

Piotr Kittel, Anna Budek

**Wyniki badań geoarcheologicznych profili litologicznych
na stanowisku archeologicznym Łęki Majątek,
stan. 2 i 2A, pow. Kutno, woj. łódzkie**

The results of geoarchaeological research of lithological cross-sections
at the archaeological site at Łęki Majątek,
site 2 and 2A, district of Kutno, province of Łódź

Położenie obszaru badań

Stanowisko Łęki Majątek położone jest, według delimitacji K. Turkowskiej (2006), w północnej części regionu łódzkiego. Leży ono bowiem około 25 km na południe od maksymalnego zasięgu zlodowacenia wisły (LGM) wyznaczonego przez M. Roman (2003) w okolicach Gostynina. W podziale fizycznogeograficznym wg J. Kondrackiego (2002), a także J. Solona i in. (2018) interesujący nas obszar znajduje się w północno-zachodniej części Równiny Łowicko-Błońskiej przy południowej granicy Równiny Kutnowskiej (ryc. 1).

Stanowisko zlokalizowane jest przy północnej krawędzi tzw. pradoliny warszawsko-berlińskiej. Pradolina warszawsko-berlińska tworzy rozległą makroformę o znaczeniu regionalnym i jednocześnie stanowi rozległy obszar o najbardziej monotonnej w regionie powierzchni i charakterystycznym, wypukłym profilu podłużnym (S. Jewtuchowicz 1967, K. Krajewski 1977, K. Turkowska 2006, J. Forysiak 2014). Na północ od pradoliny przebiega łuk moreny kutnowskiej, którą stanowi ciąg zróżnicowanych litologicznie i strukturalnie form, zawierających również spiętrzenia glacictektoniczne i wiązanych z fazą recesyjną lądolodu warty (M. Domośławska-Baraniecka 1969; M. Baraniecka 1979, 1984; G. Szałamacha 1996a, 1996b; M. Roman 2003; K. Turkowska 2006).

Zrąb rzeźby i budowy geologicznej obszaru uformowany został podczas zlodowacenia odry w stadiale warty. W vistulianie, na bezpośrednim przedpolu ostatniego lądolodu, doszło do istotnego przemodelowania rzeźby obszaru zachodzącego w warunkach peryglacjalnych. Według K. Turkowskiej (2006) stanowisko znajduje się w obrębie rozległej powierzchni warciańskiego „fluwioglacjalnego poziomu erozyjnego” lub „niższego poziomu wysoczyznowego”. J. Jeziorski (2002) udokumentował w jego szeroko pojętym otoczeniu powierzchnię zbudowaną z warciańskich glin zwałowych o miąższości przekraczającej 10 m. Interesujący nas punkt osadniczy zlokalizowany jest w obrębie doliny denudacyjnej zapewne wieku vistuliańskiego, rozcinającej powierzchnię warciańskiej wysoczyzny morenowej osiągającej wysokości około 98–106 m n.p.m. Jednocześnie od południa obszar stanowiska sięga niskiego poziomu pradolinne-

Location of the excavated area

According to delimitation by K. Turkowska (2006), the site at Łęki Majątek is situated in the northern section of the region of Łódź. It is located c.a. 25 km south of the maximum range of the Vistulian glaciation (LGM) designated by Roman (2003) in the area of Gostynin. According to the physico-geographical division by J. Kondracki (2002) and J. Solon et al. (2018) the area in question is situated in the north-western section of the Łowicz-Błonie Plain, adjacent to the southern border of the Kutno Plain (fig. 1). The site is located on the northern border of the Warsaw-Berlin Urstromtal, which is an extensive macroform of regional significance. It is also an expanse, whose surface is the most monotonous in the region and is marked by a characteristic convex, oblong cross-section (S. Jewtuchowicz 1967, K. Krajewski 1977, K. Turkowska 2006, J. Forysiak 2014). North of the urstromtal there is an arch of the Kutno moraine in the form of lithologically and structurally diversified forms, consisting of glaciotectionic ridges and connected with the recessive phase of the Wartanian ice sheet (M. Domośławska-Baraniecka 1969; M. Baraniecka 1979, 1984; G. Szałamacha 1996a, 1996b; M. Roman 2003; K. Turkowska 2006).

The horst of the terrain and the geological structure was formed during the Odranian glaciation, Wartanian stadial. In the Vistulian, at the foreground of the last ice sheet, there was a major re-modelling of the terrain in periglacial conditions. According to K. Turkowska (2006), the site is found within the boundaries of the extensive area of the Wartanian fluvio-glacial erosion horizon or lower plateau horizon. In its wider vicinity J. Jeziorski (2002) documented an area made up of Wartanian glacial till, up to 10 m thick. The settlement point in question is located within the boundaries of the denudation valley, most likely of the Vistulian age, intersecting the area of the Wartanian moraine plateau, reaching the height of c.a. 98–106 m AMSL. At the same time, the area of the site reaches the low urstromtal horizon from the south, occupied by the Bzura river (K. Krajewski 1977, K. Turkowska 2006).

From the topographic point of view, it is situated on a gently sloping (less than 2 de-



Ryc. 1. Położenie stanowiska Łeki Majątek na tle: A. mezoregionów fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002); B. mapy topograficznej w skali 1: 10000 w Układzie 1965.

Fig. 1. Location of site Łeki Majątek at the background of: A. Physio-geographic mesoregions, after Jerzy Kondracki (2002); B. Topographical map; scale 1: 10000; UTM 1965.

go, wykorzystywanego przez dno dolinę Bzury (K. Krajewski 1977, K. Turkowska 2006).

Pod względem topograficznym położone jest ono na słabo nachylonej (poniżej 2 st.) powierzchni o wystawie SSE, na wysokości od 96 do 102 m n.p.m. (ryc. 1). Południowa, zajęta przez cmentarzysko warstwowe, część stanowiska znajduje się u wylotu dolinki denudacyjnej, na powierzchni stożka napływowego wieku vistuliańskiego. W centralnej i północnej części stanowiska występują piaski ze żwirami oraz piaski gliniaste i gliny piaszczyste stanowiące osady stokowe wypełniające dolinę denudacyjną, a także utwory glacialne budujące poziom wysoczyzny, o charakterze płaskiej wysoczyzny morenowej.

Przeprowadzone sondowania geologiczne u wylotu dolinki denudacyjnej dowiodły, że vistuliańskie osady piaszczyste budujące stożek napływowy kontynuują się w podłożu do brzegu sztucznego koryta Bzury. W stropie piasków vistuliańskich rejestrowano poziom próchniczny gleby kopalnej, przechodzący w bezpośrednim sąsiedztwie kanału w mulki organiczne. Poziomy te są nakryte organicznymi utworami piaszczysto-mułkowymi o barwie rdzawobrunatnej. Udział części organicznych w tych osadach rośnie w kierunku osi dna pradoliny, tj. w kierunku sztucznego koryta Bzury.

Wspomniane sztuczne koryto Bzury ogranicza obszar stanowiska od południa. Koryto to widoczne jest już na Topograficznej Karcie Królestwa Polskiego (tzw. „mapie kwatermistrzowskiej”) na arkuszu K3S4 Łowicz (z lat 1837–1843). Nie występuje jednak jeszcze na mapie Gilly’ego (z 1802–1803 r.), a zatem zostało utworzone w pierwszej lub najpóźniej początkach drugiej trzecji XIX w.

Cel i metody badań

Zasadniczym celem badań geoarcheologicznych realizowanych na obszarze stanowiska było rozpoznanie cech teksturalnych i geochemicznych pokrywy utworów neoholocenów. W tym przede wszystkim zbadanie warunków akumulacji warstwy zawierającej kości ludzkie i związanej z hipotetycznym istnieniem cmentarzyska warstwowego ludności kultury przeworskiej z późnego okre-

grees) surface, with SSE exposition, at the height of 96–102 m (fig. 1). The southern part of the site, occupied by the layered cemetery is located at the exit of the denudation valley, on the surface of the alluvial fan of the Vistulian age. In the central and northern section of the site there are sands with gravel, as well as loamy sands and sandy loams which constitute slope sediments, filling the denudation valley, as well as glacial sediment making up the plateau horizon in the form of a flat moraine plateau.

The conducted geological probing at the exit of the denudation valley has confirmed that Vistulian sandy sediments which make up the alluvial fan, extend to the coast of the artificial channel of the Bzura river in the substrate. The upper part of the Vistulian sands consists of a humus horizon of the fossil soil which turns into organic silt in the close vicinity of the channel. The horizons are covered by organic sandy-silt sediment, rusty-brown in colour. The amount of organic elements in the sediment increases towards the axis of the floor of the urstromtal, i.e. towards the artificial channel of the Bzura river.

The previously mentioned artificial channel of the Bzura river culminates the area of the site in the south. The channel is visible on the Topographic Chart of the Kingdom of Poland (so called Quartermaster’s Map) on sheet K3S4 Łowicz (from the period 1837–1843). However, it is not visible on Gilly’s map (1802–1803), which means that it was formed in the first tierce or at the beginning of the second tierce of the 19th c.

Aims and methods of research

The main aim of geoarchaeological research conducted in the area of the site was the recognition of textural and geochemical features of the Neo-Holocene sediment cover. The research primarily focused on the conditions of accumulating the layer consisting of human bones and connected with the hypothetical presence of the layered cemetery of the Przeworsk culture population from the late Ro-

su rzymskiego. Występowanie tej warstwy udokumentowano w południowej, najniższej położonej partii stanowiska. Omawiana warstwa miejscami przykrywała konstrukcje i wypełniska reliktyw studni oraz rozszarni datowanych na młodszą – późny okres rzymski. Jednocześnie warstwa ta nie kontynuowała się w kierunku południowym, tj. ku dnu pradoliny oraz w kierunku zachodnim ku stokowi doliny denudacyjnej.

Badania terenowe przeprowadzono w grudniu 2008 r. i maju 2009 r. Na obszarze stanowiska archeologicznego ze ścian wykopów oraz ściany świadka profilowego przecinającego obiekt nr 4 pobrane zostały próbki osadów do oznaczenia ich składu granulometrycznego i podstawowych parametrów geochemicznych. Ogółem pobrane zostały cztery profile litologiczne, w których próbki położone były w odstępach 10 cm (tabela 1, ryc. 2–4).

Podstawowym analizom parametrów uziarnienia i wskaźników geochemicznych poddanych zostało 37 próbek osadów. Analizę uziarnienia wykonano meto-

man Iron Age. The occurrence of this layer has been documented in the southern, lowest section of the site. The layer in question partly covered the constructions and fills of the remains of the well and the rettery dated to the younger-late Roman Iron Age. At the same time the layer did not extend southwards, i.e. in the direction of the floor of the urstromtal and westwards in the direction of the slope of the denudation valley.

Field surveys were conducted in December 2008 and May 2009. The walls of the trenches and the wall of the balk intersecting feature 4 in the area of the archaeological site have yielded sediment samples which mark granulometric composition and basic geochemical parameters. Four lithological cross-sections have been examined, whose samples were situated 10 cm away from one another (table 1, fig. 2–4). Thirty-seven sediment samples underwent basic analyses of granulation parameters and geochemical indicators. Granulation research was conducted with the use of sieve analysis, after E. Rühle (1973). Moreover, sediment consisting of organic matter was boiled in perhydrol. Afterwards, basing on the obtained granulation results, textural indicators have been estimated using the method of

Tabela 1. Wykaz profili badawczych próbek pobranych na stanowisku Łęki Majątek, stan. 2A, pow. Kutno.

Symbol profilu	Lokalizacja profilu	Data poboru próbek	Ilość próbek	Symbol próbek (numeracja od góry profilu)	Położenie próbek w cm p.p.g.
LK/O4	Ha II A 52 Ob. 4 świadek profilowy przecinający obiekt nr 4 (studnia) od strony S	3.12.2008 r.	13	LK/O4/20 ... LK/O4/140	20 – 140
LK/A61	Ha II A 61 ściana S w narożniku SW	3.12.2008 r.	7	LK/A61/40 ... LK/A61/100	40 – 100
LK/A71	Ha III A 71 ściana E	6.05.2009 r.	8	LK/A71/70 ... LK/A71/0	40 – 110
LK/A41	Ha III A 41 ściana E	6.05.2009 r.	9	LK/A71/80 ... LK/A71/0	10 – 90

Table 1. List of cross-sections of samples obtained at site 2A, Łęki Majątek, district of Kutno.

Cross-section symbol	Location of the cross-sections	Date of obtaining the sample	Number of samples	Sample symbol (numbering from the top of the cross-section)	Sample location in cm – depth below ground
LK/O4	Ha II A 52 Feature 4 Balk intersecting feature 4 (well) from S	3.12.2008 r.	13	LK/O4/20 ... LK/O4/140	20 – 140
LK/A61	Ha II A 61 wall S in the corner SW	3.12.2008 r.	7	LK/A61/40 ... LK/A61/100	40 – 100
LK/A71	Ha III A 71 wall E	6.05.2009 r.	8	LK/A71/70 ... LK/A71/0	40 – 110
LK/A41	Ha III A 41 wall E	6.05.2009 r.	9	LK/A71/80 ... LK/A71/0	10 – 90

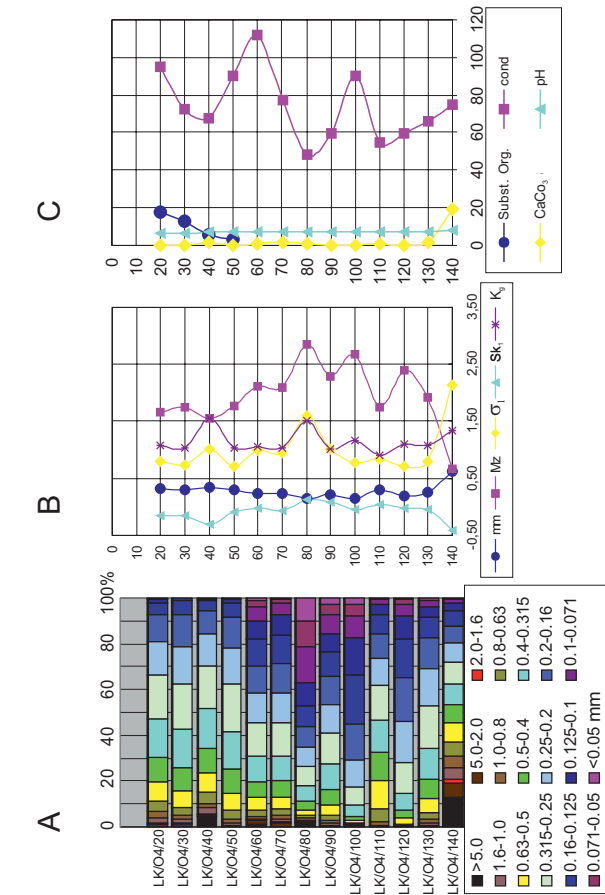


Fig. 2. Results of grain and geochemical analysis with radiocarbon dating of sediments – cross-section LK/O4; site Łęki Majątek (photo P. Kittel 2008)

1 – turf; 2 – grey-brown sands with organic silts, human bones in the bottom layer; 3 – dark-brown sands with organic silts and fragments of human bones; 4A – light-brown, multi-grained sands with faint traces of humus; slope sediments; 4 – light brown-grey, fine and medium-grained sands with faint trace of humus, humus horizon of fossil soil 5 – fine and medium-grained sands, fill of the feature (?); 5A – light brown-grey fine and medium-grained sands; 9 – fine-grained silty, laminated sands; locally deluvial, multi-grained sands

A. proportion of selected granulometric fractions in sediments (in mm); B. statistical indicators of grain size distribution coefficients Folk and Warda: mm – medium diameter of grain (in mm); Mz – medium diameter of grain in Phi scale; σ_1 – sorting; Sk1 – skewness; Kg – kurtosis in phi scale; C. selected geochemical symbols of sediments; Subst. org. – proportion of organic matter (roasting losses), CaCO₃ – proportion of carbonates, cond – electrolytic conductivity, soil pH.



Ryc. 2. Wyniki analiz uziarnienia i geochemicznych oraz wyniki datowań radiowęglowych osadów w profilu LK/O4 na stanowisku Łęki Majątek (fot. P. Kittel 2008)

1 – darni; 2 – piaski z mulkami organicznymi szarobrunatne, w spągu z fragmentami kości ludzkich; 3 – piaski z mulkami organicznymi ciemnobrunatne, z fragmentami kości ludzkich; 4A – piaski różnociarniste słabo próchnicze jasnobrunatne stokowe; 4 – piaski drobno- i średnociarniste słabo próchnicze jasnobrunatnoszare, poziom próchniczny głębi kopalnej; 5 – piaski drobno- i średnociarniste brunatne, wypełniisko jamy (?); 5A – piaski drobno- i średnociarniste jasnobrunatnoszare; 9 – piaski drobnoziarniste mulkowe laminowane miejscami piaski różnociarniste deluwialne

A. udział procentowy wyróżnionych frakcji granulometrycznych w osadach w mm; B. statystyczne wskaźniki Folk i Warda: mm – średnia średnica ziarna w mm; Mz – średnia średnica ziarna w skali Phi; σ_1 – wysortowanie; Sk1 – skośność; Kg – kurtoza; C. wybrane oznaczenia geochemiczne osadów; Subst. org. – udział substancji organicznej (straty prażenia), CaCO₃ – udział węglanów, cond – konduktywność elektrolityczna, pH – odczyn.

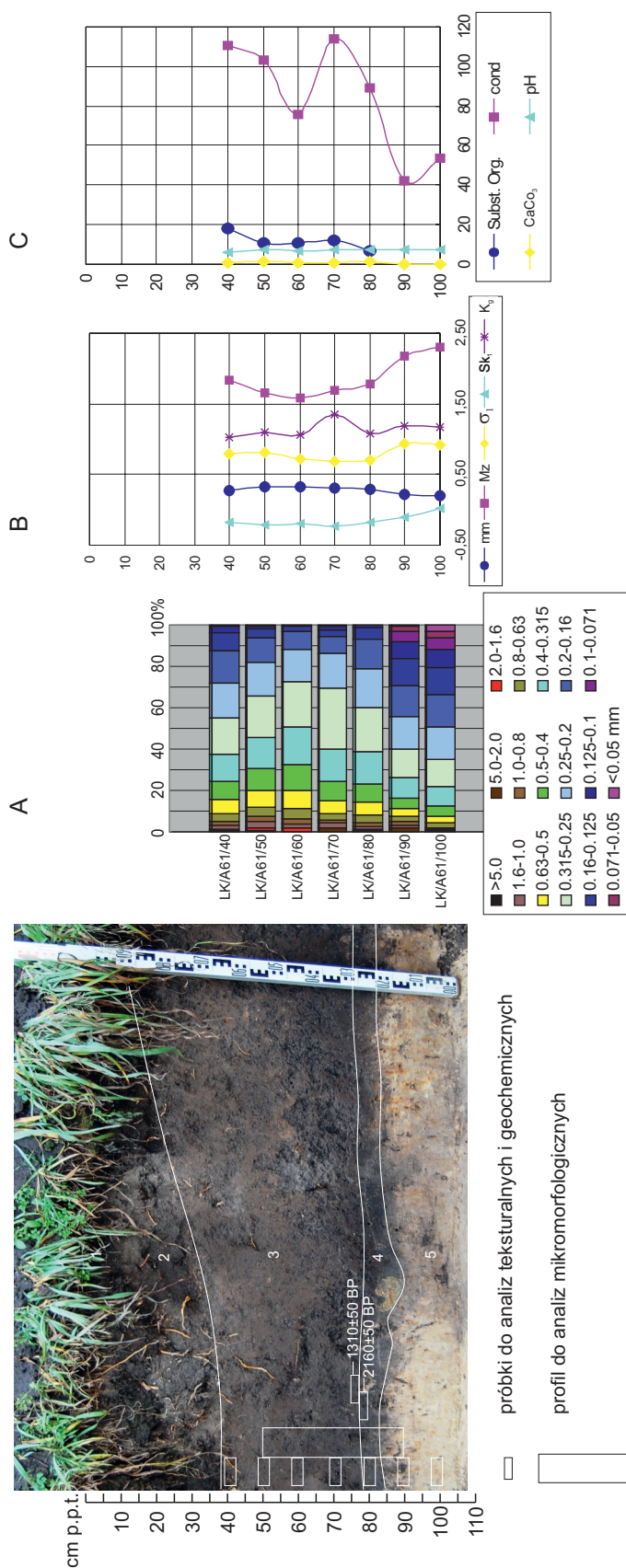


Fig. 3. Results of grain and geochemical analysis with radiocarbon dating of sediments – cross-section LK/O4; site Łęki Majątek (fot P. Kittel, 2008)
 1 – turf; 2 – dark brown, fine and medium-grained sands with organic silt, fragments of snail shells in the bottom layer, filling of trench; 3 – grey-brown, fine and medium-grained sands with organic silt; 4 – brown-grey; fine and medium-grained sands with faint trace of humus, humus level of fossil soil; 5 – deluvial, fine-grained silty sands
 A. proportion of selected granulometric fractions in sediments (in mm); B. statistical indicators of grain size distribution coefficients by Folk and Ward: mm – medium diameter of grain (in mm); Mz – medium diameter of grain in Phi scale; σ₁ – sorting; Sk₁ – skewness; K_g – kurtosis in phi scale; C. selected geochemical symbols of sediments; Subst. org. – proportion of organic matter (roasting losses), CaCO₃ – proportion of carbonates, electrolytic conductivity, soil pH.

Ryc. 3. Wyniki analiz uziarnienia i geochemicznych oraz wyniki datowań radiowęglowych osadów w profilu LK/A61 na stanowisku Łęki Majątek (fot. P. Kittel 2008)
 1 – darni; 2 – piaski drobno- i średnioziarniste z mulkami organicznymi ciemnobrunatne, w spagu fragm. muszli ślimaków, wypełnienie wkopu; 3 – piaski drobno- i średnioziarniste z mulkami organicznymi szarobrunatne; 4 – piaski drobno- i średnioziarniste słabo próchniczne brunatnoszare, poziom próchniczny gleby kopalnej; 5 – piaski drobnoziarniste mulkowe deluwialne
 A. udział procentowy wyróżnionych frakcji granulometrycznych w osadach w mm; B. statystyczne wskaźniki Folk'a i Warda: mm – średnia średnica ziarna w mm; Mz – średnia średnica ziarna w skali Phi; σ₁ – wysortowanie; Sk₁ – kurtosis; K_g – kurtosis; C. wybrane oznaczenia geochemiczne osadów; Subst. org. – udział substancji organicznej (straty prażenia), CaCO₃ – udział węglanów, cond – konduktywność elektrolityczna, pH – odczyn.

da sitową wg E. Rühlego (1973), przy czym osady zasobne w materię organiczną wygotowane zostały w perhydrolu. Następnie w oparciu o uzyskane wyniki uziarnienia obliczone zostały wskaźniki teksturalne metodą R. Folka i W. Warda (1957). Wykonano także diagramy: krzywych częstości, krzywych kumulacyjnych, stosunków wskaźników teksturalnych wg E. Mycielskiej-Dowgiałło (1995, 2007) oraz wskaźnika C-M wg R. Passegi i R. Byramjee (1969), R. Passega (1964).

W osadach określono wybrane parametry geochemiczne, tj. zawartość węgla wapnia (CaCO_3) metodą Scheiblera, zawartość substancji organicznej metodą strat prażenia oraz pH i konduktywność elektrolityczną (metodyka wg R. Bednarek 2004). W celu określenia odczynu i przewodnictwa elektrolitycznego powietrznosuchą próbkę osadu rozcierano w moździerzu i następnie przesiewano przez sito o średnicy oczek 1 mm. Przed przystąpieniem do pomiaru odczytywano każdorazowo odczyn wzorcowych roztworów buforowych (pH 4,7 i 7). Wynik z zawiesiny określano trzykrotnie i uśredniano. Zastosowano metodykę wg B. Dobrzańskiego i S. Zawadzkiego (1995). Popielność osadu określano zgodnie z metodyką opisaną przez H. Okruszko (1994).

Dla pięciu próbek osadów organogenicznych wykonano datowania radiowęglowe przeprowadzone w Laboratorium C-14 MAiE w Łodzi.

W dwu profilach wykonane zostały analizy mikromorfologiczne szlifów glebowych. Z profili LK/O4 i LK/A61 pobrane zostały bloki o nienaruszonej strukturze. Bloki nasączono żywicą epoksydową i następnie wykonano szlify o wielkości 8×10 cm do analiz mikromorfologicznych. W szczegółowym opisie zastosowano podejście jakościowe oparte na opisie rozpoznawalnych cech i struktur mikromorfologicznych opracowanych przez Bullocka et al. (1985) oraz G. Stoopsa (2003). Analizy mikromorfologiczne zostały wykonane w Zakładzie Badań Geośrodowiska IGiPZ PAN w Krakowie.

W profilu LK/O4, z bloku o nienaruszonej strukturze z głębokości 20–60 cm pod powierzchnią gruntu wykonano trzy szlify, odpowiednio o symbolach $\text{Łm}(1)/3\text{w}/1$,

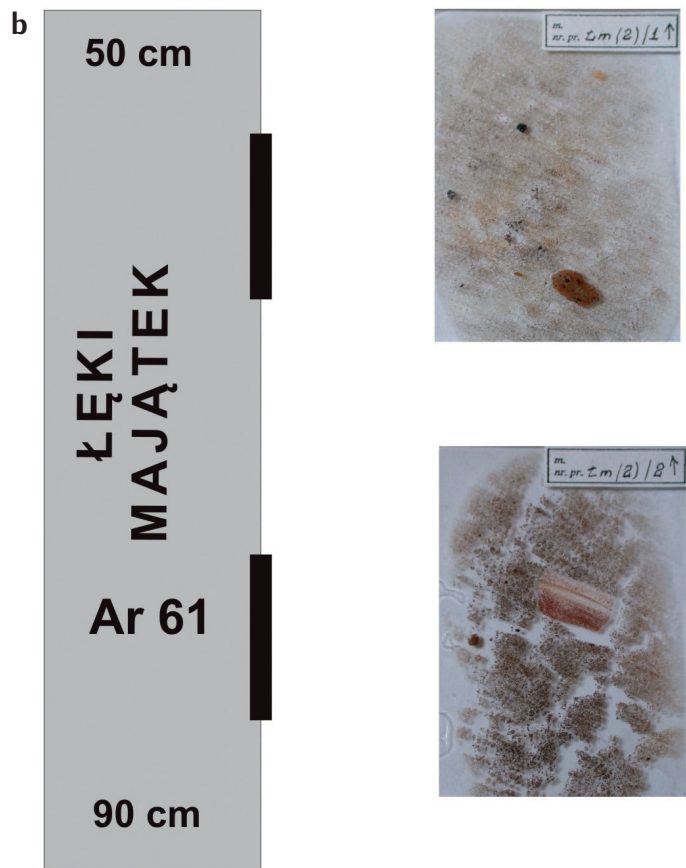
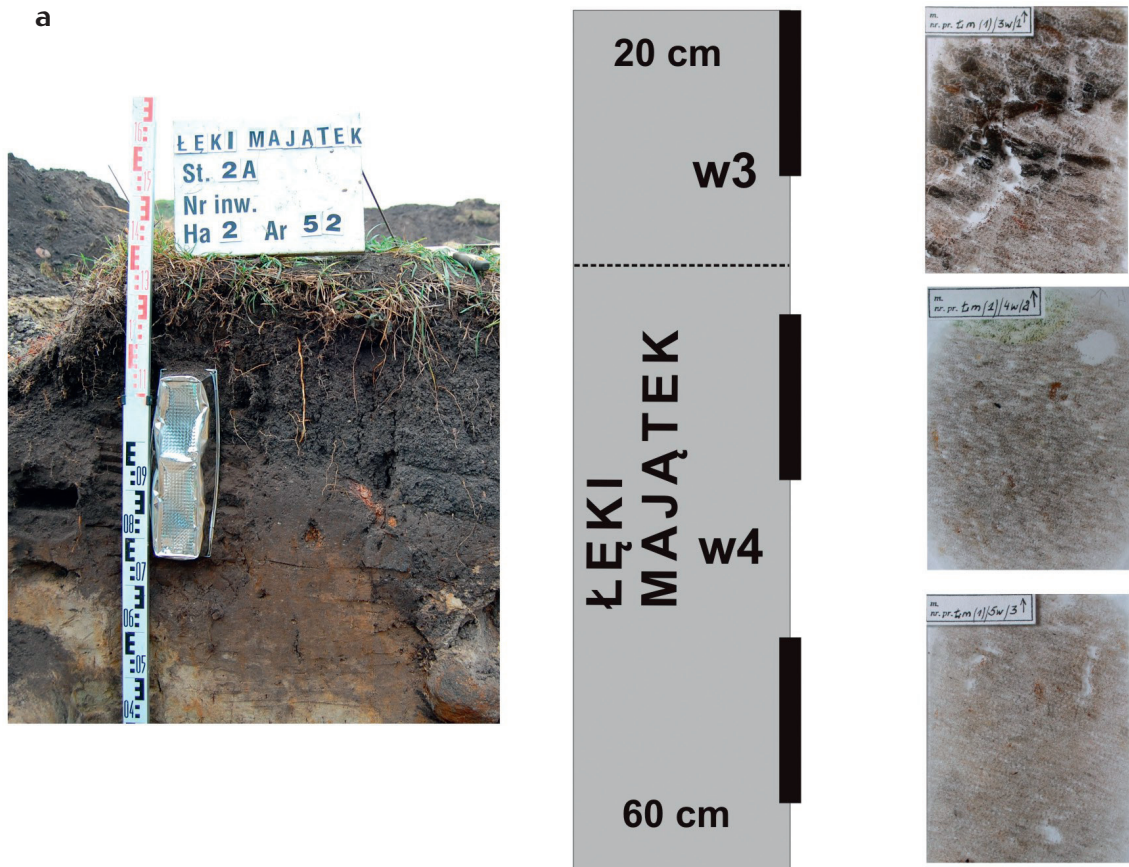
R. Folk and W. Ward (1957). The following diagrams have also been made: frequency curves, grain-size distribution curves, ratio of textural indicators after E. Mycielska-Dowgiałło (1995, 2007) and C-M coefficient after R. Passega and R. Byramjee (1969, R. Passega 1964).

Selected geochemical parameters have been determined for the sediment, such as: the content of calcium carbonate (CaCO_3) using Scheibler's method, the content of organic substance using loss-on-ignition method and pH and electrolytic conductivity (methodology after R. Bednarek 2004). In order to determine the reaction and electrolytic conductivity, air-dried sediment sample was triturated in a mortar and then sieved through a sieve with 1 mm mesh diameter. Prior to measurement, the reaction of standard buffer solutions (pH 4,7 and 7) was checked each time. The results from the suspension were obtained three times and then averaged. The methodology of B. Dobrzański and S. Zawadzki (1995) was applied. Soil ash content was determined according to the methodology described by H. Okruszko (1994).

Radiocarbon dates were obtained for five samples of organogenic sediments in the C-14 Laboratory of the Museum of Archaeology and Ethnography in Łódź.

Two cross-sections underwent micro-morphological analyses of soil-thin sections. Blocks of undisturbed structure have been obtained from cross-sections LK/O4 and LK/A61. The blocks were soaked with epoxy resin, after which soil-thin sections were made, measuring 8×10 cm each, and used for further micro-morphological analyses. The detailed description involved the quality approach based on recognisable micro-morphological traits and structures prepared by Bullock et al. (1985) and G. Stoops 2003. The micro-morphological analysis was conducted at the Department of Geoenvironmental Research IGSO PAS Cracow.

In the cross-section LK/O4, the block of undisturbed structure, found at the depth of 20–60 cm below ground, was used to make three soil-thin sections marked with the following symbols: $\text{Łm}(1)/3\text{w}/1$, $\text{Łm}(1)/4\text{w}/2$, $\text{Łm}(1)/5\text{w}/3$ respectively (fig. 1a). They were used to examine microstructures within the boundaries of the archaeological layers with the following numbers: 2, 3, 4, 4A, 5 (fig. 2,



Ryc. 5. Rozmieszczenie szlifów mikromorfologicznych (fot. A. Budek 2009). a. w profilu LK/O4 (por. ryc. 2), b. w profilu LK/A61 (por. ryc. 3).
Fig. 5. Location of micromorphological soil-thin sections (photo A. Budek 2009). a. in cross-section LK/O4 (c.f. fig. 2), b. in cross-section LK/A61 (c.f. fig. 3).

Łm(1)/4w/2, Łm(1)/5w/3 (ryc. 1a). Ich celem było zbadanie mikrostruktur w obrębie warstw archeologicznych o numerach: 2, 3, 4, 4A, 5 (ryc. 2, 5a). Z kolei w profilu LK/A61 bloku o nienaruszonej strukturze, z głębokości około 50–90 cm p.p.g. wykonano dwa szlify o symbolach: Łm(2)/1 obejmujący warstwę 3 z głęb. 56–66 cm p.p.g. oraz Łm(2)/2, w-wy 3 (spag) i 4, z głębokości około 76–86 cm (ryc. 3, 5b).

Wyniki badań

• Profil LK/O4

W opisie profilu LK/O4 zlokalizowanego na ścianie świadka profilowego ukazującego przekrój obiektu 4 zastosowano numerację warstw zgodną z numeracją w dokumentacji archeologicznej.

Warstwę 1 stanowi darń. Warstwę 2 tworzą bezstrukturalne osady organiczno-mineralne (namuł) o dużej (ponad 17%) zawartości substancji organicznej (tabela 2). W szlifie Łm(1)/3w/1 wykonanym z głębokości 20–30 cm p.p.g. makroskopowo widoczna jest dwudzielność w osadzie. W stropowej i środkowej części szlif, obejmującej warstwę 2, występują dobrze i średnio rozłożone fragmenty roślin, z dobrze zachowaną strukturą tkanek. Są to głównie fragmenty drzew liściastych (A. Zielińska, M. Krąpiec 2004). W spagowej części warstwy fosylne tkanki z dobrze zachowaną strukturą tkanek (ryc. 6b) mają ułożenie horyzontalne, co może oznaczać powolną sedymentację w wilgotnym środowisku, przy ograniczonym dostępie tlenu. Masa podstawowa składa się głównie z ziaren kwarcu zaokrąglonych i o nieregularnym kształcie, częściowo zwietrzałych (tabela 3). Znaczną część masy podstawowej stanowi amorficzna próchnica w postaci mikroagregatów, w której rozmieszczone są ziarna mineralne. W materiale mineralno-organicznym występują struktury, które mogą świadczyć o redepozycji osadu. Są to mineralno-próchniczne agregaty, które przyjmują formy struktur rotacyjnych. Ze względu na niewielką głębokość z jakiej została pobrana próbka, w szlifach występują także świeże fragmenty roślin (ryc. 6a). Ponadto segregacja materiału zaznacza się w postaci wypełnień szczelin przez materiał grubszy (ryc. 7a), nato-

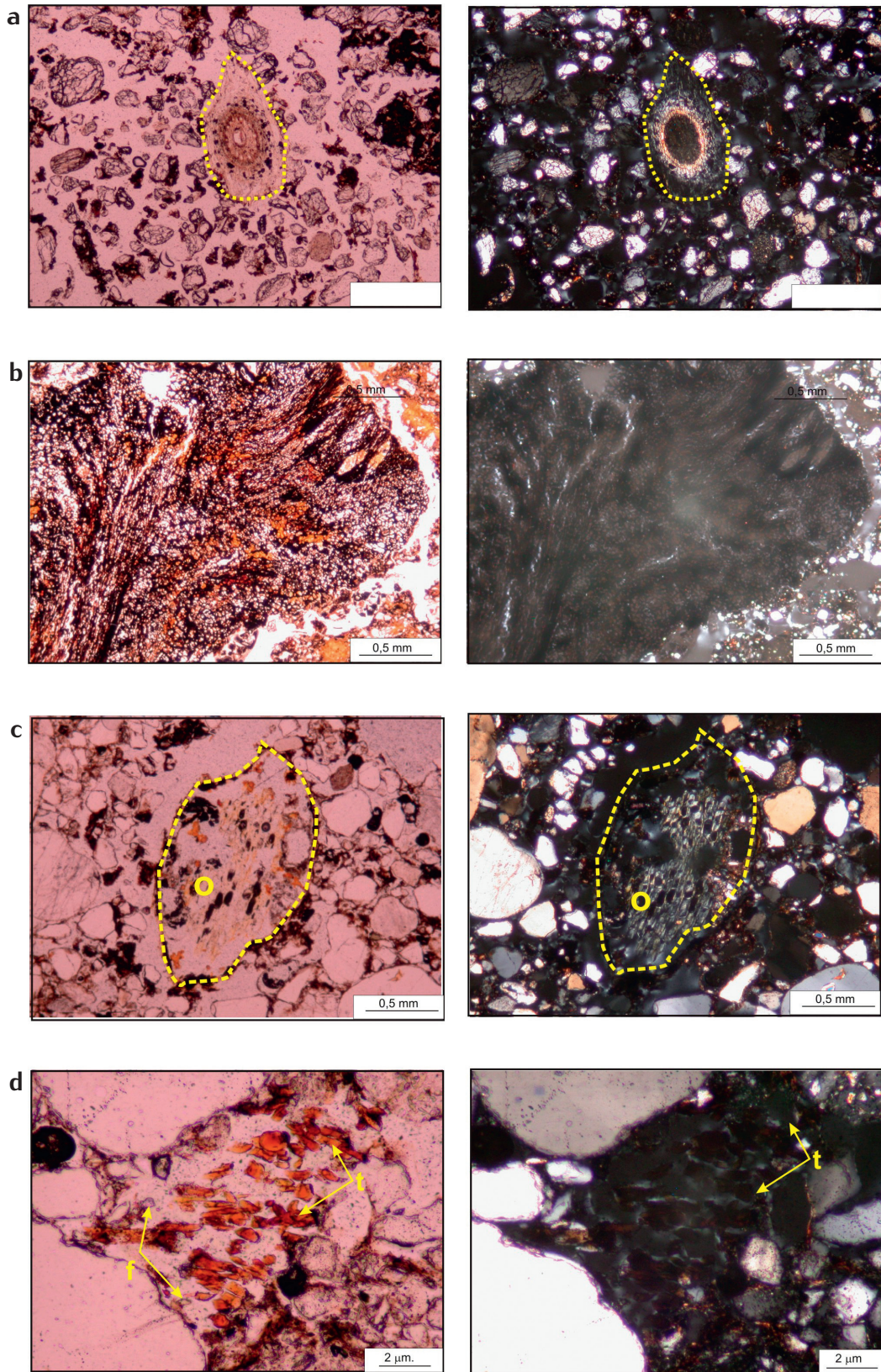
5a). In the cross-section LK/A61, the block of undisturbed structure found at the depth of c.a. 50–90 cm below ground, was used to make two soil-thin sections, marked with the symbols: Łm(2)/1 from layer 3- at the depth of 56–66 cm below ground and Łm(2)/2 from the bottom section of layer 3 and from layer 4 found at the depth of c.a. 76–86 cm (fig. 3, 5b).

Results of the research

• Cross-section LK/O4

In order to describe the cross-section LK/O4 located on the balk wall which presents the cross-section of feature 4, the numbering of layers was used according to the numbers in archaeological documentation.

Layer 1 is composed of turf. Layer 2 consists of structureless organic-mineral sediment (mud deposits) with a large content (over 17%) of organic substance (table 2). In the soil-thin section Łm(1)/3w/1 made at the depth of 20–30 cm below ground, a macroscopically visible dichotomy in the sediment has been observed. In the top and middle part of the soil-thin section, encompassing layer 2, there are well and medium decomposed vegetation fragments with a well-preserved tissue structure. These are mainly fragments of deciduous trees (A. Zielińska, M. Krąpiec 2004). In the bottom of the layer, the fossil tissues with the well preserved tissue structure (fig. 6b) have a horizontal layout, which may indicate a slow sedimentation process in a damp environment with a limited access to oxygen. The basic sediment mass mainly consists of quartz grains – rounded or irregular, partially weathered (table 3). A considerable portion of the basic sediment mass comprises amorphous humus in the form of microaggregates, which contain mineral grains. Mineral-organic material consists of structures which attest the re-deposition of sediment. These are mineral-humus aggregates which assume the form of rotational structures. Due to a shallow depth at which the sample was obtained, the soil-thin section contains fresh vegetation fragments (fig. 6a). Additionally, the segregation of material can be seen in



Ryc. 6. Materia organiczna w szlifach mikromorfologicznych (fot. A. Budek 2009). a – świeże fragmenty roślin, profil LK/O4, b – fosylne fragmenty roślin, profil LK/O4, c – fragment korzenia, profil LK/A61, d – fosylne fragmenty roślin z zachowanymi tkankami i fitytolitami, profil LK/A61.

Fig. 6. Organic matter in micromorphological thin-section (photo A. Budek 2009). a. fresh vegetation fragments, cross-section LK/O4, b – fossil vegetation fragments, cross-section LK/O4, c – fragment of a plant root, cross-section LK/A61, d – fossil vegetation fragments with preserved tissues and phytoliths, cross-section LK/A61.

Tabela. 2. Wskaźniki teksturalne R. Folka i W. Warda oraz cechy geochemiczne próbek osadów ze stanowiska Łęki Majątek, stan. 2A, pow. Kutno.

LK/O4

Symbol próbki	LK/O4/20	LK/O4/30	LK/O4/40	LK/O4/50	LK/O4/60	LK/O4/70	LK/O4/80	LK/O4/90	LK/O4/100	LK/O4/110	LK/O4/120	LK/O4/130	LK/O4/140
cm p.p.g.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
mm	0,32	0,30	0,34	0,29	0,23	0,24	0,14	0,21	0,16	0,30	0,19	0,26	0,63
Mz	1,66	1,75	1,55	1,77	2,12	2,08	2,84	2,29	2,68	1,75	2,39	1,93	0,67
s ₁	0,80	0,73	1,01	0,72	0,99	0,95	1,60	1,02	0,78	0,84	0,71	0,80	2,13
Sk ₁	-0,15	-0,14	-0,32	-0,10	-0,02	-0,07	0,13	0,08	-0,05	0,04	-0,02	-0,05	-0,42
K _g	1,07	1,04	1,55	1,03	1,05	1,03	1,52	1,02	1,17	0,90	1,11	1,08	1,33
Subst. Org.	17,41	12,72	5,79	3,06									
CaCO ₃	0,28	0,24	1,40	0,00	1,16	1,57	0,44	0,21	0,20	0,41	0,00	1,43	19,46
pH	6,65	6,77	6,98	7,10	7,42	7,13	7,25	7,30	7,16	7,01	6,90	7,37	8,13
cond	95,37	72,41	67,93	90,06	111,84	77,70	48,19	59,37	90,05	54,91	59,22	66,42	74,69

LK/A61

Symbol próbki	LK/A61/40	LK/A61/50	LK/A61/60	LK/A61/70	LK/A61/80	LK/A61/90	LK/A61/100
cm p.p.g.	40	50	60	70	80	90	100
mm	0,28	0,32	0,33	0,31	0,29	0,22	0,20
Mz	1,83	1,65	1,58	1,70	1,78	2,17	2,31
s ₁	0,79	0,81	0,72	0,69	0,71	0,93	0,92
Sk ₁	-0,17	-0,21	-0,20	-0,23	-0,18	-0,10	0,02
K _g	1,02	1,10	1,07	1,34	1,09	1,19	1,17
Subst. Org.	18,35	10,53	10,60	12,04	6,99		
CaCO ₃	0,78	1,08	0,73	0,69	1,20	0,00	0,00
pH	6,21	7,18	7,02	7,08	7,20	7,13	7,25
cond	110,9	103,43	75,833	113,9	88,867	42,083	53,3

LK/A71

Symbol próbki	LK/A71/70	LK/A71/60	LK/A71/50	LK/A71/40	LK/A71/30	LK/A71/20	LK/A71/10	LK/A71/0
cm p.p.g.	40	50	60	70	80	90	100	110
mm	0,28	0,29	0,68	0,31	0,27	0,28	0,32	0,37
Mz	1,83	1,77	0,55	1,68	1,86	1,84	1,64	1,45
s ₁	0,92	0,58	6,35	1,02	1,04	0,96	1,02	0,82
Sk ₁	-0,21	-0,23	-0,79	-0,27	-0,19	-0,09	-0,11	-0,06
K _g	1,04	1,18	8,48	1,35	1,29	1,06	1,15	1,12
Subst. Org.	10,89	11,91	6,33	2,75	2,46	1,66	0,59	0,33
CaCO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,10
pH	6,72	6,74	6,85	6,91	7,04	6,95	6,80	6,81
cond	148,96	153,7	140,57	107,29	80,25	133,45	136,03	122,31

LK/A41

Symbol próbki	LK/A41/80	LK/A41/70	LK/A41/60	LK/A41/50	LK/A41/40	LK/A41/30	LK/A41/20	LK/A41/10	LK/A41/0
cm p.p.g.	10	20	30	40	50	60	70	80	90
mm	0,24	0,26	0,25	0,25	0,28	0,29	0,27	0,31	0,33
Mz	2,07	1,96	1,99	2,01	1,82	1,80	1,91	1,67	1,61
s ₁	0,89	0,79	0,84	0,80	0,85	1,15	0,92	1,02	0,83
Sk ₁	-0,13	-0,13	-0,09	-0,14	-0,15	-0,15	-0,06	-0,15	-0,09
K _g	1,05	1,01	1,06	1,05	1,06	1,17	1,08	1,27	1,10
Subst. Org.	6,73	7,10	5,74	6,58	6,26	4,13	1,17	1,09	0,84
CaCO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pH	6,34	6,63	6,84	6,73	6,68	6,67	6,82	6,76	6,79
cond	128,03	131,84	93,853	88,82	83,73	65,65	31,25	43,757	33,5

mm – średnia średnica ziarna w mm

Mz – średnia średnica ziarna w skali Phi

s₁ – wysortowanie

Sk₁ – skośność

K_g – kurtoza (wskaźnik spłaszczenia rozkładu)

Subst. Org. – zawartość substancji organicznej (straty prażenia)

CaCO₃ – zawartość węglanów

pH – odczyn roztworu

cond. – przewodność

Table 2. Texture coefficients by R. Falk and W. Ward and geochemical features of samples from the sediment at Łęki Majątek, site 2a, district of Kutno.

LK/O4

Sample symbol	LK/O4/20	LK/O4/30	LK/O4/40	LK/O4/50	LK/O4/60	LK/O4/70	LK/O4/80	LK/O4/90	LK/O4/100	LK/O4/110	LK/O4/120	LK/O4/130	LK/O4/140
cm depth below ground	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
mm	0,32	0,30	0,34	0,29	0,23	0,24	0,14	0,21	0,16	0,30	0,19	0,26	0,63
Mz	1,66	1,75	1,55	1,77	2,12	2,08	2,84	2,29	2,68	1,75	2,39	1,93	0,67
σ_1	0,80	0,73	1,01	0,72	0,99	0,95	1,60	1,02	0,78	0,84	0,71	0,80	2,13
Sk ₁	-0,15	-0,14	-0,32	-0,10	-0,02	-0,07	0,13	0,08	-0,05	0,04	-0,02	-0,05	-0,42
K _g	1,07	1,04	1,55	1,03	1,05	1,03	1,52	1,02	1,17	0,90	1,11	1,08	1,33
Org. Subst.	17,41	12,72	5,79	3,06									
CaCO ₃	0,28	0,24	1,40	0,00	1,16	1,57	0,44	0,21	0,20	0,41	0,00	1,43	19,46
pH	6,65	6,77	6,98	7,10	7,42	7,13	7,25	7,30	7,16	7,01	6,90	7,37	8,13
cond	95,37	72,41	67,93	90,06	111,84	77,70	48,19	59,37	90,05	54,91	59,22	66,42	74,69

LK/A61

Sample symbol	LK/A61/40	LK/A61/50	LK/A61/60	LK/A61/70	LK/A61/80	LK/A61/90	LK/A61/100
cm depth below ground	40	50	60	70	80	90	100
mm	0,28	0,32	0,33	0,31	0,29	0,22	0,20
Mz	1,83	1,65	1,58	1,70	1,78	2,17	2,31
σ_1	0,79	0,81	0,72	0,69	0,71	0,93	0,92
Sk ₁	-0,17	-0,21	-0,20	-0,23	-0,18	-0,10	0,02
K _g	1,02	1,10	1,07	1,34	1,09	1,19	1,17
Org. Subst.	18,35	10,53	10,60	12,04	6,99		
CaCO ₃	0,78	1,08	0,73	0,69	1,20	0,00	0,00
pH	6,21	7,18	7,02	7,08	7,20	7,13	7,25
cond	110,9	103,43	75,833	113,9	88,867	42,083	53,3

LK/A71

Sample symbol	LK/A71/70	LK/A71/60	LK/A71/50	LK/A71/40	LK/A71/30	LK/A71/20	LK/A71/10	LK/A71/0
cm depth below ground	40	50	60	70	80	90	100	110
mm	0,28	0,29	0,68	0,31	0,27	0,28	0,32	0,37
Mz	1,83	1,77	0,55	1,68	1,86	1,84	1,64	1,45
σ_1	0,92	0,58	6,35	1,02	1,04	0,96	1,02	0,82
Sk ₁	-0,21	-0,23	-0,79	-0,27	-0,19	-0,09	-0,11	-0,06
K _g	1,04	1,18	8,48	1,35	1,29	1,06	1,15	1,12
Org. Subst.	10,89	11,91	6,33	2,75	2,46	1,66	0,59	0,33
CaCO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,10
pH	6,72	6,74	6,85	6,91	7,04	6,95	6,80	6,81
cond	148,96	153,7	140,57	107,29	80,25	133,45	136,03	122,31

LK/A41

Sample symbol	LK/A41/80	LK/A41/70	LK/A41/60	LK/A41/50	LK/A41/40	LK/A41/30	LK/A41/20	LK/A41/10	LK/A41/0
cm depth below ground	10	20	30	40	50	60	70	80	90
mm	0,24	0,26	0,25	0,25	0,28	0,29	0,27	0,31	0,33
Mz	2,07	1,96	1,99	2,01	1,82	1,80	1,91	1,67	1,61
σ_1	0,89	0,79	0,84	0,80	0,85	1,15	0,92	1,02	0,83
Sk ₁	-0,13	-0,13	-0,09	-0,14	-0,15	-0,15	-0,06	-0,15	-0,09
K _g	1,05	1,01	1,06	1,05	1,06	1,17	1,08	1,27	1,10
Org. Subst.	6,73	7,10	5,74	6,58	6,26	4,13	1,17	1,09	0,84
CaCO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
pH	6,34	6,63	6,84	6,73	6,68	6,67	6,82	6,76	6,79
cond	128,03	131,84	93,853	88,82	83,73	65,65	31,25	43,757	33,5

mm – average grain diameter in mm

Mz – average grain diameter in scale Phi

σ_1 – sorting

Sk₁ – skewness

K_g – kurtosis (indicator of probability distribution)

Org. Subst. – content of organic substance (loss on ignition)

CaCO₃ – carbonates content

pH – pH of the solution

cond. – conductivity

Tabela 3. Opis szlifów mikromorfologicznych w profilach LK/O4 i LK/A61 w stanowisku Łęki Majątek, stan. 2A, pow. Kutno.

nr szlif	Lokalizacja	Mikrostruktura	Wolne przestrzenie	Masa podstawowa	Podocechy			
					Nodule	Otoczki i wypełnienia	Ekskrementy, atrefakty	
Łm(1)/3w/1	LK/O4, głęb. 20 – 30 cm p.p.g.	Agregatowa, szczelinowo-kanalikowa,	Kanaliki, szczeliny	c/f limit= 5µm, c/f ratio=60/40, Mat. Gruby: głównie ziarna kwarcu, przeważnie zaokrąglone o zniszczonych powierzchniach, zaznacza się segregacja powiaz w większych szczelinach gdzie jest mniejsza ilość materii organicznej występują większe ziarna kwarcu - > 10 µm, sporadycznie występują inne minerały, jak plagioklasy, mikrokliny, oliwiny, pojedyncze blaszki muskowitu, materiał drobny: brunatno-pomarańczowy pył i rozłożona materia organiczna, brak segregacji drobnych minerałów ilastych	brak	Głównie są to żelaziste wytrącenia wewnątrz-kanalikowe, barwy rdzawo-pomarańczowej	brak	Bardzo dobrze rozłożona substancja organiczna, czarno-brunatnej barwy, występują fragmenty roślin z widoczną strukturą tkanek, ułożone horyzontalnie w szlifie, niewielkich rozmiarów świeże korzenie
Łm(1)/4w/2	LK/O4, głęb. 35 – 45 cm p.p.g.	Ziarnisto-mikroagregatowa (ziarna kwarcu z licznymi organicznymi mikroagregatami	Kanaliki, komory	c/f limit= 5µm, c/f ratio=90/10, Mat. gruby: głównie ziarna kwarcu, przeważnie zaokrąglone ale występują również ostrokrawędziste, powierzchnie ziaren niezniszczone, brak wyraźnej segregacji, występują zaokrąglone fragmenty skał (Na pierwszy „rzut oka” granit) oraz pojedyncze jak plagioklasy, mikrokliny, oliwiny, materiał drobny: brunatno-czarna rozłożona materia organiczna	brak	Sporadycznie są to żelaziste wytrącenia wewnątrz-kanalikowe, barwy rdzawo-pomarańczowej	małe zaokrąglone obiekty	Liczne mikroagregaty rozłożonej materii organicznej, o czarnej barwie, w kanalikach świeże fragmenty korzeni
Łm(1)/5w/3	LK/O4, głęb. 50 – 60 cm p.p.g.	Ziarnisto-mikroagregatowa, sporadycznie mostkowa	Kanaliki, pustki	c/f limit= 5µm, c/f ratio=80/20, Mat. gruby: głównie ziarna kwarcu, przeważnie zaokrąglone ale sporadycznie występują również ostrokrawędziste, powierzchnie ziaren niezniszczone, brak wyraźnej segregacji oraz pojedyncze minerały takie jak plagioklasy, mikrokliny, materiał drobny: brunatno-czarna rozłożona materia organiczna, sporadycznie pomarańczowo-rdzawy materiał ilasty	brak	Sporadycznie są to żelaziste wytrącenia wewnątrz-kanalikowe, barwy rdzawo-pomarańczowej	brak	Liczne mikroagregaty rozłożonej materii organicznej, o czarnej barwie, w masie podstawowej występują średnio rozłożone fragmenty roślin
Łm(2)/1	LK/O4, głęb. 56 – 66 cm p.p.g.	Mostkowa, porfirowa	Sporadycznie kanalik, szczeliny	c/f limit= 5µm, c/f ratio=90/10, Mat. gruby: głównie ziarna kwarcu, przeważnie zaokrąglone ale występują się ostrokrawędziste o niezniszczonych powierzchniach, duże ziarna kwarcu mają żelaziste wytrącenia na powierzchni, brak segregacji, sporadycznie występują inne minerały, jak plagioklasy, mikrokliny, oliwiny, pojedyncze glaukonity, materiał drobny występuje w małej ilości są to głównie brunatno-czarne mikroagregaty rozłożonej materii organicznej,	brak	Sporadycznie wytrącenia żelaza w masie podstawowej	fragn. kości, zaokrąglone fragn. ceramiki	Bardzo dobrze rozłożona materia organiczna, czarno-brunatnej barwy, średnio rozłożone fragmenty roślin z widoczną strukturą tkanek barwy rdzawej, świeża materia organiczna, fragmenty kości
Łm(2)/2	LK/O4, głęb. 76 – 86 cm p.p.g.	Ziarnisto-mikroagregatowa (ziarna kwarcu z licznymi organicznymi mikroagregatami), szczelinowa	Kanaliki, komory, szczeliny	c/f limit= 2µm, c/f ratio=70/30, Mat. gruby: głównie ziarna kwarcu, przeważnie zaokrąglone ale występują również ostrokrawędziste, powierzchnie ziaren niezniszczone, brak wyraźnej segregacji, oprócz fragmentu w środku szlif, gdzie występuje wyraźna segregacja (wielkość ziaren i zawartości żelaza) występują fragmenty skał oraz pojedyncze jak plagioklasy, mikrokliny, oliwiny, materiał drobny: brunatno-czarna rozłożona materia organiczna	brak	Sporadycznie są to żelaziste wytrącenia w masie podstawowej	artefakty (fragn. naczyń ceramicznych), fragn. kości	Liczne mikroagregaty rozłożonej materii organicznej, o czarnej barwie,

Table 3. Description of micromorphological soil-thin sections in cross-sections LK/O4 and LK/A61, at the site at Łęki Majątek, site 2A, district of Kutno

No of the soil-thin section	Location	Microstructure	Free spaces	Basic sediment mass	Pedofeatures			
					Nodule	Coatings and fills	Excrements and artefacts	
Lm(1)/3w/1	LK/O4, depth 20-30 cm below ground	aggregate, fracture-channel,	Channels, fractures	c/f limit= 5µm, c/f ratio=60/40, Mat. thick: mainly quartz grains, most frequently rounded with damaged surfaces, visible segregation as larger fractures with a smaller amount of organic substance consist of larger quartz grains - >10 µm, sporadically other minerals occur, such as , plagioclase, microcline, olivine, single plates of muscovite, fine material : brown-orange dust and decomposed organic substance, no segregation of fine loam minerals	absent	These are mainly ferrous precipitates inside the channels, rusty-orange in colour	absent	Very well decomposed organic substance, black-brown in colour, vegetation fragments with a well-visible tissue structure, horizontally arranged in the soil-thin section, small, fresh roots
Lm(1)/4w/2	LK/O4, depth 35-45 cm below ground	granular-micro-aggregate(quartz grains with multiple organic microaggregates)	channels, chambers	c/f limit= 5µm, c/f ratio=90/10, Mat. Thick : mainly quartz grains, most frequently rounded, but sharp-edged also occur, surfaces of grains undamaged, no visible segregation, rounded rock fragments occur (at first glance - granite) and single minerals, such as plagioclase, microcline, olivine, fine material: brown-black decomposed organic substance	absent	Sporadically -ferrous precipitates inside the channels, rusty-orange in colour	Small, rounded	Multiple microaggregates of decomposed organic substance, black in colour, in channels- fresh root fragments
Lm(1)/5w/3	LK/O4, depth 50-60 cm below ground	granular-microaggregate, sporadically bridge-shaped	channels, cavities	c/f limit= 5µm, c/f ratio=80/20, Mat. thick : mainly quartz grains, most frequently rounded, but sharp-edged also sporadically occur, surfaces of grains undamaged, no visible segregation, single minerals, such as plagioclase, microcline,, fine material: brown-black decomposed organic substance, sporadically orange-rusty loam material	absent	Sporadically -ferrous precipitates inside the channels, rusty-orange in colour	absent	multiple microaggregates of decomposed organic substance, black in colour, medium-decomposed vegetation fragments occur in the basic sediment mass
Lm(2)/1	LK/O4, depth 56-66 cm below ground	Bridge, porphyry,	Sporadically -channels, fractures	c/f limit= 5µm, c/f ratio=90/10, Mat. thick : mainly quartz grains, most frequently rounded, but sharp-edged also sporadically occur, surfaces of grains undamaged, large quartz grains are characterised by ferrous precipitates on the surface, no segregation, sporadically other minerals occur, such as plagioclase, microcline, olivine, single glauconites, small quantities of fine material – brown-black microaggregates of decomposed organic substance	Absent	Sporadically -ferrous precipitates in the basic sediment mass	Bone fragment , rounded fragment of pottery	Very well decomposed organic substance, Black-brown in colour, medium-decomposed vegetation fragments with a visible tissue structure, rusty in colour, fresh organic substance, bone fragments
Lm(2)/2	LK/O4, depth 76-86 cm below ground	granular-micro-aggregate (quartz grains with multiple organic microaggregates) fractural	Channels, chambers, fractures	c/f limit= 2µm, c/f ratio=70/30, Mat. thick : mainly quartz grains, most frequently rounded, but sharp-edged also sporadically occur, surfaces of grains undamaged, no visible segregation apart from the fragment inside the soil-thin section, where visible segregation occurs (grain size and ferrous content) rock fragments and single minerals occur, such as plagioclase, microcline, olivine, fine material : brown-black decomposed organic substance	Absent	Sporadically -ferrous precipitates in the basic sediment mass	Artefacts (pottery vessel fragment) bone fragments	Multiple microaggregates of decomposed organic substance, Black in colour

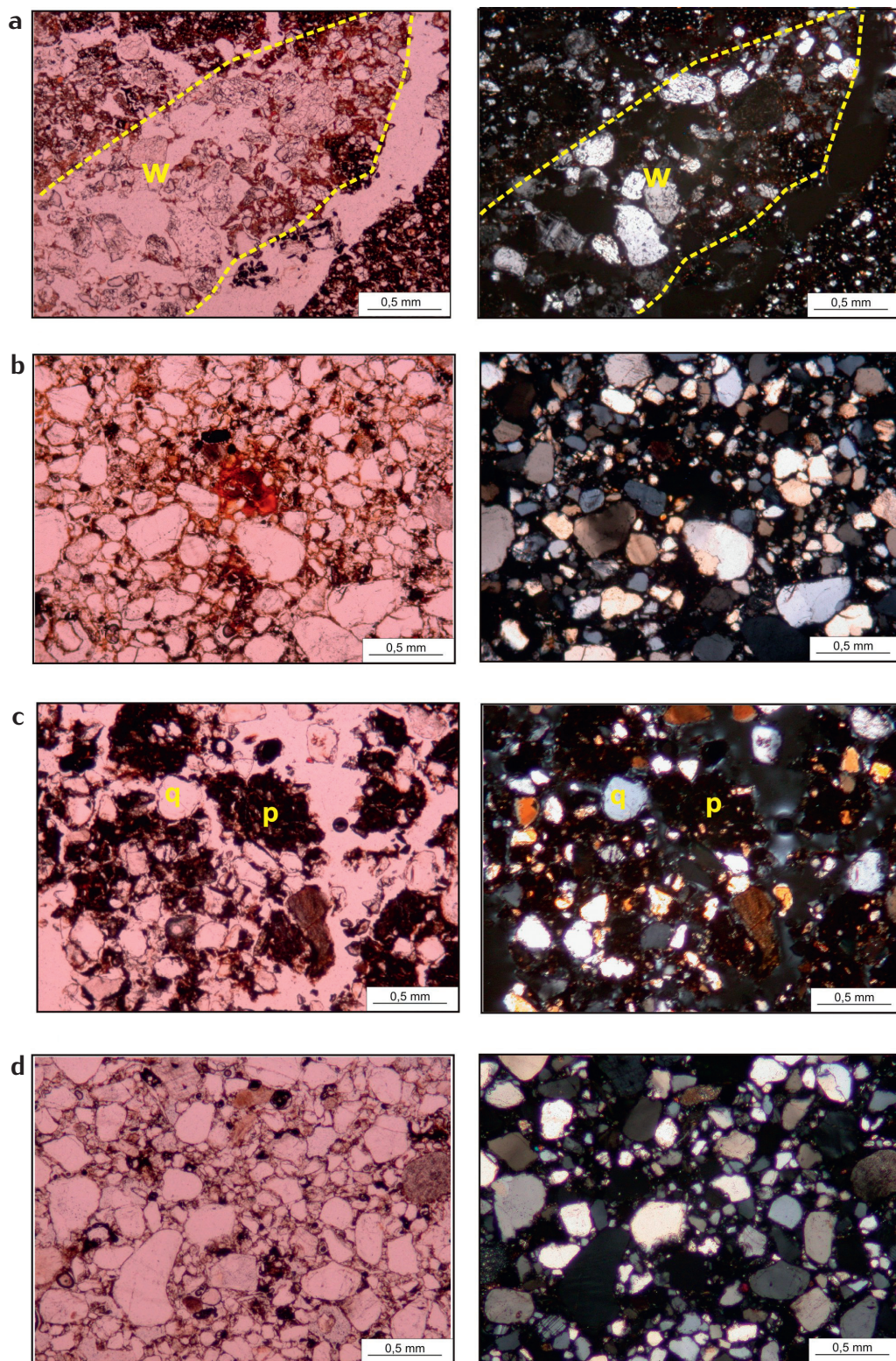
miast w kanalikach i porach występują żelaziste otoczki wewnątrzkanalikowe.

We frakcji mineralnej osadu dominują piaski średnio- i drobnoziarniste. Średnia średnica ziarna tych osadów wynosi 0,32 mm, tj. 1,66 w skali Phi. Jest to osad umiarkowanie wysortowany o słabo zaznaczającej się lewoskośności rozkładu uziarnienia (ryc. 2; 10). Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osady te lokują się w obrębie klasy I, związanej z transportem trakcyjnym (R. Passaga i R. Byramjee 1969; J. Szmańda i in 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło i M. Ludwikowska-Kędzia 2011) (ryc. 11). Za transport części mineralnej utworów tworzących warstwę 2 odpowiada zatem czynnik o dość wysokiej energetyce. Lewoskośność (ujemna skośność) rozkładu przy jednocześnie słabym wskaźniku wysortowania cechuje proluwia (E. Smolska 2005, J. Twardy 2008). Lewoskośność rozkładu cechująca proluwia wynika ze wzbogacenia osadu w frakcje grubsze, i wiąże się położeniem w I klasie rozkładu diagramu R. Passegi C-M. Frakcja mineralna dostawała się do opisywanego osadu najprawdopodobniej w wyniku epizodycznego splukiwania liniowego prowadzącego do nacinania sąsiadującego stoku i składania osadu w bruzdach lub na niewielkich stożkach proluwialnych. Osad zawiera niewielkie domieszki węglanów – są to drobne okruchy skał węglanowych pochodzące z utworów glacialnych występujących w podłożu i otoczeniu stanowiska lub dowodzą obecności w osadzie silnie rozdrobnionych kości ludzkich. Dla materii organicznej pobranej ze spągu warstwy nr 2 uzyskano datę radiowęglową 1080 ± 50 BP, tj. 900–1015 AD (przy prawd. 68,2%).

Warstwa 3 nie różni się zasadniczo od utworów nadległych. Stanowią ją bowiem ciemnobrunatne osady organiczno-mineralne o znacznej (ponad 12%) zawartości substancji organicznej. W szlifie mikromorfologicznym widoczne jest, że masa podstawowa zbudowana jest ze zwietrzałych ziaren kwarcu i amorficznej próchnicy, która tworzy tzw. „mostki” pomiędzy ziarnami mineralnymi. Brak jest widocznych śladów przemieszczania osadu.

We frakcji mineralnej także przeważają piaski średnio- i drobnoziarniste. Śred-

the form of grooves filled by thicker material (fig. 7a). The channels and pores are filled with ferruginous coatings inside the channels. The mineral fraction of the sediment is dominated by medium and fine-grained sands. The average diameter of the sediment grain equals 0.32 mm, i.e. 1.66 in scale Phi. The sediment is moderately sorted with left-skewed distribution of granulation (fig. 2;10). In C-M diagram by R. Passaga and R. Byramjee the sediment is located within class I, connected with traction (R. Passaga and R. Byramjee 1969; J. Szmańda et al. 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; Ł. Mycielska-Dowgiałło and M. Ludwikowska-Kędzia 2011) (fig. 11). The transportation of mineral sediment which forms layer 2 was caused by a high-energy factor. Left-skewed distribution and a poor sorting coefficient characterize proluvial sediments (E. Smolska 2005, J. Twardy 2008). Left-skewed distribution typical of proluvial sediments results from enriching the sediment with thicker fractions and is connected with the location of the sediment in C-M diagram by R. Passaga in distribution class I. Mineral fraction percolated to the sediment as a result of incidental linear ablation leading to the cutting of the adjacent slope and depositing the sediment in furrows or in small proluvial fans. The sediment consists of small admixtures of carbonates – small crumbles of carbonate rocks from glacial sediment found in the substrate and the vicinity of the site, which may attest the presence of heavily fragmented human bones in the sediment. The organic matter obtained from the bottom part of layer 2 has yielded the radiocarbon date 1080 ± 50 BP, i.e. 900–1015 AD (with 68.2% probability). Layer 3 does not differ from the overlying sediment. It consists of dark brown organic-mineral sediment with a considerable (over 12%) content of organic substance. The micro-morphological soil-thin section reveals that the basic sediment mass is made up of weathered grains of quartz and amorphous humus which forms the so called “bridges” between mineral grains. There are no visible traces of the relocation of the sediment. Medium and fine-grained sands prevail in the mineral fraction. The average diameter of the sediment grain is slightly smaller and equals



Ryc. 7. Części mineralne i mineralno-organiczne masy podstawowej w szlifach mikromorfologicznych (fot. A. Budek 2009). a – wypełnienia szczelin pomiędzy agregatami grubszym materiałem, profil LK/O4, b – wytrącenia ilasto/żelaziste w masie podstawowej i kanalikach, profil LK/O4, c – masa podstawowa, zaokrąglone ziarna kwarcu i mikroagregaty amorficznej próchnicy, profil LK/A61, d – masa podstawowa, zaokrąglone ziarna kwarcu, profil LK/A61.

Fig. 7. Mineral and mineral-organic elements of basic sediment mass in micromorphological soil-thin section (photo A. Budek 2009). a – fills of cracks between aggregates with thicker sediment, cross-section LK/O4, b – silt/ ferruginous precipitates fills in basic sediment mass and little channels, cross-section LK/O4, c – basic sediment mass, rounded quartz grains and microaggregates of amorphous humus; cross-section LK/61, d – basic sediment mass, rounded quartz grains, cross-section LK/61.

nia średnica ziarna tych osadów jest nieco mniejsza i wynosi 0,30 mm, tj. 1,75 w skali Phi. Osad jest nieco lepiej wysortowany, choć w dalszym ciągu mieści się w zakresie umiarkowanego wysortowania i cechuje się słabą lewoskośnością rozkładu uziarnienia. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osad lokuje się w obrębie klasy I, związanej z transportem trakcyjnym (R. Passega i R. Byramjee 1969; J. Szmańda i in 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło i M. Ludwikowska-Kędzia 2011). Także zbliżona jest do wartości uzyskanej dla nadległej w-wy 2 zawartość węglanów, która może być efektem obecności w osadzie licznych fragmentów kości ludzkich. Należy zakładać, że warunki depozycji omawianych nawarstwień przebiegały w sposób zbliżony do akumulacji utworów warstwy 2.

Dla materii organicznej pobranej ze stropu warstwy nr 3 uzyskano datę radiowęglową 1280 ± 50 BP (670–770 AD), zaś dla fragmentu kości odkrytej w tej warstwie – 1370 ± 50 BP (615–685 AD). Warstwa 2 i 3 tworzą niezbyt miąższą w tej partii stanowiska pokrywę piaszczystych namulów organiczno-mineralnych.

Odmiennymi cechami charakteryzuje się warstwa 4A (jest to warstwa nie wyróżniona w dokumentacji archeologicznej, stąd wprowadzone oznaczenie 4A). W szlifie wykonanym na głębokości 35–45 cm Łm(1)/4w/2 masa podstawowa składa się z ziaren kwarcu, niekiedy fragmentów skał i amorficznej próchnicy. Ślady przemieszczania materiału są słabo widoczne. Zaznaczają się w niewielkim stopniu jako fragmenty zniszczonych ilastopylaso-żelazistych otoczek wewnątrzkanalikowych (ryc. 7b) W szczelinach i pęknięciach występuje niekiedy drobniejszy materiał mineralny niż w otaczającej masie podstawowej. Obserwowane w masie podstawowej fragmenty naczyń ceramicznych nie mają śladów przemieszczania. W kanalikach zachowane są świeże fragmenty korzeni roślin.

Budują ją jasnobrunatne piaski różnoziarniste słabo próchniczne, o udziale substancji organicznej na poziomie niecałych 6%. Średnia średnica ziarna tych osadów wynosi 0,34 mm, tj. 1,55 w skali Phi. Jest to osad słabo wysortowany, wskaźnik wysortowania wynosi bowiem > 1 Phi. Rozkład uziarnienia

0,3 mm, i.e. 1.75 in scale Phi. The sediment is better sorted, but it still belongs to moderate sorting range, with a weakly left-skewed distribution of granulation. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found within class I, connected with traction (R. Passega and R. Byramjee 1969; J. Szmańda et al. 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło and M. Ludwikowska-Kędzia 2011). The content of carbonates is similar to the values obtained for the overlying layer 2, which may result from the presence of numerous fragments of human bones in the sediment. It should be assumed that the conditions of deposition of the previously mentioned layers were similar to the accumulation of the sediment from layer 2. Organic material from the upper part of layer 3 has yielded a radiocarbon date: 1280 ± 50 BP (670–770 AD), whereas the bone fragment unearthed in the layer: 1370 ± 50 BP (615–685 AD). Layers 2 and 3 form not a very thick cover of sandy organic-mineral mud deposits.

Layer 4A has different features (the layer is unmarked in archaeological documentation – hence the marking 4A). The soil-thin section made at the depth of 35–45 cm Łm(1)/4w/2 has revealed that the basic sediment mass consists of the grains of quartz and occasionally of rock fragments and amorphous humus. Traces of relocation are faintly discernible. They are observable to a very limited extent in the form of fragments of damaged loamy-dusty ferruginous coatings inside the channels (fig. 7b). The grooves and cracks are occasionally filled with finer mineral material than the one found in the basic sediment mass. Fragments of pottery vessels observed in the basic sediment mass do not bear traces of relocation. The channels contain fresh fragments of vegetation roots.

The sediment is made up of light brown multi-grained sands, with a low percentage of humus and organic substance at the level of nearly 6%. The average diameter of the sediment grain equals 0.34 mm, i.e. 1.55 in scale Phi. The sediment is weakly sorted – the sorting coefficient equals > 1 Phi. Granulation distribution is evidently left-skewed. Negative skewness results from a considerable admixture of thick grains, including gravel

cehuje się wyraźną lewoskością. Skośność ujemna wynika ze znacznej domieszki ziarn grubych, w tym żwirowych (nawet powyżej 5 mm). Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osady te lokują się w obrębie klasy I, związanej z transportem trakcyjnym. Takie cechy teksturalne osadów odpowiadają wg J. Twardego (2008) oraz E. Smolskiej (2005) charakterystyce proluwiów. Na poziomie warstwy 4A dochodzi do zmiany trendu krzywej konduktywności elektrolitycznej (ryc. 2), co może świadczyć o istotnej zmianie charakteru osadu w profilu. Zmiana ta może wiązać się ze zwiększeniem udziału materii organicznej w warstwach nadległych. Należy podkreślić fakt istnienia podwyższonej zawartości węglanów w utworach warstwy 4A.

Warstwę 4 stanowi zatem poziom próchniczny gleby kopalnej. Tworzy go utwór organiczno-mineralny o niewielkiej zawartości substancji organicznej, której udział dochodzi do 3%. Frakcję mineralną utworu stanowią piaski drobno- i średnioziarniste o średniej średnicy ziarna wynoszącej 0,29 mm, tj. 1,77 w skali Phi. Osad jest wysortowany w stopniu umiarkowanym i cechuje go symetryczny rozkład uziarnienia (ryc. 10). Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osad lokuje się w obrębie klasy I, związanej z transportem trakcyjnym. Omawiany utwór jest pozbawiony węglanów, co należy wiązać z jego pierwotnym wystawieniem na procesy wietrzeniowe i pedogenetyczne, co potwierdzają wyniki analizy mikromorfologicznej. Datowanie radiowęglowe osadów pobranych ze stropu warstwy dało wynik 2680 ± 50 BP, tj. 895–800 BC.

Warstwa 5 została wyróżniona jako brunatne piaski drobno- i średnioziarniste stanowiące wypełnisko w kopu związanego z budową studni lub raczej wypełnisko jamy starszej od studni, czego dowodzi wiek warstwy 4.

W szlifie Łm(1)/5w/3 wykonanym z głębokości 50–60 cm osad jest w znacznym stopniu zmieniony przez procesy pedogeniczne. W masie podstawowej występują głównie zwiertzałe ziarna kwarcu sporadycznie skalenie oraz bardzo dobrze rozłożona materia organiczna w postaci amorficznej próchnicy. W osadzie widoczne są procesy pedogeniczne w postaci przemieszczania frakcji pylasto-ilastej w ob-

(even over 5 mm thick). In CM diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is described as class I connected with traction. Such textural sediment features correspond with the characteristics of proluvial sediment after J. Twardy (2008) and E. Smolska (2005). At the level of layer 4A the curve of electrolytic conductivity alters (fig. 2), which may attest a considerable change of sediment in the cross-section. It may be linked with the increase in organic matter in the underlying layers. It should be noted that there is a higher content of carbonates in the sediment of layer 4A.

Layer 4 constitutes the humus horizon of fossil soil. It is made up of organic-mineral sediment with a small percentage of organic substance which amounts to 3%. Mineral fraction of the sediment consists of fine and medium-grained sands, with the average diameter of grain equal 0.29 mm, i.e. 1.77 in scale Phi. The sediment is moderately sorted and is characterised by symmetrical distribution of granulation (fig. 10). In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found within class I, connected with traction. The sediment in question is carbonates free, which may be connected with its primary exposure to weathering and pedogenetic processes. This is confirmed by the results of micromorphological analyses. Radiocarbon dating of the sediment obtained from the upper section of the layer equals 2680 ± 50 BP, i.e. 895–800 BC.

Layer 5 has been distinguished as brown fine and medium-grained sands which form the fill of the ditch connected with building a well or possibly a fill of a pit older than a well, which is evidenced by the age of layer 4.

The soil-thin section Łm(1)/5w/3 made at the depth of 50–60 cm reveals that the sediment is considerably altered by pedogenic processes. The basic sediment mass mainly consists of weathered quartz grains, occasionally feldspars and very well decomposed organic matter in the form of amorphous humus. The sediment bears traces of pedogenic processes in the form of the relocation of loamy-dusty fraction within free spaces between the mineral grains. Sporadically, there are observable damaged fragments of ferruginous coatings inside the channels. In the

rębie wolnych przestrzeni pomiędzy ziarnami mineralnymi. Sporadycznie obserwowane są zniszczone fragmenty żelazistych otoczek wewnątrzkanalikowych. W literaturze takie formy występujące osadach pylastych i pylasto ilastych z dużą zawartością minerałów ilastych określane są jako papule (R. A. Kemp 1985). W obrębie masy podstawowej występują również rdzawo-pomarańczowe wytrącenia tlenków żelaza. Sporadycznie w szlifie występują fosylne dobrze i średnio rozłożone fragmenty roślin (ryc. 6b).

Osad budujący warstwę 5 tworzą piaski o średniej średnicy ziarna wynoszącej 0,23–0,24 mm (2,08–2,12 Phi), umiarkowanym wysortowaniu (0,95–0,99) i symetrycznym rozkładzie uziarnienia (od -0,07 do -0,02). Osad zawiera znaczną (> 1%) domieszkę węglanów. Utwory tworzące warstwę 5 wykazują odmienne cechy od osadów podścielających i nakrywających, co może wskazywać na ich allochtoniczne pochodzenie związane z zasypywaniem wkopu jamy.

Warstwy 5A nie wyróżniono w dokumentacji archeologicznej. Stanowią ją piaski drobno- i średnioziarniste jasnobrunatnoszare stanowiące poziom wymywania związków próchnicznych z poziomu próchnicznego gleby kopalnej (w-wa 4).

Warstwy 6, 7, i 8 zostały wyróżnione w obrębie zasypiska studni i nie były przedmiotem analiz geoarcheologicznych.

Naturalne podłoże w rejonie obiektu 4 stanowią piaski drobnoziarniste laminowane mułkami, miejscami piaski różnoziarniste wyróżnione jako warstwa 9. Cechy teksturalne tych osadów są zmienne w badanym profilu. Średnia średnica ziarna tych osadów waha się od 0,14 do 0,30 mm, (1,75–2,84 w skali Phi). Wskaźnik wysortowania przyjmuje wartości od 0,71 do 1,60. Osad jest zatem umiarkowanie lub słabo wysortowany. Rozkład uziarnienia mieści się w przedziale od -0,05 do 0,13, utwór cechuje się więc rozkładem symetrycznym lub słabą prawoskością. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osad lokuje się w obrębie klas I i II, związanymi z transportem trakcyjnym oraz IV i V, związanymi z transportem saltacyjnym (R. Passega i R. Byramjee 1969; J. Szmańda i in 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło 2007,

literature on the subject such forms occur on dusty and dusty-loamy sediment with a high percentage of loamy minerals described as papulae (R. A. Kemp 1985). Within the basic sediment mass there are also rusty-orange precipitations of iron oxides. Sporadically, the soil-thin section contains fossil well and medium decomposed vegetation fragments (fig. 6b).

The sediment that makes up layer 5 consists of sands with an average diameter of grain equal 0.23–0.24 mm (2.08–2.12 Phi), moderate sorting (0.95–0.99) and a symmetrical distribution of granulation (from -0.07 to -0.02). The sediment contains a considerable (> 1%) admixture of carbonates. The sediment that makes up layer 5 is characterised by different features than the underlying and overlying sediments, which may attest their allochthonic origin connected with backfilling the pit ditch.

Layer 5A has not been included in the archaeological documentation. It consists of fine and medium-grained sands, light brown-grey in colour, which make up the B-horizon where humic substances percolated from the humus horizon of the fossil soil (layer 4).

Layers 6, 7 and 8 have been distinguished within the boundaries of the well backfill and were not subject to geoarchaeological analyses.

The natural substrate in the region of feature 4 consists of fine-grained laminated silts, and at some points multi-grained sands marked as layer 9. Textural features of the sediments in the examined cross-section vary. The average diameter of the sediment grain ranges from 0.14 to 0.30 mm, (1.75–2.84 in scale Phi). The sorting coefficient ranges between 0.71 and 1.60. The sediment is moderately or weakly sorted. The distribution of granulation is found within the range: -0.05 to 0.13. The sediment is marked by symmetrical distribution or weak right-skewed character. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is located within classes I and II connected with traction and classes IV and V connected with saltation (R. Passega and R. Byramjee 1969; J. Szmańda et al. 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło 2007, E. Mycielska-Dowgiałło and

E. Mycielska-Dowgiałło i M. Ludwikowska-Kędzia 2011). Wymienione cechy teksturalne wskazują wg J. Twardego (2000, 2003, 2008) oraz E. Smolskiej (2005, 2008) na deluwialną genezę utworu. Choć należy pamiętać, że wymienieni autorzy opisywali deluwia holocen-skie, podczas gdy w omawianym przypadku mamy do czynienia z utworami vistuliańskimi (por. H. Klatkova 1965). Stosunek wysortowania do średniej średnicy ziarna wykazuje dla tych osadów rozrzut zbliżony do układu II wg E. Mycielskiej-Dowgiałło (1995, 2007), w którym wraz ze wzrostem średniej średnicy ziarna wzrasta stopień ich wysortowania (ryc. 12). Układ II wg E. Mycielskiej-Dowgiałło (1995, 2007; por. też E. Smolska 2005 i E. Mycielska-Dowgiałło i M. Ludwikowska-Kędzia 2011) cechuje badane osady również pod względem stosunku skośności do wysortowania (ryc. 13). Wymienione cechy są diagnostyczne dla deluwii (J. Twardy 2000, 2003, 2008; E. Smolska 2005, 2008; E. Mycielska-Dowgiałło i M. Ludwikowska-Kędzia 2011; P. Kittel 2011, 2014). Omawiane utwory były zatem akumulowane na umiarkowanie nachylonym stoku, w dynamicznym środowisku wód spłukiwania (J. Stochlak 1978, 1996; L. Starkel 1987; A. Teisseyre 1991, 1994; M. Sinkiewicz 1995, 1998; J. Twardy 2000, 2008; E. Smolska 2005, 2008). Pod względem geochemicznym zwraca uwagę miejscami nieco podwyższona zawartość węglanów oraz pH bliskie obojętnemu. W spągu serii wyraźne jest podwyższenie zawartości najgrubszych ziarn w osadzie, związane z obecnością poziomego erozyjnego podkreślonego horyzontem żwirowym.

● Profil LK/A61

Profil zlokalizowano na ścianie południowej w arze 61 w jego południowo-wschodnim narożniku.

Warstwę 1 stanowi darń (ryc. 3), zaś warstwę 2 budują osady zbliżone do utworów wyróżnionych jako w-wa 3 i nie były poddane szczegółowym badaniom. Są to osady organiczno-mineralne ciemnobunatne, wypełniające rozcięcie (wkop lub rów) w obrębie w-wy 3. W spągu tego rozcięcia wystąpiły fragmenty muszli mięczaków.

Warstwę 3 tworzą bezstrukturalne osady organiczno-mineralne (namuły) o wysokiej

M. Ludwikowska-Kędzia 2011). The above mentioned textural features indicate deluvial origin of the sediment according to J. Twardy (2000, 2003, 2008) and E. Smolska (2005, 2008). However, it should be noted that the above mentioned authors described Holocene deluvia, whereas in this case we deal with Vistulian sediments (c.f. H. Klatkova 1965). The ratio between sorting and the average diameter of grain for the sediment in question shows the range similar to the distribution model II after E. Mycielska-Dowgiałło (1995, 2007), in which the average grain diameter increases along with its sorting (fig. 12). Distribution model II after E. Mycielska-Dowgiałło (1995, 2007; c.f. E. Smolska 2005, E. Mycielska-Dowgiałło and M. Ludwikowska-Kędzia 2011) depicts the examined sediment in terms of the ratio between skewness and sorting (fig. 13). The above mentioned features are diagnostic for deluvia (J. Twardy 2000, 2003, 2008; E. Smolska 2005, 2008; E. Mycielska-Dowgiałło and M. Ludwikowska-Kędzia 2011; P. Kittel 2011, 2014). The sediment in question was accumulated on a gentle slope in a dynamic environment of ablation waters (J. Stochlak 1978, 1996; L. Starkel 1987; A. Teisseyre 1991, 1994; M. Sinkiewicz 1995, 1998; J. Twardy 2000, 2008; E. Smolska 2005, 2008). In geochemical terms the sediment has a slightly increased content of carbonates and Ph close to neutral. The bottom part is marked by an increased content of the thickest grains in the sediment, connected with the presence of erosion horizon enhanced by a gravel horizon.

● Cross-section LK/A61

The cross-section is located on the southern wall in the section of are 61, in its south-eastern corner.

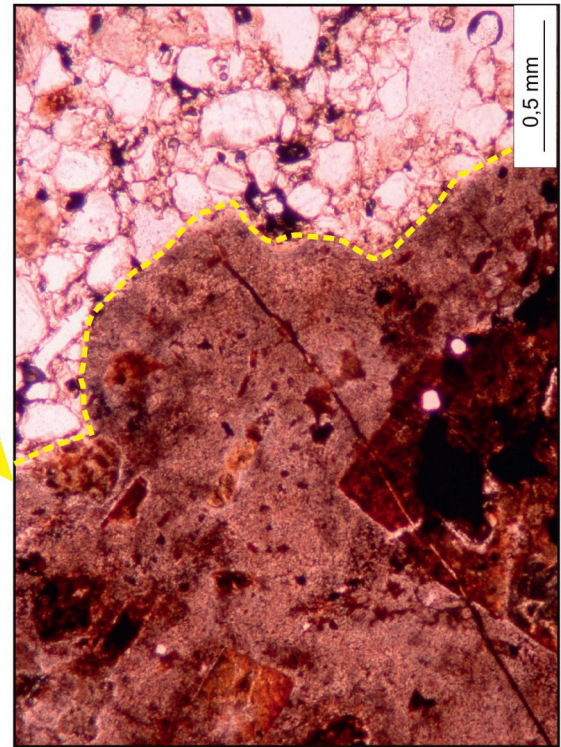
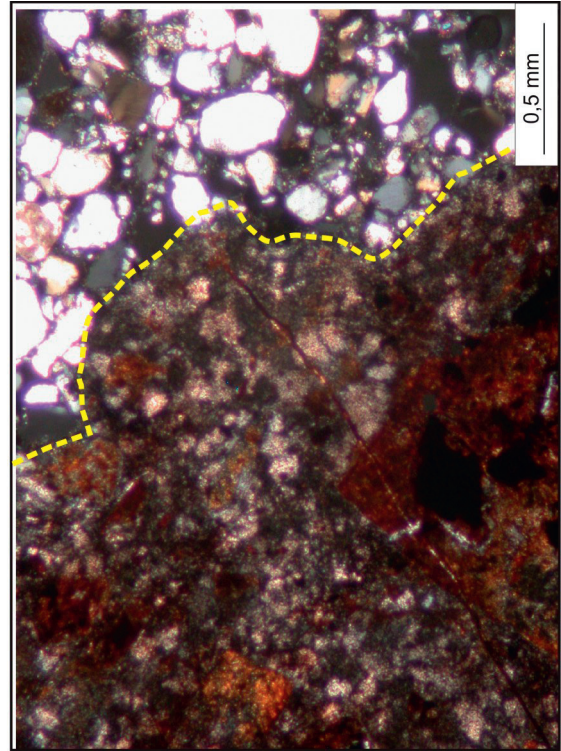
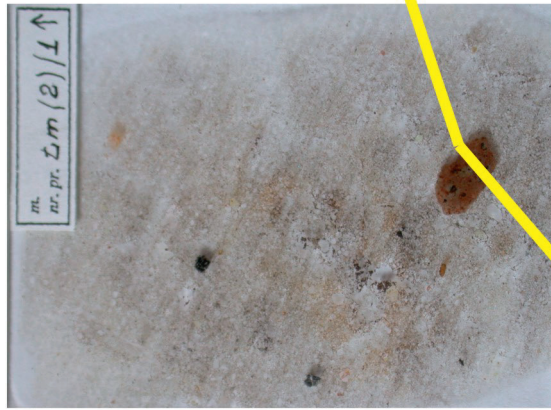
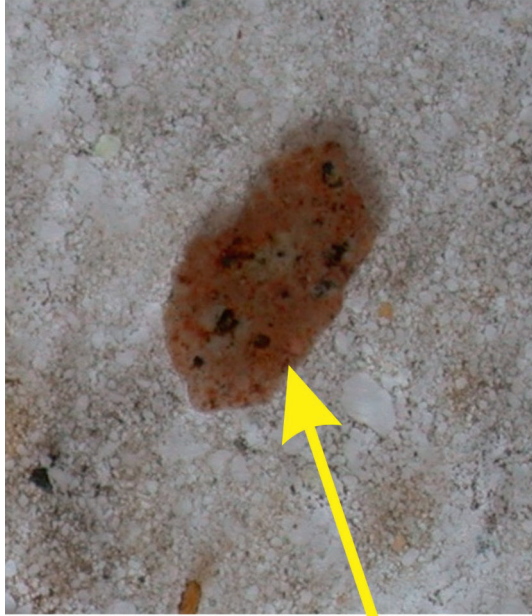
Layer 1 is made up of turf (fig. 3), whereas layer 2 – the sediment similar to layer 3 which did not undergo thorough research. These are organic-mineral dark brown sediments, which fill a crack (a ditch or a trench) within the boundaries of layer 3. In the bottom part of the crack there are fragments of mollusca' shells.

Layer 3 is made up of structureless organic mineral sediments (mud deposits) marked

zawartości substancji organicznej, mieszczącej się w przedziale 10–20 %. W szlifie Łm(2)/1 obrazującym tę warstwę, masa podstawowa składa się głównie z zaokrąglonych ziaren kwarcu, sporadycznie z innych minerałów, jak również z mikroagregatów amorficznej próchnicy o czarnej lub brunatnej barwie (ryc. 7c,d; tabela 3). Powierzchnie większych ziaren kwarcu (około 80 μm) są zniszczone, w spękaniach występują rdzawe wytrącenia tlenków żelaza. W całym szlifie brak jest widocznych śladów przemieszczania i segregacji osadu, co mogło być powodowane przez procesy glebotwórcze (A. Budek 2010). W masie podstawowej występują różnej wielkości fragmenty ceramiki, w większości przypadków o zaokrąglonych kształtach, mogło to być spowodowane przez procesy wietrzeniowe i glebotwórcze. Największy fragment (około 1 cm \times 0,5 cm) zbudowany jest z segregowanego materiału drobnoziarnistego (ryc. 8). W masie podstawowej zachowane są także fosylne fragmenty roślin z widoczną strukturą tkanek (ryc. 6d). W kanalikach zachowały się świeże fragmenty roślin – prawdopodobnie drzew liściastych (ryc. 6c) oraz niewielkie fragmenty kości, które zostały zniszczone przez wietrzenie i procesy pedogenezy. Dlatego też, ze względu na ich rozmiar i stan zachowania, trudna jest bardziej szczegółowa identyfikacja obserwowanych fragmentów. Przekształcenia masy podstawowej oraz zniszczenie niektórych form, ziaren kwarcu, fragmentów kości i części fosylnych fragmentów roślin mogą świadczyć o intensywnych procesach glebotwórczych w trakcie formowania opisywanego poziomu.

We frakcji mineralnej osadu dominują piaski drobno- i średnioziarniste słabo mułkowe. Średnia średnica ziarna tych osadów mieści się w wąskim przedziale od 0,28 do 0,33 mm, tj. 1,58–1,83 w skali Phi. Osad cechuje się umiarkowanym wysortowaniem (0,69–0,81) i ujemnym, tj. lewoskośnym rozkładem uziarnienia. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osady te lokują się w I klasie, związanej z transportem trakcyjnym (R. Passega i R. Byramjee 1969; J. Szmańda i in 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło i M. Ludwikowska-Kędzia 2011). Skład frakcji mineralnej wchodzącej w skład utworów budujących warstwę 3 do-

by a high percentage of organic substance, within range of 10–20%. In the soil-thin section Łm(2)/1 depicting the layer, the basic sediment mass mainly consists of rounded quartz grains, sporadically of other minerals and microaggregates of amorphous humus, black or brown in colour (fig. 7c,d; table 3). The surfaces of larger quartz grains (c.a. 80 μm) are damaged. In the cracks there are rusty precipitations of iron oxides. The whole soil-thin section bears no traces of relocation and segregation of sediment, which may have been caused by pedogenic processes (A. Budek 2010). The basic sediment mass contains differently sized pottery fragments, mainly rounded, which may have been caused by weathering and pedogenic processes. The largest fragment (c.a. 1 cm \times 0.5 cm) is made up of segregated fine-grained material (fig. 8). The basic sediment mass consists of fossil vegetation fragments with a visible tissue structure (fig. 6d). The channels contain fresh vegetation fragments – probably of deciduous trees (fig. 6c) and small bone fragments damaged by weathering and pedogenic processes. Due to their size and state of preservation, a more detailed identification of the observed fragments is impossible to be made. Transformation of the basic sediment mass and the damage of sediment, quartz grains, bone fragments and fossil vegetation fragments may attest intensive pedogenic processes during the formation of the examined horizon. Mineral fraction of the sediment is dominated by fine and medium-grained sands, weakly silty. The average diameter of the sediment grains are found within the range of 0.28 to 0.33 mm, i.e. 1.58–1.83 in scale Phi. The sediment is marked by moderate sorting (0.69–0.81) and negative (left-skewed) distribution of granulation. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found in class I connected with traction (R. Passega and R. Byramjee 1969; J. Szmańda et al. 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło and M. Ludwikowska-Kędzia 2011). The composition of mineral fraction which makes up the sediment of layer 3 attests the deposition of sediment in the environment of relatively high energy. Left-skewed distribution, a weak sorting coefficient, as well as class I in C-M



Ryc. 8. Zaokrąglony fragment ceramiki w szlifie mikromorfologicznym w profilu LK/A61 (fot. A. Budek 2009).
 Fig. 8. Rounded pottery fragment visible in micromorphological soil-thin section LK/A61 (photo A. Budek 2009).

wodni deponowania osadów w środowisku o stosunkowo wysokiej energetyce. Lewoskośność rozkładu oraz słaby wskaźnik wysortowania, a także I klasa w diagramie C-M cechuje proluwia (por. E. Smolska 2005, J. Twardy 2008). Frakcja mineralna dostawała się do opisywanego osadu najprawdopodobniej w wyniku epizodycznego splukiwania liniowego prowadzącego do erozji sąsiadującego stoku doliny denudacyjnej. Choć należy podkreślić, że w wynikach analizy mikromorfologicznej brak jest widocznych śladów i form przemieszczania, czy segregacji osadu. Wskazuje to na złożony proces depozycji tych utworów. Osad zawiera niewielki (około 1%) udział węglanów, a jego odczyn jest obojętny. Dla materii organicznej pobranej ze spągu warstwy uzyskano datę radiowęglową 1310 ± 50 BP, tj. 660–765 AD.

Jako warstwę 4 wydzielono poziom próchniczny gleby kopalnej, który stanowi brunatnoszary utwór organiczno-mineralny o zawartości substancji organicznej około 7% (tabela 1). W szlifie Łm(2)/2 z głębokości 76–86 cm stwierdzono występowanie w obrębie tej warstwy agregatów mineralno-próchniczne, w których amorficzna próchnica jest głównym składnikiem mikromasy, z „zatopionymi” ziarnami mineralnymi. Części mineralne to głównie zaokrąglone lub ostrokrawędziste ziarna kwarcu o silnie spękanych powierzchniach, sporadycznie występują miki, skalenie i fragmenty skał (ryc. 7d). W makroskopowym zdjęciu szlif widoczny jest duży fragment struktury ziarnistej, połączonej żelazistym lepiszczem, który może być dobrze zachowanym fragmentem ceramiki. W odróżnieniu do podobnych obiektów obserwowanych w szlifie Łm(2)/1 jest ostrokrawędzisty z dobrze widocznym warstwowym rozmieszczeniem ziaren mineralnych wewnątrz swojej budowy (ryc. 9). Sporadycznie w masie podstawowej występują fragmenty muszli i kości. W kanałkach sporadycznie stwierdzano obecność fragmentów roślin z częściowo zachowaną strukturą tkanek (tabela 3).

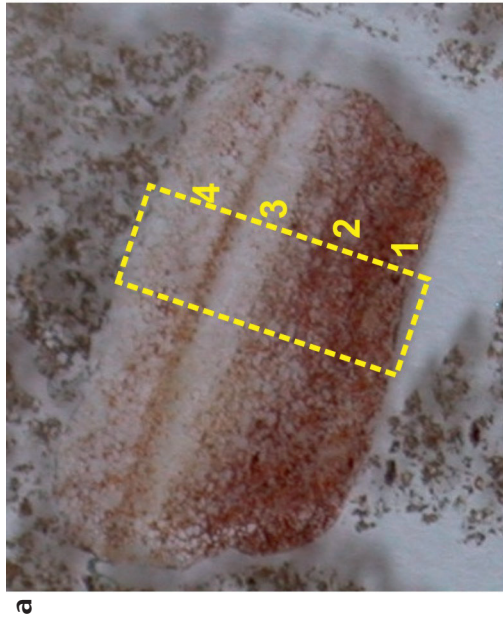
Część mineralną osadów budujących warstwę 4 stanowią piaski drobno- i średnioziarniste o średniej średnicy ziarna wynoszącej 0,29 mm (1,78 w skali Phi), umiarkowanym wysortowaniu i ujemnym rozkładzie uziarnienia. Lewoskośność rozkładu wynika ze

diagramu jest typowy dla osadów proluwialnych (c.f. E. Smolska 2005, J. Twardy 2008). Frakcja mineralna perkolowała do osadu w wyniku przypadkowej ablacji liniowej prowadzącej do erozji sąsiadującego stoku doliny denudacyjnej. Należy zauważyć, że nie ma widocznych śladów i form przemieszczania lub segregacji osadu w wynikach analizy mikromorfologicznej. To wskazuje na złożony proces depozycji osadu. Osad zawiera niewielki (około 1%) udział węglanów, a jego odczyn jest obojętny. Materia organiczna pobrana z dna warstwy uzyskała datę radiowęglową: 1310 ± 50 BP, t.j. 660–765 AD.

Warstwa 4 składa się z poziomu próchnicy, który jest utworzony z brunatnoszarego osadu organiczno-mineralnego z 7% zawartością substancji organicznej (tabela 1). W szlifie Łm(2)/2 uzyskano z głębokości 76–86 cm, co wykazało obecność agregatów mineralno-próchnicznych, w których amorficzna próchnica jest głównym składnikiem mikromasy, z „zatopionymi” ziarnami mineralnymi. Części mineralne to głównie zaokrąglone lub ostrokrawędziste ziarna kwarcu o silnie spękanych powierzchniach, sporadycznie występują miki, skalenie i fragmenty skał (ryc. 7d). W makroskopowym zdjęciu szlif widoczny jest duży fragment struktury ziarnistej, połączonej żelazistym lepiszczem, który może być dobrze zachowanym fragmentem ceramiki. W odróżnieniu do podobnych obiektów obserwowanych w szlifie Łm(2)/1 jest ostrokrawędzisty z dobrze widocznym warstwowym rozmieszczeniem ziaren mineralnych wewnątrz swojej budowy (ryc. 9). Sporadycznie w masie podstawowej występują fragmenty muszli i kości. W kanałkach sporadycznie stwierdzano obecność fragmentów roślin z częściowo zachowaną strukturą tkanek (tabela 3).

Sporadycznie, w masie podstawowej występują fragmenty muszli i kości. W kanałkach sporadycznie stwierdzano obecność fragmentów roślin z częściowo zachowaną strukturą tkanek (tabela 3).

Mineralna część osadów budujących warstwę 4 składa się z piasków drobno- i średnioziarnistych o średniej średnicy ziarna wynoszącej 0,29 mm (1,78 w skali Phi), umiarkowanym wysortowaniu i ujemnym rozkładzie uziarnienia. Lewoskośność rozkładu wynika ze

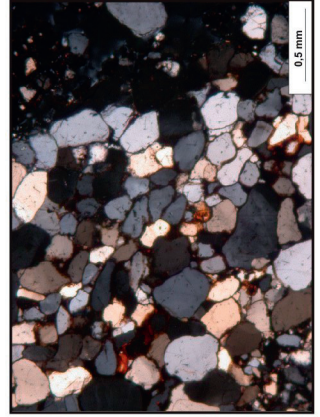
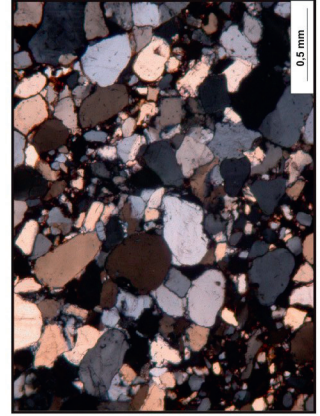
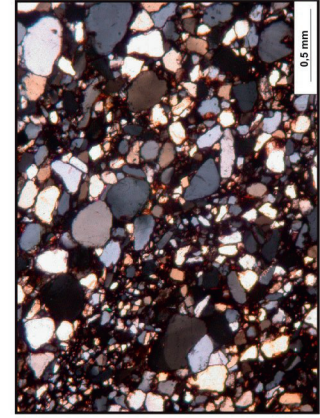
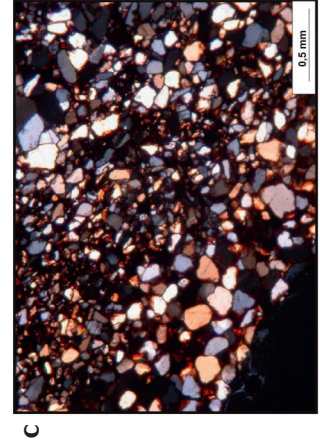
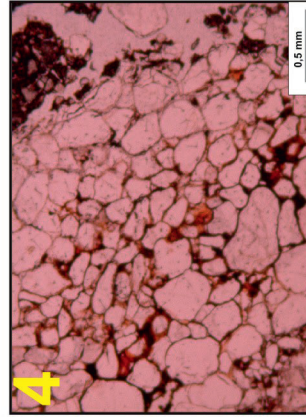
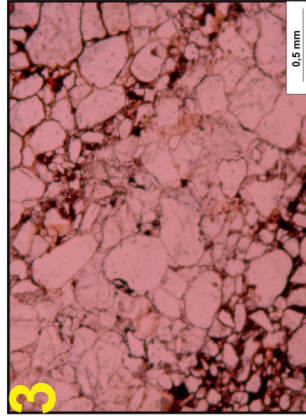
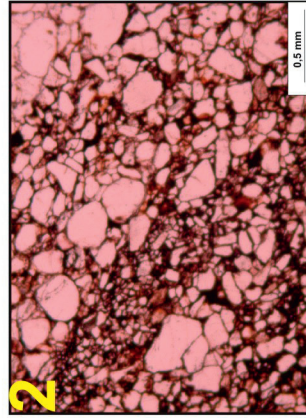
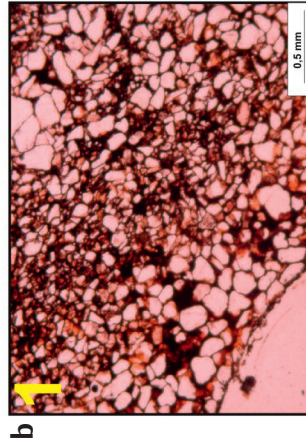


Ryc. 9. Artefakt o wyraźnym warstwowaniu budowy wewnętrznej w szlifie mikromorfologicznym w profilu LK/A61 (fot. A. Budek 2009).

a – fotografia szlifu
 b – zdjęcie w świetle przechodzącym

Fig. 9. Artefact with clear stratification of internal structure visible in micromorphological soil-thin section LK/A61 (photo A. Budek 2009)

a – photo of micromorphological soil-thin section
 b – photo in transmitted light
 c – photo in polarized light.



wzbogacenia w grubsze frakcje w porównaniu z osadami podłoża. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee utwór lokuje się w I klasie, związanej z transportem trakcyjnym. Omawiany utwór zawiera najwyższą (> 1%) w badanym profilu zawartość węglanów. Być może znajdują się w nim nie obserwowane makroskopowo, a stwierdzone w szlifach mikromorfologicznych, fragmenty kości ludzkich. Datowanie radiowęglowe osadów pobranych ze stropu warstwy dało wynik 2160 ± 50 BP, tj. 355–115 BC.

Naturalne podłoże stanowią piaski drobnoziarniste mułkowe wyróżnione jako warstwa 5. Średnia średnica ziarna tych osadów wynosi 0,20–0,22 mm, (2,17–2,31 w skali Phi). Wskaźnik wysortowania przyjmuje wartości od 0,92 do 0,93, a zatem jest to osad umiarkowanie wysortowany. Utwór cechuje się rozkładem symetrycznym w przedziale od -0,10 do 0,02. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osad lokuje się w obrębie klasy I cechującej środowisko z transportem trakcyjnym. Wymienione cechy teksturalne wskazują, że badany utwór zbliżony jest do deluwiów (por. E. Smolska 2005 oraz J. Twardy 2008). Pod względem geochemicznym zwraca uwagę brak węglanów oraz pH bliskie obojętnemu. Na wykresach stosunku średniej średnicy ziarna do wysortowania oraz skośności do wysortowania (ryc. 12; 13), a także średniej średnicy ziarna do skośności badany osad leży w obszarze na pograniczu deluwiów i proluwiów (por. E. Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; E. Smolska 2005; J. Twardy 2008; P. Kittel 2016).

● Profil LK/A71

Profil zlokalizowano na ścianie wschodniej w arze 71.

Warstwę 1 stanowią bezstrukturalne różnoziarniste piaski, głównie średnio- i drobnoziarniste o rosnącym (od 2% do 12%) ku stropowi udziale substancji organicznej (ryc. 4). Miejscami występują znaczne (por. próbka LK/A71/60) udziały żwirów, a nawet widocznych makroskopowo otoczków. Średnia średnica ziarna tych osadów mieści się w wąskim przedziale od 0,28 do 0,31 mm, tj. 1,68–1,77 w skali Phi. Osad cechuje się zmiennym w poszczególnych próbkach wysortowaniem. Wyraźny jest ujemny, tj. lewo-

nected with traction. The sediment in question comprises the highest (> 1%) content of carbonates in the examined cross-section. It is possible that it contains fragments of human bones- macroscopically undetectable, but observed in micromorphological soil-thin sections. The radiocarbon dating of sediment obtained from the upper section of the layer equals: 2160 ± 50 BP, i.e. 355–115 BC. Natural substrate consists of silty fine-grained sands, distinguished as layer 5. The average diameter of the grain of the sediment equals 0.20–0.22 mm, (2.17–2.31 in scale Phi). The sorting coefficient ranges from 0.92 to 0.93, which means that the sediment is moderately sorted. The sediment is marked by symmetrical distribution in the range of 0.10 to 0.02. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found in class I, typical of the environment connected with traction. The above mentioned textural features indicate that the sediment resembles deluvial sediments (c.f. E. Smolska 2005 and J. Twardy 2008). In geochemical terms there is a notable absence of carbonates and the pH close to neutral. In graphs of the ratio of the average grain diameter to sorting, and skewness to sorting (fig. 12; 13), as well as the average grain diameter to skewness, the examined sediment lies on the border of deluvial and proluvial sediments (c.f. E. Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; E. Smolska 2005; J. Twardy 2008; P. Kittel 2016).

● Cross-section LK/A71

The cross-section has been found on the eastern wall in the section of are 71.

Layer 1 is made up of structureless multi-grained sands, mainly medium and fine-grained with the percentage of organic substance growing (from 2% to 12%) in the direction of the upper sediment part (fig. 4). Occasionally there is a considerable percentage (c.f. sample LK/A71/60) of gravel or even pebbles, macroscopically visible. The average grain diameter of the sediment ranges from 0.28 to 0.31 mm, i.e. 1.68–1.77 in scale Phi. The sediment is characterised by various sorting, depending on the sample.

skośnośny rozkładem uziarnienia. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osad lokuje się w I klasie, związanej z transportem trakcyjnym. Na wykresach stosunku wysortowania do średniej średnicy ziarna oraz skośności do wysortowania badany osad leży w obszarze na pograniczu cech typowych dla deluwii i proluwii (por. E. Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; E. Smolska 2005; J. Twardy 2008; P. Kittel 2016). Omówiona charakterystyka nie dotyczy wspomnianej próbki LK/A71/50, która ze względu na ponad 16% zawartość frakcji żwirowej > 5,0 mm, lokuje się w skrajnych zakresach omówionych wskaźników i zestawień. Duża zmienność cech teksturalnych, w połączeniu ze znacznym udziałem substancji próchnicznych pozwalają uznać omawiane osady za diamikton rolny. Przedstawiona charakterystyka nie spełnia jednak w pełni kryteriów opisanych przez J. Twardego (2008), choć autor ten zwraca uwagę na znaczną zmienność cech teksturalnych diamiktonów rolnych w regionie łódzkim. Zróznicowaną i zmienną charakterystykę tych osadów akumulowanych w różnych warunkach środowiskowych opisali także: G. Govers i in. (1994); M. Sinkiewicz (1995, 1998); J. Twardy i in. (2004, 2014).

Warstwę 2 stanowi poziom próchniczny gleby kopalnej, zbudowany z ciemnoszarych piasków średnio- i drobnoziarnistych o niewielkiej zawartości substancji organicznej (1–3 %). Średnia średnica ziarna tego utworu wynosi 0,27–0,28 mm (1,84–1,86 w skali Phi). Osad jest umiarkowanie i słabo wysortowany, o ujemnym i symetrycznym rozkładzie uziarnienia. Makroskopowo stwierdzono występowanie w obrębie warstwy 2 żwirów o średnicy kilku-kilkunastu centymetrów. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee utwór lokuje się w I klasie, związanej z transportem trakcyjnym. Omawiany utwór zawiera niewielkie (< 0,5%) domieszki węglanów i wykazuje odczyn obojętny.

Naturalne podłoże stanowią różnoziarniste piaski wydzielone jako warstwa 3 o średniej średnicy ziarna mieszczącej się w przedziale 0,32–0,37 mm, (2,17–2,31 w skali Phi). Wskaźnik wysortowania przyjmuje wartości z zakresu umiarkowanego i słabe-

Left-skewed granulation distribution is well-visible. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found in class I, connected with traction. In graphs of the ratio of sorting to the average grain diameter and skewness to sorting, the sediment in question is found on the border of the characteristics typical of deluvial and proluvial sediments (c.f. E. Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; E. Smolska 2005; J. Twardy 2008; P. Kittel 2016). The description does not refer to the above mentioned sample LK/A71/50, which due to over 16% content of gravel fraction > 5.0 mm, is found in the extreme spectra of the examined coefficients and comparisons. A great changeability of textural features linked with a considerable percentage of humic substances permit the assumption that the sediment was an agricultural diamicton. The presented description does not fully meet the criteria put forward by J. Twardy (2008), even though the author draws attention to a great changeability of textural features of agricultural diamictons in the region of Łódź. A diverse and changeable character of the sediments accumulated in different environmental conditions has also been presented by the following authors: G. Govers et al. (1994); M. Sinkiewicz (1995, 1998); J. Twardy et al. (2004, 2014).

Layer 2 is made up of humus horizon of the fossil soil, which consists of dark grey, medium and fine-grained sands with a small content of organic substance (1–3%). The average grain diameter of the sediment equals 0.27–0.28 mm (1.84–1.86 in scale Phi). The sediment is moderately and weakly sorted, with left-skewed and symmetrical distribution of granulation. In macroscopic examination, layer 2 contains gravel, between several and over a dozen cm in diameter. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found in class I connected with traction. The sediment in question consists of small (< 0,5%) admixtures of carbonates and neutral reaction.

The natural substrate consists of multi-grained sands, distinguished as layer 3, with the average grain diameter found within the range of 0.32–0.37 mm, (2.17–2.31 in scale Phi). The sorting coefficient has values of moderate and weak sorting. The sediment is characterized by symmetrical and slightly left-skewed distribution within the range of -0.11-

go wysortowania. Utwór cechuje się rozkładem symetrycznym i lekko ujemnym w przedziale od -0,11 do -0,06. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee lokuje się w obrębie klasy I cechującej środowisko z transportem trakcyjnym. Wymienione cechy teksturalne wskazują, że badany utwór zbliżony jest do deluwii (por. E. Smolska 2005, 2008 oraz J. Twardy 2000, 2008). Pod względem geochemicznym zwraca uwagę brak i bardzo mały udział węglanów oraz pH bliskie obojętnemu.

● Profil LK/A41

Profil zlokalizowano na ścianie wschodniej w arze 41.

Warstwę 1 (ryc. 4) stanowią bezstrukturalne szarobrunatne i brunatne różnoziarniste piaski, głównie średnio- i drobnoziarniste z domieszkami żwirów, o udziale substancji organicznej od 5% do 7%. Średnia średnica ziarna tych osadów waha się w przedziale od 0,25 do 0,28 mm, tj. 1,82–2,07 w skali Phi. Osad cechuje się wysortowaniem w przedziale od 0,8 do 0,9, a więc umiarkowanym. Typowy jest dla niego rozkład uziarnienia na pograniczu symetrycznego i ujemnego. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee osad lokuje się w I klasie, związanej z transportem trakcyjnym. Na wykresach stosunku wysortowania do średniej średnicy ziarna oraz skośności do wysortowania, a także średniej średnicy ziarna do skośności badany osad lokuje się w obszarze na pograniczu deluwii i proluwii (por. E. Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; E. Smolska 2005, 2008; J. Twardy 2008; P. Kittel 2016). Utwór jest bezwęglanowy i wykazuje odczyn obojętny. Omawiany osady należy uznać za diamikton rolny, stanowiący kontynuację nawarstwień opisywanych w profilu LK/A71 jako w-wa 1.

Warstwę 2 stanowi poziom próchniczny gleby kopalnej, który tworzą ciemnoszare piaski średnio- i drobnoziarniste o niewielkiej zawartości substancji organicznej (1–4%). Średnia średnica ziarna tego utworu wynosi 0,27–0,29 mm (1,80–1,91 w skali Phi). Osad jest umiarkowanie i słabo wysortowany, o ujemnym i symetrycznym rozkładzie uziarnienia. Makroskopowo stwierdzono występowanie w obrębie warstwy 2 dużych żwirów. Na diagramie C-M R. Passegi i R. Byramjee utwór lokuje się w I klasie, związanej z transportem

0.06. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found in class I typical of the environment connected with traction. The above mentioned textural features indicate that the sediment in question is similar to deluvial sediments (c.f. E. Smolska 2005, 2008 and J. Twardy 2000, 2008). In geochemical terms there is a notable absence or a very low percentage of carbonates and Ph close to neutral.

● Cross-section LK/A41

The cross-section was found on the eastern wall in the section of are 41.

Layer 1 (fig. 4) is made up of structureless grey-brown and brown multi-grained sands, mainly medium and fine-grained with the admixture of gravel and the percentage of organic substance from 5% to 7%. The average grain diameter of the sediment ranges from 0.25 to 0.28 mm, i.e. 1.82–2.07 in scale Phi. The sediment is characterised by sorting within the range of 0.8 to 0.9, i.e. moderate. The typical distribution of granulation is on the border of symmetrical and left-skewed. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found in class I connected with traction. In graphs of the ratio of sorting to the average grain diameter, skewness to sorting and the average grain diameter to skewness, the sediment in question is found on the border of deluvial and proluvial sediments (c.f. E. Mycielska-Dowgiałło 1995, 2007; E. Smolska 2005, 2008; J. Twardy 2008; P. Kittel 2016). The sediment is carbonate free and the reaction is neutral. The sediment in question should be treated as agricultural diamicton, which is a continuation of layers described in the cross-section LK/A71 as layer 1.

Layer 2 is made up of humic horizon of fossil soil, which consists of dark grey sands, medium and fine-grained with a small content of organic substance (1–4%). The average grain diameter of the sediment equals 0.27–0.29 mm (1.80–1.91 in scale Phi). The sediment is moderately and weakly sorted, with left-skewed and symmetrical distribution of granulation. In macroscopic observations, large gravels are visible within layer 2. In C-M diagram after R. Passega and R. By-

trakcyjnym. Omawiany utwór nie zawiera węglanów i wykazuje odczyn obojętny.

Warstwę 3 stanowi poziom eluwalny gleby kopalnej, który tworzą jasnoszare piaski średnio- i drobnoziarniste o zawartości substancji organicznej około 1%. Średnia średnica ziarna utworu wynosi 0,31–0,33 mm (1,61–1,67 w skali Phi). Osad jest umiarkowanie i słabo wysortowany, o ujemnym i symetrycznym rozkładzie uziarnienia. Stosunek C-M R. Passegi i R. Byramjee lokuje utwór w I klasie, związanej z transportem trakcyjnym (R. Passega i R. Byramjee 1969; J. Szmańda i in 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło i M. Ludwikowska-Kędzia 2011). Omawiany utwór nie zawiera węglanów i wykazuje odczyn obojętny. Naturalne podłoże stanowią różnoziarniste piaski oznaczone jako warstwa 4, których nie poddano analizom teksturalnym i geochemicznym.

Wnioski

Podłoże stanowiska stanowią vistuliańskie słabo laminowane piaski i piaski mułkowe. Osady te najbardziej szczegółowo rozpoznano w profilu LK/O4, a uzupełniające analizy przeprowadzono w profilach LK/A61 i LK/A71. Są to, jak wynika z przeprowadzonych analiz, utwory piaszczyste średnio- i drobno-, a miejscami różnoziarniste. Akumulowane w okresowo dynamicznym środowisku z dominującym transportem trakcyjnym i saltacyjnym. Średnia średnica ziarna tych osadów waha się od 0,14 do 0,37 mm, (1,45–2,84 w skali Phi) (tabela 1). Osad jest umiarkowanie lub słabo wysortowany, a rozkład – symetrycznym lub słabo prawoskośny (ryc. 10). Zaznacza się tendencja do drobnienia i niezbędnej poprawy wysortowania w dół stoku.

W stropie deluwii rozwinięty jest poziom próchniczny gleby kopalnej, który rejestrowano we wszystkich profilach badawczych. Nie ma jednak pewności kontynuacji tego poziomu pomiędzy profilami LK/A41 i LK/A71 oraz LK/O4 i LK/A61. Wyniki sondowań geologicznych dowodzą, że poziom ten kontynuuje się w kierunku dna pradoliny (tj. ku południowi) i przechodzi płynnie w mułki organiczne. Wykonane datowania radiowęglowe materiału organicznego pobranego w profilach LK/O4

ramjee the sediment is found in class I connected with traction. The sediment is carbonate free and the reaction is neutral.

Layer 3 is made up of eluvial fossil soil, which consists of light grey medium and fine-grained sands with the organic content of c.a. 1%. The average grain diameter of the sediment equals 0.31–0.33 mm (1.61–1.67 in scale Phi). The sediment is moderately and weakly sorted, with left-skewed and symmetrical distribution of granulation. In C-M diagram after R. Passega and R. Byramjee the sediment is found in class I connected with traction (R. Passega and R. Byramjee 1969; J. Szmańda et al. 2004; J. Szmańda 2007, 2010, 2011; E. Mycielska-Dowgiałło and M. Ludwikowska-Kędzia 2011). The sediment is carbonate free and the reaction is neutral. The natural substrate is made up of multi-grained sands marked as layer 4, which did not undergo textural or geochemical analyses.

Conclusions

The substrate of the site consists of Vistulian weakly laminated sands or silty sands. The sediment has been most thoroughly recognised in the cross-sections LK/O4. Supplementary analyses were conducted in cross-sections LK/A61 and LK/A71. The conducted analyses indicate that these are sandy, medium-grained and fine-grained sediments, occasionally multi-grained. They were accumulated in the periodically dynamic environment with prevalent traction and saltation. The average diameter of the grain of the sediments ranges from 0.14 to 0.37 mm (1.45–2.84 in scale Phi) (table 1). The sediment is moderately or weakly sorted and the distribution – symmetrical or weakly right-skewed (fig. 10). There is a visible tendency for the sediment to become finer and better sorted downwards the slope.

In the upper section of deluvial sediments there is a well-developed humus horizon of fossil soil, which has been recorded in all examined cross-sections. However, it is not certain whether the horizon extends between cross-sections LK/A41 and LK/A71, as well as LK/O4 and LK/A61. The results of geological probe indicate that the horizon spreads towards the urstromtal (i.e. southwards) and

i LK/A61 ze stropu poziomu próchnicznego wskazują, że mógł on stanowić poziom A gleby jeszcze w II w. p.n.e. Być może w rejonie obiektu 4 został przykryty wcześniej (w IX w. p.n.e.), osadami stokowymi. Zwraca uwagę obecność kości w tej warstwie stwierdzona w badaniach mikromorfologicznych oraz podwyższony udział węglanów w profilu LK/A61. Może to dowodzić początków funkcjonowania cmentarzyska warstwowego jeszcze w okresie rozwoju badanego poziomu glebowego i przed przykryciem go utworami organiczno-mineralnymi. Przemieszczenie drobnych kości mogło być także efektem procesów podepozycyjnych. Jednocześnie nie stwierdzono domieszki kości w opisywanym poziomie w profilu LK/O4, tu pojawiają się one w warstwie 3 lub być może 4A, gdzie występuje podwyższenie zawartości węglanów. Brak fragmentów kości zarówno w obrazie makroskopowym jak i mikroskopowym w warstwie 4A można tłumaczyć silnym rozdrobnieniem redeponowanego materiału kostnego.

Początek akumulacji mięszej pokrywy utworów organiczno-mineralnych (w-wy 2 i 3 w profilu LK/O4 i w-wa 3 – w LK/A61) w świetle datowań radiowęglowych można odnosić najwcześniej do VII – VIII w. n.e. Utwory te, zawierające znaczne domieszki detrytus roślinnego, co dowodzi że akumulowane były w wyniku zwilgotnienia środowiska – stanowią one namuły organiczno-mineralne. Zwiększonej akumulacji materiału organicznego w okresowych podmokłościach towarzyszyła dostawa materiału mineralnego z domieszkami części próchnicznych w efekcie procesów splukiwania. Trzeba zatem brać pod uwagę redepozycję materiału organicznego z otoczenia zbiornika sedymentacyjnego.

W trakcie, a zwłaszcza w początkach akumulacji omawianych nawarstwień dochodziło do przykrywania i włączania w ich obręb fragmentów kości zalegających w stropie gleby kopalnej. Jednocześnie w efekcie procesów stokowych miało miejsce rozdrabnianie szczątków i ich redeponowania na niewielkie odległości. Świadczy o tym występowanie struktur dowodzących bardzo słabego przemieszczania osadu stwierdzone w analizach mikromorfologicz-

smoothly changes into organic silts. The conducted radiocarbon dating of organic material obtained in cross-sections LK/O4 and LK/A61 from the upper section of the humus horizon indicates that it may have constituted soil horizon A, as far back as in the 2nd c. B.C. It is likely that in the vicinity of feature 4 it had been previously covered (in the 9th c. B.C.) by slope sediments. It is important to note the presence of bones in this layer confirmed by the micro-morphological research and the increased amount of carbonates in cross-section LK/A61. This may attest that the layered cemetery started functioning at the time of the development of the examined soil horizon before it was covered with organic-mineral sediment. The relocation of fine bones may have resulted from post-deposition processes. At the same time no admixtures of bones were observed in the described horizon of the cross-section LK/O4. Here they occur in layer 3 or possibly 4A, where the amount of carbonates is bigger. The lack of bones in the macroscopic and microscopic picture in layer 4A may be accounted for by a strong fragmentation of the re-deposited osseous material.

According to radiocarbon dating, the accumulation of the thick cover of organic-mineral sediments (layers 2 and 3 in cross-section LK/O4 and layer 3 – cross-section LK/A61) may have occurred between the 7th and 8th c. A.D. The sediment consists of considerable amounts of vegetation detritus, which proves that they were accumulated as a result of dampening of the environment. They form organic-mineral mud deposits. The increased accumulation of organic material in the periodically damper environments was accompanied by the supply of mineral material with the admixtures of humus as a result of ablation processes. Thus, it should be assumed that organic material may have been re-deposited from the nearby sedimentary reservoir.

During the accumulation of the layers in question, especially in its initial phases, bone fragments deposited in the upper section of fossil soil were covered and re-located within the boundaries of the layers. As a result of slope processes, the remains were fragmented and re-deposited over short distances. This is attested by the presence of structures visible in the micro-morphological analyses of layer 3,

nych w warstwie 3 w profilu LK/O4. Brak wyraźnych struktur sedymentacyjnych, także w obrazie mikroskopowym, oraz niewielka domieszka frakcji mineralnej w osadzie (zwłaszcza w w-wie 3 w profilu LK/O4) dowodzą, że szczątki związane z funkcjonowaniem cmentarzyska warstwowego mogły być przemieszczane wyłącznie na krótkich dystansach. Dodatkowym argumentem jest występowanie kości już w obrębie poziomu próchnicznego gleby kopalnej oraz młodszy, niż późnorzymski, wiek spągu namulów organiczno-mineralnych. A zatem w okresie późnorzymskim namuły nie były jeszcze akumulowane na obszarze stanowiska, a szczątki związane z funkcjonowaniem cmentarzyska warstwowego deponowane były na poziomie gleby dziś występującej w stanie kopalnym. Szczątki w późniejszym okresie ulegały częściowej redepozycji i w efekcie włączane były w obręb namulów akumulowanych, co miało miejsce najwcześniej od VII w. n.e.

W profilu LK/O4 czytelna jest dwudzielność pokrywy utworów organiczno-mineralnych, złożonej z warstw 2 i 3. Różni je obecność kości ludzkich, stwierdzonych w warstwie 3. W profilu LK/A61 makroskopowo zaobserwowano odpowiadającą im jedną miąższą warstwę 3. Analizy laboratoryjne pozwalają jednak postawić hipotezę o nieznacznej odrębności spągowej partii tej warstwy. O tej odrębności może świadczyć podwyższenie zawartości substancji organicznej oraz wyższa przewodność elektrolityczna, a także niewielka zmiana trendu wskaźników uziarnienia frakcji mineralnej – stwierdzone w próbkach LK/A61/70 (tabela 1; ryc. 3). Można zatem postawić tezę, że spągowa około 10-centymetrowa część w obrębie w-wy 3 w LK/A61 stanowi sedymentologicznie i wiekowo odpowiednik w-wy 3 w profilu LK/O4. Zatem akumulacja utworów tworzących warstwę 3 w profilu LK/A61 przebiegała synchronicznie z depozycją utworów wyróżnionych jako w-wy 3 i 2 w profilu LK/O4. Dowodzi tego również niemal identyczny wiek radiowęglowy uzyskany dla spągu tych nawarstwień w obu profilach.

Ze względu na zaobserwowaną dwudzielność namulów organiczno-mineralnych na

cross-section LK/O4, which confirms the minimal re-location of the sediment. The lack of discernible sedimentary structures, also in the microscopic picture, and a small admixture of mineral fraction in the sediment (especially in layer 3, cross-section LK/O4) attest that the remains connected with the functioning of the layered cemetery may have been relocated only over short distances. Another argument is the occurrence of bones within the boundaries of the humus horizon of the fossil soil and the age of the upper section of organic-mineral mud deposits, younger than the late Roman Iron Age. In the late Roman Iron Age the mud deposits had not yet been accumulated in the area of the site and the remains connected with the functioning of the layered cemetery were deposited in the soil horizon which today is found in the fossil form. In the later period, the remains underwent partial re-deposition and consequently they percolated into accumulated mud deposits, which occurred in the 7th c. A.D.

In cross-section LK/O4 there is a discernible dichotomy of the cover of organic-mineral sediment deposited in layers 2 and 3. They differ in the presence of human bones unearthed in layer 3. In cross-section LK/A61 there was a macroscopically confirmed thick layer 3, corresponding with the previously mentioned layers. Laboratory analyses permit the hypothesis that there is a slight distinctness of the bottom section of the layer. The difference may be confirmed by the increased amount of organic substance, a higher electrolytic conductivity and a small change in the trend of granulation coefficient of mineral fraction observed in sample LK/A61/70 (table 1; fig. 3). Thus, it can be assumed that the bottom, 10 cm part within layer 3 in cross-section LK/A61 corresponds with layer 3 in cross-section LK/O4 in terms of sedimentology and age. It can be concluded that the accumulation of sediment that makes up layer 3 in cross-section LK/A61 occurred synchronically with the deposition of sediment marked as layers 3 and 2 in cross-section LK/O4. This is additionally attested by the identical radiocarbon age obtained for the bottom part of the layers in both cross-sections.

Due to the observed dichotomy of organic-mineral mud deposits found at the site, it cannot be ruled out that there was a gap or

stanowisku, nie można wykluczyć istnienia przerwy lub co najmniej zmian warunków deponycji utworów tworzących warstwę 2 w LK/O4 i stropowej (powyżej LK/A61/70) partii w-wy 3 w LK/A61. Początek akumulacji tych poziomów przypadająby w świetle uzyskanych datowań radiowęglowych najwcześniej na X w. n.e.

Wyraźna zmiana warunków środowiskowych prowadząca do zainicjowania akumulacji serii utworów organiczno-mineralnych związana ze zwilgotnieniem środowiska sedymentacji mogła mieć charakter lokalny, np. związany z boczną migracją koryta Bzury lub jego przegrodzeniem przez czynnik antropo- lub zoo- czy fitogeniczny i podtopieniem dna doliny. W bezpośrednim sąsiedztwie współczesnego sztucznego koryta Bzury w sondowaniach geologicznych zarejestrowano osady pozakorytowe zazębiające się z opisywanymi utworami, co wskazuje na aktywizację procesów fluwialnych w dolinie Bzury w sąsiedztwie stanowiska. Procesy prowadzące do zmiany warunków sedymentacyjnych oraz uruchomienia niezbyt intensywnych procesów stokowych mogły mieć również charakter regionalny. Reperowym stanowiskiem w regionie łódzkim, dla którego wykonane zostały wieloskaźnikowe badania paleoekologiczne jest torfowisko Żabieniec koło Brzeziny (J. Forsyś i in. 2010). Szczegółowa rekonstrukcję zmian poziomu wody w obrębie torfowiska w ciągu ostatnich 1500 lat prezentują M. Lamentowicz i in. (2009). Wyniki tych badań wykazują znaczną zbieżność z danymi uzyskanymi dla interesujących nas utworów i zarysowanymi etapami ich akumulacji. M. Lamentowicz i in. (2009) udokumentowali bowiem podniesienie poziomu wody na torfowisku Żabieniec w horyzontach około 690 AD i 975 AD, co odpowiada dwu wyróżnionym horyzontom chronologicznym akumulacji namulów organiczno-mineralnych. J. Twardy i in. (2018) zebrali dowody wyraźnej koncentracji zdarzeń związanych z procesami zachodzącymi w środowiskach eolicznym, stokowym i fluwialnym (akumulacja serii pozakorytowych) w regionie łódzkim w horyzoncie czasowym około 900–1200 AD (zob. także J. Twardy 2008, 2011).

W profilach LK/A71 i LK/A41 udokumentowano miąższą warstwę utworów, które

a change in the conditions of depositing the sediments that make up layer 2 in cross-section LK/O4 and in the upper part of layer 3 in cross-section LK/A61 (above LK/A61/70). According to the obtained radiocarbon dating the accumulation of the horizons would have occurred in the 10th c. A.D. at the earliest.

A clear change in the environmental conditions which triggered the accumulation of the series of organic-mineral sediment connected with a damper sedimentation environment may have been of local character, e.g. connected with the side migration of the Bzura river channel or its division by anthropogenic, zoogenic or fitogenic conditions, or possibly the flooding of the valley floor. Geological probe has revealed the presence of sediments outside the channel in the direct vicinity of the current artificial channel of the Bzura river, which overlap with the sediments in question. This indicates activated fluvial processes in the Bzura river valley, in the vicinity of the site. The processes which led to the change in sedimentation conditions and activating not very intensive slope processes may have been of regional character. The benchmark site in the region of Łódź is a peatbog at Żabieniec, near Brzeziny (J. Forsyś et al. 2010), which underwent multi-indicator palaeoecological research. A detailed reconstruction of the changes in water level in the area of the peatbog over the last 1500 years has been presented by M. Lamentowicz et al (2009). The results of the research are largely compliant with the data obtained for the sediments in question and the stages of their accumulation. M. Lamentowicz et al. (2009) documented the rise of water level at the peatbog Żabieniec between 690 A.D. and 975 A.D., which corresponds with two distinguished chronological stages of accumulation of organic-mineral mud deposits. J. Twardy et al. (2018) collected evidence of a clear concentration of events connected with the processes that take place in aeolian, slope and fluvial environment (accumulation of series outside the channel) in the region of Łódź c.a. between 900–1200 A.D. (see J. Twardy 2008, 2011).

In cross-sections LK/A71 and LK/A41 a thick sediment layer has been documented, which has been regarded as the agricul-

uznano za diamikton rolny będący efektem działań agrotechnicznych, przede wszystkim mechanicznego przemieszczania cząstek gleby w dół stoku przy współdziałaniu procesów splukiwania. Opisane wyżej nawarstwienia diamiktonu przykrywają w partii południowej subkopalny akumulacyjny poziom gleby. Nie było niestety możliwe prześledzenie relacji stratygraficznych zachodzących pomiędzy glebami kopalnymi i diamiktonem rolnym w profilach LK/A71 i LK/A41 oraz namułami organiczno-mineralnymi w południowej części stanowiska. J. Twardy (2008) stwierdza jednak powstawanie tego typu pokrywy stokowych w regionie łódzkim już we wczesnej epoce żelaza. Brak datowań pokrywy diamiktonu rolnego na stanowisku w Łękach Majątku oraz brak jego relacji stratygraficznej z datowanymi poziomami nie pozwalają pewnie określić wieku utworów. Najczęściej depozycja tego typu osadów łączona jest z nowożytnym zagospodarowywaniem obszaru (J. Stochlak 1978, 1996; M. Sinkiewicz 1995, 1998; E. Smolska 2005; J. Twardy 2008).

Podsumowanie

Cmentarzysko warstwowe na stanowisku Łęki Majątek datowane jest na podstawie wieku występujących w jego obrębie artefaktów na późny okres rzymski. Wiek ten potwierdza również przykrycie przez nawarstwienia zawierające kości obiektów datowanych (m.in. dendrochronologicznie) na młodszy – późny okres rzymski. Koncentracja artefaktów związanych z cmentarzyskiem oraz brak ich rozprzestrzeniania w górę stoku są argumentami przemawiającymi za brakiem istotnej redepozycji tych szczątków. Fragmenty kości występują już w obrębie poziomu próchnicznego gleby kopalnej, która rozwijała się co najmniej do II w. n.e. Należy zatem zakładać, że szczątki kostne i towarzyszące im inne zabytki składane były na powierzchni ówczesnej gleby i częściowo włączone w obręb rozwijającego się poziomu akumulacyjnego lub zostały w do niego przemieszczone na skutek procesów podepozycyjnych.

Najwcześniej w VII w. n.e. doszło w południowej części stanowiska, zajmowanej przez pozostałości cmentarzyska warstwowego, do

tural diamikton, resulting from agrotechnical works, above all – the mechanical relocation of soil particles down the slope with the participation of ablation processes. The layers of diamikton described above cover the subfossil accumulation soil horizon in the southern section. Unfortunately, it was not possible to detect the stratigraphic relationships between fossil soils and agricultural diamikton in cross-sections LK/A71 and LK/A41 and the organic-mineral mud deposits in the southern section of the site. According to J. Twardy (2008) the slope cover of this type in the region of Łódź was formed as far back as the early Iron Age. No dating of the cover of agricultural diamikton at the site of Łęki Majątek and the lack of stratigraphic relationship with the dated horizons prevent a definite dating of the sediment. Most frequently, the deposition of this type of sediment is connected with modern economic activity in the area in question (J. Stochlak 1978, 1996; M. Sinkiewicz 1995, 1998; E. Smolska 2005; J. Twardy 2008).

Summary

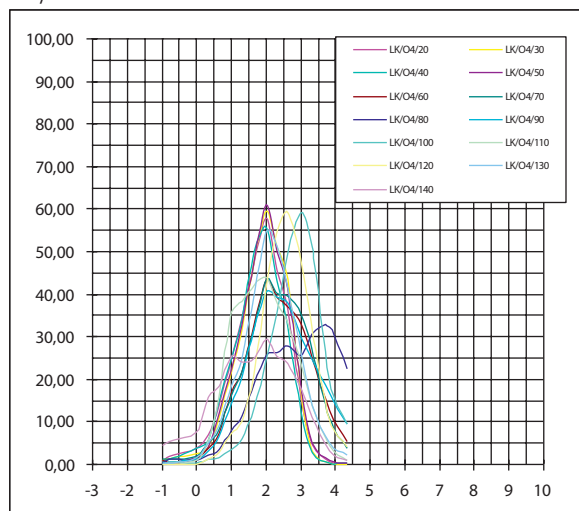
The layered cemetery at Łęki Majątek is dated to the late Roman Iron Age on the basis of the artefacts found at the site. The age has been also confirmed by the layers containing bones which cover the archaeological features dated to the younger-late Roman Iron Age (also dendrologically). The cluster of artefacts connected with the cemetery and the lack of their dispersion up the slope attest the lack of any relevant re-deposition of the remains. Bone fragments occur within the boundaries of the humus horizon of the fossil soil, which was developing at least until the 2nd c. A.D. Thus, it should be assumed that osseous remains and the accompanying artefacts were deposited on the surface of the soil and partly percolated to the accumulation horizon or were relocated as a result of post-deposition processes.

In the 7th c. A.D. at the earliest the southern part of the site, occupied by the remains of the layered cemetery, underwent environmental changes, i.e. the dampening of the area, accumulation of organic remains

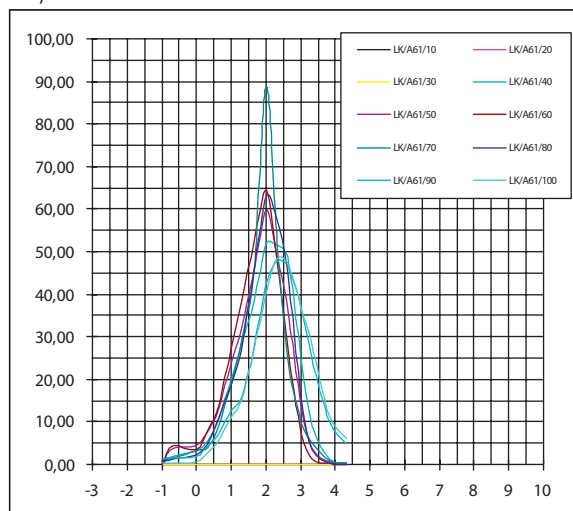
zmiany warunków środowiskowych, tj. zwilgotnienia obszaru, akumulacji szczątków organicznych (głównie detrytusu roślinnego) oraz dostawy materiału mineralnego w efekcie nieznacznego wzmocnienia procesów stokowych. Efektem tych zmian była akumulacja miększej pokrywy namulów organiczno-mineralnych trwająca co najmniej po X-XI w. W spągu tych utworów odkrywane są artefakty i ekofakty związane z cmentarzyskiem warstwowym, które włączone zostały w obręb namulów w trakcie ich sedymentacji oraz w wyniku słabej redepozycji szczątków, towarzyszącej akumulacji namulów.

(mainly vegetation detritus) and the supply of mineral material as a result of a slight increase in slope processes. The changes were culminated by the accumulation of a thick cover of organic-mineral mud deposits which lasted at least until the 10th - 11th c. The bottom part of the sediments have yielded artefacts and ecofacts connected with the layered cemetery. They percolated to the mud deposits during their sedimentation and after a weak redeposition of the remains, which accompanied the accumulation of the mud deposits.

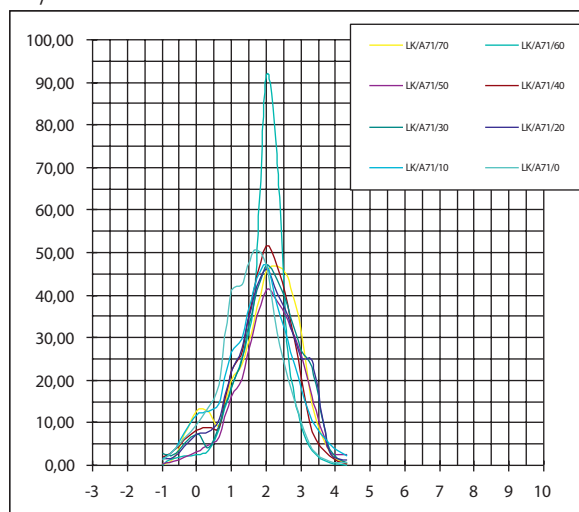
LK/O4



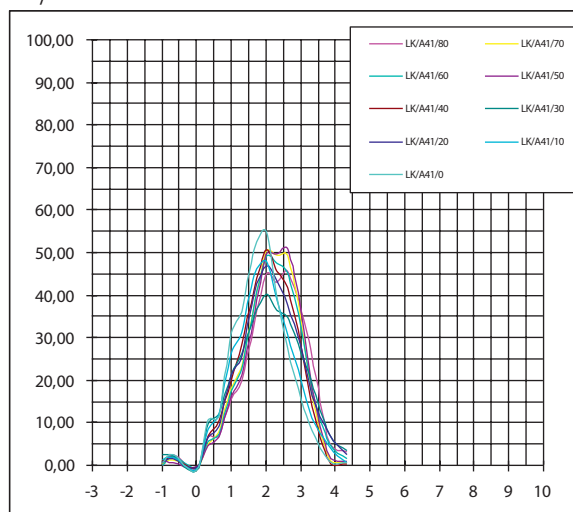
LK/A61



LK/A71

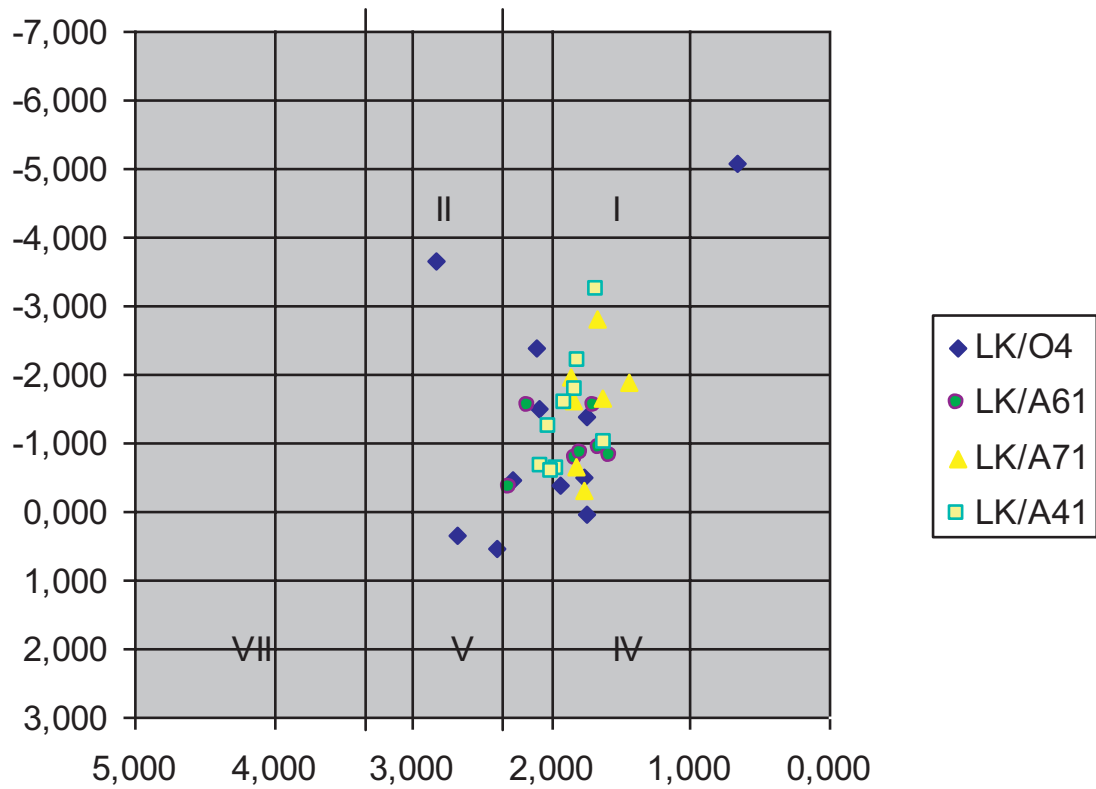


LK/A41



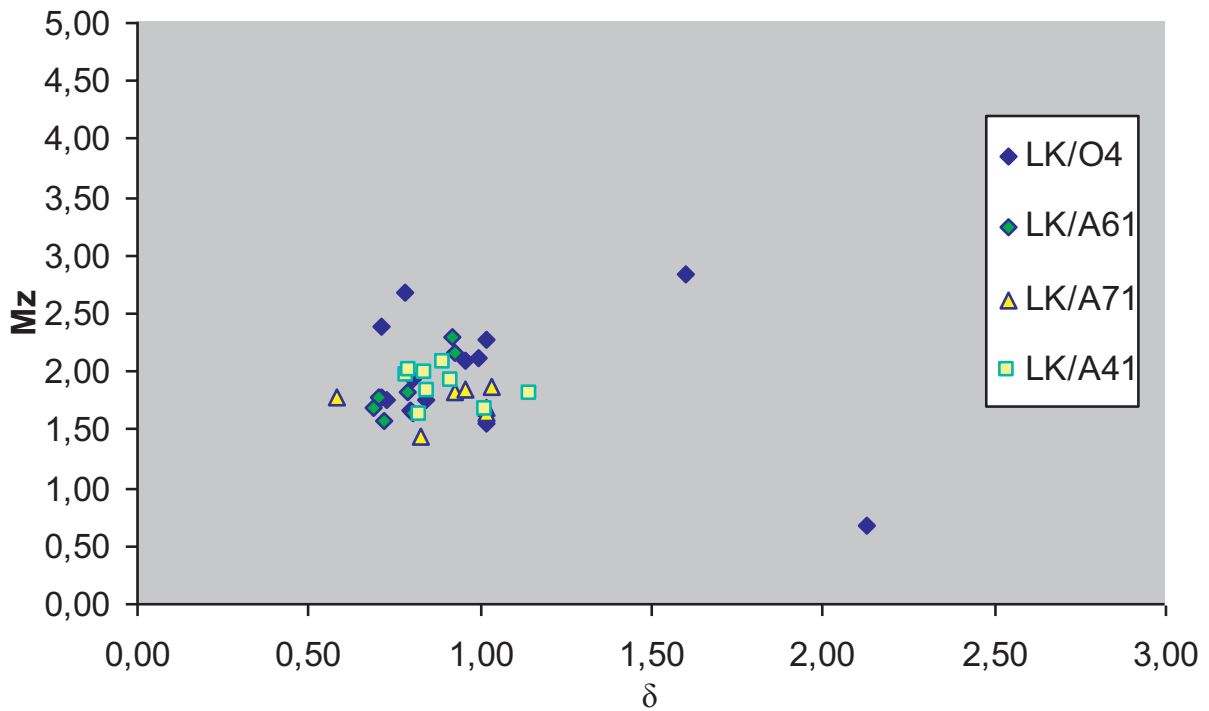
Ryc. 10. Łęki Majątek stan. 2 i 2A, pow. Kutno. Krzywa częstości osadów ze stanowiska.

Fig. 10. Łęki Majątek, site 2 and 2A, district of Kutno. Curve of the frequency of sediment at the site.



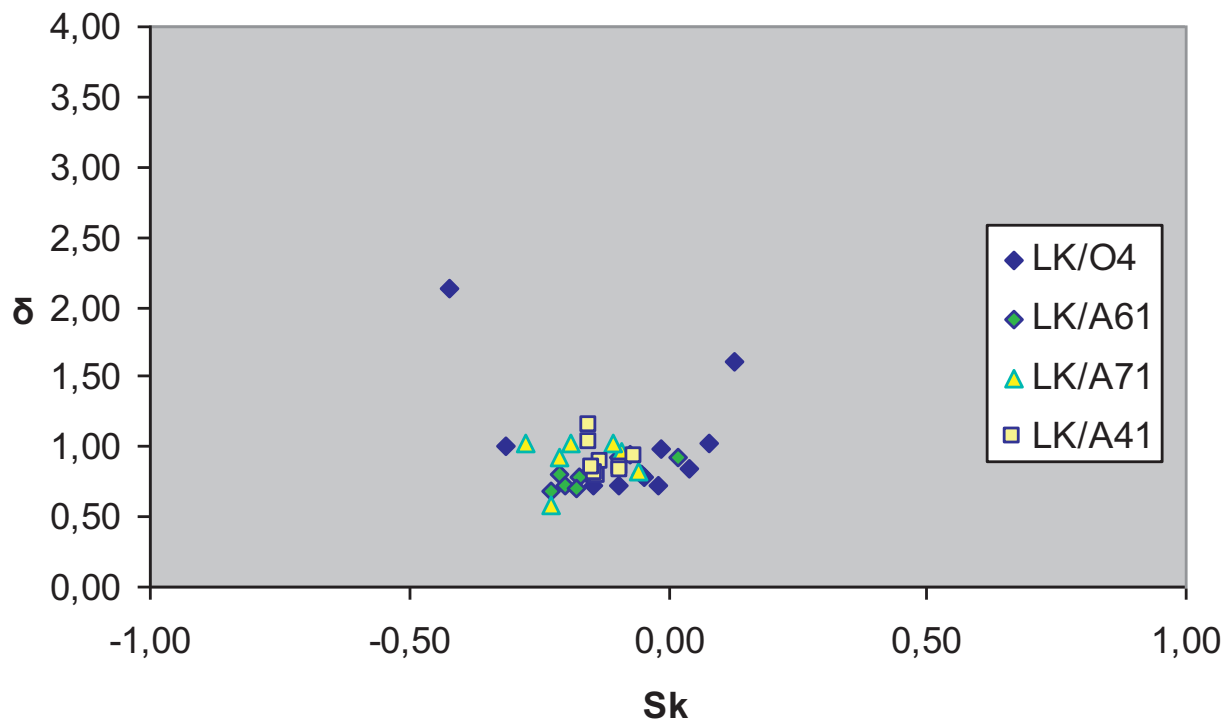
Ryc. 11. Łęki Majątek stan. 2 i 2A, pow. Kutno. Położenie osadów ze stanowiska na diagramie C-M Passegi i Byramjee.

Fig. 11. Łęki Majątek, site 2 and 2A, district of Kutno. Location of sediment from the site presented on the diagram C-M Passegi i Byramjee.



Ryc. 12. Łęki Majątek stan. 2 i 2A, pow. Kutno. Stosunek średniej średnicy ziarna do wysortowania w osadach ze stanowiska.

Fig. 12. Łęki Majątek, site 2 and 2A, district of Kutno. The ratio of grain diameter to selection in the sediment from the site.



Ryc. 13. Łęki Majątek stan. 2 i 2A, pow. Kutno. Związek pomiędzy skośnością a wysortowaniem w osadach ze stanowiska.

Fig. 13. Łęki Majątek, site 2 and 2A, district of Kutno. The relationship between obliqueness and selection in the sediment from the site.