie [VAN REEUWIJK 2002]:

- straty prażenia na podstawie ubytku masy gleby w temperaturze 550° C w ciągu 3 godzin w celu ustalenia wielkości naważek materiału glebowego do oznaczeń węgla i azotu;
- odczyn metodą potencjometryczną w H₂O i 1-molowym KCl przy stosunku wagowym gleba : woda 1:2,5;
- uziarnienie metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrade'a i Prószyńskiego oraz metodą sitową;
- gęstość objętościową (So) i wilgotność aktualną (W_{wag}) metodą suszarkowo-wagową;
- zawartość wody higroskopijnej (Wh) metodą suszarkowo-wagową;
- zawartość węgla organicznego (C_{org}) metodą Tiurina;
- zawartość azotu ogółem (N_t) metodą Kjeldahla;
- zawartość CaCO₃ metodą Scheiblera;

- zawartość fosforu ogółem (P_t) metodą Blecka w modyfikacji Gebhardta [1982];
- zawartość fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym (P_{cyt}) metodą ekstrakcji;
- barwę poziomów glebowych w stanie suchym i wilgotnym za pomocą atlasu barw Munsella [REVISED STANDARD SOIL COLOR CHARTS 2000].

Na podstawie uzyskanych wyników zawartości fosforu ogółem, fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym, azotu ogółem, węgla organicznego i wartości pH wykonano mapy przestrzennej zmienności poszczególnych właściwości gleb na badanych stanowiskach archeologicznych z wykorzystaniem programu komputerowego Surfer 7.0. Aby ułatwić ocenę jak bardzo każdy wynik różni się od średniej, poddano go standaryzacji polegającej na odjęciu od każdego wyniku wartości średniej a następnie podzieleniu przez odchylenie standardowe (SD).

$$„z” = \frac{x - \text{średnia}}{SD}$$

Tak uzyskane dane wykorzystano jako wartości izolinii („z”). Podobny sposób graficznej prezentacji wyników wykorzystują inni badacze gleb występujących na stanowiskach archeologicznych [m.in. WELLS I IN. 2000].

Dodatkowo, zależności między poszczególnymi parametrami statystycznymi obliczono z wykorzystaniem korelacji Pearsona przy pomocy programu komputerowego Statistica 5.0.

Podczas prowadzonych do tej pory prac pedologicznych na stanowiskach archeologicznych pojawił się problem z właściwym oznaczeniem literowym poziomów, czy też warstw powstałych w wyniku dawnej działalności człowieka. W nomenklaturze archeologicznej używany termin warstwa kulturowa (*ang. cultural layer*), to określenie podłoża geologicznego zawierającego wytwory lub ślady wytworów rąk ludzkich [MICHALSKI 1983]. Zarówno SYSTEMATYKA GLEB POLSKI [1989], jak i KLASYFIKACJA ZASOBÓW GLEBOWYCH ŚWIATA [2003] nie przewidują odpowiednich symboli dla warstw kulturowych. W związku z zaistniałą potrzebą proponuje się wykorzystanie oznaczenia „Wan” dla określenia warstwy kulturowej występującej w profilach glebowych w obrębie stanowisk archeologicznych. W przypadku podwyższonej zawartości próchnicy stosowany będzie symbol „Wanh”.

6. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ GLEBOZNAWCZYCH W NAWIĄZANIU DO ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO I DANYCH ARCHEOLOGICZNYCH

W niniejszym rozdziale opisano w sposób szczegółowy środowisko przyrodnicze, charakterystykę archeologiczną oraz wyniki badań pedologicznych prowadzonych w obrębie badanych stanowisk. W analizie wyników posłużono się także wynikami badań pedoarcheologicznych prowadzonych na innych obiektach archeologicznych ziemi chełmińskiej, w których autor brał udział.

6.1. Wczesnośredniowieczne grodzisko w Płutowie, gm. Kijewo Królewskie

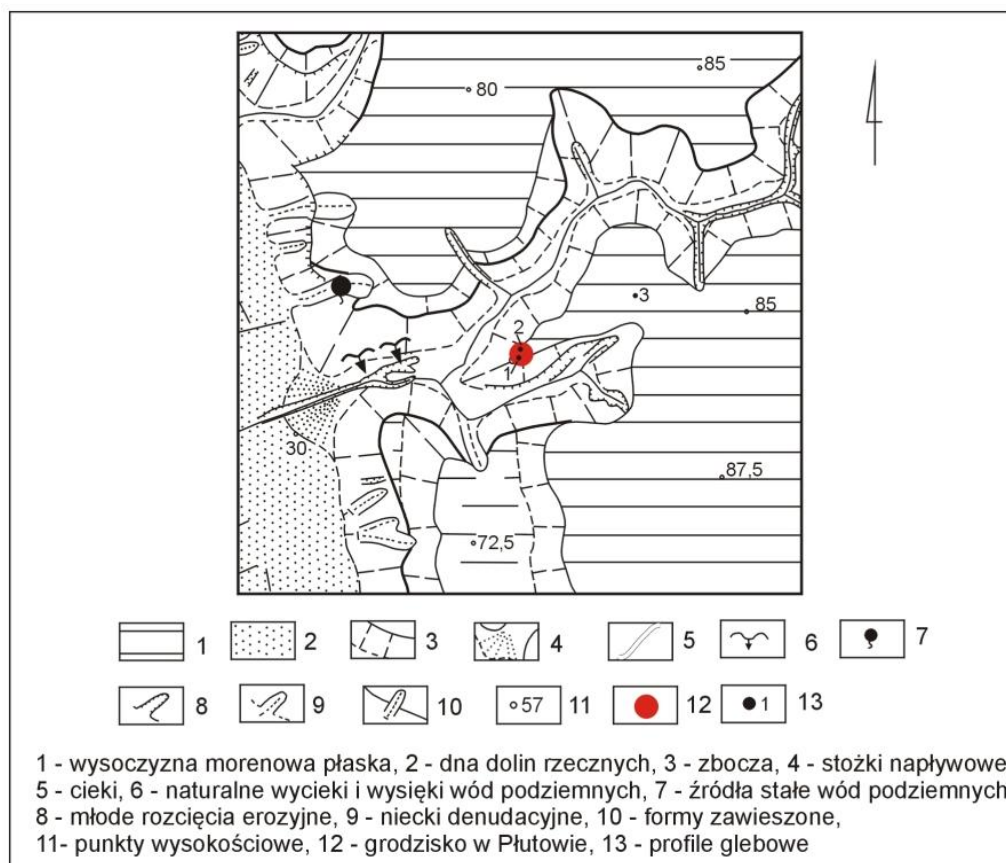
Środowisko przyrodnicze

Wczesnośredniowieczne grodzisko w Płutowie jest zlokalizowane na cyplu wysoczyznowym moreny płaskiej, przy krawędzi doliny Wisły (ryc. 7). Cypel ten ma długość około 100 m i zamknięty jest od strony wysoczyzny wałem zaporowym 40-metrowej długości. Na tym obszarze wysoczyzna osiąga wysokość 80-85 m n.p.m. i wznosi się 50 m ponad poziom Wisły. Zbudowana jest na powierzchni z utworów gliniastych, z miejscowo występującymi wkładkami materiału piaszczystego. W tym miejscu wysoczyzna porozcinana jest licznymi dolinami erozyjnymi.

Dolinka występująca w sąsiedztwie obiektu odwadniana jest przez przepływający w odległości 70 m od stanowiska bezimienny ciek, którego wody systemem kanałów odprowadzane są do Wisły. Na zboczach dolinki występują liczne naturalne wysięki wód podziemnych z odsłoniętych piaszczysto-żwirowych utworów międzymorenowych, leżących na utworach słabo przepuszczalnych. W obrębie terasy zalewowej Wisły, u podnóża zbocza dolinki, znajdują się okresowe mokradła.

Grodzisko oraz przylegające do niego rozcięcie erozyjne objęte jest ochroną jako rezerwat leśny „Płutowo”. Na majdanie grodziska występuje grąd kokoryczowy, z drzewostanem zdominowanym przez dąb szypułkowy i jesion wyniosły. We wschodniej części majdanu obserwuje się znaczne zwarście krzewów bzu czarnego [KAMIŃSKI 2006]. Charakterystyczną cechą roślinności jest

obecność gatunków azotolubnych, takich jak: pokrzywa pospolita, bez czarny, traganek szerokolistny. Naturalnie, rośliny takie występują najczęściej na zboczach, gdzie wzbogacenie w azot wynika ze spływów materii organicznej. Natomiast w obrębie stanowiska podwyższona zawartość azotu ogółem wynika z dawnej działalności człowieka.



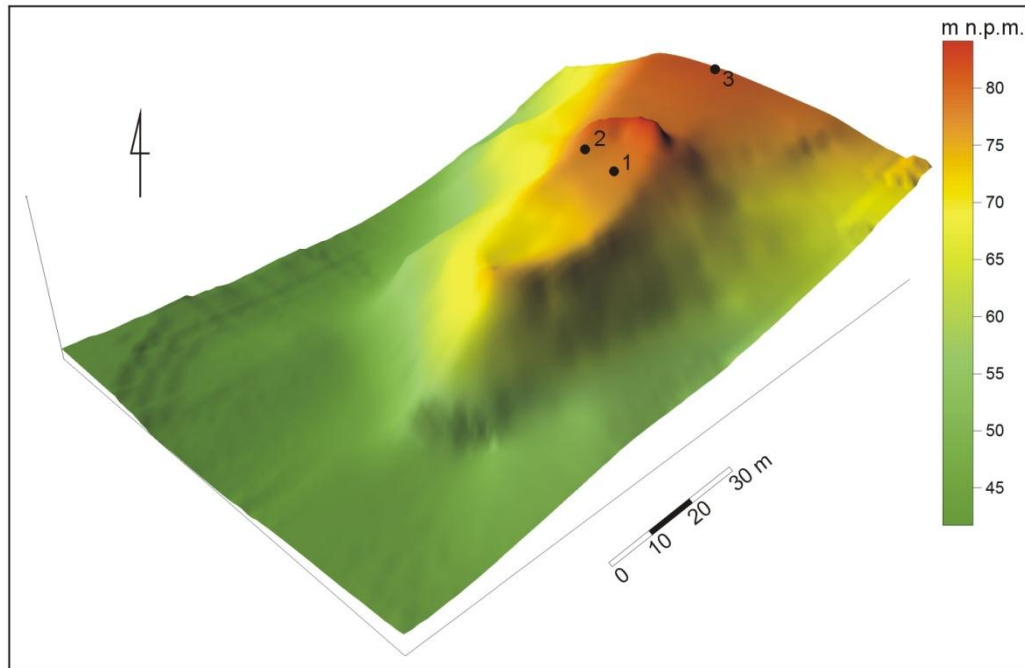
Ryc. 7. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - lokalizacja stanowiska archeologicznego i profili glebowych na tle szkicu geomorfologicznego [MOLEWSKI 1994]

Na grodzisku występują gleby antropogeniczne o miąższości dochodzącej do 260 cm, powstałe w wyniku nanoszenia materiału mineralnego na powierzchnię w okresie średniowiecza [ZBYSZEWSKA 2003]. Tworzą je warstwy o różnej miąższości i zróżnicowanych właściwościach fizykochemicznych. W otoczeniu obiektu, na wysoczyźnie, występują czarne ziemie oraz gleby płowe zerdowane. Natomiast u podnóża zboczy doliny Wisły wykształciły się gleby deluwialne.

Archeologiczny opis obiektu

Jednoczłonowe grodzisko ma kształt nieregularnego owalu i powierzchnię około 4500 m². Od strony północno-wschodniej ograniczone jest wałem

zaporowym o długości około 40 m, którego wysokość wynosi 3-4 metry ponad majdan a szerokość u podstawy osiąga 15 metrów. Majdan ma kształt nieregularnego owalu i nachylony jest w kierunku południowo-zachodnim. Jego powierzchnia wynosi około 3100 m² (ryc. 8). Współczesna działalność człowieka doprowadziła do silnego zdeformowania grodziska.



Ryc. 8. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - lokalizacja profili glebowych na tle hipsometrii grodziska (na podstawie STAWSKIEJ 1994, zmienione)

Przeprowadzone archeologiczne badania sondażowe pozwalają w przybliżeniu datować grodzisko na okres wczesnego średniowiecza. Domniemana faza osadnicza przypada na okres od IX do połowy X wieku, a domniemana faza grodowa – na XII wiek [STAWSKA 1994]. Archeolodzy nie stwierdzili obecności zabudowy wewnątrz grodziska. Jedynie w wykopie znajdującym się na koronie wału natrafiono na warstwy demolacyjno-rumowiskowe składające się z utworów gliniastych ze śladami spalenizny i węgla drzewnych [STAWSKA 1994].

Badania pedologiczne

Gleboznawcze prace terenowe prowadzone na stanowisku archeologicznym w Płutowie polegały na wykopaniu trzech odkrywek glebowych, z których dwie zlokalizowane zostały na terenie grodziska (profil 1 i 2), a jedna w jego bezpośrednim sąsiedztwie (ryc. 8). W otoczeniu osady obronnej występują

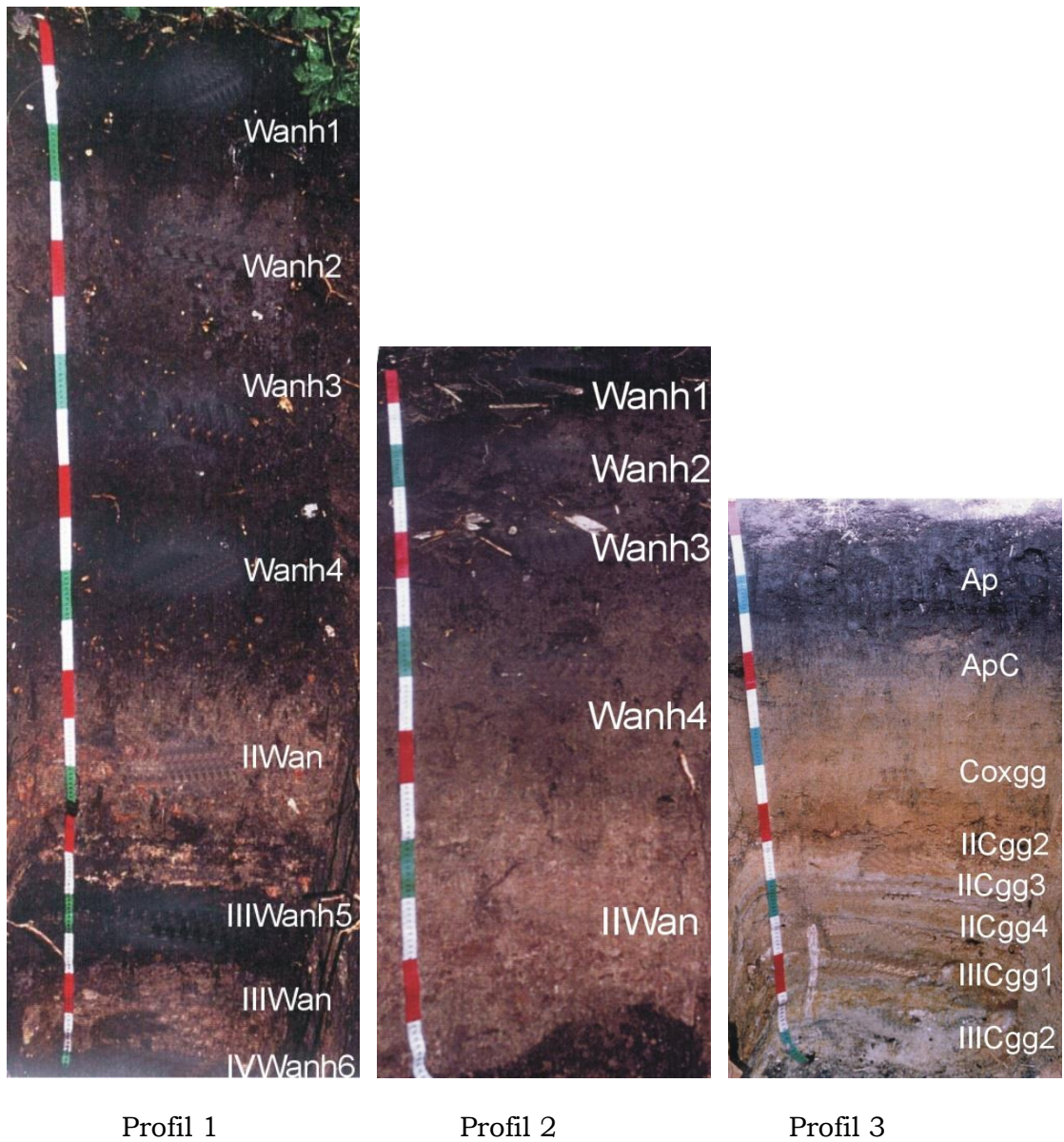
czarne ziemie (profil 3), które w budowie morfologicznej nie wykazują wpływu dawnej działalności człowieka (tab. 2, ryc. 9). Jedynie obecność fragmentów naczyń średniowiecznych znajdujących na powierzchni gleby oraz w poziomie płuźnym, świadczyć może o zasiedleniu przez człowieka tego miejsca w przeszłości. Do głębokości 90 cm panują w profilu warunki aerobowe, natomiast głębiej widoczne są wyraźne ślady oglejenia gruntowo-wodnego, świadczące o okresowych niedoborach tlenu w profilu. Spowodowane jest to niewątpliwie uziarnieniem materiału glebowego, w którym zawartość frakcji ilastej dochodzi do 18% (tab. 3). Właściwości chemiczne materiału glebowego są charakterystyczne dla czarnych ziem [CIEŚLA 1961]. Zawartość węgla organicznego w poziomie próchnicznym wynosi około $20 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast azotu $1,68 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Odczyn tej gleby jest zasadowy a zawartość węglanów nie przekracza 10%. Charakterystyczna jest bardzo wysoka zawartość form fosforu wynosząca odpowiednio $3985 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (dla P_t) i $3458 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (dla P_{cyt}).

Gleby naturalne wytworzone z materiału gliniastego charakteryzują się najczęściej zawartością fosforu ogółem sięgającą $600\text{-}700 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ [BEDNAREK I IN. 2004]. Obecność podwyższonej zawartości tego pierwiastka w czarnej ziemi (profil 3) wskazuje na wykorzystanie tego miejsca w przeszłości przez człowieka. Powiązując uzyskane wyniki z danymi archeologicznymi (m.in. z obecnością artefaktów na powierzchni terenu) można przypuszczać, że w przeszłości istniała tu osada, najprawdopodobniej związana czasowo i funkcjonalnie z sąsiadującym grodziskiem. Bardzo wysoka zawartość form fosforu, mimo braku wyraźnych morfologicznych śladów dawnej działalności człowieka, wskazywałyby na intensywną antropopresję w okresie funkcjonowania wczesnośredniowiecznego grodu. Nieobecność w tej glebie warstwy kulturowej najprawdopodobniej spowodowane jest współczesną orką.

Gleby z terenu grodziska charakteryzują się dużą miąższością (ponad 2 m) i budową warstwową (ryc. 9), która związana jest z kolejnymi etapami budowy grodziska. W profilu 1, zlokalizowanym w centralnej części majdanu wyraźnie wyodrębniają się cztery warstwy antropogeniczne (Wanh2, IIWanh4, IIIWanh5, IVWanh6) o barwie czarnej lub brązowo-szarej, które wiązać można z dłuższymi etapami stabilizacji powierzchni terenu, dzięki czemu doszło do wytworzenia się antropogenicznego poziomu próchnicznego (Wanh). W całym profilu brak jest cech oglejenia. Antropogeniczne warstwy próchniczne mają podwyższoną zawartość węgla organicznego (od $12,5$ do $21,2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), bardzo wysoką zawartość fosforu ogółem (powyżej $5200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i fosforu rozpuszczal-

nego w 1% kwasie cytrynowym (powyżej 788 mg·kg⁻¹). Odczyn wszystkich analizowanych warstw jest zasadowy (pH w wodzie powyżej 8,1) (tab. 2). Występująca na powierzchni warstwa Wanh1 powstała po okresie funkcjonowania wczesnośredniowiecznego grodziska, najprawdopodobniej w wyniku niszczenia wałów obronnych, współcześnie zachowanych w szczątkowej postaci.

W antropogenicznej glebie usytuowanej w brzeżnej części majdanu (profil 2) wyraźnie widoczne są trzy warstwy antropogeniczne, które świadczą o czasowej stabilizacji powierzchni terenu (ryc. 9). Właściwości chemiczne materiału glebowego są analogiczne do tych z profilu znajdującego się w centralnej części majdanu z tym, że zawartość fosforu jest pięciokrotnie niższa. Na uwagę zasługuje warstwa kulturowa (IIIWanh6), znajdująca się na głębokości 200-230 cm, z dużą ilością węgla drzewnych (nie widoczna na ryc. 9), która bez wątpienia wskazuje na pożar konstrukcji drewnianych w początkowych etapach zasiedlenia grodziska.



Ryc. 9. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - morfologia gleb: 1 – gleba antropogeniczna (środkowa część majdanu), 2 – gleba antropogeniczna (brzeźna część majdanu), 3 – czarna ziemia (poza grodziskiem)

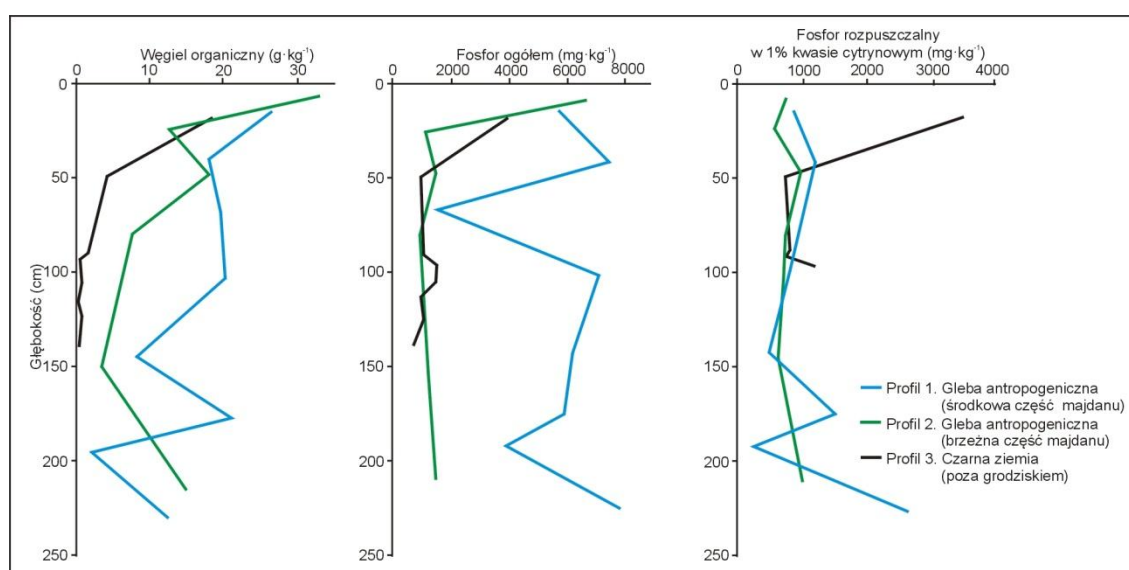
Tab. 2. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb

Poziom lub warstwa	Głębokość zalegania [cm]	Straty prażenia [%]	C _{org}	N _t	C:N	pH		CaCO ₃	P _t	P _{cyt}
			g·kg ⁻¹			H ₂ O	KCl	%	[mg·kg ⁻¹]	
<i>Profil 1. Gleba antropogeniczna – środkowa część majdanu</i>										
Ol	2 – 0	n.o.	381	12,1	32	6,2	5,7	-	1480	-
Wanh1	0 – 28	5,72	26,7	2,24	12	8,0	7,3	5,7	5640	863
Wanh2	28 – 55	4,46	18,3	1,63	11	8,1	7,4	5,2	7470	1188
Wanh3	55 – 80	4,73	19,7	1,81	11	8,3	7,5	4,5	1500	977
IIWanh4	80 – 125	4,98	20,2	1,89	11	8,4	7,6	4,6	7150	788
IIWan	125 – 165	2,27	8,20	0,72	11	8,6	7,8	10,6	6210	521
IIIWanh5	165 – 190	4,90	21,2	0,84	25	8,5	7,9	11,2	5920	1486
IIIWan	190 – 200	1,42	2,01	0,23	9	8,8	8,1	9,4	3890	243
IVWanh6	200 – 260	3,93	12,5	1,32	9	8,6	7,8	6,6	7940	2614
<i>Profil 2. Gleba antropogeniczna – brzeżna część majdanu</i>										
Wanh1	0 – 14	7,54	33,0	3,00	11	7,9	7,2	3,9	6700	765
Wanh2	14 – 36	3,47	12,8	1,31	10	8,3	7,5	6,4	1140	578
Wanh3	36 – 60	4,56	18,5	1,93	10	8,2	7,5	3,6	1510	1004
Wanh4	60 – 100	2,09	7,70	0,77	10	8,5	7,7	3,6	1040	782
IIWan	100 – 200	2,24	3,51	0,42	-	8,7	7,8	14,2	1160	653
IIIWanh5	200 – 230	3,79	15,4	0,44	-	8,9	8,2	7,3	1420	1021
IIIWanh6	200 – 230	17,2	91,0	1,71	-	8,4	8,0	5,1	1160	-
<i>Profil 3. Czarna ziemia – poza grodziskiem</i>										
Ap	0 – 35	4,55	18,6	1,68	11	7,7	6,9	0,5	3985	3458
ApC	35 – 65	1,97	4,20	0,54	8	8,1	6,9	0,1	930	730
Coxgg	65 – 90	1,29	1,81	0,28	-	8,2	7,1	0,3	1018	780
II Coxgg1	90 – 95	0,83	0,62	0,09	-	8,6	7,8	4,5	1128	765
IICgg2	95 – 100	1,02	0,91	0,11	-	8,6	7,7	5,4	1514	1197
IICgg3	100 – 112	1,03	0,92	0,09	-	8,8	7,9	5,3	1439	-
IICgg4	112 – 118	1,06	0,51	0,07	-	8,7	7,7	6,4	967	-
IIICgg1	118 – 130	1,50	0,81	0,13	-	8,6	7,6	9,2	1117	-
IIICgg2	130 – 150	0,67	0,63	0,08	-	8,8	7,8	7,2	757	-

Tab. 3. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - wybrane właściwości fizyczne gleb

Poziom lub warstwa	Głębokość zalegania [cm]	Barwa w stanie		Wh	W(wag.) %	So [g·cm ⁻³]	% udział frakcji o średnicy [mm]			
		suchym	wilgotnym				>2,0	2,0-0,05	0,05-0,002	<0,002
<i>Profil 1. Gleba antropogeniczna (środkowa część majdanu)</i>										
Wanh1	0-35	10YR 3,5/2	10YR 1,7/1	1,87	18,0	1,50	61	4,9	36	3
Wanh2	28-55	10YR 3,5/1	10YR 1,7/1	1,56	11,5	1,37	59	2,2	37	4
Wanh3	55-80	10Y R3/2	10YR 1,7/1	1,62	15,7	1,29	59	3,3	39	2
Wanh4	80-125	10Y R3,5/1	10YR 1,7/1	1,75	16,6	1,14	58	2,6	36	6
IIWan	125-165	10YR 5/3	10YR 3/3	-	-	-	47	3,1	39	14
IIIWanh5	165-190	10YR 4/1	10YR 2/1	-	-	-	50	4,9	40	10
IIIWan	190-200	10YR 6/4	10YR 4/4	-	-	-	62	1,8	25	13
IVWah6	200-260	10YR 4,5/2	10YR 2,5/2	-	-	-	56	0,8	35	9
<i>Profil 2. Gleba antropogeniczna (brzeżna część majdanu)</i>										
Wanh1	0-14	10YR 3/1	10YR 1,7/1	1,95	26,4	1,07	60	2,4	36	4
Wanh2	14-36	10YR 4/2	10YR 2/1	1,22	13,4	1,23	63	1,5	32	5
Wanh3	36-60	10YR 3,5/1	10YR 1,7/1	-	-	-	60	2,6	35	5
Wanh4	60-100	10YR 4,5/2	10YR 2/2	1,06	10,2	1,28	63	1,1	32	5
IIWan	100-200	10YR 7/4	10YR 4/4	1,45	16,8	1,19	30	2,6	50	20
IIIWanh5	200-230	10YR 3/1,5	10YR 2,5/2	-	-	-	64	0,0	29	7
<i>Profil 3. Czarna ziemia (poza grodziskiem)</i>										
Ap	0-35	10YR 2,5/1	10YR 1,7/1	1,77	19,2	1,50	60	1,1	31	9
ApC	35-65	10YR 4/3	10YR 3/3	1,55	16,1	1,53	62	0,6	20	18
Coxgg	65-90	10YR 6,5/3	10YR 3,5/3	1,14	12,8	1,58	73	3,0	12	15
Coxgg1	90-95	10YR 6/4	10YR 4/4	0,67	11,4	1,54	88	6,4	7	5
IICgg2	95-100	10YR 7/3	10YR 3,5/3	0,63	11,2	1,56	69	1,3	20	11

W obu omawianych glebach z obszaru grodziska ciekawie przedstawia się ich skład granulometryczny (tab. 3). Duża miąższość obu tych gleb spowodowana została nanoszeniem materiału mineralnego wykorzystywanego do budowy grodziska. Pojawia się pytanie, skąd ów materiał pochodzi? Najbardziej wiarygodna wydaje się teza, że z najbliższego otoczenia. Uziarnienie większości warstw antropogenicznych jest bardzo podobne, z zawartością frakcji iltu wynoszącą najczęściej około 10% i zawartością pyłu maksymalnie 50% (najczęściej około 30%). Takim uziarnieniem cechuje się próchniczny poziom płużny czarnej ziemi usytuowanej w sąsiedztwie obiektu (profil 3), potwierdzając tezę o pochodzeniu materiału do budowy grodziska z najbliższego otoczenia.



Ryc. 10. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - profilowa zmienność zawartości węgla organicznego, fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym

Analizując pionowe zróżnicowanie zawartości obu analizowanych form fosforu oraz węgla organicznego (ryc. 10), wyraźnie na tle profili z obszaru grodziska wyróżnia się gleba występująca poza osadą, nie zmieniona w sposób wyraźny dawną działalnością człowieka (profil 3). Zawartość w tej glebie C_{org} i fosforu jest typowa dla gleb naturalnych, z najwyższym stężeniem w poziomach powierzchniowych [SMECK 1973].

Spowodowane to jest dużą zawartością materii organicznej w poziomie próchnicznym oraz współczesnym nawożeniem, zarówno organicznym, jak i mineralnym. Dalej, wraz z głębokością zawartość C_{org} , P_t i P_{cyt} spada, co jest konsekwencją niewielkiej zawartości próchnicy na większych głębokościach oraz niewielkim wymywaniem związków chemicznych w trudno przepuszczalnym materiale.

W glebach antropogenicznych pokrywających teren grodziska krzywe mają zupełnie inny przebieg (ryc. 10). Zaobserwować można wyraźny związek zawartości obu form fosforu i węgla organicznego także na większych głębokościach. To specyficzne rozmieszczenie fosforu i próchnicy w profilu glebowym wiąże się z działalnością człowieka w przeszłości [COOK, HEIZER 1965; ZÖLITZ 1980a; COLLINS, SHAPIRO 1987; MARVICK 2005]. Podwyższona zawartość tych pierwiastków na różnych głębokościach w wyraźnie odznaczających się morfologicznie warstwach jest dowodem okresowej stabilizacji powierzchni terenu w różnych okresach zasiedlenia obiektu.

6.2. Wczesnośredniowieczne grodzisko w Pokrzydowie, gm. Zbiczno

Środowisko przyrodnicze

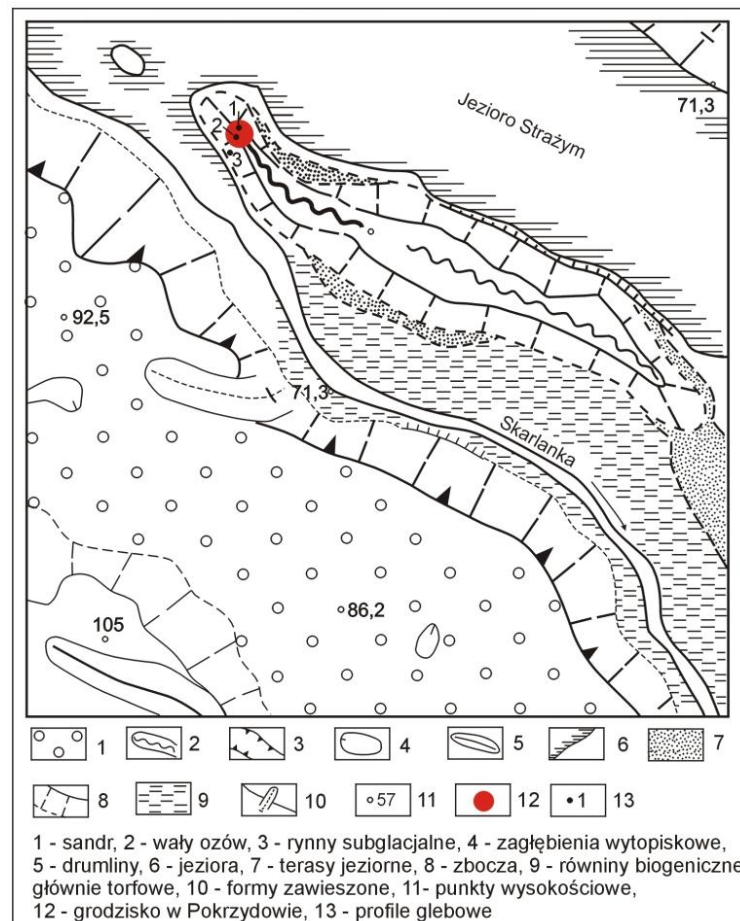
Stanowisko archeologiczne w Pokrzydowie znajduje się w południowo-wschodniej części Pojezierza Brodnickiego na zakończeniu półwyspu jeziora Strażym w gminie Zbiczno (ryc. 11 i 12). Półwysep ten jest fragmentem piaszczysto-żwirowego wału ozowego o przebiegu NW-SE, znajdującego się w szerokiej (do 800 m) rynnie subglacialnej. Na północny-wschód od rynny występuje wysoczyzna morenowa falista zbudowana z gliny zwałowej, która wznosi się ponad 20 m powyżej dna rynny. Południowo-zachodnim obrzeżeniem rynny jest sandr (85-90 m n.p.m.). Na zachód od niego znajduje się niewielkie pole drumlinowe. Samo grodzisko, jak i cały wał ozowy budują piaski drobno- i średnioziarniste. Na majdanie woda gruntowa występuje przeciętnie na głębokości około 180 cm. Za grodziskiem, w obniżeniu znajduje się torfowisko niskie.

Półwysep oblewany jest wodami Jeziora Strażym, którego powierzchnia wynosi około 73,4 ha, a zwierciadło wody znajduje się na wysokości 71,3 m n.p.m. Należy ono do typu jezior rynnowych, którego niecka jest pochodzenia glaciofluwialnego. Największa głębokość jeziora wynosi około 9 m. Przez jezioro przepływa rzeka Skarlanka, będąca prawym dopływem Drwęcy. Jest wielce prawdopodobne, że kraniec półwyspu zajmowany obecnie przez grodzisko był dawniej wyspą, co podkreślałoby jego strategiczne położenie.

Obecnie większa część półwyspu jest zadrzewiona. Koronę wału porasta młodnik z dominacją brzozy brodawkowatej, a wewnętrzne zbocza wałów zajmuje młodnik sosnowy. W zachodniej części majdanu i na fragmencie zewnętrznego zbocza wału zachodniego nasadzono świerk. Na pozostałej części zewnętrznych zboczy wałów, wśród pojedynczych świerków, wyróżnić można spontanicznie rozwijające się luźne zarośla charakterystyczne dla grądu [KAMIŃSKI 2006].



Ryc. 11. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - zdjęcie lotnicze półwyspu od strony zachodniej [BOGUWOLSKI, KURZYŃSKA 2001]



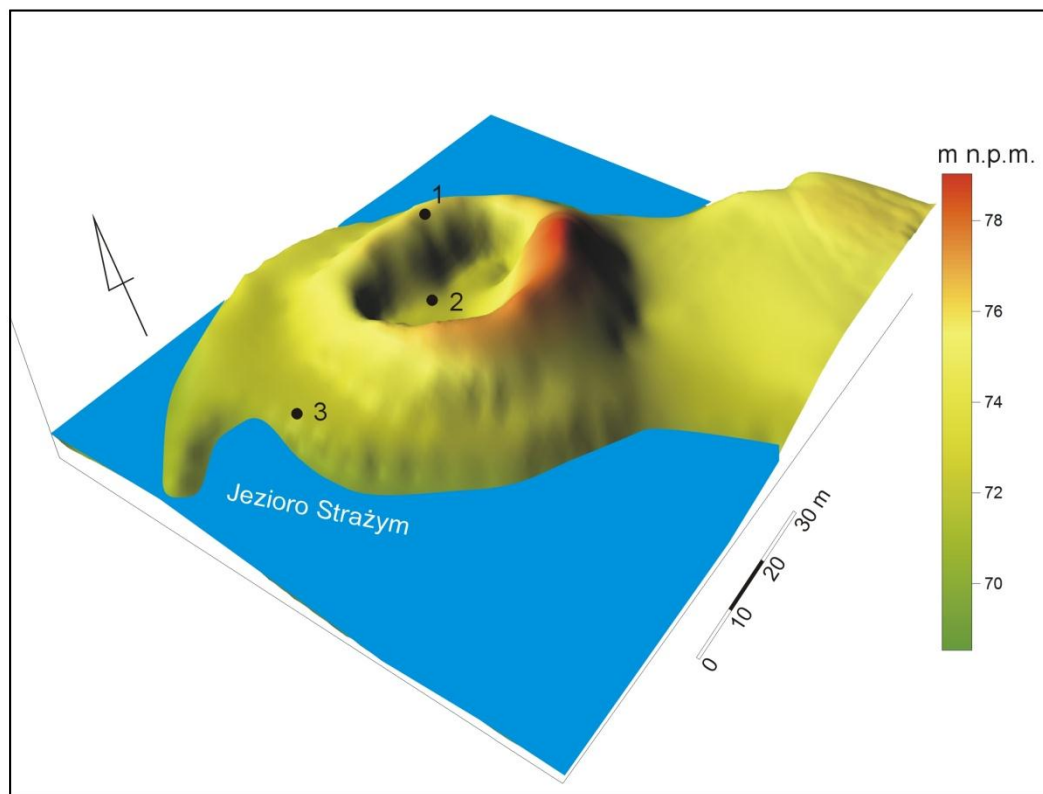
Ryc. 12. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - lokalizacja grodziska i profili glebowych na tle szkicu geomorfologicznego [MOLEWSKI 1994]

W otoczeniu grodziska występują gleby rdzawe i bielcowe wytworzone z piaszczysto-żwirowych utworów wału ozowego i powierzchni sandrowej. Na wysoczyźnie i w obrębie pola drumlinowego występują gleby płowe i płowe ze-

rodowane wykształcone z glin. W dnie rynny spotkać można gleby torfowe i murszowo-torfowe na torfach niskich.

Archeologiczny opis obiektu

Grodzisko ma kształt owalu o wymiarach mierzonych u podstawy wału 67x72 m i powierzchni 3800 m². Największe wypiętrzenie znajduje się w części południowej, na koronie wału, 6 m powyżej lustra wody w jeziorze. Szerokość wału wynosi 17 m w części północnej i 25 m w części południowej. Majdan ma wymiary 25x37 m (925 m²), nieregularnie pofałdowaną powierzchnię i w stosunku do korony wału zagłębia się na około 2-5 m (ryc. 13).



Ryc. 13. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - lokalizacja profili glebowych (na podstawie BOGUWOLSKIEGO 1994, zmienione)

Tab. 4. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - wybrane właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb

Poziom lub warstwa	Głębokość zalegania [cm]	Straty prażenia [%]	C _{org}	N _t	C:N	pH		CaCO ₃ %	P _t [mg·kg ⁻¹]	P _{cyt}
						H ₂ O	KCl			
<i>Profil 1. Gleba antropogeniczna (korona wału grodziska)</i>										
Wanh1	0 - 5	1,2	4,92	0,31	16	5,4	4,1	n.o.	288	205
Wan2	5 - 30	0,6	1,52	0,10	15	5,8	4,4	n.o.	332	238
Wan3	30 - 90	0,5	1,51	0,10	15	7,3	6,5	3	318	220
Wanh4	90 - 100	0,7	2,43	0,15	16	8,6	8,2	5	182	120
Wangg5	100 - 110	1,1	1,21	0,06	20	8,2	7,5	3	86	58
Wan6	110 - 130	0,5	1,10	0,06	18	8,2	7,8	3	304	178
Wan7	130 - 150	0,3	0,40	0,03	13	7,8	7,2	3	308	170
<i>Profil 2. Gleba antropogeniczna (brzeżna część majdanu)</i>										
Wanh1	0 - 35	1,7	6,93	0,50	14	5,0	3,9	n.o.	219	178
Wanh2	35 - 75	1,0	3,91	0,26	15	6,1	4,9	n.o.	187	143
Wanh3	75 - 105	1,0	3,72	0,20	19	6,5	5,3	n.o.	216	156
Wangg4	105 - 135	0,5	1,21	0,07	17	6,6	5,4	n.o.	275	165
Wanh5	135 - 150	0,8	2,72	0,10	27	6,9	5,9	n.o.	442	324
AMb	150 - 170	1,3	5,42	0,16	34	7,1	6,3	-	556	346
<i>Profil 3. Gleba rdzawa właściwa (poza grodziskiem)</i>										
Ap	0 - 20	2,5	10,4	6,61	16	4,7	3,6	n.o.	237	199
ABv	20 - 35	1,2	4,21	0,22	19	4,9	3,9	n.o.	548	342
Bv	35 - 80	0,6	1,42	0,11	13	5,3	4,3	n.o.	535	316
IIBv	80 - 85	2,0	3,51	0,23	15	4,7	3,4	n.o.	246	120
C	85 - 120	0,1	-	-	-	6,1	4,7	n.o.	240	118

Tab. 5. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - wybrane właściwości fizyczne gleb

Poziom lub warstwa	Głębokość zalegania [cm]	Barwa w stanie		Wh	W(wag.) %	So [g·cm ⁻³]	% udział frakcji o średnicy [mm]			
		suchym	wilgotnym				>2,0	2,0-0,05	0,05-0,002	<0,002
<i>Profil 1. Gleba antropogeniczna (korona wału grodziska)</i>										
Wanh1	0-5	10YR 6/2	10YR 4/2	-	-	-	2	97	3	0
Wan2	5-30	10YR 6/4	10YR 3,5/4	0,21	3,8	1,56	2	99	0	1
Wan3	30-90	10YR 7/4	10YR 5/4	0,17	4,7	1,54	1	98	2	0
Wanh4	90-100	10YR 5/1,5	10YR 2,5/2,5	0,21	6,4	1,56	1	97	3	0
Wangg5	100-110	7,5YR 6,5/3	7,5YR 5,5/3	0,14	5,7	1,51	1	96	3	1
Wangg6	110-130	10YR 6/4	10YR 3,5/4	0,21	5,4	1,58	1	97	0	3
Wangg7	130-150	10YR 7/3	10YR 5/3	-	-	-	1	99	0	1
<i>Profil 2. Gleba antropogeniczna (brzeźna część majdanu)</i>										
Wanh1	0-35	10YR 5,5/2	10YR 3/2	0,43	5,6	1,41	2	96	4	0
Wanh2	35-75	10YR 5/2	10YR 3/2	0,34	5,6	1,54	2	97	3	0
Wanh3	75-105	10YR 5,5/1	10YR 3/1	0,33	6,1	1,50	3	96	3	1
Wangg4	105-135	10YR 6/3,5	10YR 3,5/3,5	0,19	6,8	1,60	3	98	2	0
Wanh5	135-150	10YR 5/1	10YR 3/1	0,28	16,3	1,63	4	96	3	1
AMb	150-170	10YR 4/1	10YR 2/1	0,47	19,5	1,07	3	93	5	2
<i>Profil 3. Gleba rdzawa właściwa (poza grodziskiem)</i>										
A(p)	0-20	10YR 4/1	10YR 1,7/1	0,57	6,9	1,55	2	96	3	1
ABv	20-35	10YR 5/5	10YR 3/1,5	0,44	7,0	1,49	2	98	2	0
Bv	35-80	10YR 6,5/5	10YR 4/4	0,33	4,7	1,60	2	99	1	0
C1	80-85	10YR 4/1	10YR 2/1	-	-	-	4	70	9	21
C2	85-120	10YR 4,5/1	10YR 2/1	0,08	4,3	1,53	0	100	0	0

Na podstawie archeologicznych badań przeprowadzonych w 1984 roku, w wykopach badawczych oraz odwiertach stwierdzono układ stratygraficzny o miąższości około 170 cm, w którym wyróżniono trzy fazy zasiedlenia tego miejsca [BOGUWOLSKI 1994]. Faza pierwsza (przedgrodowa) reprezentowana jest przez warstwę ciemnoszarego piasku ze spalenizną i węglami drzewnymi, w której znaleziono niezbyt liczne fragmenty naczyń ceramicznych, datowane na drugą połowę X oraz XI wiek. Kolejne fazy (II i III) z materiałami zabytkowymi datuje się na wiek XII. Archeolodzy określili również hipotetyczną datę zniszczenia grodziska na drugą ćwierć XIII wieku.

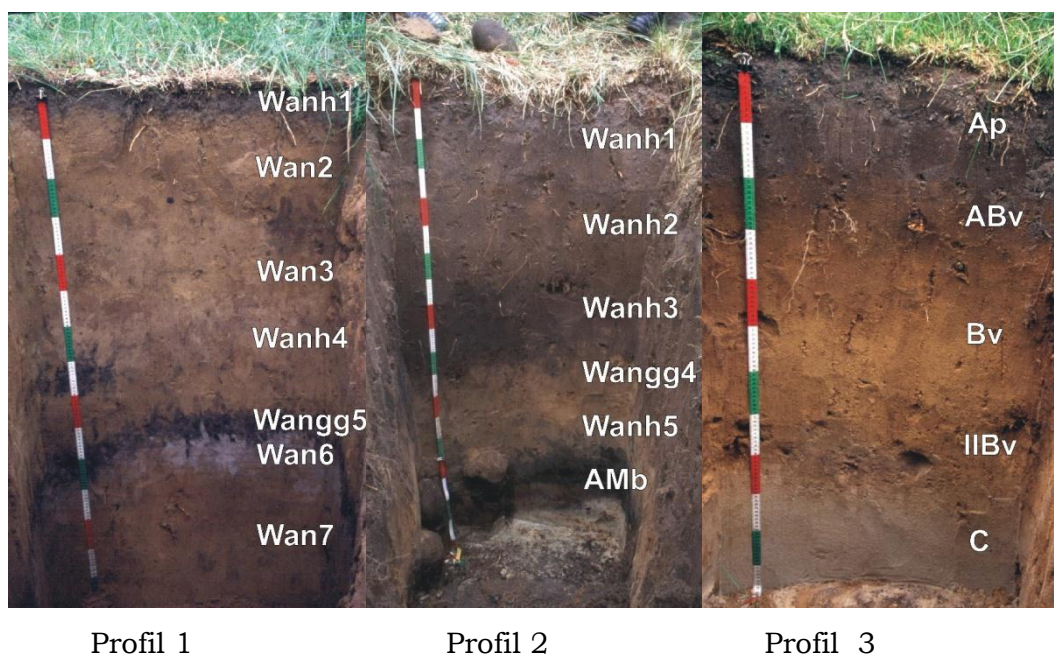
Badania pedologiczne

Naturalną pokrywę glebową półwyspu tworzą gleby rdzawe właściwe (tab. 4, 5), ukształtowane z piasków budujących okrywę wału ozowego [STAWSKI 2003]. Działalność człowieka podczas nasadzeń leśnych spowodowała powstanie płuźnego poziomu próchnicznego (Ap). Prace związane z budową grodziska doprowadziły do wytworzenia gleb antropogenicznych. W obrębie grodziska wykonano dwie odkrywki glebowe: jedną zlokalizowano na koronie wału w północno-zachodniej części grodziska (profil 1), drugą natomiast (profil 2) w brzeżnej części majdanu (ryc. 13 i 14).

Profil gleby zlokalizowanej poza grodziskiem (profil 3) został sklasyfikowany jako gleba rdzawa właściwa. Odznacza się ona typowymi właściwościami dla gleb rdzawych [BEDNAREK 1991, SYSTEMATYKA GLEB POLSKI 1989] i obecnością diagnostycznego poziomu *sideric*, o uziarnieniu piasku luźnego i kwaśnym odczynie (tab. 4 i 5).

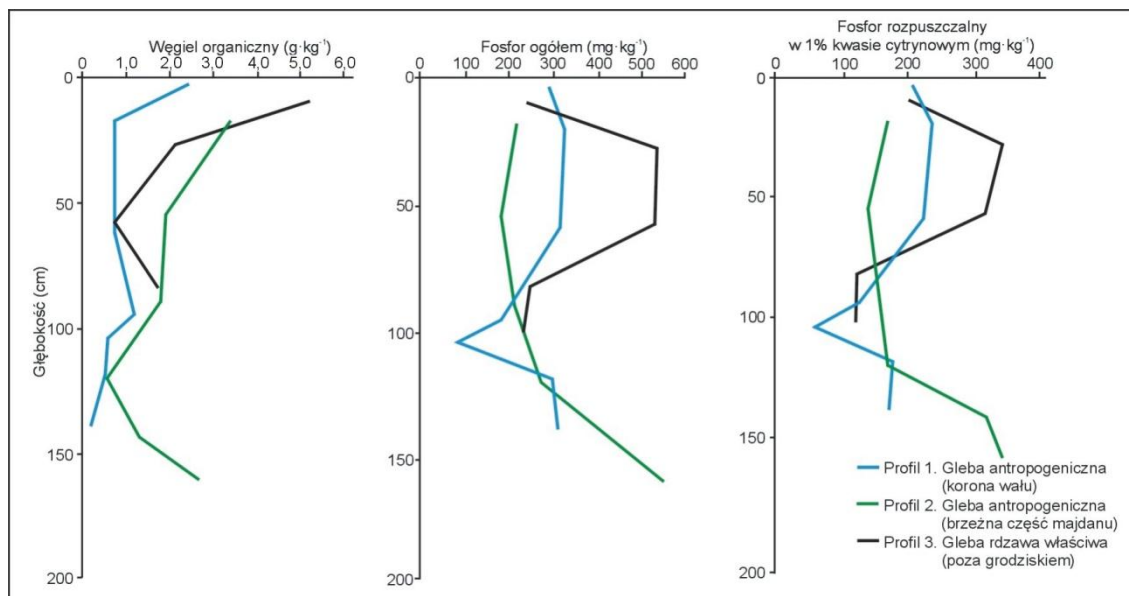
W profilu gleby znajdującej się na koronie wału (profil 1) widać wyraźnie warstwy związane z kolejnymi etapami wznoszenia struktury. Drugiej fazie osadniczej (pierwsza połowa XII wieku) odpowiadają warstwy Wanh4 i Wangg5. Właściwości chemiczne materiału z warstw kulturowych odbiegają od naturalnych, charakterystycznych dla gleb tego półwyspu. Odczyn tych poziomów jest wyraźnie zasadowy (pH w H₂O 8,2-8,6) a zawartość węglanów niewielka (dochodząca do kilku procent). Dwie warstwy powierzchniowe (Wanh1 i Wan2) wykazują właściwości typowe dla gleb piaszczystych – m.in. kwaśny odczyn, będące rezultatem współczesnych procesów glebotwórczych wspomaganych kwaśnym opadem roślinnym lasu iglastego. Zawartość fosforu ogółem, jak i

rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym, jest zbliżona do tła geochemicznego (profil 3) i wynosi maksymalnie: P_t - 332 mg·kg⁻¹, P_{cyt} - 238 mg·kg⁻¹.



Ryc. 14. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - morfologia gleb: 1 – gleba antropogeniczna (korona wału), 2 – gleba antropogeniczna (brzeżna część majdanu), 3 – gleba rdzawa właściwa (poza grodziskiem)(fot. M. Jankowski)

Gleba antropogeniczna występująca na majdanie grodziska (profil 2), również nosi ślady działalności człowieka związane z kolejnymi etapami zasiedlenia. Względnie naturalny poziom AMb tej gleby wiązać można prawdopodobnie z pierwszym etapem zasiedlenia osady (druga połowa X wieku). Świadczyć o tym może podwyższona zawartość fosforu ogółem – ponad 550 mg·kg⁻¹, odczyn zbliżony do obojętnego i czarna barwa (tab. 4 i 5). Z drugą fazą osadniczą związana jest warstwa Wan5, natomiast trzeciej fazie odpowiadają warstwy Wangg4, Wan3, Wan2 i Wan1. Właściwości tej gleby antropogenicznej są zbliżone do gleb otaczających grodzisko, jedynie wartości pH są nieco wyższe (pH_{H2O} od 5,0 do 6,9), wskazując na wpływ dawnej działalności człowieka.



Ryc. 15. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - profilowa zmienność zawartości węgla organicznego, fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym

Obraz profilowego rozmieszczenia zawartości form fosforu oraz węgla organicznego w glebach występujących na stanowisku archeologicznym w Pokrzydowie różni się wyraźnie od zarejestrowanego na omawianym wcześniej obiekcie w Płutowie (por. ryc. 10 i 15). W glebie występującej poza grodziskiem brak charakterystycznego dla gleb naturalnych spadku zawartości P_t i P_{cyt} wraz ze wzrostem głębokości. Podwyższona zawartość fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym na głębokości 20-80 cm, najprawdopodobniej spowodowana jest współczesną działalnością człowieka, jako że w pobliżu miejsca, gdzie wykonano odkrywkę glebową znajduje się pole biwakowe. Współczesna działalność człowieka mogła doprowadzić do akumulacji fosforu w tej względnie naturalnej glebie rdzawej. Związki fosforu dostarczone w wyniku akumulacji na powierzchni terenu resztek organicznych oraz poprzez załatwianie przez ludzi potrzeb fizjologicznych, zostały stosunkowo łatwo wymyte na większe głębokości w materiale piaszczystym. Występująca na głębokości 80-85 cm glina stała się naturalną barierą dla wymytych z górnych poziomów związków fosforu, potęgując tę anomalię.

Gleby z obszaru grodziska odznaczają się zbliżonym do naturalnego profilowym rozmieszczeniem zawartości węgla i fosforu (ryc. 15), ponieważ ich zawartość spada wraz ze wzrostem głębokości aż do osiągnięcia pierwotnej powierzchni terenu, gdzie notuje się wzrost ich zawartości. Bardzo wyraźnie jest to widoczne szczególnie w profilu znajdującym się w brzeżnej części majdanu (profil 2).

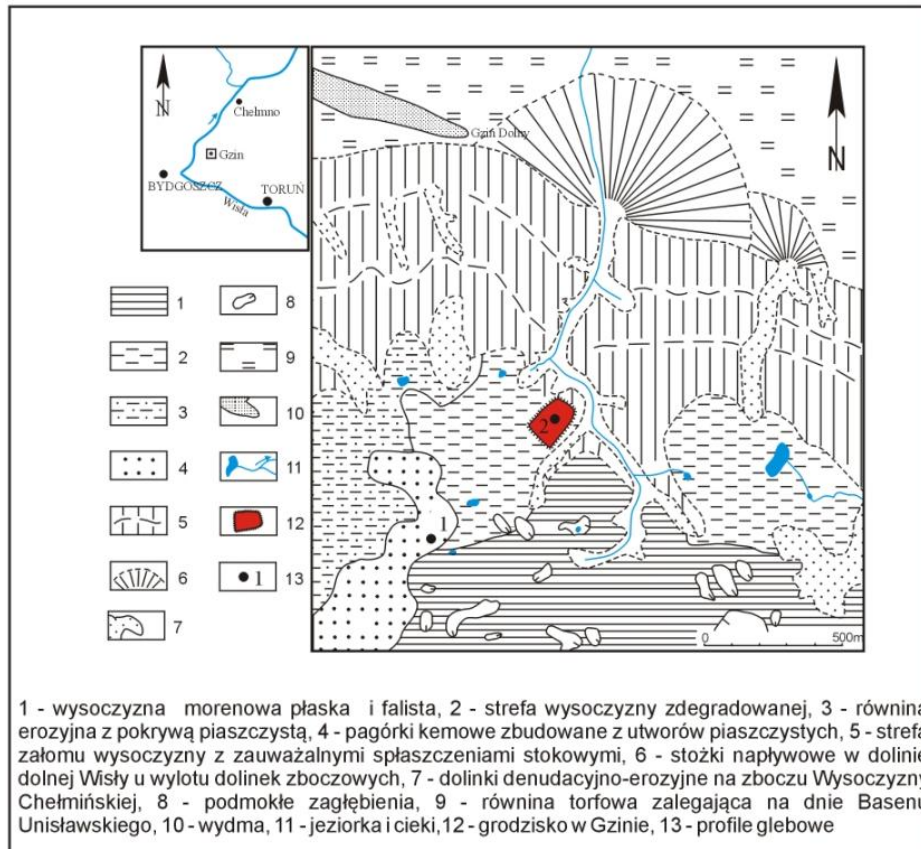
Niska, zbliżona do tła geochemicznego, zawartość węgla i fosforu świadczyć może o niezbyt intensywnym wykorzystywaniu przez człowieka tego miejsca w przeszłości. Potwierdzają to badania archeologiczne sugerujące, że istniała tu strażnica, w której stacjonowała niewielka liczba ludzi [BOGUWOLSKI 1994], którzy dostarczali niewielkie ilości materiału organicznego zasobnego w fosfor. Znikoma ilość zarejestrowanych podczas wykopalisk archeologicznych zabytków ruchomych jest dodatkową poszlaką potwierdzającą założoną tezę.

6.3. Grodzisko ludności kultury lużyckiej w Gzinie, gm. Dąbrowa Chełmińska

Środowisko przyrodnicze

Stanowisko archeologiczne znajduje się na zachód od miejscowości Gzin w krawędziowej części Wysoczyzny Chełmińskiej, nad południowym zboczem Basenu Unisławskiego. Położone jest w najbliższym sąsiedztwie stromego zbocza dolinnego, a jednocześnie w bezpośrednim kontakcie z wysoczyzną morenową. Otoczone jest od wschodu i zachodu dolinami erozyjnymi stanowiącymi części rozgałęzionego parowu odwadnianego niewielkim ciekim (ryc. 16). Zbocza dolinne najbliższych okolic Gzina są strome i wysokie. Ich nachylenie dochodzi do 40°, a wysokość do około 60 m. Wysoczyzna morenowa ma charakter moreny płaskiej lub falistej z nielicznymi formami lodowcowymi i wodnolodowcowymi. Płat wysoczyzny przylegający do grodziska zalega średnio na wysokości 90-94 m n.p.m. i ma charakter wysoczyzny morenowej lekkofalistej o wysokościach średnich 2-5 m i nachyleniu około 5°. W najbliższym otoczeniu grodziska występuje na powierzchni żółta glina zwałowa, natomiast na południowy-wschód od grodziska, istotną rolę w budowie geologicznej tego obszaru odgrywają pyły i żwiry kemów [NIEWIAROWSKI 1959]. Ma to odbicie w charakterze dzisiejszego krajobrazu. Przebiega tutaj strefa lasów sosnowych i bukowych.

Grodzisko zbudowane jest z utworów piaszczystych, stosunkowo płytko (miejscami 50 cm od powierzchni) podścielonych gliną morenową, na których pod wpływem działalności człowieka wykształciły się gleby antropogeniczne o miąższości wahającej się od kilkudziesięciu centymetrów (w części centralnej) do kilku metrów (w sąsiedztwie wałów). Przykrywają one, w wielu miejscach dobrze zachowane, gleby rdzawe właściwe, które prawdopodobnie pierwotnie (przed założeniem osady) obejmowały cały obszar osady obronnej. W bezpośrednim otoczeniu stanowiska na sandrach występują gleby rdzawe właściwe a na wysoczyźnie gleby płowe zerodowane.



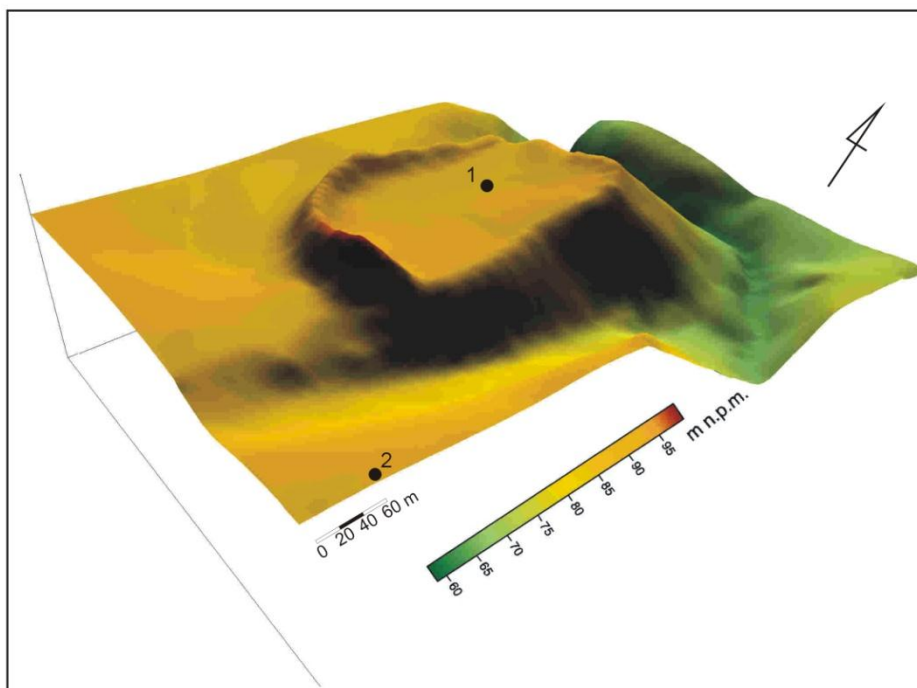
Ryc. 16. Gzinek, gm. Dąbrowa Chełmińska - lokalizacja stanowiska archeologicznego tle szkieletu geomorfologicznego (na podstawie CHUDZIAKOWEJ 1992)

Naturalną roślinność najbliższej okolicy grodziska stanowi las łąkowy porastający zbocza dolinek erozyjnych. Natomiast na piaskach sandrowych i wydmych na południe od grodziska występuje bór świeży z dominującą, sztucznie nasadzoną sosną zwyczajną. Samo stanowisko porośnięte jest zaniedbanym kilkudziesięcioletnim sadem owocowym z jabłonią, gruszą i śliwami. Bujna jest tu roślinność trawiasta z licznymi gatunkami synantropijnymi, np.: marchwią zwyczajną, szczawiem polnym, bylicą piołun i innymi. Wały grodziska porastają m.in. śliwa tarnina, dzika róża i bez czarna.

Archeologiczny opis obiektu

Grodzisko ma kształt czworoboku o zaokrąglonych narożnikach (ryc. 16 i 17). Jego powierzchnia wynosi około 17000 m². Dłuższa oś, mierząc od środka wału, ma długość 180 m, a krótsza 112 m. Rzeźba terenu miała niewątpliwie istotny wpływ na lokalizację grodziska. Trudny pierwotnie dostęp do grodu potwierdzają zachowane wały. Ich wysokość od strony głębokiego parowu wy-

nosi tylko około 1 m, natomiast od strony wschodniej zachowana wysokość wałów dochodzi do 11 m [CHUDZIAKOWA 1992].



Ryc. 17. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - lokalizacja profili glebowych

Stanowisko w Gzinie zalicza się zarówno do obiektów kultury łużyckiej, jak i wczesnośredniowiecznych. Z jednej strony bowiem prowadzone od okresu międzywojennego badania powierzchniowe ujawniały wyłącznie „łużycki” materiał zabytkowy, z drugiej strony znany przekaz historyczny dotyczący Gzina wskazuje na istnienie tu grodu we wczesnym średniowieczu. Wzmianka źródłowa z 1222 roku mówi, że Konrad Książę Mazowiecki nadał biskupowi Chryścianowi, razem z innymi grodami ziemi chełmińskiej, także gród w Gzinie [ZIEMIA CHEŁMIŃSKA W PRZESZŁOŚCI 1961].

W najbliższym otoczeniu grodziska w Gzinie wykazano istnienie 10 stanowisk (nie licząc samego grodziska i osady podgrodowej), na których stwierdzono liczne ślady osadnictwa kultury łużyckiej z młodszego okresu halsztackiego i wczesnego okresu lateńskiego (Ha D/LT A), cztery stanowiska kultury łużyckiej z okresu LT A i nieliczne ślady osadnictwa wczesnośredniowiecznego. Charakterystyczną cechą jest zupełny brak na tym terenie śladów osadnictwa kultury łużyckiej z epoki brązu. Występuje natomiast wyraźna koncentracja stanowisk z okresu młodszego okresu halsztackiego [CHUDZIAKOWA 1992].

Z analizy stratygraficznej obiektu wynika, że na badanym obszarze występują jedynie ślady osadnictwa łużyckiego. Grodzisko jest obiektem jednoli-

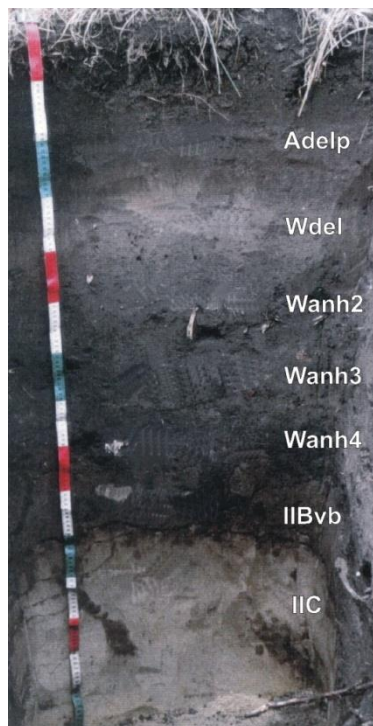
tym kulturowo a stratygrafia nie jest skomplikowana, gdyż w obrębie majdanu występują jedynie dwie podstawowe warstwy kulturowe. Łączna miąższość warstw majdanu waha się od 50 do 180 cm (nie licząc głębokości jam). Natomiast w wale stwierdzono zaleganie nawarstwień kulturowych o łącznej miąższości od 390 do 500 cm. Układ warstw wału jest dość słabo czytelny, jeśli chodzi o rekonstrukcję umocnień obronnych. Jednak analiza nawarstwień wskazuje dwie fazy budowy wału, który po spaleniu został odbudowany.

Na podstawie szeroko zakrojonych badań archeologicznych udało się wydzielić dwie fazy zasiedlenia grodziska przez ludność kultury łużyckiej. Pierwszy etap datowany jest na IV fazę osadniczą kultury łużyckiej na ziemi chełmińskiej (Ha D) – 2500-2350 BP, natomiast II etap to okres lateński (LT), przypadający na schyłek IV fazy osadniczej ludności kultury łużyckiej na ziemi chełmińskiej (2350-2200 BP).

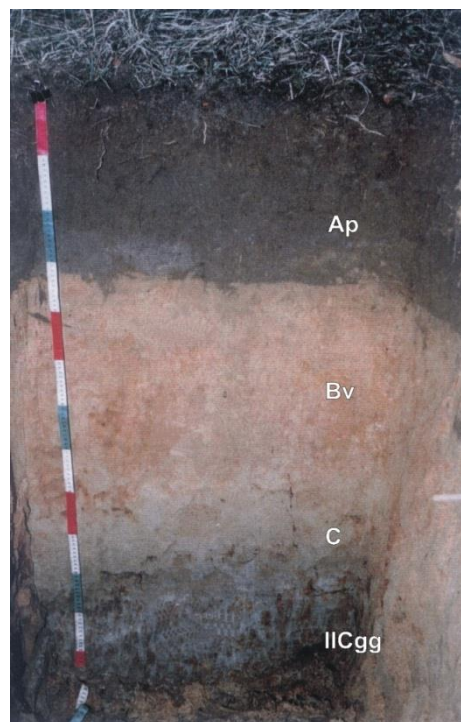
Interesująca jest zawartość niektórych jam eksplorowanych w obrębie stanowiska. W jednej z nich znaleziono pozostałości dwóch szkieletów ludzkich wraz z dużą ilością kości zwierzęcych oraz naczyń. Archeolodzy przypuszczają, że obecność szkieletów ludzkich na grodzisku, wtedy kiedy powszechnie obowiązywał obrządek ciałopalenia, świadczyć może o kultowym charakterze obiektu, związanym ze składaniem ofiar i rytualnym kanibalizmem [CHUDZIAKOWA 1992].

Badania pedologiczne

Na grodzisku w Gzinie wykonano dwie odkrywki glebowe, jedną w centralnej części majdanu (profil 1), drugą (profil 2) w obrębie względnie naturalnych gleb, około 200 m na wschód od grodziska (ryc. 16-18). W otoczeniu grodziska występują gleby rdzawe niecałkowite (ryc. 18) wytworzone z piasków sandrowych o niewielkiej miąższości, zalegających na glinie morenowej (tab. 7). Ich właściwości są charakterystyczne dla tego typu gleb, a zawartości fosforu można traktować jako tło geochemiczne na tym terenie (poniżej $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} P_t$ i poniżej $65 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} P_{\text{cyt}}$). Jedynie glina zalegająca pod materiałem piaszczystym (IICgg) odznacza się podwyższoną zawartością tego pierwiastka ($P_t - 407 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $P_{\text{cyt}} - 131 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), związaną z innym charakterem materiału macierzystego oraz z procesem powolnego wymywania fosforu z górnych części profilu.



Profil 1



Profil 2

Ryc. 18. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - morfologia gleb: profil 1 – gleba antropogeniczna na kopalnej glebie rdzawej (środek majdanu),
profil 2 – gleba rdzawa niecałkowita (poza grodziskiem)

Tab. 6. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - wybrane właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb

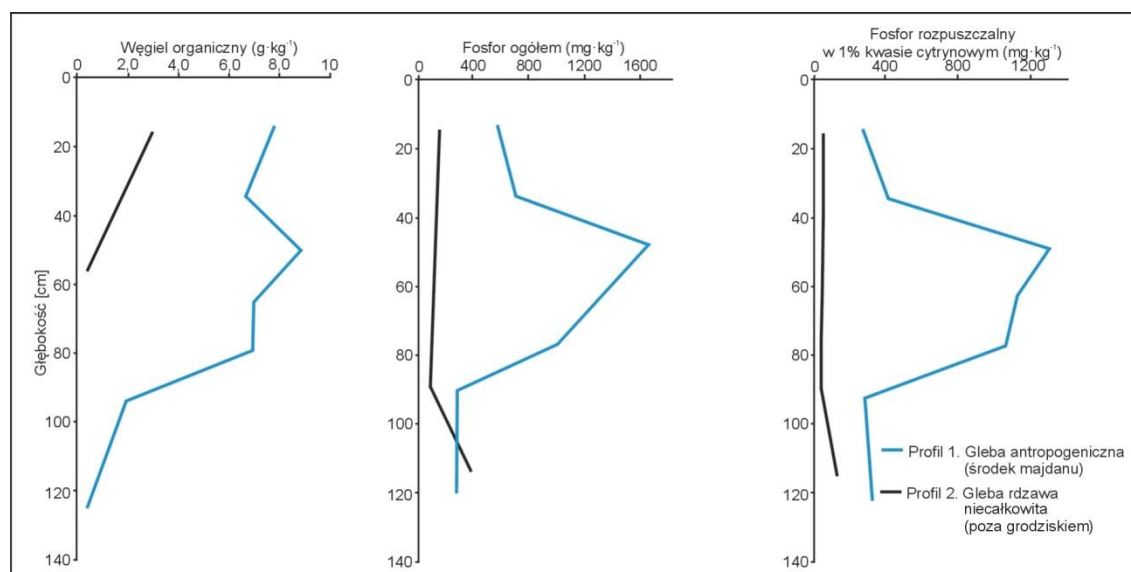
Poziom lub war- stwa	Głębokość zalegania [cm]	Straty prażenia [%]	C _{org}	N _t	C:N	pH		P _t [mg·kg ⁻¹]	P _{cyt}
			[g·kg ⁻¹]			H ₂ O	KCl		
<i>Profil 1. Gleba antropogeniczna na kopalnej glebie rdzawej (środek majdanu)</i>									
Adelp	0 – 30	2,0	7,81	0,68	11	5,8	4,6	597	292
Wdel1	30 – 40	1,9	6,70	0,59	11	5,8	4,6	731	417
Wanh2	40 – 60	2,3	8,81	0,63	14	6,1	4,9	1688	1290
Wanh3	60 – 70	2,0	6,92	0,52	13	6,3	5,1	1324	1121
Wanh4	70 – 87	1,8	6,91	0,46	15	6,7	5,5	1036	1061
IIBvb	87 – 100	0,6	2,00	0,18	-	6,9	5,9	293	279
IIC	100 – 150	0,3	0,41	0,04	-	7,1	6,1	294	323
<i>Profil 2. Gleba rdzawa niecałkowita (poza grodziskiem)</i>									
Ap	0 – 32	0,7	2,91	0,24	12	6,3	4,9	175	53,1
Bv	32 – 80	0,2	0,40	0,05	-	5,8	4,5	126	60,2
C	80 – 105	0,2	-	-	-	6,3	4,7	114	50,7
IICgg	105 – 130	1,9	-	-	-	6,4	4,3	407	131

Badania gleboznawcze prowadzone na terenie grodziska wykazały występowanie gleb antropogenicznych o różnej miąższości (od kilkunastu do kilkuset centymetrów) pokrywających pierwotne gleby rdzawe (ryc. 18). Gleby antropogeniczne mają charakterystyczną budowę warstwową. Poszczególne warstwy odznaczają się podwyższoną w stosunku do otoczenia zawartością węgla organicznego (6,70-8,81 g·kg⁻¹) i azotu ogółem (0,46-0,68 g·kg⁻¹), odczynem zbliżonym do obojętnego i wysoką zawartością obu form fosforu (maksymalnie 1688 mg·kg⁻¹ P_t i 1290 mg·kg⁻¹ P_{cyt}) (tab. 6). W częściach grodziska znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie pozostałości wałów obronnych gleby antropogeniczne przykryte są deluwiami o różnej miąższości, w których zawartość fosforu jest kilkakrotnie niższa niż w warstwach antropogenicznych (załącznik 1), co sugeruje, że wytworzyły się one już po opuszczeniu osady przez ludzi.

Tab. 7. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - wybrane właściwości fizyczne gleb

Poziom lub warstwa	Głębokość zalegania [cm]	Barwa w stanie		Wh	W(wag.) %	So [g·cm ⁻³]	% udział frakcji o średnicy [mm]			
		suchym	wilgotnym				>2,0	2,0-0,05	0,05-0,002	<0,002
<i>Profil 1. Gleba antropogeniczna na kopalnej glebie rdzawej (środek majdanu)</i>										
Adelp	0-30	10YR 5/3	10YR 3/2	0,80	11,7	1,52	0,8	78	18	4
Wde11	30-40	10YR 5/2	10YR 2/1,5	0,96	-	-	0,6	68	16	8
Wanh2	40-60	10YR 4/1,5	10YR 2/1	1,27	8,9	1,34	0,5	73	25	2
Wanh3	60-70	10YR 5/1,5	10YR 3/1	1,19	-	-	0,9	78	15	7
Wanh4	70-87	10YR 5/1,5	10YR 3/1	1,03	7,9	1,30	0,5	83	14	3
IIBvb	87-100	10YR 5/2,5	10YR 3/2	0,28	-	-	0,2	95	4	1
IIC	100-150	10YR 7/3	10YR 5/3,5	0,15	3,7	1,48	0,3	93	6	1
<i>Profil 2. Gleba rdzawa niecałkowita (poza grodziskiem)</i>										
Ap	0-32	10YR 6/3	10YR 4/3	0,20	5,3	1,59	0,2	93	6	1
Bv	32-80	10YR 7/4	10YR 4,5/4	0,11	3,8	1,60	0,2	98	1	1
C	80-105	10YR 8/3,5	10YR 5/3,5	0,11	8,9	1,61	0,4	97	3	0
IICgg	105-130	2,5Y 6,5/4	2,5Y 4/4	2,53	19,5	1,69	0,9	33	35	32

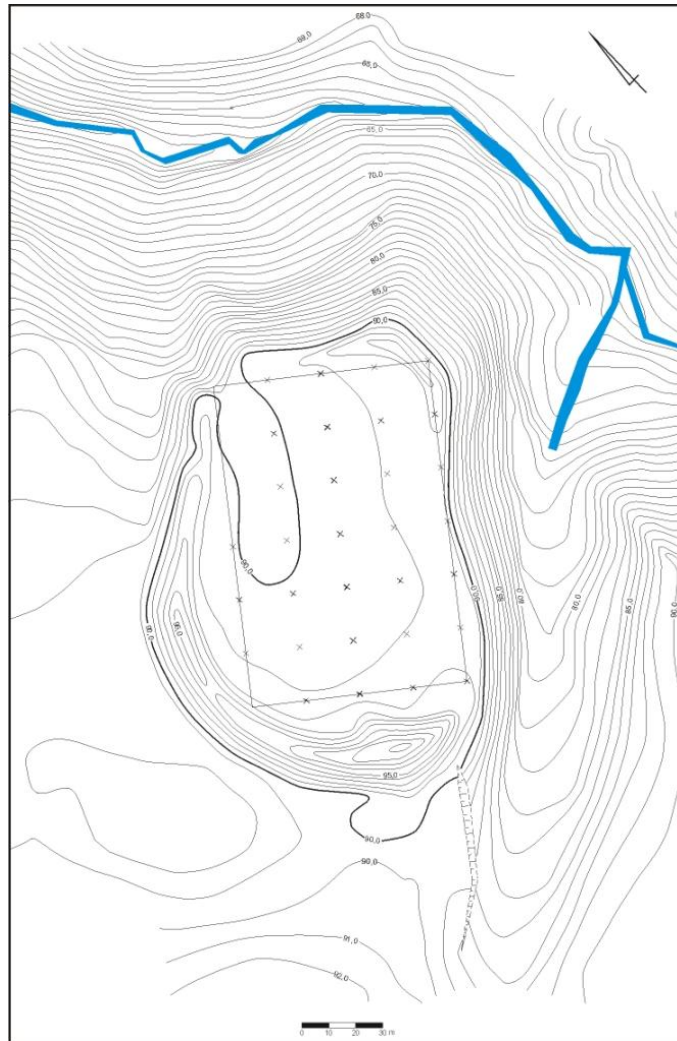
Profilowa zmienność zawartości węgla organicznego, fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym w glebie rdzawej jest typowa dla gleb naturalnych (ryc. 19). Stężenie obu form fosforu jest najwyższe w poziomach powierzchniowych, następnie powoli spada i nieznacznie rośnie w materiale gliniastym (IICgg). Najwyższa zawartość fosforu w poziomie próchnicznym spowodowana jest obecnością materii organicznej.



Ryc. 19. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - profilowa zmienność zawartości węgla organicznego, fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym

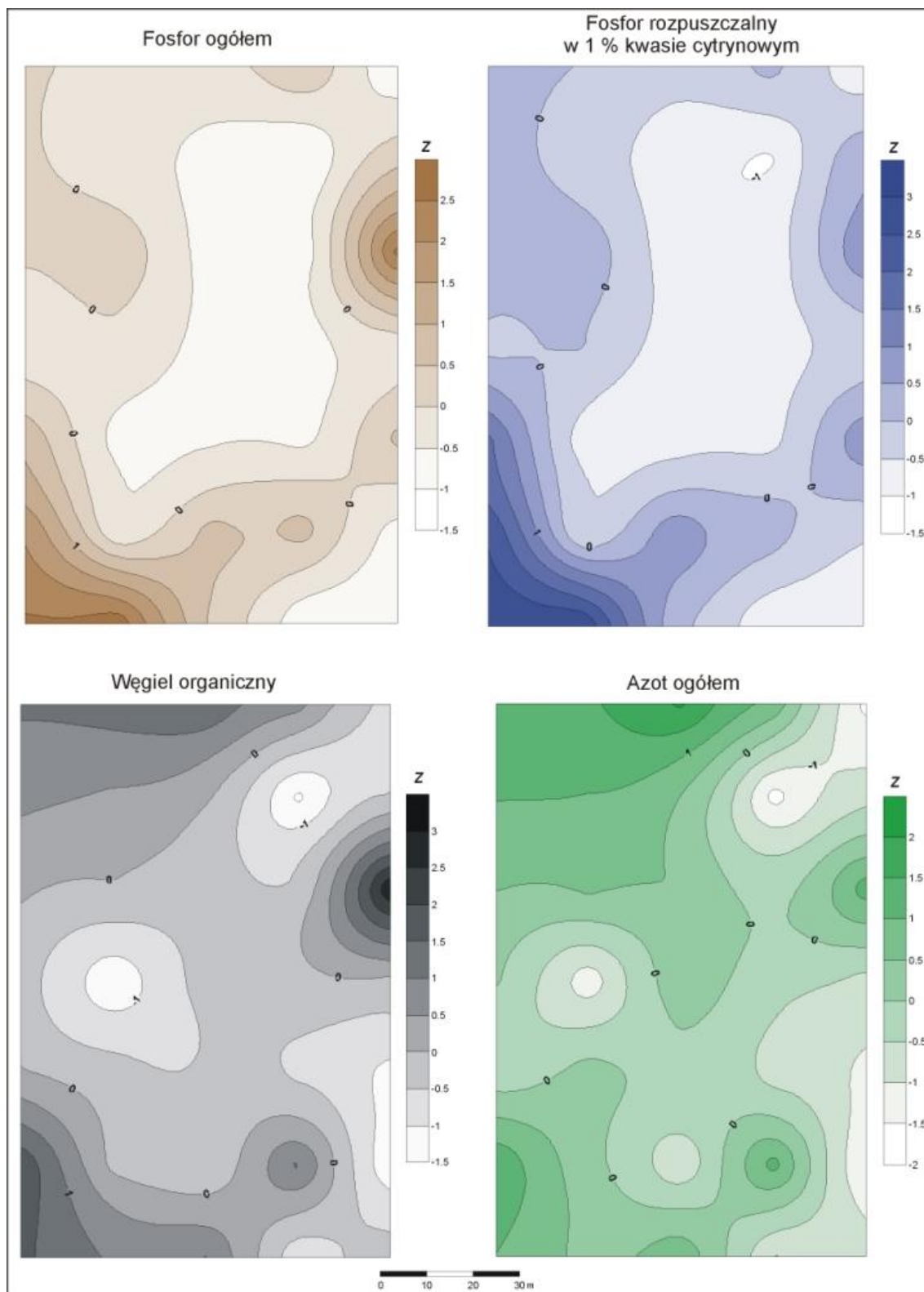
Wiercenia wykonane w obrębie grodziska (ryc. 20 i załącznik 1), potwierdziły istnienie dwóch warstw kulturowych. Pierwsza datowana jest na okres halsztacki D (2500-2350 lat BP), druga natomiast pochodzi ze starszego okresu lateńskiego (2350-2200 lat BP) [CHUDZIAKOWA 1992]. W częściach brzeżnych grodziska, w okolicach wałów obie warstwy kulturowe bez trudu można wydzielić w terenie jako dwie odrębne struktury, zawierające artefakty pochodzące z określonego okresu historycznego, natomiast w części centralnej grodziska obie warstwy kulturowe w wielu miejscach nakładają się na siebie, co najprawdopodobniej jest wynikiem współczesnej działalności człowieka. Dlatego też na właściwości materiału glebowego pochodzącego z przemieszanych warstw może mieć wpływ działalność człowieka z obu faz kulturowych. Z tego względu wartość interpretacyjna uzyskanych wyników może budzić pewne wątpliwości. Na stosunkowo dobry stan zachowania poziomów kulturowych w częściach brzeżnych najprawdopodobniej wpływ miała konserwacyjna rola

niszczonych powoli wałów obronnych, których materiał mineralny przykrył dawne poziomy kulturowe.



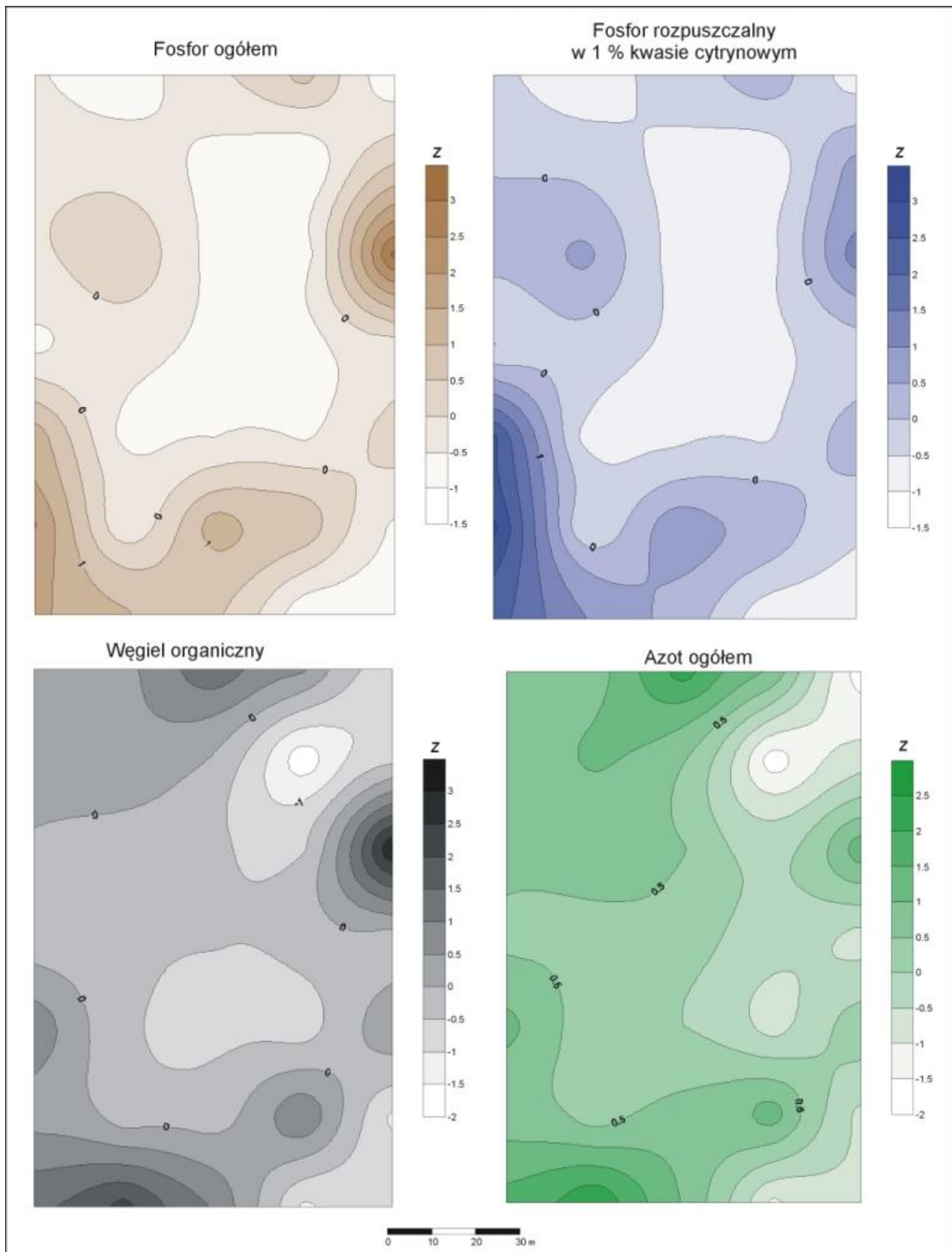
Ryc. 20. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - rozmieszczenie wierceń w obrębie stanowiska

Dla wydzielonych warstw kulturowych sporządzono mapy przestrzenne-go zróżnicowania zawartości obu form fosforu, węgla organicznego i azotu ogółem oraz pH (ryc. 21-23).



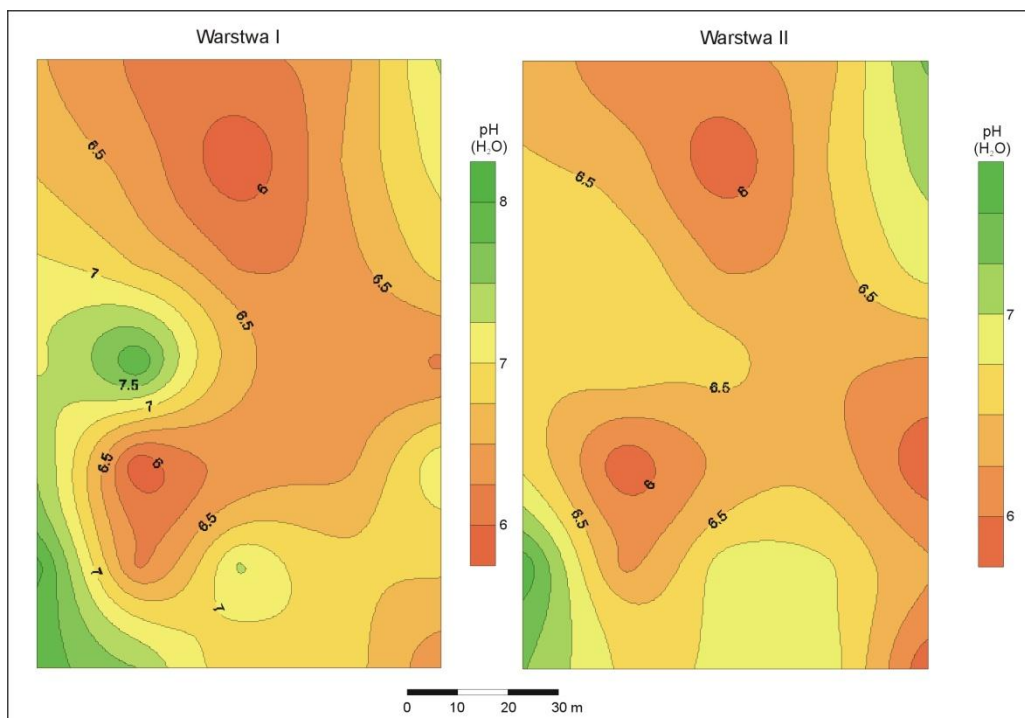
Ryc. 21. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w I warstwie kulturowej;

$$„Z” = \frac{x - \bar{x}}{SD}$$



Ryc. 22. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w II warstwie kulturowej;

$$„Z” = \frac{x - \text{średnia}}{SD}$$



Ryc. 23. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - przestrzenne zróżnicowanie wartości $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ w warstwach kulturowych I i II

Z analizy wykonanych map dla obu warstw kulturowych wynika, że najwyższe zawartości badanych pierwiastków występują w częściach zewnętrznych grodziska, tuż przy wałach. Wartości wskaźnika „z” przyjętego dla fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym dochodzą do 3. Oznacza to, że w tych miejscach zawartość form fosforu znacznie przewyższa wartość średnią wynoszącą na tym obszarze odpowiednio 1459 i 1174 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (warstwa I) dla fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym oraz 1322 i 1045 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ dla warstwy II (załącznik 1). W przypadku map rozmieszczenia węgla organicznego i azotu ogółem sytuacja przedstawia się podobnie (ryc. 21 i 22). Część centralna odznacza się najniższą zawartością tych pierwiastków. Mapa przedstawiająca zróżnicowanie wartości pH w obu warstwach kulturowych nie wykazuje prawidłowości zaobserwowanych powyżej (ryc. 23). Odczyn antropogenicznych gleb na grodzisku jest na większości obszaru zbliżony do odczynu gleb występujących poza osadą (załącznik 1, tab. 7). Charakterystyczna jest natomiast stosunkowo duża rozpiętość wartości $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ - 5,8-8,1 w warstwie I i 5,8-7,7 w warstwie II (załącznik 1). To duże, na stosunkowo niewielkim obszarze, zróżnicowanie odczynu gleb jest niewątpliwie rezultatem działalności człowieka, zarówno w przeszłości, jak i obecnie (sad owocowy).

Na podstawie rezultatów analizy statystycznej można stwierdzić, że najwyższą przydatność interpretacyjną dla archeologów ma zawartość obu form fosforu (tab. 8). Współczynniki zmienności zawartości P_t i P_{cyt} w obu warstwach przekraczały 80%. Stosunkowo dużą zmiennością, przekraczającą 30%, charakteryzowało się zróżnicowanie zawartości węgla organicznego i azotu ogółem. Tak wysokie wartości współczynnika zmienności w sposób oczywisty sugerują wpływ czynników zewnętrznych na przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych właściwości gleb antropogenicznych.

Tab. 8. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - wybrane parametry statystyczne właściwości materiału glebowego z warstw kulturowych

Parametr	Średnia±SD	Minimum	Maksimum	V (%)
Warstwa I, n=31				
P_t (mg·kg ⁻¹)	1459±1232	179	4938	84
P_{cyt} (mg·kg ⁻¹)	1174±985	136	4188	84
C_{org} (g·kg ⁻¹)	6,31±2,40	2,50	13,3	38
N_t (g·kg ⁻¹)	0,50±0,18	0,19	0,88	36
pH (H ₂ O)	6,7*	5,8	8,1	-
pH (KCl)	5,8*	4,6	7,4	-
Warstwa II, n=31				
P_t (mg·kg ⁻¹)	1322±1073	179	4731	81
P_{cyt} (mg·kg ⁻¹)	1045±869	136	3723	83
C_{org} (g·kg ⁻¹)	6,60±2,20	2,50	13,3	33
N_t (g·kg ⁻¹)	0,055±0,017	0,19	13,3	31
pH (H ₂ O)	6,5*	5,8	7,7	-
pH (KCl)	5,4*	4,4	6,9	-

SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, * - dla wartości pH nie obliczono odchylenia standardowego

Na podstawie uzyskanych wyników podjęto próbę funkcjonalnej rekonstrukcji osady obronnej w Gzinie. Najwyższa zawartość pierwiastków w luźnej warstwie kulturowej stwierdzona w częściach brzeżnych może się pokrywać z istniejącymi tam w przeszłości chatami i towarzyszącymi im jamami przechowalniczymi i odpadkowymi. To właśnie w tych miejscach akumulacja materiału organicznego zasobnego w fosfor, węgiel i azot była największa. Natomiast tam, gdzie dopływ szczątków organicznych nie był znaczny lub ewen-

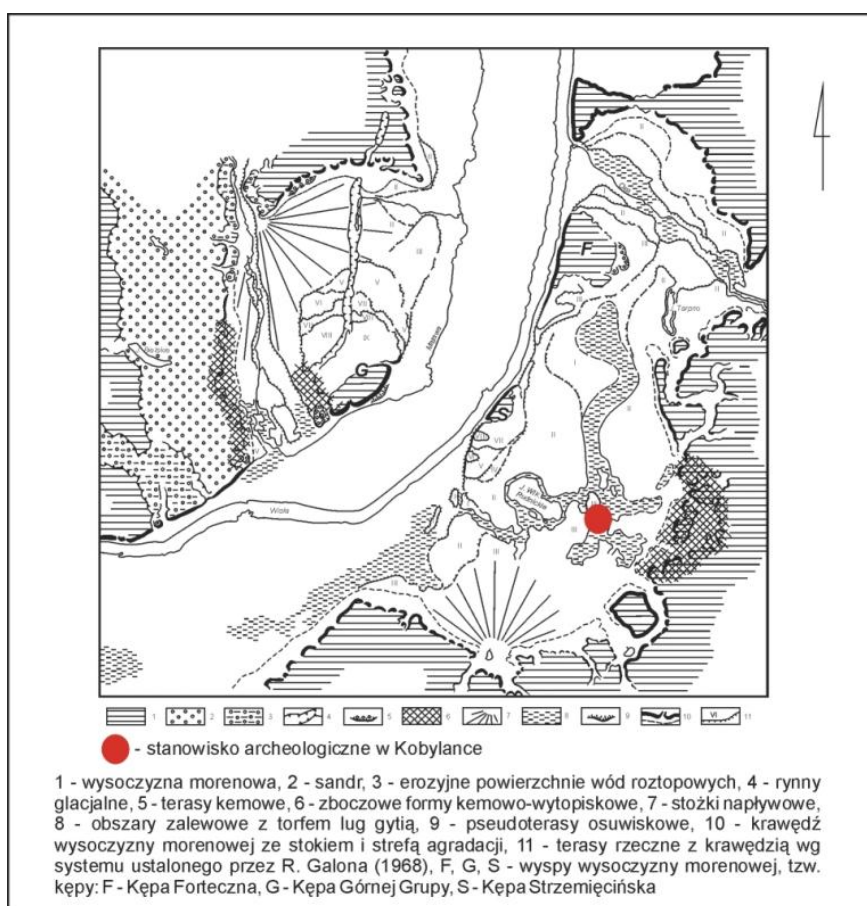
tualne szczątki sprzątano (majdan, część wjazdowa, drogi), zawartość węgla organicznego, azotu ogółem i fosforu była najniższa. Drogi w obrębie grodziska mogły być również utwardzane i sprzątane, więc do akumulacji materiału antropogenicznego mogło dochodzić w ograniczonym zakresie. Taka budowa osad lużyckich jest charakterystyczna dla wielu osad z terenu POLSKI [BAGNIEWSKI 1977; GACKOWSKI 1997,1998; GACKOWSKI, KRĄPIEC 2000; KACZAWSKI, KOZŁOWSKI 1998; SZULTA 1998]. Podobne wyniki uzyskano analizując inne grodziska z obszaru ziemi chełmińskiej, m.in. w Grodnie, gm. Chełmża oraz Boguszewie, gm. Gruta [BEDNAREK I IN. 2003; KREFT 2003; BEDNAREK, MARKIEWICZ 2007b].

Porównując ze sobą zawartości fosforu w obu warstwach kulturowych występujących na grodzisku można zaobserwować, że z reguły wyższe wartości notowane są w I warstwie, datowanej na okres halsztacki D. Zawartość P_t w tej warstwie dochodzi do $4200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, podczas gdy w warstwie II (młodszej, datowanej na starszy okres lateński), maksymalna zawartość tego pierwiastka wynosi $3500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (załącznik 1). Fakt ten sugerować może bardziej intensywne osadnictwo w okresie Ha D, które mogło się przejawiać najprawdopodobniej większą liczbą osób zamieszkujących osadę. Pewnym potwierdzeniem tego przypuszczenia mogą być rezultaty badań archeologicznych, stwierdzających w I warstwie kulturowej obecność m.in. większej liczby fragmentów ceramiki, przedmiotów codziennego użytku czy jam gospodarczych [CHUDZIAKOWA 1992]. Także większa miąższość tej warstwy (o kilka do kilkunastu cm) oraz brak ciągłości w przypadku warstwy II są kolejnymi argumentami przemawiającymi za słusznością tej tezy.

6.4. Osada otwarta ludności kultury pomorskiej w Kobylance, gm. Grudziądz

Środowisko przyrodnicze

Stanowisko archeologiczne położone jest w odległości około 1 km na południe od Grudziądza, w zachodniej części Kotliny Grudziądzkiej, zwanej także Basenem Grudziądzkim (ryc. 24). Zlokalizowane jest ono na nieużytku w niewielkiej odległości od rzeki Maruszy, znajdującej swoje ujście w Jeziorze Rudnickim.



Ryc. 24. Kobylanka, gm. Grudziądz - lokalizacja stanowiska archeologicznego na tle szkicu geomorfologicznego Kotliny Grudziądzkiej [DROZDOWSKI 1974]

Kotlina Grudziądzka stanowiąca największe rozszerzenie Doliny Dolnej Wisły tworzy odrębną jednostkę pod względem geomorfologicznym i geologicznym. Forma ta, o długości około 20 km i szerokości 18 km, ma zarys kolisty,

odkształcony nieco w rejonie jeziora Tarpno i u wylotów dolin Osy i Maławy. Swoistą cechą morfologiczną Kotliny Grudziądzkiej, wyróżniającą ją spośród pozostałych kotlinnych rozszerzeń doliny Wisły, są trzy „wyspy wysoczyznowe”, tzw. kępy. Wznoszą się one około 60 m ponad dno doliny, nawiązując swoimi wierzchołkami do poziomu otaczającej wysoczyzny morenowej [DROZDOWSKI 1974].

Innym charakterystycznym elementem rzeźby Kotliny Grudziądzkiej są olbrzymie stożki napływowe, usypane w promieniu kilku kilometrów u wylotów dolin rozcinających przyległą wysoczyznę morenową.

W dolinie rzeki powszechnie występują gleby murszowate, obecnie wykorzystywane jako łąki i pastwiska. Natomiast obszar stanowiska, ze względu na stosunkowo głęboki poziom zalegania wód gruntowych, pokrywają gleby rdzawe wytworzone ze słabogliniastych piasków, miejscami wypełniających Kotlinę Grudziądzką. Obecnie obszar badań nie jest wykorzystany gospodarczo i funkcjonuje jako nieużytek.

Archeologiczny opis obiektu

Stanowisko to zostało odkryte przez archeologów podczas ratowniczych badań prowadzonych w czasie budowy gazociągu w roku 2000 [CHUDZIAK, KOPERKIEWICZ 2001]. Prace archeologiczne były prowadzone na pozbawionej poziomu próchnicznego powierzchni przygotowanej do założenia rur gazociągowych (ryc. 25). W odległości około 250 m od siebie stwierdzono obecność dwóch stref związanych z dawnym osadnictwem. Na analizowanym obszarze zanotowano koncentrację jam osadniczych (16 obiektów). W miejscu tym, jak się wydaje, uchwycono część rozległej osady, najprawdopodobniej ludności kultury pomorskiej. W niektórych miejscach udało się uchwycić pozostałości brunatnoszarej warstwy kulturowej z występującym luźno materiałem zabytkowym.

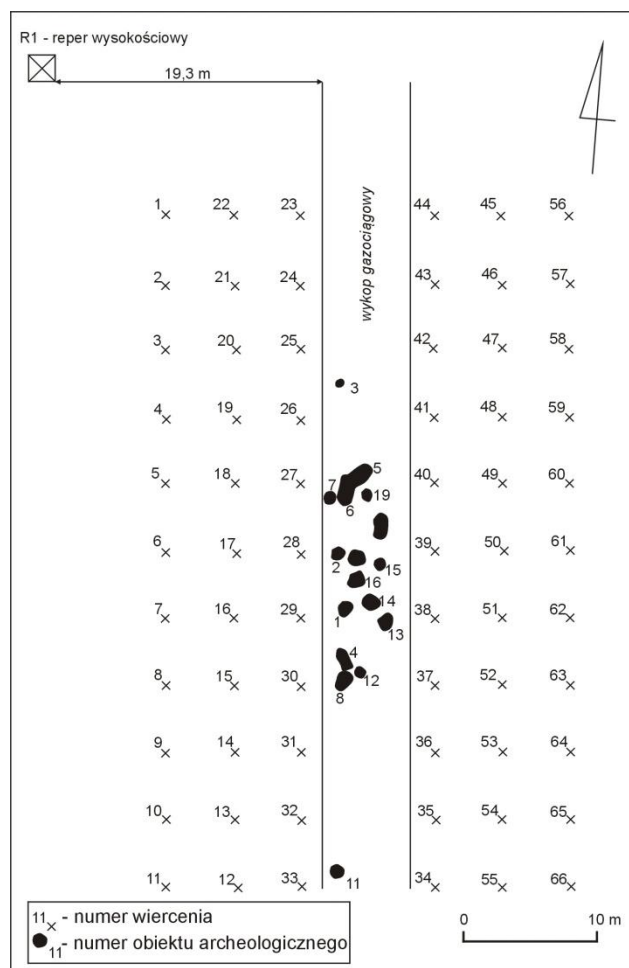


Ryc. 25. Kobylanka, gm. Grudziądz - eksploracja obiektów archeologicznych; widok od strony południowej (fot. P. Terendy)

Badania pedologiczne

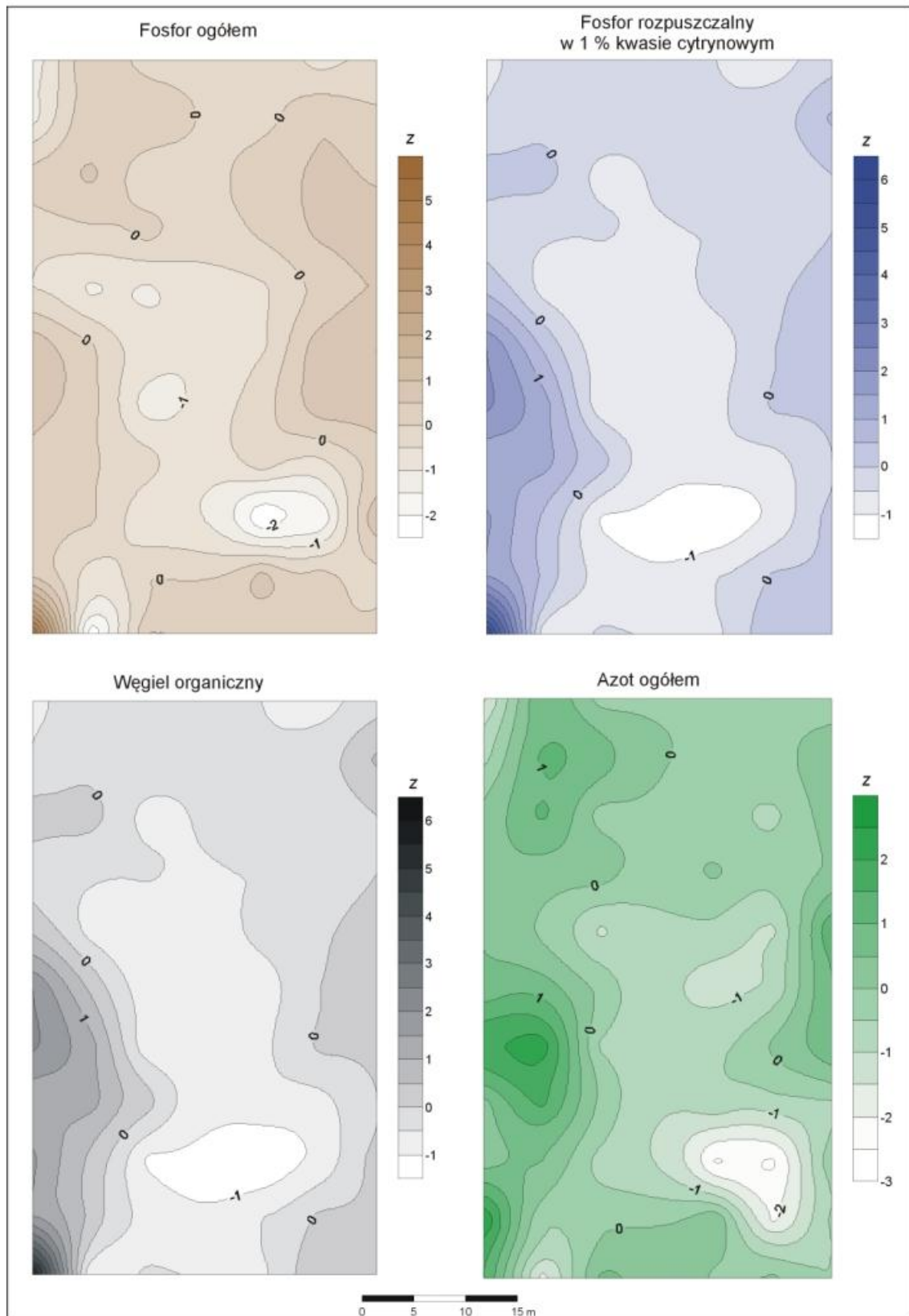
Pierwotną pokrywą glebową tego obszaru reprezentują gleby rdzawe, których morfologia i właściwości zostały zmodyfikowane dawną oraz współczesną działalnością człowieka. Próbkę gleb pobrano z warstwy kulturowej przy pomocy wierceń wykonanych w regularnych odstępach, po założeniu siatki geometrycznej o boku 10 m (ryc. 26). W większości wierceń, na głębokości 20-50 cm, stwierdzono występowanie ciemno zabarwionej warstwy kulturowej o miąższości 5-10 cm, w której miejscami znajdowały się artefakty związane z osadnictwem ludności kultury pomorskiej (głównie niewielkie fragmenty naczyń glinianych). Zawartości węgla i azotu oraz odczyn materiału glebowego są zbliżone do naturalnych, nie zmienionych dawną działalnością człowieka gleb rdzawych [BEDNAREK 1991; BEDNAREK, MICHALSKA 1998; SYSTEMATYKA GLEB

POLSKI 1989]. Natomiast zawartości fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym są kilkakrotnie wyższe od naturalnej zawartości tego pierwiastka na omawianym obszarze. Dla tego typu gleb tło geochemiczne zawartości fosforu ogółem wynosi około 200 mg·kg⁻¹ [BEDNAREK, JANKOWSKI 2000].



Ryc. 26. Kobylanka, gm. Grudziądz - rozmieszczenie wierceń glebowych oraz obiektów archeologicznych

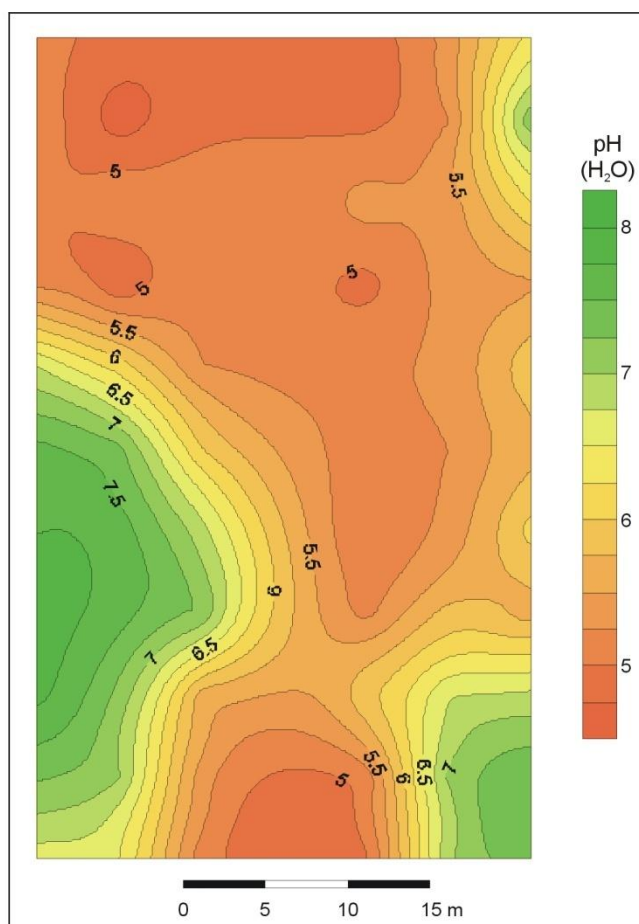
Analiza wykonanych map przestrzennego zróżnicowania zawartości form fosforu, węgla organicznego i azotu oraz wartości pH pozwala na wysunięcie kilku wniosków (ryc. 27 i 28). Najwyższym stężeniem C_{org}, N_t, P_t i P_{cyt} charakteryzują się miejsca na obrzeżach badanego obszaru. Uzyskane wartości współczynnika „z” przekraczają tam wartość średnią.



Ryc. 27. Kobylanka, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w warstwie kulturowej;

$$„Z” = \frac{x - \bar{x}}{SD}$$

Natomiast część centralna odznacza się wartościami poniżej średniej (ryc. 27). W związku z tym wydawać by się mogło, że możliwa jest próba rekonstrukcji zróżnicowania funkcjonalnego badanej osady. Jednak charakter obiektu (osada otwarta bez ściśle określonych granic) a także fakt, że przez część centralną przebiegał wykop gazociągowy powodują, że taka interpretacja mogłaby być obciążona dużym błędem. Niewątpliwie jednak miejsca o podwyższonej w stosunku do tła zawartości form fosforu, podkreślone podwyższoną zawartością węgla organicznego i azotu ogółem wiązać można z występowaniem chat oraz jam przechowalniczych bądź odpadkowych.



Ryc. 28. Kobyłanka, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie wartości pH w warstwie kulturowej

Przestrzenne zróżnicowanie wartości pH (ryc. 28) na analizowanym obszarze nie koreluje z wynikami przestrzennego rozmieszczenia P_t , P_{cyt} , N_t i C_{org} . Na większej części terenu badań materiał z warstwy kulturowej ma odczyn kwaśny, jednak zakres $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ wynosi od 4,6 do 7,9 (załącznik 2). Tak duża zmienność tego parametru na stosunkowo niewielkim obszarze, jest skutkiem

antropogenicznej działalności człowieka od momentu zasiedlenia do czasów obecnych.

Tab. 9. Kobylanka, gm. Grudziądz - wybrane parametry statystyczne właściwości materiału glebowego z warstw kulturowych

Parametr	Średnia±SD	Minimum	Maksimum	V (%)
Warstwa kulturowa, n=66				
P _t (mg·kg ⁻¹)	310±60,8	169	614	20
P _{cyt} (mg·kg ⁻¹)	135±54,8	55,9	448	41
C _{org} (g·kg ⁻¹)	2,71±0,61	1,10	4,12	23
N _t (g·kg ⁻¹)	0,28±0,06	0,13	0,43	21
pH (H ₂ O)	6,0	4,6	7,9	-
pH (KCl)	4,9	3,7	7,3	-

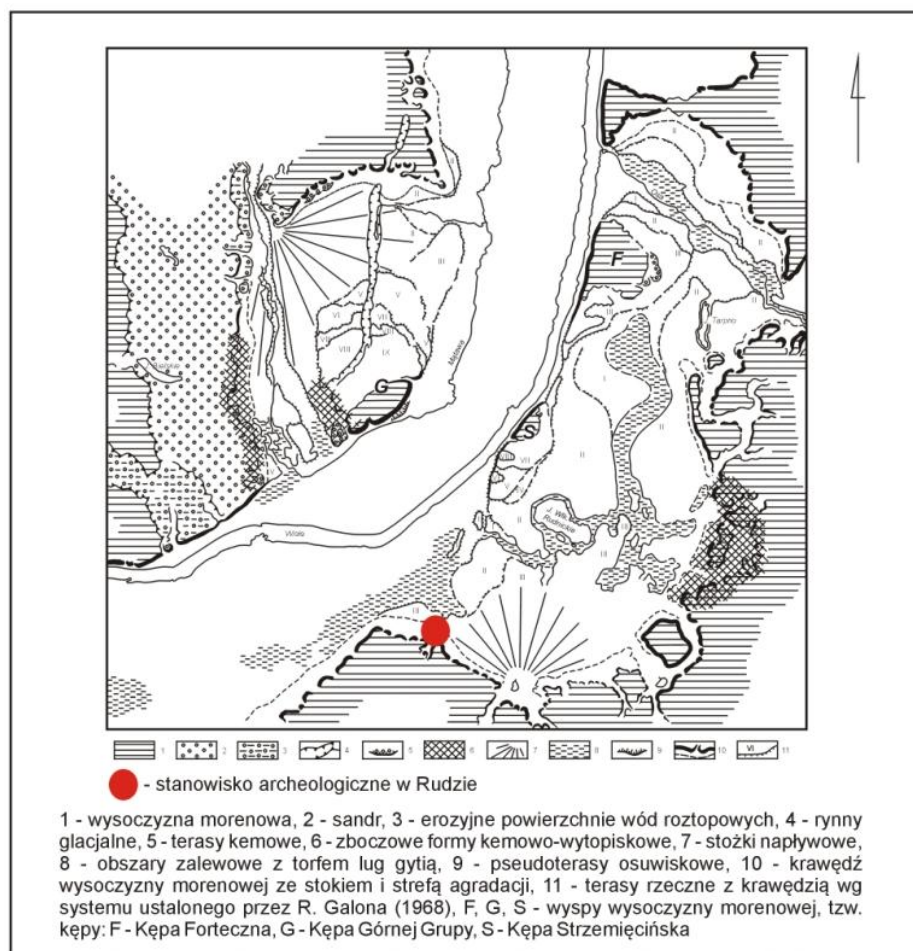
SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, * - dla wartości pH nie obliczono odchylenia standardowego

Spośród analizowanych właściwości gleb najwyższym współczynnikiem zmienności (V=41%) charakteryzuje się zawartość fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym (tab. 9). Natomiast dla fosforu ogółem oraz węgla i azotu wartości V wahają się w granicach 20%. Fakt ten może być wskazówką, że na obszarach występowania gleb wytworzonych z ubogich utworów piaszczystych, gdzie zawartość fosforu ogółem jest niewielka, najlepszym wskaźnikiem dawnej działalności człowieka są zawartości fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym. Oznaczanie tej formy fosforu w glebach jest uzależnione od odczynu oraz zawartości węglanów. Odczyn zasadowy i obecność CaCO₃ utrudnia prawidłowy przebieg analizy. Kwaśny odczyn, a co za tym idzie także brak węglanów w materiale glebowym ze stanowiska w Kobylance, ułatwia zdecydowanie wykonanie analizy.

6.5. Pozostałości lużyckiego domostwa ludności kultury lużyckiej w Rudzie, gm. Grudziądz

Środowisko przyrodnicze

Stanowisko archeologiczne w Rudzie (gmina Grudziądz), w obrębie którego znajdują się pozostałości domostwa ludności kultury lużyckiej, położone jest na krawędzi Kotliny Grudziądzkiej i Wysoczyzny Chełmińskiej (ryc. 29).



Ryc. 29. Ruda, gm. Grudziądz - lokalizacja stanowiska archeologicznego na tle szkicu geomorfologicznego Kotliny Grudziądzkiej [DROZDOWSKI 1974]

Pod względem geomorfologicznym stanowisko znajduje się w obrębie stożka napływowego usypanego u wylotu doliny denudacyjnej rozcinającej zbocze wysoczyzny. Stożek ten schodzi na III terasę pradoliną o wysokości 28-29 m n.p.m. Powierzchnia stożka wykazuje cechy zwydmienia przejawiające się obecnością płaskich, piaszczystych pokryw eolicznych o niewielkiej miąższości

oraz pojedynczych, niskich wydm [DROZDOWSKI 1974; BEDNAREK, JANKOWSKI 2000]. Naturalną pokrywą glebową tego terenu stanowią ubogie gleby rdzawe na wydmach i różnej miąższości gleby deluwialne, szczególnie u podnóża wysoczyzny [BEDNAREK, JANKOWSKI 2000]. Mimo niewielkiej przydatności rolniczej gleb obszar badań współcześnie jest wykorzystywany rolniczo.

Archeologiczny opis obiektu

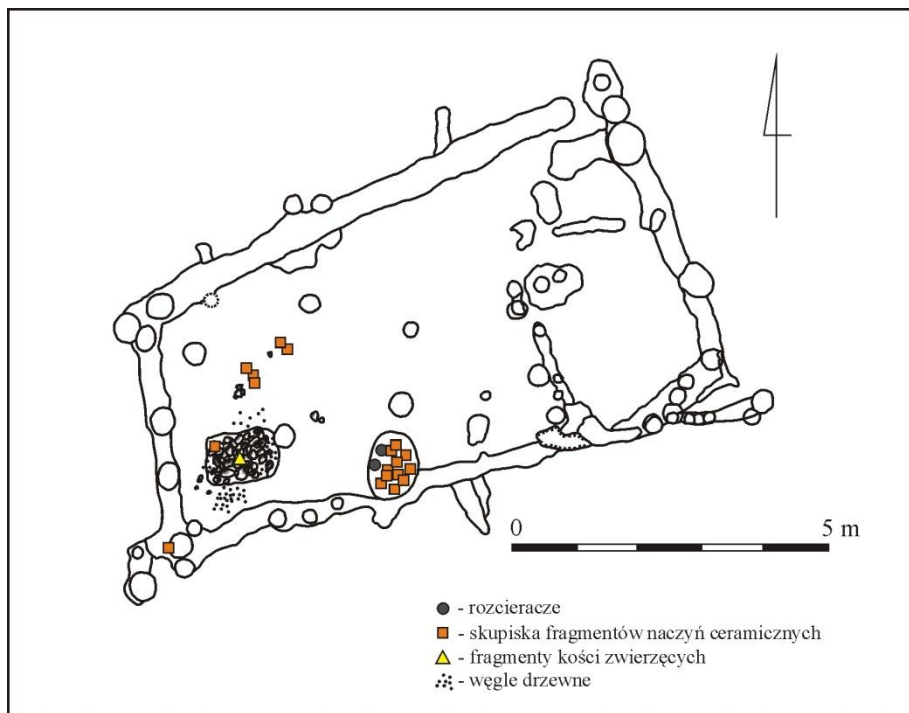
Analizowany obiekt znajdował się bezpośrednio pod poziomem próchnicznym i stanowiły go liczne ślady po słupach oraz negatywy ścian, które tworzyły trapezowaty w planie zarys istniejącego tu niegdyś domostwa o długości 730 cm i szerokości 410 i 340 cm (ryc. 30 i 31). Dłuższe boki usytuowane były na linii północny-wschód/południowy-zachód, przy czym dłuższa ściana znajdowała się od strony północno-wschodniej. Szerokość ścian wynosi od 20 do 40 cm (ryc. 31). Obiekt składał się z trzech części:

- centralnej, w której nie odkryto żadnych przedmiotów zabytkowych;
- południowo-zachodniej, w której zlokalizowano czworoboczne palenisko z kamiennym brukiem, szczątkami kości zwierzęcych i węgielkami drzewnymi oraz skupiska fragmentów naczyń ceramicznych;
- południowo-wschodniej, gdzie rząd śladów po słupach i zaciemnienia tworzyły osobną część użytkową o wymiarach około 2x2 metry. Nie natrafiono tu na żaden materiał zabytkowy.

Przy ścianie południowej stwierdzono obecność jamy gospodarczej z większą ilością ułamków naczyń ceramicznych i dwoma rozcieraczami (ryc. 31).



Ryc. 30. Ruda, gm. Grudziądz - pozostałości lużyckiego domostwa
(fot. A. Rembisz)



Ryc. 31. Ruda, gm. Grudziądz - rozmieszczenie przedmiotów zabytkowych
w obrębie domostwa

Najbliższe otoczenie obiektu stanowiło kilka śladów po słupach umiejscowionych przy południowej ścianie domostwa oraz w układzie prostokątnym od strony południowo-wschodniej. W części południowej i północno-wschodniej odkryto kilka jam, prawdopodobnie o charakterze gospodarczym, od północy palenisko i pozostałości pieca. Po stronie północno-wschodniej zi-

dentyfikowano zaś rozwleczone paleniska i obiekty związane z działalnością brązowniczą.

W jamie gospodarczej położonej około 18 m na wschód od pozostałości domostwa, a w bezpośrednim sąsiedztwie palenisk i obiektów związanych z produkcją brązowniczą, zalegało 217 fragmentów naczyń ceramicznych, fragment żarna, bryłki polepy oraz pręślik dla których uzyskano datę 2710 ± 70 BP (915-909 BC; Ki 10254) [REMBISZ, MARKIEWICZ 2007].

Badania pedologiczne

Na podstawie wyników uzyskanych przez BEDNAREK i JANKOWSKIEGO [2000], we współczesnych glebach rdzawych przykrywających łużyckie warstwy kulturowe, przyjęto jako tło geochemiczne zawartości fosforu ogółem na tym terenie wartość $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Średnia zawartość fosforu ogółem w obrębie pozostałości domostwa i w jego bezpośrednim otoczeniu wynosi $262 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu ogółem w warstwie kulturowej wykazuje pewne prawidłowości (ryc. 32). Wnętrze domostwa odznacza się niewielkim wzbogaceniem w ten pierwiastek w porównaniu z glebami występującymi w jego otoczeniu. Obszary o najwyższej zawartości fosforu ogółem, gdzie wartość wskaźnika „z” dochodziła do 2 (co odpowiada ponad $300 \text{ mgP}_t\cdot\text{kg}^{-1}$, maksymalnie $398 \text{ mgP}_t\cdot\text{kg}^{-1}$), znajdują się na północ i południe od domostwa. Wzbogacenie materiału glebowego w ten pierwiastek w części południowej wynikać może z istnienia tu w przeszłości zagrody dla zwierząt, na co wskazują wyniki badań archeologicznych [REMBISZ, MARKIEWICZ 2007]. Mogło być to również miejsce wyrzucania z domu resztek pożywienia, czy odpadków organicznych. Sposób wykorzystania obszaru na północ od domostwa jest, jak na razie, trudny do wyjaśnienia i wymaga dalszych badań. Najprawdopodobniej jednak, jak sugerują archeolodzy, mogło to być miejsce wyrzucania różnego rodzaju odpadków organicznych (śmietnik?).

W obrębie samego domostwa wyróżnić można trzy strefy różniące się między sobą zawartością fosforu ogółem. Obszar o najwyższej koncentracji tego pierwiastka znajdujący się w południowo-zachodnim fragmencie chaty częściowo pokrywa się z dobrze zachowanymi śladami paleniska (wartość „z” przekracza 2). Było to niewątpliwie miejsce przygotowywania i ewentualnie spożywania posiłków. Tam dopływ zasobnych w fosfor resztek organicznych

był największy. Podobne wyniki uzyskano w trakcie badań domostwa ludności kultury łużyckiej z Grodna, gm. Chełmża [DOMANOWSKI 2005].

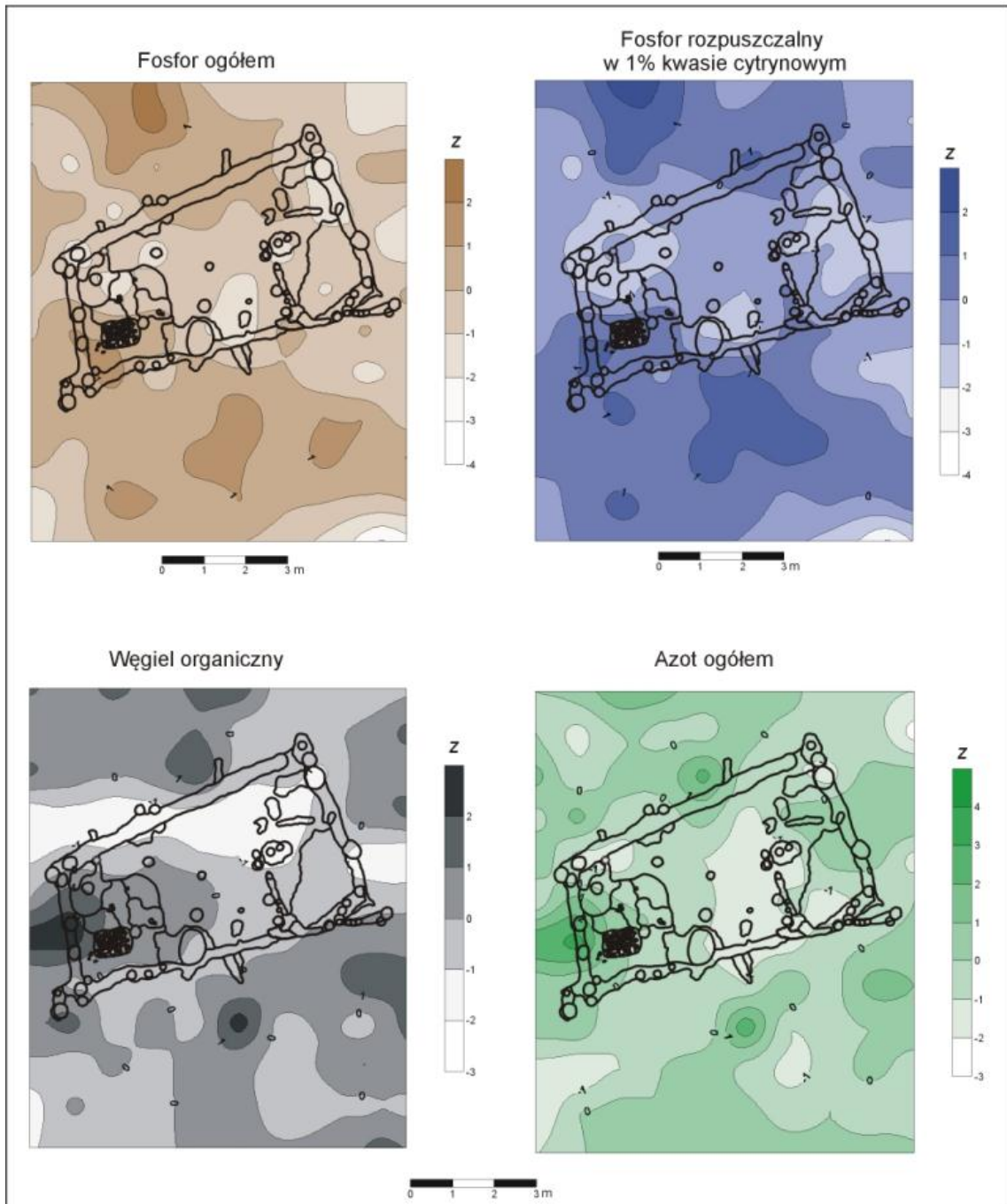
Materiał o najniższej zawartości fosforu (poniżej $200 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), w którym wartości wskaźnika „z” są mniejsze od 0, występuje w trzech częściach domostwa: południowo-wschodniej w pobliżu domniemanego wejścia do chaty, północno-zachodniej, gdzie prawdopodobnie znajdowały się trwałe elementy zabudowy a także w wyznaczonej przez archeologów jamie, wypełnionej fragmentami naczyń (południowa część).

Wartości wskaźnika „z” wynoszące 0-1, występują w obrębie domostwa pomiędzy wyróżnionymi strefami o skrajnych zawartościach fosforu. Były to prawdopodobnie miejsca wzdłuż których przemieszczali się mieszkańcy i nie dochodziło tu do większej akumulacji resztek organicznych z powodu częstego sprzątania. Podobną interpretację można znaleźć w pracach innych badaczy [HUTSON, TERRY 2006; PARNELL I IN. 2002; TERRY I IN. 2004; ZÖLITZ 1980b].

Nasuwa się pytanie, dlaczego w obrębie domostwa zawartości analizowanych pierwiastków są stosunkowo niskie. Najprawdopodobniej jest to spowodowane krótkim okresem zasiedlenia domostwa, któremu kres mógł położyć pożar. Przemawia za tym obecność w warstwie kulturowej bryłek polepy o kremowo szarej barwie (przepalanej wtórnie w wysokiej temperaturze) oraz węgla drzewnych [REMBISZ, MARKIEWICZ 2007].

Stwierdzone prawidłowości są bardziej czytelne na mapie zróżnicowania zawartości fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym (ryc. 32).

W przypadku mapy przestrzennego zróżnicowania zawartości węgla organicznego i azotu ogółem sytuacja wygląda bardzo podobnie (ryc. 32). Można zauważyć, że miejsca o podwyższonej zawartości tych pierwiastków pokrywają się z tymi zaobserwowanymi wcześniej.

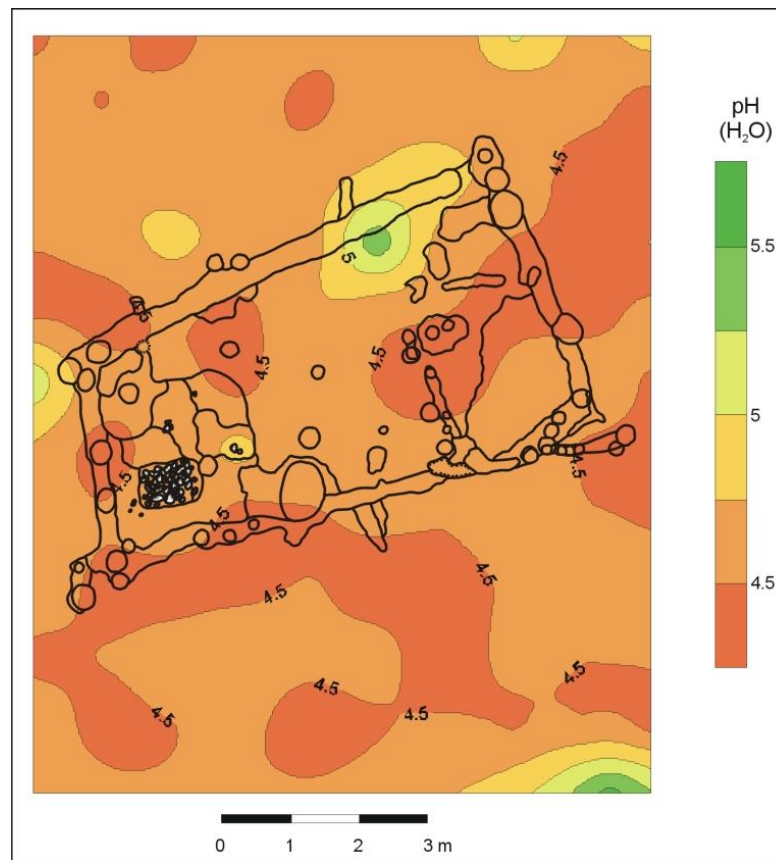


Ryc. 32. Ruda, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w warstwie kulturowej;

$$„Z” = \frac{x - \text{średnia}}{SD}$$

Odczyn gleb na stanowisku archeologicznym w Rudzie był lekko kwaśny (pH w wodzie 4,2-5,6) i charakterystyczny dla gleb rdzawych właściwych [BEDNAREK 1991, SYSTEMATYKA GLEB POLSKI 1989]. Typowe dla naturalnych gleb rdzawych wartości pH w połączeniu z niewielką zmiennością tej cechy wykaza-

ły niewielką wartość interpretacyjną w badaniach dawnego osadnictwa na stanowisku w Rudzie (tab. 10; ryc. 33).



Ryc. 33. Ruda, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie wartości pH w łuzycznej warstwie kulturowej

Z czterech analizowanych statystycznie cech materiału glebowego pochodzącego z łuzycznej warstwy kulturowej, najwyższą wartością współczynnika zmienności (V) charakteryzuje się węgiel organiczny (40%) oraz fosfor rozpuszczalny w 1% kwasie cytrynowym (28%) (tab. 10).

Tab. 10. Ruda, gm. Grudziądz - wybrane parametry statystyczne właściwości materiału glebowego z warstw kulturowych

Właściwość	Średnia±SD	Minimum	Maksimum	V (%)
Warstwa kulturowa, n=110				
P _t (mg·kg ⁻¹)	262±55,1	89	398	21
P _{cyt} (mg·kg ⁻¹)	177±48,7	24	302	28
C _{org} (g·kg ⁻¹)	1,01±0,40	0,20	2,10	40
N _t (g·kg ⁻¹)	0,10±0,02	0,05	0,17	20
pH (H ₂ O)	4,6	4,2	5,6	-
pH (KCl)	4,1	3,8	4,3	-

SD – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, * - dla wartości pH nie obliczono odchylenia standardowego

Na tej podstawie można stwierdzić, że największą wartością interpretacyjną w badaniach archeologicznych charakteryzują się wyniki oznaczeń zawartości węgla organicznego i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym. Do podobnego wniosku skłaniają wyniki badań na omawianym wcześniej stanowisku w Kobylance. W obrębie obiektów znajdujących się na ubogich, kwaśnych i piaszczystych glebach, do celów archeologicznych, właściwsze wydaje się być stosowanie metody analizy zawartości fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym.

7. SPECYFIKA GLEB W OBRĘBIE OBIEKTÓW ARCHEOLOGICZNYCH

Człowiek, przebywając na danym obszarze, podczas swego codziennego życia dostarczał na zamieszkiwaną powierzchnię gleby różne substancje pochodzenia zarówno organicznego, jak i mineralnego. W zależności od intensywności i rodzaju działalności człowieka oraz czasu jego bytowania, ilość tych substancji bywała różna. W wyniku mineralizacji resztek organicznych i akumulowania mineralnych, dochodziło do powstawania antropogenicznego poziomu próchnicznego (zwanego w archeologii warstwą kulturową) którego miąższość i właściwości są różne, jak różne są społeczności, które go tworzyły.

Badane stanowiska archeologiczne charakteryzowały się występowaniem w ich obrębie gleb antropogenicznych (anthrosoli), powstałych w istniejącym materiale glebowym (stanowiska w Kobylance i Rudzie) i warstw kulturowych utworzonych w wyniku nanoszenia materiału mineralnego występującego w sąsiedztwie (Płutowo i Pokrzydowo). Miąższość gleb antropogenicznych waha się od kilkudziesięciu (stanowisko w Gzinie) do 260-270 centymetrów (stanowiska w Pokrzydowie, Płutowie i Gzinie). Anthrosole charakteryzują się budową warstwową a liczba warstw kulturowych pokrywa się z liczbą faz osadniczych w danym obiekcie. Były to okresy względnej stabilizacji powierzchni terenu, w czasie których dochodziło do akumulacji materii organicznej i odpadków związanych z codziennym życiem. W związku z tym warstwy kulturowe charakteryzują się zwykle czarną, brązową lub ciemnoszarą barwą wynikającą z nagromadzenia większych ilości materii organicznej a także wyróżniają się odmiennymi właściwościami chemicznymi od gleb występujących w sąsiedztwie. Znamienne jest ich wzbogacenie w fosfor. W przypadku gleb, gdzie działalność człowieka była niezbyt intensywna (Pokrzydowo), podwyższenie zawartości fosforu nie było duże, nieprzekraczające dwukrotnej wartości określonej dla tła. Natomiast na pozostałych stanowiskach zawartość fosforu kilkakrotnie przekraczała wartość wyznaczoną dla otoczenia. Świadczy to o intensywnej działalności człowieka na danym obszarze i pośrednio może informować o czasie trwania osadnictwa oraz o liczebności populacji ludzkiej zamieszkującej osady. Wynika to z prostej zasady, że dłuższy czas osadnictwa oraz większa liczba ludności przyczyniały się do akumulacji większej ilości materiału organicznego zasobnego w fosfor. Okazało się jednak, że nie tylko fosfor

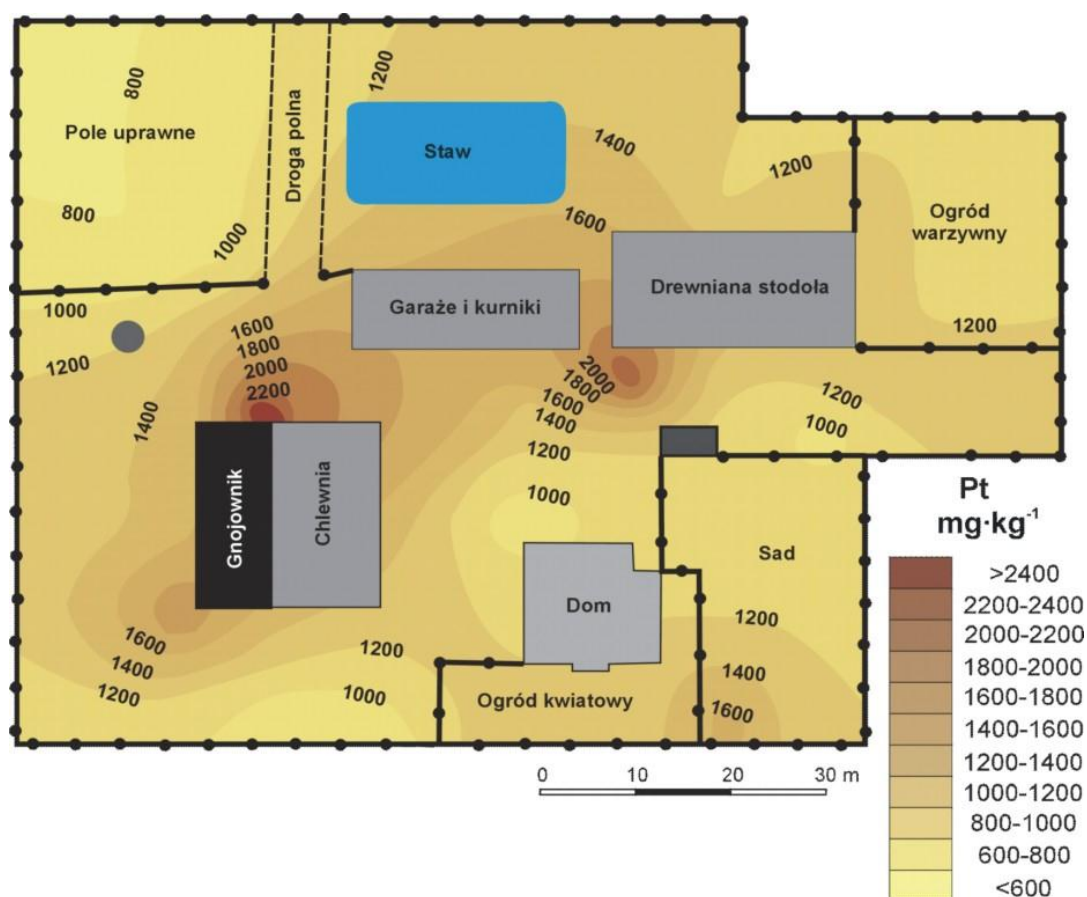
jest dobrym wskaźnikiem dawnej antropopresji. Gleby w obrębie badanych stanowisk archeologicznych charakteryzowały się także podwyższoną zawartością węgla organicznego, azotu ogółem a także z reguły wykazywały wyższe wartości pH.

Analizując profilowe zróżnicowanie zawartości węgla organicznego, azotu ogółem, form fosforu, wartości pH i innych, daje się zaobserwować charakterystyczny model, w którym podwyższona zawartość fosforu, węgla i azotu odpowiada warstwom kulturowym, natomiast materiał je rozdzielający odznacza się niższą zawartością tych pierwiastków.

Konsekwencją wzbogacenia gleb w materię organiczną jest zmiana charakteru pokrywy roślinnej. Podwyższenie zasobności siedliska w składniki odżywcze dla roślin oraz poprawa warunków powietrzno-wodnych gleb wpływają stymulująco na rozwój roślin. Często pojawiają się nowe gatunki [KAMIŃSKI 2006]. Doskonałym przykładem może być profil wykonany poprzez przecięcie obiektu archeologicznego zlokalizowanego pod kępą zboża w obrębie zespołu osadniczego w Kałdusie [BEDNAREK I IN. 2004]. W zbożu porastającym współcześnie analizowany obiekt w okresie od maja do lipca 2002 roku zaobserwowano liczne płatki zboża wyróżniające się długością źdźbeł (różnice dochodzące do 50 cm) oraz barwą (intensywnie zieloną wczesną wiosną i jasnożółtą latem). Po przeanalizowaniu materiału glebowego pod jedną z takich kęp stwierdzono, że szybszy rozwój zboża spowodowany jest obecnością niewielkich obiektów archeologicznych pod powierzchnią terenu. Materiał wypełniający takie obiekty odznacza się podwyższoną, w porównaniu z otoczeniem, zawartością materii organicznej, co wpływa na zwiększenie wilgotności i dostępności składników pokarmowych. Zawartość fosforu ogółem w warstwach antropogenicznych znacznie przekraczała zawartości tego pierwiastka w otoczeniu (9020 w porównaniu z 700 mg·kg⁻¹ w otoczeniu). Takie obszarowo ograniczone nagromadzenie fosforu wiązać można ze sposobem wykorzystania tego terenu w przeszłości. Najprawdopodobniej była to jama zasobowo/magazynowa, służąca przechowywaniu pożywienia lub jama śmietniskowa, gdzie gromadzono odpadki, przede wszystkim pochodzenia organicznego.

8. DIAGNOZA ZASIĘGU DAWNEJ ANTROPOPRESJI

Działalność człowieka w przeszłości powodowała przekształcanie pokrywy glebowej także w przestrzeni. W zależności od rodzaju materiału gromadzonego na powierzchni terenu, a także sposobu wykorzystania przez człowieka zamieszkiwanego terenu, zmiany te mogą się obecnie manifestować w różny sposób. Inne rodzaje substancje akumulowane były na powierzchni terenu w miejscach wykorzystywanych jako pola uprawne, inne na terenie zagród dla zwierząt, a jeszcze inne w bezpośrednim sąsiedztwie domostw.



Ryc. 34. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu w powierzchniowej warstwie gleby (0-10 cm) w obrębie współczesnego gospodarstwa rolnego w Nowej Wsi Królewskiej, gm. Płużnica [PAJAK 2006]

W interpretacji dawnych działań ludzkich można odnieść się do współczesnych gospodarstw rolnych, co może pomóc w podjęciu prób rekonstrukcji zróżnicowania funkcjonalnego dawnych osiedli oraz poszczególnych domostw. W tym kontekście ciekawie przedstawiają się wyniki badań przeprowadzonych

przez Zakład Gleboznawstwa UMK. Badano zawartość fosforu w powierzchniowej warstwie gleby (głębokość 0-10 cm) w obrębie współczesnego gospodarstwa rolnego znajdującego się w miejscowości Nowa Wieś Królewska, gm. Płużnica.

Z przedstawionej mapy zróżnicowania zawartości fosforu ogółem (ryc. 34) wynika, że najwyższe zawartości tego pierwiastka (ponad 3000), kilkakrotnie przewyższające wartość przyjętą za tło geochemiczne (poniżej 500 mg·kg⁻¹), występują w glebie w bezpośrednim sąsiedztwie gnojownika, na obszarze objętym awarią kanalizacji (północna część zagrody) oraz w miejscach, gdzie przebywały lub przebywają zwierzęta (południowo-zachodni róg stodoły oraz część określona jako sad). Najniższe zawartości fosforu ogółem stwierdzono w obrębie przydomowego pola uprawnego oraz na podwórku, w sąsiedztwie domu. Należy podkreślić, że nawet najniższe zawartości fosforu w powierzchniowej warstwie gleby znacznie przewyższają wartości przyjęte jako tło geochemiczne.

Podobne wyniki uzyskali SAPEK I SAPEK [1999] dla gospodarstwa rolnego na Mazowszu. Tam najwyższe zawartości fosforu ogółem stwierdzono w powierzchniowej warstwie gleby (0-10 cm) na wybiegu dla kurcząt, natomiast najniższe w obrębie przydomowego ogródka.

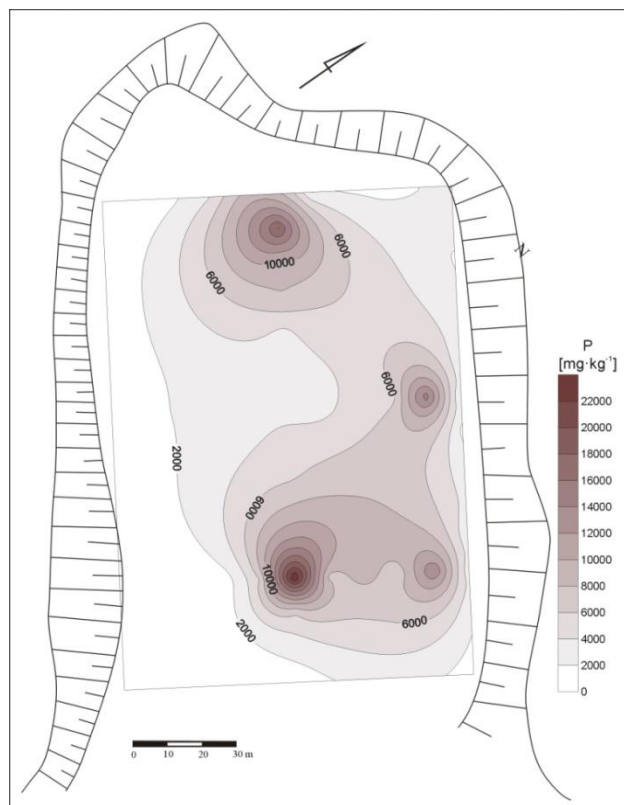
Aby na podstawie wyników analiz glebowych diagnoza zasięgu i zróżnicowania funkcjonalnego dawnych osiedli ludzkich była bardziej precyzyjna, archeolodzy zakładają eksperymentalne stanowiska badawcze, w których rekonstruuje się osady, funkcjonujące tak jak w przeszłości (stosując m.in. podobne metody uprawy ziemi czy hodując zwierzęta). Ilustracją takiej działalności może być doświadczalna farma z epoki żelaza założona w 1975 roku w Wielkiej Brytanii [MACPHAIL I IN. 2004].

Dobrym przykładem wykorzystania wyników analiz gleb w badaniach pedoarcheologicznych jest próba określenia zróżnicowania funkcjonalnego lużyckiego osiedla obronnego z Grodna w gminie Chełmża na podstawie analizy zawartości fosforu ogółem [BEDNAREK I IN. 2003; BEDNAREK, MARKIEWICZ 2007b]. Na podstawie tej analizy, w powiązaniu z danymi archeologicznymi, udało się autorom określić wygląd dawnego osiedla, zlokalizować miejsca występowania chat i towarzyszących im różnego rodzaju jam, zagród dla zwierząt, dróg oraz placów. Podobne wyniki uzyskali także inni pedoarcheolodzy (m.in.: ENTWISTLE I IN. 1998, 2000; GRIFFITH 1981; HUTSON, TERRY 2006; JAMES 1999; PARNELL I IN. 2002; TERRY I IN. 2004).

Badania pedologiczne przeprowadzone na stanowiskach w Gzinie i Kobylance pozwoliły na rekonstrukcję funkcjonalnego zróżnicowania dawnych osiedli ludzkich. Wykonane w materiale glebowym analizy chemiczne w powiązaniu z danymi uzyskanymi od archeologów umożliwiły wskazanie miejsc o największej aktywności człowieka, gdzie ilość dostarczanych resztek organicznych była największa. Miejsca o najwyższej zawartości węgla, azotu a szczególnie fosforu odpowiadają obszarom, gdzie zlokalizowane były chaty i często towarzyszące im jamy odpadkowe, czy przechowalnicze. Natomiast miejsca o najniższej zawartości tych pierwiastków odpowiadają przede wszystkim centralnym placom i drogom, które mogły być utwardzane i regularnie sprzątane.

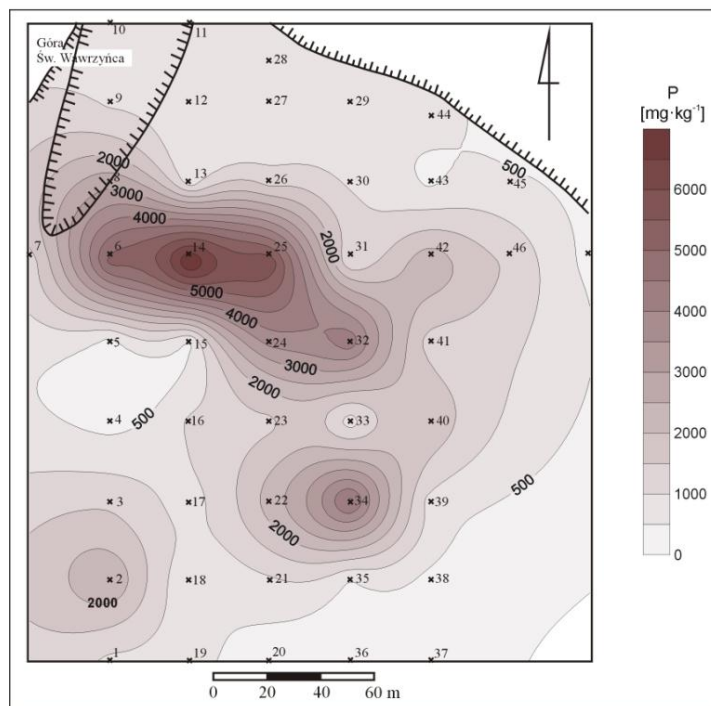
Interpretacja wyników uzyskanych na stanowisku w Rudzie pozwoliła na określenie funkcji terenu w obrębie łużyckiego domostwa i w jego bezpośrednim otoczeniu. Podobnie jak w Kobylance i Gzinie miejsca o najwyższej zawartości obu form fosforu, węgla organicznego i azotu ogółem kojarzyć należy z największą ilością wyrzucanych odpadków pochodzenia organicznego. Na stanowisku w Rudzie do takich miejsc należą śmietnisko znajdujące się na północ od domostwa oraz prawdopodobna zagroda dla zwierząt znajdująca się w części południowej. Stosunkowo wysoką zawartość C_{org} , N_t , P_{cyt} i P_t zanotowano także w obrębie chaty, w miejscu gdzie przygotowywano posiłki, a więc w pobliżu paleniska. Z kolei najniższą zawartość analizowanych pierwiastków stwierdzono w granicach chaty, gdzie znajdowały się trwałe elementy zabudowy, w części wejściowej oraz w jamie, w której znaleziono liczne odłamki naczyń glinianych i rozcieracz.

Analiza map przestrzennego rozmieszczenia zawartości fosforu ogółem w glebach stanowisk archeologicznych umożliwia także określenie zasięgu dawnego osadnictwa. Na stanowisku archeologicznym w Boguszewie, gm. Gruta, badania gleb i wykonane mapy umożliwiły wyznaczenie zasięgu grodziska na podstawie przebiegu izolinii zawartości fosforu ogółem wynoszącej $2000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (ryc. 35) [BEDNAREK, MARKIEWICZ 2006].



Ryc. 35. Boguszewo gm. Gruta - przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu w luźnej warstwie kulturowej [BEDNAREK, MARKIEWICZ 2006]

Podobnie, badania prowadzone na stanowisku archeologicznym w Kałdusie, gm. Chełmno umożliwiły wyznaczenie południowej i południowo-wschodniej granicy wczesnośredniowiecznej osady podgrodowej [BEDNAREK I IN. 2004]. Z ryciny 36 wynika, że izolinia $500 \text{ mgP}\cdot\text{kg}^{-1}$ stanowi granicę antropogenicznej działalności człowieka na analizowanym obszarze. Uzyskana wartość pokrywa się z tłem geochemicznym zawartości fosforu ogółem w glebach naturalnych, występujących w bezpośrednim sąsiedztwie stanowiska.



Ryc. 36. Kaldus, gm. Chelmino - przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu ogółem we wczesnośredniowiecznej warstwie kulturowej [BEDNAREK I IN. 2004]

Określenie zasięgu dawnego osadnictwa na podstawie analiz gleb na stanowiskach archeologicznych możliwe jest przede wszystkim dlatego, że najintensywniejsza działalność człowieka, zachodziła na stosunkowo niewielkim obszarze. Codzienna aktywność doprowadziła do akumulacji dużych ilości materiału pochodzenia organicznego (m.in. śmieci, resztek pożywienia i in.), które podlegały następnie procesowi mineralizacji. Te swoiste ślady funkcjonowania ludzi akumulują się w glebie i mogą być współcześnie identyfikowane metodami analitycznymi [SCUDDER 1996].

9. MOŻLIWOŚCI OCENY INTENSYWNOŚCI DAWNEJ ANTROPOPRESJI

Jednym z zadań badawczych pracy było powiązanie uzyskanych zawartości fosforu z innymi właściwościami gleby w celu wyznaczenia dodatkowych wskaźników dawnej działalności człowieka i określenia stopnia antropopresji gleb. Na podstawie interpretacji podstawowych parametrów statystycznych (tab. 8-10), obliczonych dla gleb na badanych przestrzennie stanowiskach (Gzin, Kobylanka i Ruda) stwierdzono, że najwyższa zmienność zawartości fosforu ogółem, fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym oraz wartości pH występuje na stanowiskach, które uległy największym przekształceniom antropogenicznym (obie warstwy kulturowe na stanowisku w Gzinie). Wartość współczynnika zmienności przekracza 30%, co niewątpliwie sugeruje, że na przestrzenne zróżnicowanie tych właściwości wpływ miała dawna działalność człowieka. Podwyższona zawartość obu form fosforu w wysokim stopniu koreluje z zawartością węgla organicznego i wartościami pH (tab. 11 i 12). Także duża liczba artefaktów archeologicznych potwierdza te wyniki.

Tab. 11. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska – współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego w II warstwie kulturowej

Parametr	C _{org}	N _t	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	P _{cyt}	P _t
C _{org}	1					
N _t	0,8439	1				
pH(H ₂ O)	0,1323	-0,0137	1			
pH(KCl)	0,2154	0,0265	0,9533	1		
P _{cyt}	0,5574	0,5001	0,5745	0,5933	1	
P _t	0,7558	0,5774	0,5137	0,5939	0,8788	1

czerwona barwa oznacza korelację istotną przy $p < 0,01$

Tab. 12. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska – współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego w I warstwie kulturowej

Parametr	C _{org}	N _t	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	P _{cyt}	P _t
C _{org}	1					
N _t	0,8583	1				
pH(H ₂ O)	0,0012	-0,2246	1			
pH(KCl)	0,0665	-0,2010	0,9734	1		
P _{cyt}	0,4785	0,2747	0,6839	0,7434	1	
P _t	0,6678	0,4038	0,5570	0,6424	0,9229	1

czerwona barwa oznacza korelację istotną przy $p < 0,01$
 zielona barwa oznacza korelację istotną przy $p < 0,05$

W obrębie pozostałości łżyckiego domostwa w Rudzie współczynniki zmienności nie były wysokie (około 20%) i nie stwierdzono wysokiej korelacji między zawartością obu form fosforu a pozostałymi właściwościami gleb, poza azotem i pH (tab. 13). Ślady dawnej działalności człowieka przejawiają się jedynie podwyższoną w stosunku do tła zawartością form fosforu. Pozostałe właściwości, nieodbiegające od typowych dla gleb rdzawych, wynikać mogą z procesów diagenetycznych, jakim podlegała ta gleba przez ostatnie 2500 lat. Jedynie fosfor, będący pierwiastkiem bardzo konserwatywnym, jest jedynym śladem po dawnej działalności człowieka.

Tab. 13. Ruda, gm. Grudziądz - współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego z łżyckiej warstwy kulturowej

Parametr	C _{org}	N _t	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	P _{cyt}	P _t
C _{org}	1					
N _t	0,6183	1				
pH(H ₂ O)	-0,1636	-0,1315	1			
pH(KCl)	-0,2446	-0,3591	0,4015	1		
P _{cyt}	0,1448	0,1588	-0,2203	0,3154	1	
P _t	0,1658	0,3186	-0,1994	0,1531	0,8662	1

czerwona barwa oznacza korelację istotną przy $p < 0,01$
 zielona barwa oznacza korelację istotną przy $p < 0,05$

Na stanowisku archeologicznym w Kobylance zmienność analizowanych parametrów (C_{org}, N_t, pH, P_{cyt} i P_t) kształtowała się podobnie jak w Rudzie, z tym że zaobserwowano istotną statystycznie korelację między zawartościami obu form fosforu a zawartościami węgla organicznego i azotu ogółem oraz, w przypadku P_{cyt} także z pH (tab. 14).

Tab. 14. Kobylanka, gm. Grudziądz - współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego z warstwy kulturowej

Parametr	C _{org}	N _t	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	P _{cyt}	P _t
C _{org}	1					
N _t	0,9649	1				
pH(H ₂ O)	0,1758	0,2136	1			
pH(KCl)	0,2232	0,2588	0,9881	1		
P _{cyt}	0,5197	0,5904	0,5195	0,5220	1	
P _t	0,5386	0,5969	0,0546	0,0668	0,7642	1

czerwona barwa oznacza korelację istotną przy $p < 0,01$
 zielona barwa oznacza korelację istotną przy $p < 0,05$

Analizując tabele współczynników korelacji Pearsona na badanych przestrzennie stanowiskach archeologicznych (Gzin, Kobylanka, Ruda) można stwierdzić, że istnieje istotna statystycznie korelacja między zawartościami obydwu form fosforu na wszystkich obiektach (tab. 11-14). Współczynniki korelacji Pearsona dochodzą do 0,96 przy poziomie istotności $p < 0,01$. Z jednej strony wydaje się to logiczne, gdyż fosfor rozpuszczalny w 1% kwasie cytrynowym (P_{cyt}) jest częścią fosforu ogółem. Jednak jak wynika z przeprowadzonych analiz zawartość P_{cyt} może stanowić od około 20 do prawie 100% całkowitej zawartości tego pierwiastka w glebie.

Między zawartością węgla organicznego i azotu ogółem również obserwuje się wysokie wartości współczynnika korelacji, z wyjątkiem stanowiska w Rudzie. Niższa wartość współczynnika korelacji na tym stanowisku spowodowana jest niewielką zawartością C_{org} i N_t w warstwie kulturowej, która w przypadku azotu mieści się w niektórych próbkach w granicach błędów analizy. Ponadto obiekt z Rudy wyróżnia się bardzo niskimi wartościami współczynnika korelacji między wszystkimi cechami gleb. Pozostałe stanowiska archeologiczne wykazują wysokie lub bardzo wysokie wartości współczynnika korelacji między zawartością fosforu ogółem i węgla organicznego oraz azotu ogółem i P_{cyt} oraz pH.

Uzyskane wyniki niewątpliwie potwierdzają przydatność analizy zawartości fosforu w glebach w badaniach dawnej antropopresji, szczególnie na obszarach, gdzie procesy diagenetyczne spowodowały znaczący ubytek zawartości materii organicznej, a co za tym idzie także węgla organicznego i azotu ogółem.

Na podstawie uzyskanych rezultatów trudno jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, czy bardziej przydatna jest analiza zawartości fosforu ogółem, czy też fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym? Nieco wyższe wartości współczynnika zmienności sugerują, że jest nią P_{cyt} , jednak zakres stosowania tej metody ograniczony głównie do gleb kwaśnych i obojętnych każe uznać metodę zawartości fosforu ogółem jako bardziej uniwersalną. Tak więc na stanowiskach archeologicznych znajdujących się na ubogich glebach piaszczystych, lepsze rezultaty dostarcza metoda oznaczania zawartości fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym. Niewątpliwie jednak dobór właściwej metody oznaczania fosforu na stanowiskach archeologicznych poprzedzony musi być dokładnym rozpoznaniem warunków glebowych.

Na podstawie uzyskanych wyników analiz trudno pokusić się o wyznaczenie innych, uniwersalnych wskaźników dawnej działalności człowieka, poza zawartościami fosforu w glebie. Różny wiek stanowisk, sposób wykorzystania przez różne ilościowo grupy ludzkie, zmienny czas zasiedlenia a także duże zróżnicowanie materiału macierzystego powodują, że każde stanowisko archeologiczne jest swoistym indywidualum, które należy traktować w sposób szczególny, biorąc pod uwagę jak największą liczbę danych. Dodatkowym czynnikiem wpływającym w sposób znaczący na uzyskiwane wyniki badań jest także współczesna działalność człowieka, która może utrudniać prawidłowe wnioskowanie.

Jak już wspomniano we wstępie, gleby stanowisk archeologicznych stanowią specyficzny twór powstały w wyniku naturalnych procesów glebotwórczych oraz glebotwórczej, często nieintencjonalnej działalności człowieka. W większości przypadków są one pogrzebane pod warstwą osadów, w których wykształciły się nowe gleby, najczęściej o innych właściwościach. Wpływ starych, pogrzebanych gleb na wartość ekologiczną i użytkową jest duży a często niedoceniany w różnego rodzaju pracach siedliskowych czy waloryzacyjnych. Paleogleby, oprócz faktu, że dla archeologów są cennym źródłem informacji o dawnej działalności człowieka, poprzez swoje specyficzne właściwości zmieniają wartość użytkową i ekologiczną terenu. Ich główną cechą jest podwyższona w porównaniu z otoczeniem zawartość materii organicznej, często kilku- lub kilkunastokrotna. Jest ona szczególnie istotna w glebach ubogich w materię organiczną, piaszczystych. O zawartości materii organicznej w glebach naturalnych decydują przede wszystkim czynniki siedliskowe, a szczególnie panu-

jące w glebie stosunki wodno-powietrzne [GONET 2007]. Dlatego też w glebach piaszczystych naturalna zawartość próchnicy w glebach jest niewielka.

Obecność podwyższonej działalnością człowieka zawartości próchnicy, w warstwach kulturowych, wpływa na wiele innych właściwości gleb [PRUSINKIEWICZ 1961, 1965; PUCHALSKI, PRUSINKIEWICZ 1975; ANDRZEJEWSKI 1993; DZIAŁOWIEC 1993; GONET 2007; ZAUJEC 2007; STEWART, SHARPLEY 1987]. Wymienić tu należy przede wszystkim wpływ na poprawę właściwości fizycznych (wzrasta jej higroskopijność, pojemność wodna i sorpcyjna, zmniejsza się gęstość objętościowa), chemicznych (wzrastają właściwości buforowe i sorpcyjne, zwiększa się przyswajalność mikropierwiastków przez rośliny, próchnica stanowi źródło związków azotu, fosforu czy siarki, ma zdolności wiązania pestycydów) czy biologicznych (głównie poprzez regulację liczebności bakterii i grzybów). Dlatego też gleby, w których profilu glebowym występują warstwy kulturowe, charakteryzują się większą wartością użytkową, na takich glebach osiąga się wyższe plony, natomiast zbiorowiska leśne odznaczają się większą bioróżnorodnością i żyźniejszymi typami siedliskowymi, chociaż często z obecnością gatunków synantropijnych [KAMIŃSKI 2006].

10. PODSUMOWANIE

Badania gleb występujących na wybranych stanowiskach archeologicznych ziemi chełmińskiej (wczesnośredniowieczne grodziska w Pokrzydowie i Płutowie, grodzisko ludności kultury łużyckiej w Gzinie, osada otwarta ludności kultury pomorskiej w Kobylance oraz pozostałości domostwa ludności kultury łużyckiej w Rudzie) dostarczyły wielu cennych informacji dotyczących wpływu dawnej antropopresji na pokrywę glebową. Analizowano wpływ działalności człowieka na przekształcenia gleb zarówno w budowie profilowej, jak i w przestrzeni.

W obrębie dawnych osad ludzkich występują gleby antropogeniczne, warstwy kulturowe i kopalne poziomy genetyczne gleb naturalnych. Osady zamknięte, zajmujące niewielki, ograniczony obszar (grodziska w Pokrzydowie, Płutowie i Gzinie) odznaczają się obecnością gleb antropogenicznych o dużej miąższości, dochodzącej do głębokości 260-270 cm (na stanowiskach w Płutowie i Gzinie). Natomiast osady otwarte (Kobylanka) lub też obiekty wchodzące w skład takich osad (pozostałości domostwa w Rudzie) charakteryzują się obecnością jedynie pogrzebanych warstw kulturowych o niewielkiej miąższości (od kilku do 50 cm).

Analiza morfologii i właściwości gleb pozwala określić liczbę faz osadniczych na podstawie obecności warstw kulturowych świadczących o okresach względnej stabilizacji powierzchni terenu. Morfologicznie warstwy kulturowe charakteryzują się najczęściej barwą ciemniejszą od sąsiadujących z nimi poziomów (niższe wartości nasycenia i jasności barwy według Munsella) oraz obecnością artefaktów związanych z działalnością człowieka (m.in. fragmentów naczyń glinianych, odłupków krzemienych, polepy, nadpalonych kamieni czy węgielków drzewnych). Właściwości chemiczne warstw kulturowych wykazują najczęściej podwyższoną w stosunku do geochemicznego tła zawartość fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym a także bardzo często wyższą zawartość węgla organicznego i azotu ogółem. Zawartość fosforu ogółem (oznaczonego metodą Blecka w modyfikacji Gebhardta) w warstwach kulturowych gleb na badanych stanowiskach archeologicznych ziemi chełmińskiej była zróżnicowana w zależności od uziarnienia materiału macierzystego. W glebach piaszczystych, pozbawionych koloidów mineralnych, zawartość fos-

foru ogółem przekraczała $150 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w glebach wytworzonych z materiału drobnoziarnistego, charakteryzującego się bogatym kompleksem sorpcyjnym - $500 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Różnice w analizowanych właściwościach gleb (przede wszystkim zawartości form fosforu a także węgla organicznego, azotu ogółem i wartości pH) w stosunku do geochemicznego tła pozwalają na wyznaczenie zasięgu oraz intensywności osadnictwa i oszacowania czasu jego trwania. W przypadku gleb, gdzie działalność człowieka nie była zbyt intensywna (grodzisko w Pokrzydowie o charakterze refugium) lub też gleb o niewielkim kompleksie sorpcyjnym i krótko zasiedlonych (Ruda i Kobylanka), podwyższenie zawartości fosforu nie było duże, nieprzekraczające dwukrotnej wartości określonej dla tła. Natomiast na pozostałych stanowiskach, zamieszkiwanych przez liczną populację ludzi przez dłuższy czas (grodziska w Płutowie i Gzinie), zawartość fosforu kilkakrotnie przekraczała wartość wyznaczoną dla otoczenia.

Interpretacja przestrzennego zróżnicowania analizowanych pierwiastków oraz wartości pH w warstwie kulturowej umożliwia, w powiązaniu z danymi archeologicznymi, wnioskowanie co do sposobu wykorzystania przestrzeni zarówno w obrębie dawnych osad (Gzin i Kobylanka), jak i pojedynczych domostw (Ruda). Miejsca w obrębie osad charakteryzujące się najwyższą zawartością węgla, azotu a szczególnie fosforu odpowiadają obszarom, gdzie zlokalizowane były chaty i towarzyszące im jamy odpadkowe i/lub przechowalnicze. Natomiast obszary o najniższej zawartości tych pierwiastków odpowiadają przede wszystkim centralnym placom i drogom, które mogły być utwardzane i regularnie sprzątane. Na stanowisku w Rudzie miejsca o najwyższej zawartości obu form fosforu, węgla organicznego i azotu ogółem kojarzyć należy ze śmietniskiem znajdującym się na północ od domostwa oraz z domniemaną zagrodą dla zwierząt znajdującą się w części południowej. Wewnątrz chaty stosunkowo wysoką zawartość C_{org} , N_t , P_{cyt} i P_t zanotowano w miejscu gdzie przygotowywano posiłki, a więc w pobliżu paleniska. Z kolei najniższą zawartość analizowanych pierwiastków stwierdzono w miejscach występowania trwałych elementów zabudowy oraz w części wejściowej i w obrębie jamy przechowalniczej, w której znaleziono liczne odłamki naczyń i rozcieracz.

Z przeprowadzonych badań wynika, że najwyższą wartością interpretacyjną, w badaniach pedoarcheologicznych, charakteryzuje się analiza zawartości fosforu w glebach. Przeprowadzone porównawcze analizy zawartości fosforu ogółem w glebach (metoda Blecka w modyfikacji Gebhardta, stosowana po-

wszechnie w badaniach pedoarcheologicznych w Europie Zachodniej) oraz fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym (metoda stosowana w celach diagnostycznych w międzynarodowych klasyfikacjach gleb i w obowiązującej Systematyce gleb Polski) wykazały, że w przypadku gleb wytworzonych z materiału o cięższym uziarnieniu, w których zawartości tego pierwiastka są wysokie, przekraczające $1000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, lepsze rezultaty daje analiza zawartości fosforu ogółem. Natomiast na stanowiskach charakteryzujących się niższymi zawartościami fosforu oraz tam gdzie odczyn gleb jest zasadowy, korzystniejsze jest stosowanie analizy zawartości fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym.

Ze względu na wzbogacenie gleb antropogenicznych w materię organiczną do znacznych głębokości, gleby stanowisk archeologicznych odznaczają się wysoką wartością ekologiczną. Ma to szczególne znaczenie w obszarach występowania ubogich gleb piaszczystych, w których podwyższona w stosunku do tła zawartość próchnicy jest źródłem wielu cennych substancji odżywczych dla roślin.

11. SPIS LITERATURY

- Andrzejewski L., 2000: *Rzeźba terenu*, [w:] *Przyroda ziemi chełmińskiej*, (red. A. Giziński, B. Chrapkowski, W. Tomaszewski). Polski Klub Ekologiczny, Bydgoszcz: 8-10;
- Andrzejewski M., 1993: *Znaczenie próchnicy dla żyzności gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 411: 11-22;
- Andrzejewski M., Socha T., 1998: *Fosfor i jego przydatność w badaniach archeologicznych*, [w:] *Nauki przyrodnicze i fotografia lotnicza w archeologii* (red. W. Śmigielski). Muzeum Archeologiczne w Poznaniu;
- Arrhenius O., 1929: *Die Phosphatfrage*. Zeitschrift für Pflanzenernahrung, Düdung und Bodenkunde, 14A: 185-194;
- Bagniewski Z., 1977: *Dokumentacja z badań archeologicznych przeprowadzonych w okolicach Chełmży*. Katedra Archeologii Uniwersytetu Wrocławskiego, maszynopis, materiały Muzeum Archeologicznego w Toruniu;
- Banaszuk H., Banaszuk P., Kondratiuk P., 1996: *Gleby na terenie prehistorycznej osady w Haćkach w okolicach Bielska Podlaskiego*. Roczn. Glebozn., 47/1/2: 113-122;
- Bączkowski W., 2004: *Przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu w glebach osady obronnej kultury łużyckiej w Gzinie (pow. Chełmno)*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Bednarek R. 1991: *Wiek geneza i stanowisko systematyczne gleb rdzawych w świetle badań paleopedologicznych w okolicach Osia (Bory Tucholskie)*. Rozprawy UMK, Toruń: 102;
- Bednarek R., 2000: *Gleby kopalne jako źródło informacji o zmianach środowiska przyrodniczego*. AUNC Geografia, 31: 47-63;
- Bednarek R., 2002: *Diagenetic changes in sandy buried soils*, [w:] *Paleopedology problems in Poland* (red. B. Manikowska, K. Konecka-Betley, R. Bednarek). Łódzkie Tow. Nauk.: 47-57;
- Bednarek R., 2007: *Znaczenie studiów paleopedologicznych w archeologii środowiskowej*, [w:] *Środowisko-Człowiek-Cywilizacja*, t. 1, Seria wydawnicza Stowarzyszenia Archeologii Środowiskowej. *Studia interdyscyplinarne nad środowiskiem i kulturą w Polsce* (red. M. Makohonienko, D. Makowiecki, Z. Kurnatowska). Bogucki Wyd. Nauk. Poznań: 71-91;
- Bednarek R., 2008: *Wykorzystanie metod gleboznawczych i paleopedologicznych w badaniach archeologicznych*, [w:] *Człowiek i środowisko przyrodnicze we wczesnym średniowieczu w świetle badań interdyscyplinarnych* (red. W. Chudziak). Toruń: 63-106;

- Bednarek R., Jankowski M., 2000: *Wyniki badań paleopedologicznych przeprowadzonych na stanowisku archeologicznym Ruda 4*. Manuskrypt w Instytucie Archeologii UMK. Toruń: 22;
- Bednarek R., Markiewicz M., 2006: *Rekonstrukcja granic dawnych kultur na podstawie badań właściwości gleb*, [w:] *Granice w krajobrazach kulturowych* (red. J. Plit), Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG nr 5, Sosnowiec: 128-138;
- Bednarek R., Markiewicz M., 2007a: *Zawartość fosforu w glebach jako wskaźnik dawnej działalności człowieka na wczesnośredniowiecznych grodziskach w Pokrzydowie i Gronowie (Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie, [w:] Zapis działalności człowieka w środowisku przyrodniczym* (red. E. Smolska, P. Szwarczewski), tom III, Wydawnictwo SWPR, Warszawa: 7-14;
- Bednarek R., Markiewicz M., 2007b: *Ślady zabudowy osady obronnej ludności kultury łużyckiej w Grodnie, gm. Chełmża (stan. 6), na podstawie analizy zawartości fosforu*. *Archeologia Epok Brązu i Żelaza. Studia i materiały*. Tom 1 (red. J. Gackowski). Toruń, s. 233-246;
- Bednarek R., Michalska M., 1998: *Wpływ rolniczego użytkowania na morfologię i właściwości gleb rdzawych w okolicach Bachotka na Pojezierzu Brodnickim*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 460; 487-497;
- Bednarek R., Pokojska U., 1996: *Diagnostyczne znaczenie niektórych wskaźników chemicznych w badaniach paleopedologicznych*. Konferencja „Metody badań paleopedologicznych i wykorzystanie gleb kopalnych w paleopedologii”, (red. B. Manikowska), Łódź: 25-29;
- Bednarek R., Prusinkiewicz Z., 1984: *Gleby [w:] Województwo toruńskie. Przyroda - ludność i osadnictwo – gospodarka*. PWN. Warszawa-Poznań-Toruń: 189-206;
- Bednarek R., Prusinkiewicz Z., 1990: *Geografia gleb*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa;
- Bednarek R., Gackowski J., Markiewicz M., Glanc M., 2003: *Próba wykorzystania metody fosforanowej do rekonstrukcji funkcjonalnego zróżnicowania osady łużyckiej na stanowisku archeologicznym w Grodnie k/Chełmży*. *Gleba w środowisku* (red. S. Skiba, M. Drewnik, A. Kacprzak), materiały konferencyjne, Kraków: 92;
- Bednarek R., Jankowski M., Kwiatkowska A., Markiewicz M., Świtoniak M., 2004: *Zróżnicowanie zawartości fosforu w glebach w obrębie zespołu osadniczego w Kałdusie i w jego otoczeniu [w:] Mons Sancti Laurentii, t. 2, Wczesnośredniowieczny zespół osadniczy w Kałdusie. Studia przyrodniczo-archeologiczne* (red. W. Chudziak), s. 199-208;
- Bednarek R., Koško A., Prusinkiewicz Z., Szmyt M., 1996: *Badania nad genezą wielowarstwowego poziomu próchnicznego na stanowisku archeologicznym w Opatowicach*. *Rocz. Glebozn.*, 47, 1/2: 101-112;
- Boguwolski R., 1992: *Region Grudziądza w pradziejach i wczesnym średniowieczu (do połowy XIII w.)*, [w:] *Dzieje Grudziądza*. Grudziądzkie Tow. Kultury, 165-189;

- Boguwolski R., 1994: *Pokrzydowo, gm. Zbiczno*, [w:] *Wczesnośredniowieczne grodziska ziemi chełmińskiej* (red. J. Chudziakowa). UMK, Toruń: 136-140;
- Boguwolski R., Kurzyńska M., 2001: *Archeologia północnej części Ziemi Chełmińskiej*, Wyd. Muzeum w Grudziądzu;
- Boiński M., Cyzman W., Załuski T., 2001: *Szata roślinna*, [w:] *Przyroda województwa kujawsko-pomorskiego*, (red. A. Przystalski), Bydgoszcz: 54-77;
- Bokiniec E., 2002: *Ziemia chełmińska od młodszego okresu przedrzymskiego po okres wędrówek ludów*, [w:] *Archeologia toruńska. Historia i teraźniejszość* (red. B. Wawrzykowska). Muzeum Okręgowe w Toruniu: 121-135;
- Brady N.C., Weil R.R., 1996: *The nature and properties of soils*. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey;
- Bryant D., 2004: *The chemistry of phosphorus*. IWA Publishing: *Phosphorus in environmental technology*: 3-19;
- Brzeziński W., Dulinicz M., Kobyliński Z., 1983: *Zawartość fosforu w glebie jako wskaźnik dawnej działalności ludzkiej*. Kwartalnik Historii Kultury Materialnej, 31,3. PAN, Warszawa;
- Ceynowa-Giełdon M., 1971: *Osobliwości florystyczne i rezerваты ziemi chełmińskiej*. PWN, Poznań: 105;
- Chrzanowski T., 2000: *Lasy i gospodarka leśna*, [w:] *Przyroda ziemi chełmińskiej i obszarów przyległych* (red. A. Giziński, B. Chrapkowski, W. Tomaszewski). Toruń: 30-37;
- Chrzanowski W., 2003: *Charakterystyka gleb wczesnośredniowiecznego grodziska w Gronowie i w jego otoczeniu*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Chudziak W., 1996: *Zasiedlenie strefy chełmińsko-dobrzyńskiej we wczesnym średniowieczu (VII-XI wiek)*. Wyd. UMK, Toruń: 273;
- Chudziak W., 1999: *Geneza i rozwój wczesnośredniowiecznych grodów w strefie chełmińsko-dobrzyńskiej*, [w:] *Studia nad osadnictwem średniowiecznym ziemi chełmińskiej*. Toruń: 137-158;
- Chudziak W., 2002: *Strefa dobrzyńsko-chełmińska we wczesnym średniowieczu – próba bilansu dorobku badawczego*, [w:] *Archeologia toruńska. Historia i teraźniejszość* (red. B. Wawrzykowska). Muzeum Okręgowe w Toruniu: 137-150;
- Chudziak W., Koperkiewicz A., 2001: *Opracowanie wyników ratowniczych badań archeologicznych w strefie budowy gazociągu w/c DN 5000 relacji Włocławek-Gdynia na odcinku Lisewo-Rogóżno*, Toruń;
- Chudziakowa J., 1974: *Kultura łużycka na terenie międzyrzecza Wisły, Drwęcy i Osy*. PWN, Warszawa-Poznań: 217;
- Chudziakowa J., 1992: *Grodzisko kultury łużyckiej w Gzinie (źródła archeologiczne)*. Rozprawy UMK, Toruń: 120;

- Churski Z., 1984: *Jeziora*, [w:] *Województwo toruńskie. Przyroda - ludność i osadnictwo – gospodarka*. PWN, Warszawa-Poznań-Toruń: 141-167;
- Chutkowska K., 2001: *Paleopedologiczna charakterystyka kompleksu stanowisk archeologicznych na Rudaku w Toruniu*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Cieśla W., 1961: *Właściwości chemiczne czarnych ziem kujawskich na tle środowiska geograficznego*. PTPN, Poznań;
- Collins M.E., Shapiro G., 1987: *Comparisons of human-influenced and natural soils at the San Luis archaeological site, Florida*. Soil Sci. Soc. Am. J., 51: 171-176;
- Cook S.F., Heizer R.F., 1965: *Studies on the chemical analysis of archeological sites*, vol. 2. University of California, Publication in Anthropology;
- Courty M.A., Goldberg P., Macphail R., 1989: *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press;
- Crowther J., 1997: *Soil phosphate surveys: critical approaches to sampling, analysis and interpretation*. Arch. Prosp., 4: 93-102;
- Crowther J., 2002: *The experimental earthwork at Wareham, Dorset after 33 years: retention and leaching of phosphate released in the decomposition of buried bone*. J. Arch. Sci., 29: 405-411;
- Cyrek K., 2002: *Paleolit schyłkowy i mezolit w Dolinie Wisły pomiędzy Toruniem a Grudziądzem*, [w:] *Archeologia toruńska. Historia i teraźniejszość* (red. B. Wawrzykowska). Muzeum Okręgowe w Toruniu: 81-90;
- Dajnowiec E., 2004: *Przekształcenia pokrywy glebowej w okresie gospodarowania kultury łużyckiej na stanowisku archeologicznym w Gzinie (pow. Chełmno)*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Demkin W.A., 1997: *Paleopočvovedenie i archeologija: integracija prirody i obščestva*. RAN, Puščino;
- Dergačeva M.I., 1997: *Archeologičeskoje počvovedenie*. Izd. SO RAN, Novosibirsk;
- Derwich M., 2002: *Nie tylko Słowianie*, [w:] *U źródeł Polski (do roku 1030. Polska, dzieje cywilizacji i narodu* (red. M. Derwich, A. Żurek). Warszawa-Wrocław: 76;
- Domanowski D. 2005: *Próba interpretacji aktywności gospodarczej w obrębie domostwa kultury „łużyckiej” w Grodnie (stanowisko 6) gm. Chełmża na podstawie analizy zawartości fosforanowej*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Drozdowski E., 1974: *Geneza Basenu Grudziądzkiego w świetle osadów i form glacialnych*. Prace Geogr., 184: 139;
- Dziadowiec H., 1993: *Ekologiczna rola próchnicy glebowej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 411: 269-282;
- Dziadowiec H., Pokojaska U., 1990: *Biogeochemiczne cykle wybranych pierwiastków*. *Ekologia Wsi*, 6. Ekoland, ODR Przysiek: 29;

- Emsley J., 1980: *The phosphorus cycle*, [w:] *The handbook of environmental chemistry*, vol. 1, cz. 1. Springer-Verlag, Berlin;
- Emsley J., 2000: *The shocking history of phosphorus, a biography of the Devil's element*. Macmillan Publishers Ltd, London: 315;
- Entwistle J. A., Abrahams P. W., Dodgshon R. A., 1998: *Multi-element analysis of soils from Scottish historical sites. Interpreting land-use history through the physical and geochemical analysis of soil*. J. Arch. Sci., 25, 53-68;
- Entwistle J. A., Abrahams P. W., Dodgshon R. A., 2000: *The geoarchaeological significance and spatial variability of a range of physical and chemical soil properties from a former habitation site, Isle of Skye*. J. Arch. Sci., 27, 287-303;
- Evans J., O'Connor T., 2001: *Environmental archaeology, principles and methods*. Sutton Publishing: 242;
- Farswan Y.S., Nautiyal V., 1997: *Investigation of phosphorus enrichment in the burial soil of Kumaun, mid-central Himalaya, India*. J. Arch. Sci., 24: 251-258;
- Fotyma M., Mercik S., 1995: *Chemia rolna*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 356;
- Fotyma M., Mercik S., Faber A., 1987: *Chemiczne podstawy żyzności gleb i nawożenia*. PWRiL, Warszawa: 320;
- Frossard E., Brossard M., Hedley M.J., Metherell A., 1995: *Reactions controlling the cycling of P in soils*, [w:] SCOPE 54: *Phosphorus in the global environment – transfers, cycles and management*: 107-137;
- Gackowski J., 1997: *Sprawozdanie z badań archeologicznych przeprowadzonych w 1997 roku na stanowisku archeologicznym Grodno, gmina Chełmża*. Materiały Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków;
- Gackowski J., 1998: *Sprawozdanie z badań archeologicznych przeprowadzonych w 1998 roku na stanowisku archeologicznym Grodno, gmina Chełmża*. Materiały Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków;
- Gackowski J., Krąpiec M., 2000: *Sprawozdanie z realizacji grantu UMK*. Materiały Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków;
- Gackowski J., Kucharski L., 2002: *Z badań nad młodszą epoką brązu i wczesną epoką żelaza w strefie Pojezierza Chełmińskiego*, [w:] *Archeologia toruńska. Historia i teraźniejszość* (red. B. Wawrzykowska). Muzeum Okręgowe w Toruniu: 109-120;
- Gebhardt H., 1982: *Phosphatkartierung und bodenkundliche Geländeuntersuchungen zur Eingrenzung historischer Siedlungs- und Wirtschaftsflächen der Geestinsel Flögeln, Kreis Cuxhaven*. Probleme der Küstenforschung im süddlichen Nordseegebiet, Band 14: 1-10;
- Gediga B., 2002: *U progu naszej ery; kultura pomorska*, [w:] *U źródeł Polski, do roku 1030. Polska, dzieje cywilizacji i narodu* (red. M. Derwich, A. Żurek). Wyd. Dolnośląskie, Warszawa-Wrocław: 78-83;

- Glanc M., 2002: *Przestrzenne rozmieszczenie zawartości fosforu na stanowisku archeologicznym Grodno*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Godłowski K., Kozłowski J.K., 1985: *Historia starożytna ziem polskich*. PWN, Warszawa: 194;
- Gonet S.S., 2007: *Ochrona zasobów materii organicznej gleb*, [w:] *Rola materii organicznej w środowisku*, (red. S.S. Gonet, M. Markiewicz). PTSH, Wrocław: 7-29;
- Griffith M.A., 1981: *A pedological investigation of an archaeological site in Ontario, Canada, II. Use of chemical data to discriminate features of the Benson site*. *Geoderma*, 25: 27-34;
- Hensel W., 1962: *Budownictwo obronne za czasów pierwszych Piastów*, [w:] *Początki Państwa Polskiego*, t. 1. Poznań: 163-185;
- Holliday V.T., Gartner W.G., 2007: *Methods of soil P analysis in archaeology*. *J. Arch. Sci.*, 34: 301-333;
- Hutson S.R., Terry R., 2006: *Recovering social and cultural dynamics from plaster floors: chemical analysis at ancient Chunchucmil, Yucatan, Mexico*. *J. Arch. Sci.*, 33: 391-404;
- James P., 1999: *Soil variability in the area of an archaeological site near Sparta, Greece*. *J. Arch. Sci.*, 26: 1273-1288;
- Kaczawski P., Kozłowski J.K., 1998: *Wielka historia Polski, tom 1. Najdawniejsze dzieje ziem polskich (do VII wieku)*. Oficyna Wyd., Kraków;
- Kamiński D., 2006: *Szata roślinna grodzisk wczesnośredniowiecznych ziemi chełmińskiej*. Zakład Taksonomii i Geografii Roślin UMK w Toruniu, praca doktorska zrealizowana pod kierunkiem prof. dr hab. M. Ceynowej-Gieldon;
- Klasyfikacja zasobów glebowych świata*, 2003. Tłumaczenie i red. R. Bednarek, U. Pokojska, P. Charzyński. Wyd. UMK, Toruń;
- Kola A., 1991: *Grody ziemi chełmińskiej w późnym średniowieczu*. *Prace Archeologiczne*, 9. TNT, Toruń;
- Komornicki T., Gerlach T., Zasoński S., Oleksynowa K., 1990: *Gleby w otoczeniu kurhanów neolitycznych w Biegówce koło Jasła oraz gleba w kurhanie B*, [w:] *Acta Archeologia Carpathica*, PAN, Kraków: 199-201;
- Kondracki J., 1994: *Geografia Polski. Mezoregiony fizycznogeograficzne*. PWN, Warszawa;
- Kozłowski J.K., Kozłowski S.K., 1983: *Człowiek i środowisko w pradziejach*. PWN, Warszawa: 344;
- Kreft M., 2003: *Wykorzystanie wyników paleopedologicznych do interpretacji warunków środowiska w okresie gospodarowania ludności kultury lużyckiej na przykładzie stanowiska archeologicznego w Boguszewie*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;

- Kristiansen S. M., 2001: *Present-day soil distribution explained by prehistoric land-use: Podzol-Arenosol variation in an ancient woodland in Denmark*. *Geoderma*, 103: 273-289;
- Kucharczyk A., 1996: *Charakterystyka gleb wybranych stanowisk archeologicznych w rejonie Osieka n/Notecią*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Heleny Dziadowiec;
- Kukawka S., Małecka-Kukawka J., Wawrzykowska B., 2002: *Wczesny i środkowy neolit na ziemi chełmińskiej*, [w:] *Archeologia toruńska. Historia i teraźniejszość* (red. B. Wawrzykowska). Muzeum Okręgowe w Toruniu: 91-107;
- Leonardi G., Miglavacca M., Nardi S., 1999: *Soil phosphorus analysis as an integrative tool for recognizing buried ancient Ploughsoils*. *J. Arch. Sci.*, 26: 343-352;
- Lippi R.D., 1988: *Paleotopography and phosphate analysis of buried jungle site in Ecuador*. *J. Field Arch.*, 15: 85-97;
- Macphail R.I., Cruise G.M., Allen M.J., Linderholm J., Reynolds P., 2004: *Archaeological soil and pollen analysis of experimental floor deposits: with special reference to Butser Ancient Farm, Hampshire, UK*. *J. Arch. Sci.*, 31: 175-191;
- Makohonienko M., Makowiecki D., Kurnatowska Z., 2007: *Wstęp* [w:] *Środowisko-Człowiek-Cywilizacja*, t. 1, Seria wydawnicza Stowarzyszenia Archeologii Środowiskowej. *Studia interdyscyplinarne nad środowiskiem i kulturą w Polsce* (red. M. Makohonienko, D. Makowiecki, Z. Kurnatowska). Bogucki Wyd. Nauk., Poznań: 9-10;
- Malinowski T., 1979: *Wprowadzenie do problematyki kultury pomorskiej*, [w:] *Problemy kultury pomorskiej* (red. T. Malinowski), Muzeum Okręgowe w Koszalinie: 7-11;
- Malinowski T., 1989: *Kultura pomorska*, [w:] *Pradzieje ziem polskich, Tom I. Od paleolitu do środkowego okresu lateńskiego, cz. 2. Epoka brązu i początki epoki żelaza* (red. J. Kmiecinski). PWN, Warszawa-Łódź: 716-761;
- Manikowska B., 1983: *Gleby jako element środowiska geograficznego*, [w:] *Człowiek i środowisko w pradziejach* (red. J. Kozłowski, S. Kozłowski). PWN, Warszawa: 89-102;
- Marcinek J., Wiślański T., 1959: *Sprawozdanie z wstępnych badań gleboznawczych na obiektach archeologicznych w Strzelcach i Głogówcu w powiecie Mogilno w 1956 r.* *Sprawozdania Archeologiczne*, t. 7: 77-93;
- Markiewicz M., 2006: *Wykorzystanie analizy zawartości fosforu w glebach do nieinwazyjnych badań dawnej antropopresji*. Sprawozdanie merytoryczne z realizacji projektu badawczego nr 2P04G 116 27, (niepublikowane);
- Marvick B., 2005: *Element concentrations and magnetic susceptibility of anthrosols: indicators of prehistoric human occupation in the inland Pilbara, Western Australia*. *J. Arch. Sci.*, 32: 1357-1368;
- Mengel K., Kirkby E.A., 1983: *Podstawy żywienia roślin*. PWRiL, Warszawa: 527;

- Michalski A., 2007: *Wpływ pradziejowej działalności człowieka na przekształcenia pokrywy glebowej na stanowisku archeologicznym nr. 26 w miejscowości Żygląd, gm. Papowo Biskupie*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Michalski J., 1983: *Zagadnienia systematyzacji i interpretacji obiektów nieruchomych (ze studio nad osadami otwartymi kultury łużyckiej)*. Materiały starożytne i wczesnośredniowieczne, t. 5: 135-195;
- Molewski P., 1994: *Środowisko fizycznogeograficzne grodzisk, [w:] Wczesnośredniowieczne grodziska ziemi chełmińskiej* (red. J. Chudziakowa). Wyd. UMK, Toruń: 15-31;
- Mrózek W., 1984: *Wody płynące, [w:] Województwo toruńskie. Przyroda-ludność i osadnictwo-gospodarka* (red. R. Galon). PWN. Warszawa-Poznań-Toruń: 109-139;
- Niekrasow B. 1956: *Chemia ogólna*. PWN. Warszawa;
- Niewiarowski W., 1959: *Formy polodowcowe i typy deglacji na Wysoczyźnie Chełmińskiej*, UMK, Toruń;
- Niewiarowski W., 1986: *Morfogeneza sandru brodnickiego na tle innych form polodowcowych Pojezierza Brodnickiego*. AUNC Geografia 19: 3-30;
- Okulicz Ł., 1979: *Kultura pomorska a kultura kurhanów zachodniobałtyjskich, [w:] Problemy kultury pomorskiej* (red. T. Malinowski), Muzeum Okręgowe w Koszalinie: 13-31;
- Olczak J., 1991: *Formy osadnictwa na Pojezierzu Zachodniopomorskim we wczesnym średniowieczu*. Rozprawy UMK, Toruń: 214;
- Ostoja-Zagórski J., 1981: *Archeologia i ekologia. Perspektywy współdziałania badawczego*. Wiadomości ekol., 23, 3: 229-242;
- Ostoja-Zagórski J., 2005: *Najstarsze dzieje ziem polskich*. Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz: 252;
- Pająk M., 2006: *Zróżnicowanie zawartości fosforu w powierzchniowych poziomach gleb w obrębie współczesnego gospodarstwa rolnego*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Parnell J.J., Terry R.E., Sheets P., 2002: *Soil chemical analysis of ancient activities in Cerén, El Salvador: A case study of a rapidly abandoned site*. Latin American Antiquity, 13(3): 331-342;
- Parnell J.J., Terry R.E., Nelson Z., 2002: *Soil chemical analysis applied as an interpretative tool for ancient human activities in Piedras Negras, Guatemala*. J. Arch. Sci., 29: 379-404;
- Pasierbski M., 1966: *Formy powstałe w lodzie stagnującym w południowo-zachodniej części Wysoczyzny Chełmińskiej*. ZN UMK, Geografia 5, 14: 61-74;
- Pomian J., 1972: *Gleby kopalne pod wałami obronnymi grodzisk w Leszczynie, Sąsiadce i Gródku (Nadbużańskim)*. Annales UMCS Lublin, sect. B, Lublin: 87-151;

- Podgórski Z., 1996: *Antropogeniczne zmiany rzeźby terenu województwa toruńskiego*. SSST, Sectio C (Geographia et Geologia), Toruń: 103;
- Prusinkiewicz Z., 1961: *Niektóre wyniki badań nad próchnicą gleb leśnych*. Rocz. Glebozn., 10: 666-669;
- Prusinkiewicz Z., 1965: *Próchnica gleb leśnych*. PTPN, 18, 3: 361-381;
- Prusinkiewicz 1999: *Środowisko i gleby w definicjach*. Oficyna Wydawnicza „Turpress”. Toruń;
- Prusinkiewicz Z., Bednarek R., Koško A., Szymt M., 1998: *Paleopedological studies of the age and properties of illuvial bands at an archaeological site*. Quaternary International, 51/52: 195-201;
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z., 1975: *Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego*. PWRiL, Warszawa;
- van Reeuwijk L.P. (ed.), 2002: *Procedures for soil analyses*, ISRIC, Wageningen;
- Rembisz A., Markiewicz M., 2007: *Pozostałości domostwa ludności kultury łużyckiej w Rudzie (stan. 3-6) gm. Grudziądz, woj. kujawsko-pomorskie w świetle wyników analiz archeologiczno-przyrodniczych*. Materiały XV Sesji Pomorzoznawczej. Gdańsk (w druku);
- Revised standard soil colour charts*: 2000: Eijkelkamp Agrisearch Equipment;
- Rypkema H.A., Lee W.E., Galaty M.L., Haws J., 2007: *Rapid, in-stride soil phosphate measurement in archaeological survey: a new method tested in Loudoun County, Virginia*. J. Arch. Sci., 34: 1859-1867;
- Sapek A. Sapek B., 1999: *Phosphorus and zinc in soil of farmstead and its vicinity*. Menden- und Spurenelemente. Jena: 116-172;
- Sapek A., Sapek B., 2004: *Phosphorus, [w:] Elements and their compounds in the environment. Occurrence, analysis and biological relevance*, (red. E. Merian, M., Anke, M. Ihnat I M., Stoeppler). WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: 1285-1296;
- Schlezniger D. R., Howes B. L., 2000: *Organic phosphorus and elemental ratios as indicators of prehistoric human occupation*. J. Arch. Sci., 27: 479-492;
- Scudder S.J., Foss J.E., Collins M.E., 1996: *Soil science and archaeology*. Advances in Agronomy 57;
- Scudder S., 2001: *Soil resources and anthropogenic changes at the Tibes Site, Ponce, Puerto Rico*. Caribbean J. Sci., 37, 1-2, 30-40;
- Sharpley A.N., 2000: *Phosphorus availability [w:] Handbook of Soil Science*. CRC Press: D18-D38;
- Sinkiewicz M., 1995: *Przeobrażenia rzeźby terenu i gleb w okolicy Biskupina wskutek denudacji antropogenicznej, [w:] Zarys zmian środowiska geograficznego okolic Biskupina pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych w późnym glacie i holocenie* (red. W. Niewiarowski). Oficyna Wydawnicza „Turpress”, Toruń: 247-279;

- Sinkiewicz M., 1998: *Rozwój denudacji antropogenicznej w środkowej części Polski północnej*. UMK, Toruń;
- Skiba S., Kołodziejczyk M., 2004: *Geneza i taksonomia czarnoziemów polskich w świetle badań na stanowisku archeologicznym w Słonowicach*, [w:] *Zmiany środowiska geograficznego w dobie gospodarki rolno-hodowlanej*. Studia z obszaru Polski (red. D. Ablamowicz, Z. Śnieszko). Katowice: 87-98;
- Smeck N.E., 1973: *Phosphorus: an indicator of pedogenetic weathering processes*. Soil Sci. 115, 199-206;
- Sobkowska M., 2003: *Charakterystyka gleb wczesnośredniowiecznego grodziska w Jedwabnie i jego otoczenia*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Sokolov I.A., Targulian V.O., 1976: *Vzaimodieistvie počvy i sredy: počva – pamiat i počva – moment. Izučenie i osvoienie prirodnoisredy*. AN SSSR, Inst. Geografii, Moskwa: 150-164;
- Starkel L., 1983: *Paleogeografia i klimat późnego plejstocenu i holocenu*, [w:] *Człowiek i środowisko w pradziejach* (red. Janusz Kozłowski, Stefan Kołowski). PWN, Warszawa: 14-31;
- Stawska W., 1994: *Plutowo, gm. Kijewo Królewskie*, [w:] *Wczesnośredniowieczne grodziska ziemi chełmińskiej*, red. J. Chudziakowa, UMK Toruń, 131-136;
- Stawski M., 2003: *Charakterystyka wczesnośredniowiecznego grodziska w Pokrzydowie i w jego otoczeniu*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Stevenson F.J., Cole M.A., 1999: *Cycles of soil. Carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*. John Wiley&Sons, inc.: 279-329;
- Stewart J.W.B., Sharpley A.N., 1987: *Controls on dynamics of soil and fertilizer phosphorus and sulfur*, [w:] *Soil fertility and organic matter as critical components of production*. SSSA Spec. Publ, 19, Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin: 101-121;
- Strzałko J., Ostoja-Zagórski J., 1995: *Ekologia populacji ludzkich. Środowisko człowieka w pradziejach*. Wydawnictwo Naukowe UAM: 224;
- Systematyka gleb Polski*. 1989: Roczniki Gleboznawcze, 40, ¾;
- Szrejder B., 1998: *Niektóre właściwości i pozycja systematyczna gleb powstałych w wyniku denudacji antropogenicznej w Koniczynce na Wysoczyźnie Chełmińskiej*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 460. s. 499-511;
- Szrejder B., 2000: *Przestrzenna zmienność pokrywy glebowej dorzecza Strugi Toruńskiej i czynniki ją determinujące*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca doktorska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Renaty Bednarek;
- Szulta W., 1998: *Sprawozdanie z archeologicznych badań podwodnych przeprowadzonych przy grodzisku kultury łużyckiej w Grodnie, gmina Chełmża w 1998 roku*. Materiały Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków;

- Świtoniak M., 2006: *Geneza, systematyka i wartość użytkowa gleb o dwudzielnym uziarnieniu w krajobrazie młodoglacjalnym na przykładzie Pojezierza Chełmińskiego i Brodnickiego*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca doktorska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Terry R.E., Fernández F.G., Parnell J.J., Inomata T., 2004: *The story in the floors: chemical signatures of ancient and modern Maya activities at Aguateca, Guatemala*. *J. Arch. Sci.*, 31: 1237-1250;
- Tomaszek J.A., 2006: *Azot i fosfor w środowisku i technologiach środowiskowych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej: 321;
- Trzebiatowski W., 1959: *Chemia nieorganiczna*. PWN, Warszawa;
- Valsami-Jones E., 2004: *Phosphorus in environmental technologies. Principles and Applications*. IWA Publishing;
- Walas J., 1969: *Szata roślinna Kotliny Toruńskiej*. *Zesz. Nauk. UMK, Geografia*, 6, Toruń;
- Wells E.C., Terry R.E., Parnell J.J., Hardin P.J., Jackson M.W., Houston S.D., 2000: *Chemical analysis of ancient anthrosols in residential areas at Piedras Negras, Guatemala*. *Journal of Archaeological Science*, 27: 449-462;
- Załoski T., 2000: *Szata roślinna*, [w:] *Przyroda ziemi chełmińskiej i obszarów przyległych* (red. A. Giziński, B. Chrapkowski, W. Tomaszewski). Toruń: 14-25;
- Zaujec A., 2007: *Funkcje materii organicznej w obiegu związków węgla i żyzności gleb*, [w:] *Rola materii organicznej w środowisku*, (red. S.S. Gonet, M. Markiewicz). PTSH, Wrocław: 31-46;
- Zbyszewska K., 2003: *Charakterystyka wczesnośredniowiecznego grodziska w Płutowie i jego okolicy*. Zakład Gleboznawstwa, UMK Toruń, praca magisterska wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. R. Bednarek;
- Ziemia chełmińska w przeszłości*: 1961, red. M. Biskup, Toruń;
- Zölitz R., 1980a: *Phosphatuntersuchungen zur funktionalen Differenzierung in einem Völkerwanderungszeitlichen Langhaus von Nørre Snede, Dänemark*. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 3: 273 – 280;
- Zölitz R., 1980b: *Bodenphosphat als Siedlungsindikator. Möglichkeiten und Grenzen der siedlungsgeographischen und archäologischen Phosphatmethode*. Karl Wachholz Verlag: 69.

12. Spis rycin

- Ryc. 1. Schemat obiegu fosforu w glebie
- Ryc. 2. Lokalizacja ziemi chełmińskiej na tle podziału fizycznogeograficznego Polski [KONDRACKI 1994]
- Ryc. 3. Szkic geomorfologiczny ziemi chełmińskiej [ŚWITONIAK 2006, na podstawie *Mapy morfogenetycznej Dolnego Powiśla i terenów przylegających w skali 1:500 000 (Wąsowicz)* i *Przeglądowej mapy geomorfologicznej Polski w skali 1:500 000*]
- Ryc. 4. Mapa gleb ziemi chełmińskiej [ŚWITONIAK 2006, na podstawie *Mapy glebowo-rolniczej województwa toruńskiego w skali 1:100 000 (Witek 1978)* i *Map topograficznych w skali 1:100 000: N-34-97/98 Bydgoszcz, N-34-99/100 Brodnica, N-34-85/86 Grudziądz i N-34-87/88 Iława*]
- Ryc. 5. Struktura siedliskowa lasów ziemi chełmińskiej [CHRZANOWSKI 2000]
- Ryc. 6. Lokalizacja stanowisk badawczych
- Ryc. 7. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - lokalizacja stanowiska archeologicznego na tle szkicu geomorfologicznego [MOLEWSKI 1994]
- Ryc. 8. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - lokalizacja profili glebowych na tle hipsometrii grodziska (na podstawie STAWSKIEJ 1994, zmienione)
- Ryc. 9. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - morfologia gleb: 1 – gleba antropogeniczna (środkowa część majdanu), 2 – gleba antropogeniczna (brzeżna część majdanu), 3 – czarna ziemia (poza grodziskiem)
- Ryc. 10. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - profilowa zmienność zawartości węgla organicznego, fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym
- Ryc. 11. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - zdjęcie lotnicze półwyspu od strony zachodniej [BOGUWOLSKI, KURZYŃSKA 2001]
- Ryc. 12. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - lokalizacja grodziska i profili glebowych tle szkicu geomorfologicznego [MOLEWSKI 1994]
- Ryc. 13. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - lokalizacja profili glebowych (na podstawie BOGUWOLSKIEGO 1994, zmienione)
- Ryc. 14. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - morfologia gleb: 1 – gleba antropogeniczna (korona wału), 2 – gleba antropogeniczna (brzeżna część majdanu), 3 – gleba rdzawa właściwa (poza grodziskiem) (fot. M. Jankowski)
- Ryc. 15. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - profilowa zmienność zawartości węgla organicznego, fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym
- Ryc. 16. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - lokalizacja stanowiska archeologicznego na tle szkicu geomorfologicznego (na podstawie CHUDZIAKOWEJ 1992)
- Ryc. 17. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - lokalizacja profili glebowych

- Ryc. 18. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - morfologia gleb: 1 – gleba antropogeniczna na kopalnej glebie rdzawej (grodzisko), 2 – gleba rdzawa niecałkowita (poza grodziskiem)
- Ryc. 19. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - profilowa zmienność zawartości węgla organicznego, fosforu ogółem i fosforu rozpuszczalnego w 1% kwasie cytrynowym
- Ryc. 20. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - rozmieszczenie wierceń w obrębie stanowiska archeologicznego
- Ryc. 21. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w I warstwie kulturowej; „z” = $\frac{x-\bar{x}}{SD}$
- Ryc. 22. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w II warstwie kulturowej; „z” = $\frac{x-\bar{x}}{SD}$
- Ryc. 23. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - przestrzenne zróżnicowanie wartości pH (H₂O) w I i II warstwie kulturowej
- Ryc. 24. Kobylanka, gm. Grudziądz - lokalizacja stanowiska archeologicznego tle szkicu geomorfologicznego Kotliny Grudziądzkiej [DROZDOWSKI 1974]
- Ryc. 25. Kobylanka, gm. Grudziądz - eksploracja obiektów archeologicznych; widok od strony południowej (fot. P. Terendy)
- Ryc. 26. Kobylanka, gm. Grudziądz - rozmieszczenie wierceń glebowych oraz obiektów archeologicznych
- Ryc. 27. Kobylanka, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w warstwie kulturowej; „z” = $\frac{x-\bar{x}}{SD}$
- Ryc. 28. Kobylanka, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie wartości pH warstwie kulturowej
- Ryc. 29. Ruda, gm. Grudziądz - lokalizacja stanowiska archeologicznego na tle szkicu geomorfologicznego Kotliny Grudziądzkiej [DROZDOWSKI 1974]
- Ryc. 30. Ruda, gm. Grudziądz - pozostałości łużyckiego domostwa (fot. A. Rembisz)
- Ryc. 31. Ruda, gm. Grudziądz - rozmieszczenie przedmiotów zabytkowych w obrębie domostwa
- Ryc. 32. Ruda, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków w łużyckiej warstwie kulturowej; „z” = $\frac{x-\bar{x}}{SD}$
- Ryc. 33. Ruda, gm. Grudziądz - przestrzenne zróżnicowanie wartości pH warstwie kulturowej
- Ryc. 34. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu ogółem w warstwie 0-10 cm w obrębie współczesnego gospodarstwa rolnego w Nowej Wsi Królewskiej, gm. Płużnica [PAJAK 2006]
- Ryc. 35. Boguszewo, gm. Gruta - przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu ogółem w łużyckiej warstwie kulturowej [BEDNAREK, MARKIEWICZ 2006]

Ryc. 36. Kałdus, gm. Chełmno - przestrzenne zróżnicowanie zawartości fosforu ogółem we wczesnośredniowiecznej warstwie kulturowej [BEDNAREK I IN. 2004]

13. Spis tabel

Tab.1. Zawartość fosforu w różnych organach ludzkiego ciała [SAPEK, SAPEK 2004]

Tab. 2. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb

Tab. 3. Płutowo, gm. Kijewo Królewskie - wybrane właściwości fizyczne gleb

Tab. 4. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - wybrane właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb

Tab. 5. Pokrzydowo, gm. Zbiczno - wybrane właściwości fizyczne gleb

Tab. 6. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - wybrane właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb

Tab. 7. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - wybrane właściwości fizyczne gleb

Tab. 8. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - wybrane parametry statystyczne właściwości materiału glebowego z warstw kulturowych

Tab. 9. Kobyłanka, gm. Grudziądz - wybrane parametry statystyczne właściwości materiału glebowego z warstw kulturowych

Tab. 10. Ruda, gm. Grudziądz - wybrane parametry statystyczne właściwości materiału glebowego z warstw kulturowych

Tab. 11. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska – współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego w II warstwie kulturowej

Tab. 12. Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska – współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego w I warstwie kulturowej

Tab. 13. Ruda, gm. Grudziądz - współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego z łuzycyckiej warstwy kulturowej

Tab. 14. Kobyłanka, gm. Grudziądz - współczynniki korelacji Pearsona obliczone dla właściwości materiału glebowego z warstwy kulturowej

Załącznik 1

Gzin, gm. Dąbrowa Chełmińska - właściwości chemiczne i fizykochemiczne materiału glebowego z warstw kulturowych

Numer wierce- nia/pró- bki	Głębokość po- brania [cm]	Cor	Nt	C:N	pH		Pt	Pcyt	Warstwa kulturo- wa
		[g·kg ⁻¹]			H ₂ O	KCl	[mg·kg ⁻¹]		
1/1	20-40	4,91	0,40	12	5,8	4,4	373	281	II
1/2	100-180	5,80	0,36	16	6,3	5,2	399	367	I
2/3	40 - 90	4,22	0,39	11	6,3	5,0	710	651	II
2/4	150 - 170	3,01	0,22	14	6,8	6,0	615	741	I
3/5	50 - 70	7,52	0,56	13	5,8	4,6	1619	1270	II
3/6	120 - 150	3,62	0,30	12	7,2	6,5	2212	2062	I
4/7	110 - 140	6,01	0,38	16	6,2	5,2	1074	806	I/II
5/8	50 - 100	3,93	0,31	13	6,3	5,1	361	243	II
5/9	130 - 220	13,3	0,73	18	6,9	6,4	4731	2110	I/II
6/10	120 - 150	5,21	0,38	14	7,1	6,5	1885	1627	I/II
7/11	60 - 100	4,70	0,20	24	7,3	6,3	302	319	I/II
8/12	150 - 160	4,21	0,31	14	6,9	5,6	326	262	I/II
9/13	50 - 100	8,90	0,72	12	6,8	5,7	2297	1441	I/II
10/14	40 - 70	4,91	0,37	13	6,4	5,3	665	531	I/II
11/15	40 - 70	6,01	0,44	14	6,3	5,3	533	417	I/II
12/16	30 - 40	5,33	0,47	11	6,4	5,3	523	n.o.	I/II
13/17	50 - 80	2,51	0,19	13	6,5	5,4	179	136	I/II
14/18	40 - 100	7,94	0,66	12	6,4	5,4	2076	1360	I/II
15/19	80 - 150	8,70	0,66	13	6,8	5,6	1962	1338	I/II
16/20	30 - 70	6,01	0,62	10	6,9	5,9	2681	1821	II
16/21	70 - 90	5,12	0,33	15	7,3	6,5	2256	2089	I
17/22	30 - 40	5,20	0,50	10	6,3	5,2	747	492	I/II
18/23	20 - 30	5,64	0,56	10	6,6	5,7	635	511	I/II
19/24	20 - 30	5,82	0,59	10	6,2	5,2	587	425	I/II
20/25	20 - 50	6,49	0,59	11	5,8	4,9	596	419	I/II
21/26	20 - 70	9,71	0,88	11	6,2	5,2	1233	847	I/II
22/27	80 - 150	11,4	0,92	12	6,7	5,5	2459	1908	II
22/28	170 - 190	7,72	0,37	21	7,3	6,6	1680	1805	
22/29	195 - 250	8,48	0,56	15	7,5	6,9	4938	4188	I
23/30	20 - 70	6,02	0,53	11	6,2	5,1	781	618	I/II
24/31	20 - 40	5,71	0,54	11	5,8	4,6	620	464	I/II
25/32	20 - 70	5,83	0,57	10	6,7	5,6	1056	924	II

Ciąg dalszy załącznika 1

Numer wierce- nia/pró- bki	Głęb- kość po- brania [cm]	Cor	Nt	C:N	pH		Pt	Pcyt	Warstwa kulturo- wa
		g	[g·kg ⁻¹]		H ₂ O	KCl	[mg·kg ⁻¹]		
25/33	70 - 90	3,01	0,26	12	8,0	7,2	1409	1221	I
26/34	30 - 100	6,22	0,61	10	6,7	5,6	1915	1610	I/II
27/35	30 - 80	7,27	0,68	11	6,4	5,2	1112	919	I/II
28/36	40 - 80	7,32	0,63	12	6,1	4,9	468	281	II
29/38	90 - 130	9,11	0,76	12	6,2	5,0	1340	1184	I
29/39	50 - 80	4,42	0,49	9	6,1	5,5	3715	700	
29/40	100 - 170	5,61	0,49	11	7,5	6,7	1766	1894	
29/41	170 - 270	7,32	0,62	12	7,7	6,9	3518	3723	II
30/42	270 - 310	10,8	0,76	14	8,1	7,4	3856	3654	I
30/43	50 - 90	6,53	0,63	10	6,7	5,3	887	842	
30/44	90 - 130	8,60	0,70	12	6,7	5,6	2693	3286	II
31/45	130 - 150	6,41	0,43	15	7,5	6,8	2520	2786	I
31/46	20 - 40	6,62	0,58	11	6,3	5,3	556	568	
31/47	50 - 70	5,82	0,50	12	6,8	5,8	690	676	
31/48	100 - 150	5,91	0,56	11	6,6	5,5	610	562	II

Załącznik 2

Kobylanka, gm. Grudziądz. Właściwości chemiczne i fizykochemiczne materiału glebowego z warstwy kulturowej

Numer wierce- nia/pró- bki	Głęb- kość po- brania [cm]	Cor	Nt	C:N	pH		Pt	Pcyt
		g	[g·kg ⁻¹]		H ₂ O	KCl	[mg·kg ⁻¹]	
1	45-70	1,71	0,19	9	5,2	3,9	239	105
2	30-60	2,42	0,24	10	5,2	4,0	245	110
3	30-60	2,43	0,29	8	5,0	3,8	324	149
4	30-60	2,80	0,30	9	5,2	3,8	292	119
5	30-60	3,01	0,31	10	6,8	6,0	282	157
6	20-50	3,02	0,32	9	7,6	7,0	366	245
7	20-50	3,83	0,40	10	7,7	6,9	350	249
8	30-60	2,80	0,30	9	7,9	6,8	329	190
9	30-60	2,84	0,30	9	7,8	7,3	342	226
10	30-60	4,09	0,43	10	7,3	6,4	334	217
11	20-55	3,44	0,37	9	6,6	5,3	614	448
12	30-60	1,92	0,18	11	6,5	5,3	171	83,4
13	25-55	2,24	0,26	8	7,0	6,3	272	158
14	60-90	3,00	0,31	10	7,2	6,5	318	156
15	90-150	3,92	0,38	10	7,6	6,8	316	199
16	20-30	4,02	0,42	10	7,6	6,8	325	204
17	20-30	3,22	0,33	10	7,3	6,6	320	158
18	30-60	2,51	0,28	9	6,1	4,6	248	99,4
19	30-60	3,03	0,30	10	4,8	3,7	308	112
20	30-60	3,38	0,35	10	5,2	3,8	346	148
21	30-60	3,41	0,35	10	4,6	3,8	334	132
22	20-50	3,34	0,34	10	4,9	3,7	343	127
23	25-50	2,70	0,27	10	5,0	3,8	292	125
24	25-55	3,34	0,33	10	4,9	3,8	341	123
25	30-60	2,72	0,27	10	5,2	4,0	285	99,4
26	30-60	3,05	0,30	10	5,2	3,9	326	113
27	30-60	2,01	0,22	9	5,3	4,0	249	81,9
28	20-50	2,63	0,28	9	6,0	4,8	270	91,2
29	25-55	2,39	0,25	10	6,9	6,2	238	87,7
30	30-60	2,83	0,28	10	7,2	6,5	295	145
31	20-50	2,41	0,24	10	5,6	4,1	259	72,6
32	30-60	2,82	0,28	10	5,4	4,0	314	104

Ciąg dalszy załącznika 2

Numer wierce- nia/pró- bki	Głęb- kość po- brania [cm]	Cor	Nt	C:N	pH		Pt	Pcyt
		[mg·kg ⁻¹]			H ₂ O	KCl	[mg·kg ⁻¹]	
33	25-50	3,10	0,32	10	5,1	3,9	341	111
34	25-55	2,91	0,28	10	4,9	3,8	318	103
35	25-50	2,91	0,31	9	5,1	3,8	353	109
36	30-60	1,42	0,13	11	5,9	4,6	169	55,9
37	30-60	2,43	0,25	10	5,2	3,8	306	105
38	35-55	2,51	0,25	10	5,0	3,7	298	101
39	30-60	2,21	0,21	10	5,1	3,8	276	91,7
40	20-50	0,26	0,25	10	5,2	3,8	279	117
41	25-55	2,80	0,29	10	4,9	3,8	318	110
42	30-65	2,49	0,26	10	5,4	4,1	321	129
43	30-60	2,51	0,28	9	4,9	3,8	301	111
44	25-55	2,50	0,28	9	4,9	3,8	304	108
45	25-55	2,50	0,27	9	5,4	4,1	269	89,3
46	30-60	2,73	0,27	10	5,2	4,0	341	125
47	30-60	2,21	0,25	9	5,4	4,0	347	107
48	25-55	2,61	0,26	10	5,3	3,9	348	113
49	30-60	2,10	0,22	10	5,4	4,1	318	128
50	20-50	2,54	0,23	11	5,3	4,1	360	136
51	30-60	2,81	0,29	10	5,4	4,1	359	139
52	30-60	2,30	0,24	10	5,8	4,6	279	96,8
53	25-55	1,30	0,13	10	6,7	5,6	194	88,6
54	20-50	1,11	0,16	7	7,1	5,8	326	140
55	30-60	2,72	0,29	9	6,9	6,0	314	155
56	30-60	2,52	0,26	10	6,3	5,3	288	124
57	20-50	2,79	0,31	9	7,2	6,5	317	167
58	30-60	2,80	0,30	9	6,3	5,0	334	134
59	20-50	2,81	0,29	10	5,5	4,2	358	134
60	30-60	3,62	0,37	10	5,9	4,8	343	150
61	30-60	3,21	0,34	9	5,7	4,5	371	145
62	20-50	3,32	0,34	10	6,1	5,1	357	142
63	30-60	2,21	0,25	9	5,6	4,4	324	134
64	25-55	2,52	0,28	9	6,8	5,9	371	144
65	30-60	2,51	0,26	10	7,4	6,7	299	141
66	30-60	2,89	0,26	11	7,4	6,7	317	138

Załącznik 3

Ruda, gm. Grudziądz - właściwości chemiczne i fizykochemiczne materiału glebowego z warstwy kulturowej

Numer wierce- nia/pró- bki	Cor	Nt	C:N	pH		Pt	Pcyt
	g			H ₂ O	KCl	[mg·kg ⁻¹]	
	[g·kg ⁻¹]						
1	1,41	0,09	16	4,4	4,0	298	184
2	0,80	0,11	7	4,6	4,2	266	188
3	1,02	0,09	11	4,6	4,2	400	260
4	0,81	0,11	7	4,5	4,1	253	182
5	1,11	0,07	16	4,5	4,1	258	172
6	1,21	0,11	11	4,5	4,1	294	216
7	1,69	0,11	15	4,5	4,0	226	153
8	1,61	0,14	11	4,4	4,1	361	302
9	1,00	0,10	10	4,6	4,2	331	248
10	1,03	0,10	10	4,6	4,1	206	159
11	1,11	0,11	10	4,6	4,1	321	212
12	1,09	0,11	10	4,6	4,2	353	277
13	1,51	0,13	12	4,5	4,1	270	163
14	1,22	0,13	9	4,7	4,2	372	273
15	1,10	0,09	12	4,6	4,0	175	147
16	0,81	0,09	9	4,8	4,2	314	238
17	1,32	0,08	16	4,7	4,0	182	110
18	0,72	0,08	9	5,1	4,2	245	190
19	1,27	0,11	12	4,6	4,1	256	173
20	0,90	0,08	11	4,9	4,2	194	167
21	1,22	0,11	11	4,4	4,1	291	193
22	0,51	0,07	7	4,7	4,2	171	141
23	1,00	0,10	10	4,5	4,2	255	203
24	0,62	0,09	7	4,7	4,2	178	144
25	0,69	0,09	8	4,7	4,2	263	228
26	1,31	0,12	11	4,5	4,1	217	145
27	1,48	0,12	13	4,2	3,9	203	144
28	1,50	0,11	14	4,5	4,2	263	188
29	1,87	0,15	13	4,6	4,1	290	186
30	0,81	0,08	10	4,8	4,2	245	209
31	1,54	0,10	15	4,5	4,1	325	210
32	1,51	0,05	30	4,4	3,9	205	123

Ciąg dalszy załącznika 3

Numer wierce- nia/pró- bki	Cor		C:N	pH		Pt	Pcyt
	g	Nt		H ₂ O	KCl		
	[g·kg ⁻¹]			[mg·kg ⁻¹]			
33	0,72	0,12	6	4,5	4,1	171	94
34	1,61	0,12	13	5,6	4,2	89	24
35	1,00	0,10	10	4,7	4,2	290	192
36	0,92	0,10	9	4,7	4,2	341	215
37	0,76	0,09	9	4,5	4,2	274	159
38	1,51	0,11	14	4,7	4,0	228	118
39	2,10	0,16	13	4,4	3,9	367	246
40	1,22	0,10	12	4,5	4,2	316	214
41	1,30	0,12	11	4,4	4,1	283	213
42	0,91	0,10	9	4,5	4,2	288	226
43	0,80	0,08	10	4,5	4,2	283	231
44	0,81	0,08	10	4,5	4,2	264	217
45	0,81	0,08	10	4,4	4,2	286	247
46	1,11	0,10	11	4,4	4,1	232	202
47	0,72	0,07	10	4,3	4,2	281	239
48	0,91	0,10	9	4,5	4,1	269	190
49	1,61	0,12	13	4,4	4,1	274	187
50	1,21	0,09	13	4,6	4,2	323	217
51	1,10	0,08	14	4,6	4,2	291	173
52	0,91	0,10	9	4,6	4,3	272	175
53	0,92	0,08	11	4,5	4,1	255	173
54	0,91	0,07	13	4,4	4,1	293	219
55	1,40	0,11	13	4,7	4,2	285	182
56	0,90	0,08	11	4,4	4,1	264	220
57	0,71	0,10	7	4,7	4,2	317	218
58	0,42	0,06	6	4,7	4,3	171	128
59	0,81	0,10	8	4,6	4,2	318	216
60	0,83	0,11	7	4,5	4,2	344	242
61	1,14	0,09	12	4,5	4,2	316	216
62	1,32	0,09	15	4,5	4,2	318	220
63	1,44	0,11	13	4,5	4,1	292	191
64	1,23	0,11	11	4,5	4,0	346	250
65	1,23	0,11	11	4,5	4,1	319	213
66	0,71	0,06	12	4,5	4,3	240	173
67	1,09	0,09	12	4,6	4,2	335	223

Ciąg dalszy załącznika 3

Numer wierce- nia/pró- bki	Cor	Nt	C:N	pH		Pt	Pcyt
	g	[g·kg ⁻¹]		H ₂ O	KCl	[mg·kg ⁻¹]	
68	2,04	0,16	13	4,7	3,8	252	142
69	1,02	0,09	11	4,5	4,2	317	232
70	1,53	0,12	13	4,5	4,0	211	118
71	1,81	0,13	13	4,5	4,0	182	110
72	0,92	0,09	11	4,4	4,2	216	158
73	1,22	0,09	14	4,6	4,1	224	142
74	1,11	0,10	11	4,7	4,3	308	226
75	1,23	0,09	13	4,7	4,2	259	181
76	1,22	0,10	12	4,8	4,3	298	225
77	1,00	0,08	13	4,6	4,3	276	232
78	1,52	0,12	12	4,5	4,2	267	210
79	2,11	0,17	12	4,4	4,1	324	225
80	1,52	0,09	16	4,7	4,3	261	176
81	1,18	0,10	12	4,4	4,2	240	155
82	0,80	0,07	11	4,7	4,3	275	189
83	0,90	0,07	13	4,6	4,2	160	85
84	0,91	0,08	12	4,6	4,2	212	116
85	1,18	0,10	12	4,5	4,1	270	153
86	1,71	0,13	13	4,6	4,1	251	127
87	1,23	0,10	12	4,6	4,1	179	91
88	1,02	0,08	12	5,2	4,2	253	171
89	0,91	0,08	11	4,6	4,3	212	141
90	0,72	0,08	8	4,7	4,3	241	167
91	0,60	0,06	10	4,5	4,0	172	129
92	1,03	0,09	11	4,3	3,9	261	187
93	0,60	0,07	9	4,6	4,2	247	178
94	0,82	0,07	11	4,3	3,9	178	107
95	0,71	0,07	10	4,5	4,1	252	158
96	0,62	0,07	8	4,6	4,1	199	115
97	0,92	0,11	8	4,5	4,0	246	132
98	0,51	0,06	8	4,5	4,1	184	121
99	1,03	0,10	10	4,4	4,0	183	90
100	0,81	0,10	8	4,5	3,9	270	153
101	0,52	0,12	4	4,4	3,9	294	175
102	0,21	0,07	3	4,6	4,1	181	95

Ciąg dalszy załącznika 3

Numer wierce- nia/pró- bki	Cor	Nt	C:N	pH		Pt	Pcyt
	g	[g·kg ⁻¹]		H ₂ O	KCl		
103	0,32	0,11	3	4,4	3,9	217	116
104	0,32	0,08	4	4,7	4,2	301	171
105	0,43	0,11	3	4,6	4,1	301	172
106	0,20	0,07	3	5,5	4,3	244	145
107	0,42	0,11	3	4,6	4,0	295	148
108	0,51	0,13	4	4,7	4,0	303	147
109	0,21	0,09	3	4,8	4,0	186	79
110	0,30	0,09	3	4,5	4,2	277	153