

## ANALIZA PEDOLOGICZNA NAWARSTWIENÍ GROBOWCA KUJAWSKIEGO NR 2 I JEGO OTOCZENIA



## PEDOLOGICAL ANALYSIS OF THE STRATA OF LONG BARROW NO. 2 AND ITS SURROUNDINGS

### Wstęp

Według mapy glebowo-rolniczej w skali 1:5000 zespół dwóch grobowców kujawskich w Gaju koło Izbicy Kujawskiej jest położony na granicy konturów oznaczonych 4A pgl:gl oraz 6A ps:gl. Reinterpretacja tych oznaczeń (R. Bednarek 2004) pozwala określić typologicznie gleby występujące na tym terenie jako gleby płowe (M. Jankowski, M. Sykuła 2020). Interpretacja zmienności warunków glebowych w obrębie pojedynczych obiektów archeologicznych wymaga jednak analizy dużo bardziej szczegółowej, niż pozwoliłyby na to nawet najdokładniejsze dostępne mapy, cechujące się zawsze pewnym stopniem generalizacji informacji. Rzeczywiste zróżnicowanie utworów litologicznych oraz podtypów i odmian gleb w granicach jednego konturu kartograficznego, ale także w obrębie jednego typu gleby może być bowiem znaczne i może wyrażać się na małej przestrzeni.

Celem bieżącego opracowania jest analiza i interpretacja pedostratygrafii odsłoniętej podczas badań wykopaliskowych na stanowisku 1 w Gaju, w obrębie grobowca nr 2 oraz w bezpośrednim otoczeniu zespołu obydwu grobowców. Bardzo szczegółowy zakres przeprowadzonych na tym stanowisku prac archeologicznych stwarza możliwość precyzyjnego prześledzenia zróżnicowania budowy gleb w skali pojedynczych metrów. Intencją pracy jest określenie warunków glebowych jako tła dla konstrukcji megalitycznych grobowców w neolicie oraz próba rekonstrukcji późniejszych przekształceń środowiska przyrodniczego obszaru stanowiska, zapisanych w budowie gleb.

Pracę oparto głównie o analizę morfologii gleb, widocznej w dokumentacji profili wykopów archeologicznych, wykonanej podczas badań wykopaliskowych i udostępnionej przez dr. Piotra Papiernika. Poprawność interpretacji zweryfikowano podczas prac terenowych przeprowadzonych w ramach projektu badawczego NCN nr 2016/23/B/

### Introduction

According to the soil-agricultural map, scale of 1:5000, the complex of two Kuyavian long barrows at Gaj near Izbica Kujawska is located on the border of the contours marked 4A pgl:gl and 6A ps:gl. The reinterpretation of these markings (R. Bednarek 2004) allows the typological determination of soils in the area as clay-illuvial soils or Luvisols (M. Jankowski, M. Sykuła 2020). However, the interpretation of the variability of soil conditions within individual archaeological sites requires a much more detailed analysis than even the most accurate maps available would allow, which are always characterised by a certain degree of generalisation of information. The actual diversity of lithological formations and soil subtypes as well as varieties within one cartographic contour, and within one soil type, may be significant and visible in a small area.

The aim of the current study is to analyse and interpret the pedostratigraphy uncovered during excavations at Gaj, site 1 within long barrow no. 2 and in the immediate vicinity of the complex of both long barrows. The very detailed scope of archaeological works carried out at this site makes it possible to precisely trace the differences in soil morphology at the scale of individual metre units. The intention of the work is to determine the soil conditions as a background for the construction of megalithic long barrows in the Neolithic and to attempt to reconstruct subsequent transformations of the natural environment of the site area, recorded in the structure of the soil.

The work was mainly based on the analysis of soil morphology visible in the documentation of the cross-sections of trenches made during archaeological research and provided by Dr. Piotr Papiernik. The accuracy of the interpretation was verified during field work carried out as part of the NCN research project No. 2016/23/B/ST10/01067 en-

ST10/01067 pt. *Geneza i historia gleb Kujaw*. Wszystkie ilustracje wykorzystane w tekście zostały zaczerpnięte z dokumentacji fotograficznej badań archeologicznych i tylko częściowo wykadrowane w celu lepszego zilustrowania omawianych zagadnień.

## Budowa gleb w zarysie grobowca nr 2

Analiza szczegółowej dokumentacji fotograficznej oraz rekonesans terenowy potwierdziły dominujący udział gleb pływowych w pokrywie glebowej obszaru badań, jednak pozwoliły też znacznie uszczegółwić informację o glebach występujących na stanowisku.

W budowie profilowej gleb pływowych zasadniczo zaznacza się obecność następujących poziomów genetycznych:

A – poziom próchniczny, o charakterystycznej szarej barwie. W glebach pływowych porośniętych naturalną dla nich roślinnością lasu liściastego (klasy żyznościowej grądu) ma on miąższość około 10–15 cm i stopniowe przejście w spąg. W przypadku gleb uprawnych poziom ten jest przekształcony w warstwę orną Ap (poziom płuźny, często nazywany przez archeologów „humusem”), zhomogenizowany, pogłębiony do około 25–30 cm i ostro odcięty od poziomu zalegającego poniżej.

Et – poziom wymywania frakcji ilastej (*eluvik*). Poziom ten cechuje się na ogół jasnobieżową barwą i dość luźną strukturą.

Bt – poziom wzbogacania we frakcję ilastą (*argik*). Odnacza się on w profilu glebowym najczęściej brązowo-brunatną barwą, a także wyraźnie agregatową, bryłową strukturą.

C – skała macierzysta stanowiąca pierwotny materiał mineralny, nieprzekształcony przez procesy glebotwórcze.

Charakterystyczną cechą gleb pływowych jest także dwudzielność uziarnienia. Poziomy A oraz Et mają wyraźnie lżejszy (bardziej sypki) skład granulometryczny. Dolna część profilu, a zwłaszcza poziom Bt, ma uziarnienie wyraźnie cięższe (najczęściej gliniaste). Takie zróżnicowanie jest uważane za efekt procesu lessiwazu (wymywania frakcji ilastej z górnych partii gleby w jej głąb w warunkach endoperkolatywnego reżimu wodnego; R. Bednarek, S. Skiba 2015). W przypadku gleb pływowych występujących w obszarach morenowych proces ten może jednak nakładać się na pierwotną dwudzielność litologiczną (M. Świtoniak 2007). Na terenach zajmowanych w przeszłości przez lądolód lodowcowe gliny bazalne były bowiem w wielu miejscach już pierwotnie pokryte sypkimi osadami gene-

titled “Genesis and history of the development of soils in Kuyavia”. All illustrations used in the text were taken from photographic documentation of archaeological research and only slightly cropped to better illustrate the issues discussed.

## Soil structure in the outline of long barrow no. 2

The analysis of detailed photographic documentation and field reconnaissance confirmed the dominant share of clay-illuvial soils in the soil cover of the research area, but also allowed for much more detailed information about the soils occurring at the site.

The following genetic horizons are generally present in the profile structure of clay-illuvial soils:

A – humus horizon, with a characteristic grey color. In clay-illuvial soils covered by natural deciduous forest vegetation (fertility class of oak-hornbeam forest), it is approximately 10–15 cm thick and has gradual transition at the bottom. In the case of arable soils, this horizon is transformed into the Ap arable horizon (plow layer, often called “humus” by archaeologists), homogenized, deepened to approximately 25–30 cm and sharply cut off from the horizon below.

Et – leaching horizon of the clay fraction (*eluvik*). This horizon is generally light beige in color and quite loose in structure.

Bt – horizon of enrichment in the clay fraction (*argik*). It is characterized by a usually brown color, as well as a clearly aggregated, blocky structure.

C – parent rock constituting the original mineral material, not transformed by soil-forming processes.

Another characteristic feature of clay-illuvial soils is the bipartite texture. The A and Et horizons have a clearly lighter (more sandy) granulometric composition. The lower part of the cross-section, especially the Bt horizon, has a significantly heavier grain-size composition (usually loamy). Such differentiation is considered to be the result of the lessivage process (leaching of the clay fraction from the upper parts of the soil into its depths under the conditions of the endopercolative water regime; R. Bednarek, S. Skiba 2015). In the case of clay-illuvial soils occurring in moraine areas, however, this process may overlap with the primary lithological discontinuity (M. Świtoniak 2007). In the areas formerly occupied by glacial ice sheets, loamy basal tills were in many places originally covered by sandy deposits of ablativ, glaciofluvial, periglacial or aeolian origin, several

zy ablacyjnej, glaciofluwialnej, peryglacialnej lub eolicznej, o miąższości kilkudziesięciu centymetrów. Przebiegający w holocenie proces lessiwazu z jednej strony był predysponowany do zachodzenia w takich właśnie utworach, ale z drugiej strony jeszcze bardziej podkreślił ich pierwotną niejednorodność.

Na stanowisku 1 w Gaju wyraźna dwudzielność pedo-litogeniczna jest widoczna w większości profili wykopów archeologicznych. Miąższość górnej, lżejszej pokrywy, a jednocześnie głębokość zalegania gliniastych utworów podłoża, budujących poziomy Bt–C, jest jednak bardzo zróżnicowana. Także przejście tych dwóch kontrastowych, pod względem uziarnienia, stref ma zróżnicowany charakter.

W zarysie eksplorowanego wykopaliskowo grobowca nr 2 przeważają profile dwóch wariantów gleb płowych – typowych oraz ogłowionych. Gleby płowe typowe charakteryzują się „klasyczną” budową morfologiczną Ap–Et–Bt–C (ryc. 37). Jakkolwiek ten podtyp zdecydowanie przeważa pod względem przestrzennym, miąższość poziomu Et, zalegającego pomiędzy poziomem ornym Ap a stropem gliny (poziomu Bt) jest bardzo zmienna i w wielu miejscach silnie zredukowana. W skrajnych przypadkach poziom ten nie występuje w ogóle i poziom płużny Ap zalega bezpośrednio na gliniastym poziomie Bt, budując gleby płowe zerodowane (ogłowione; ryc. 37). Warto nadmienić, że gleby o takiej budowie w przeszłości określano mianem gleb brunatnych i pod taką nazwą powinny być oznaczone na archiwalnych mapach (bonitacyjnych, glebowo-rolniczych). O tym, że nie są to gleby brunatne, ale płowe świadczą cechy teksturalne oraz mikromorfologiczne poziomów Bt, typowe dla gleb płowych, udokumentowane przez wielu badaczy na innych terenach (m.in. M. Kobierski 2013; M. Świtoniak i in. 2016).

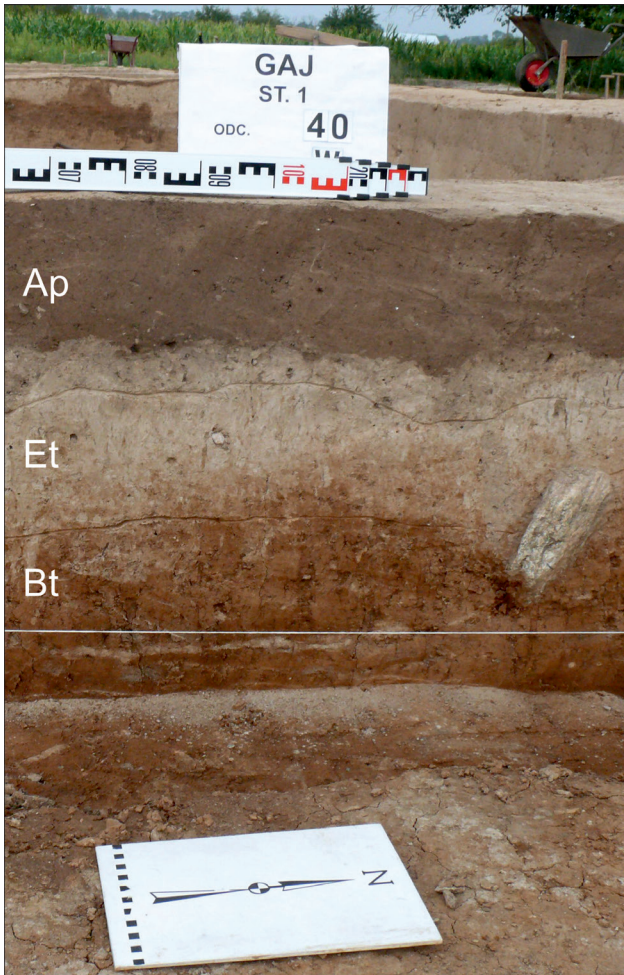
Na stanowisku w Gaju taką diagnozę potwierdza obecność szczelin rozcinających poziomy Bt i wypełnionych materiałem o beżowej barwie, w niektórych profilach gleb płowych ogłowionych. Zacieki te są reliktem spągowych części poziomów Et, które musiały w przeszłości zalegać powyżej gliniastej warstwy, lecz uległy zniszczeniu wskutek procesów denudacyjnych, intencjonalnej działalności człowieka związanej z budową grobowca lub też obydwu tych procesów. Za taką interpretacją przemawia pozycja stratygraficzna warstwy kulturowej i jej relacja do poziomów glebowych. Warstwa kulturowa jest wyraźnie odcięta w spągu od zalegających niżej naturalnych poziomów glebowych Et lub Bt, a przebieg jej dolnej granicy jest w większości relatywnie wyrównany (ryc. 38; 39). Fakt ten może świadczyć o zrównaniu terenu przez człowieka przed rozpoczęciem budowy grobowca. Dodatkowymi argumentami wspierającymi taką

dozen centimeters thick. The process of lessivage that took place subsequently during the Holocene, on the one hand, was predisposed to occur in such formations, but on the other hand, it further emphasized their original heterogeneity.

At Gaj, site no. 1, a clear pedo-lithological bipartition is visible in most cross-sections of archaeological trenches. However, the thickness of the upper, sandy cover and, at the same time, the depth of the loamy subsoil's (that constitute the Bt–C horizons) roof vary greatly. The transition of these two strata contrasting in terms of grain size is also of a different nature.

The outline of the excavated long barrow no. 2 is dominated by profiles of two variants of clay-illuvial soils: typical and truncated. Typical clay-illuviated soils are characterized by the “classic” morphology of Ap–Et–Bt–C horizons (fig. 37). Although this subtype clearly predominates in terms of space, the thickness of the Et horizon, lying between the Ap arable horizon and the top of loam (Bt horizon), is extremely variable and in many places strongly reduced. In extreme cases, this horizon does not occur at all and the Ap plow horizon lies directly on the loamy Bt horizon, creating eroded (truncated) clay-illuvial soils (fig. 37). It is worth mentioning that soils with this morphology were in the past called brown soils (Cambisols) and should be marked as such on archival maps (classification and soil-agricultural maps). The fact that these are not brown soils, but clay-illuvial soils, is evidenced by the textural and micro-morphological features of Bt horizons typical of clay-illuvial soils, documented by many researchers in other areas (M. Kobierski 2013; M. Świtoniak *et al.* 2016).

At the site at Gaj, such the conclusion is confirmed by the presence of fissures cutting through the Bt horizons and filled with beige-colored material, in some profiles of eroded clay-illuvial soils. These fissures are the remains of the bottom parts of the Et horizons, which must have existed above the loamy layer in the past, but were destroyed as a result of denudation processes, intentional human activity related to the construction of the long barrow, or both. This interpretation is supported by the stratigraphic position of the cultural layer and its relationship to the soil horizons. The cultural layer is clearly cut off at the bottom from the natural Et or Bt soil horizons lying below, and the course of its lower boundary is mostly relatively even (fig. 38; 39). This fact may indicate that the area was levelled by humans before the construction of the long barrow began. Additional arguments supporting such an assumption may include: 1. extremely variable course of the loam roof (Bt



Ryc. 37. Gleba płowa typowa (po lewo) i gleba płowa zerodowana (po prawo).

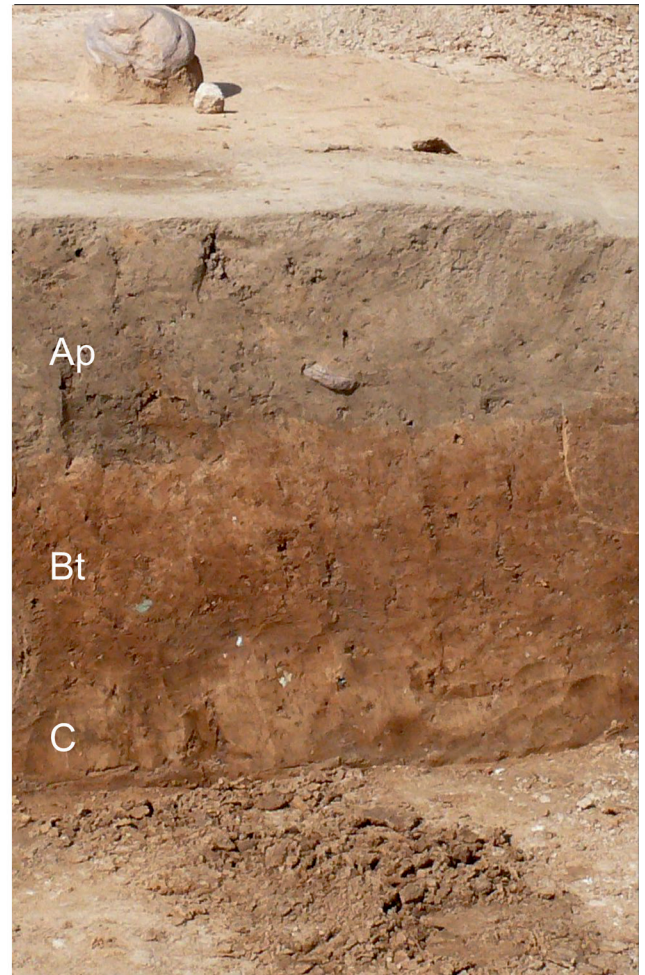


Fig. 37. Typical clay-illuvial soil (on the left) and eroded (truncated) clay-illuvial soil (on the right).



Ryc. 38. Relikty nawarstwień konstrukcji grobowca o charakterze gliniastym (Cu).

Fig. 38. Remains of loamy layers of the long barrow structure (Cu).

teżę mogą być: 1. bardzo zmienny przebieg stropu gliny (poziomu Bt), który pierwotnie musiał przynajmniej w pewnym stopniu naśladować przebieg powierzchni terenu; 2. niemal całkowity brak śladów naturalnego poziomu próchnicznego (A), który musiał pierwotnie istnieć w szczycie bardzo dobrze wykształconej i zachowanej sekwencji głębszych poziomów gleby płowej (Et–Bt–C) oraz spłylenie lub w niektórych profilach całkowity brak poziomu Et; 3. ślady orki zarejestrowane podczas badań archeologicznych w głównej części grobowca.

Nawarstwienia antropogeniczne związane z konstrukcją nasypu grobowca zachowały się szczątkowo, w większości jedynie w formie cienkiej warstwy o miąższości od kilku do 30 cm. W marginalnych częściach grobowca warstwę kulturową stanowi głównie materiał gliniasty o brunatnej barwie, zbliżonej do poziomu Bt gleb płowych (ryc. 38). W części centralnej najszerzej, czołowej partii grobowca, w warstwie tej występuje płatami także materiał o zupełnie odmiennych cechach, np. o barwie zaczerwienionej, mogącej być śladem praktyk związanych z intensywnym paleniem ognia. Szczególną uwagę zwraca tu też materiał próchniczny o charakterystycznej ciemnoszarej lub nawet czarnej barwie (ryc. 39), która nie jest typowa dla gleb płowych, a raczej dla gleb o wyższej zawartości materii organicznej, powstających w warunkach podmokłych. Według informacji dr. P. Papiernika materiał ten został opisany jako „warstwa organiczno-mineralna” i zawierał liczny inwentarz zabytkowy, a także fragmenty

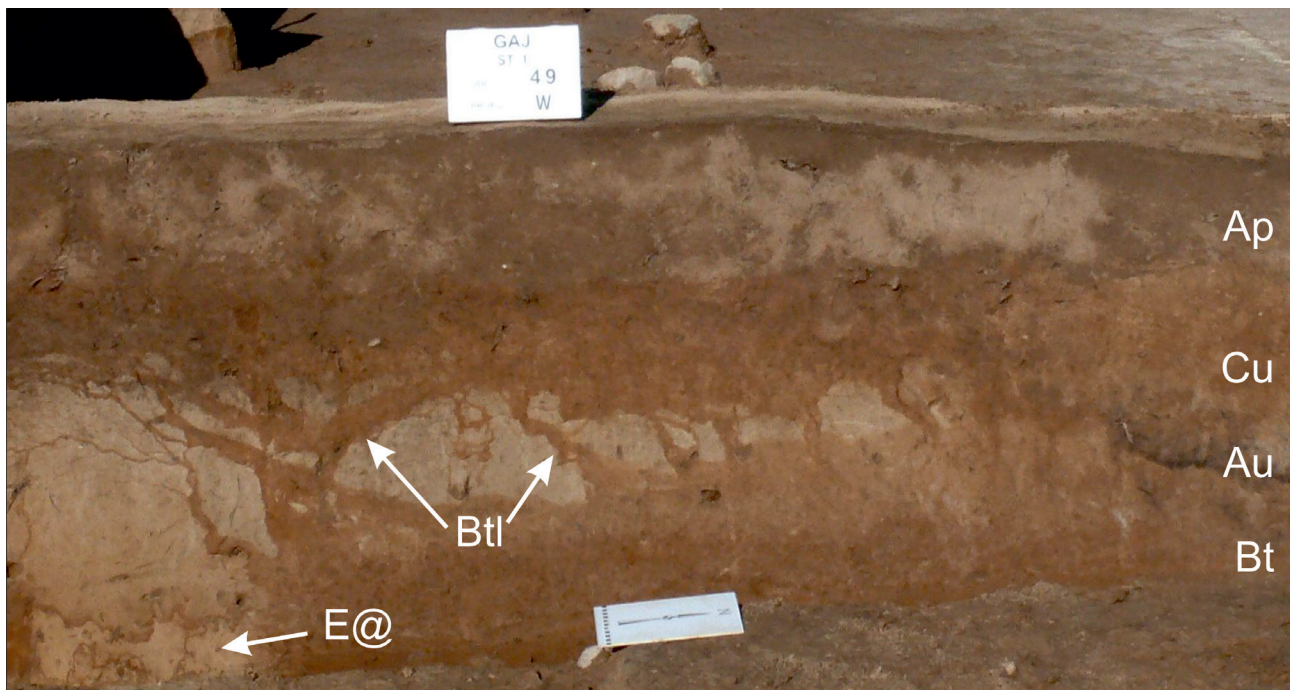
horizon), which, at least to some extent, originally must have imitated the course of the land surface; 2. almost complete absence of traces of the natural humus horizon (A), which must have originally been present at the top of a very well-developed and preserved sequence of deeper clay-illuvial soil horizons (Et–Bt–C), and the shallowing or, in some cross-sections, the complete absence of the Et horizon; 3. traces of ploughing recorded during archaeological research in the main part of the long barrow.

Anthropogenic deposits related to the construction of the long barrow's embankment have been only partially preserved, mostly in the form of a thin, few centimetre-thick layer. In the marginal parts of the long barrow, the cultural layer is mainly built of loamy material brown in colour, close to the Bt horizon of clay-illuvial soils (fig. 38). In the central part of the widest, frontal part of the long barrow, this layer also contains patches of material with completely different characteristics, e.g. a reddish color, which may be a trace of practices related to intense burning. Particular attention should be paid to humus material with a characteristic dark grey or even black color (fig. 39), which is not typical of clay-illuvial soils, but rather of soils with a higher content of organic matter formed in wet conditions. According to information from Dr. P. Papiernik, this material was described as an “organic-mineral layer” and contained numerous artefacts, as



Ryc. 39. Relikty nawarstwień konstrukcji grobowca o charakterze próchnicznym (Au) i gliniastym (Cu).

Fig. 39. Remains of layers of the long barrow structure of humus (Au) and loamy (Cu) character.



Ryc. 40. Lamelle (Btl) powstałe w poziomie Et, pod reliktem gliniastych nawarstwień grobowca (Cu).

Fig. 40. Lamellae (Btl) formed in the Et horizon, under the remains of loamy long barrow deposits (Cu).

kości zwierzęcych, muszli i szczątki ryb. Przymuszczać może on więc być utworem pochodzącym z wierzchniego poziomu gleby hydrogenicznej (czarnej ziemi lub gleby organicznej – torfowej lub murszowej) przytransportowanym spoza obszaru stanowiska. W bezpośrednim jego otoczeniu nie stwierdzono bowiem występowania takich gleb.

Ciekawym faktem jest występowanie w niektórych profilach centralnej części grobowca charakterystycznych brunatnych wstęg iluwiowych, nazywanych lamellami (Btl). Lamelle zalegają pod poziomem ornym i gliniastymi utworami warstwy kulturowej, będącymi reliktem nawarstwień grobowca (ryc. 40). Falistym przebiegiem przecinają pozostałości poziomów Et gleb płowych, dochodząc do stropu poziomu Bt. Struktury tego typu są efektem zachodzenia procesu lessiwazu (Z. Prusinkiewicz i in. 1998), ale w tym wypadku wymywanie frakcji ilastej odbywa się z gliniastej warstwy kulturowej. Lamelle musiały więc powstać po usypaniu grobowca.

well as fragments of animal bones, shells and fish remains. Presumably, it may be a deposit originating from the top horizon of hydromorphous soil (black earth or organic soil – peat or mursh) transported from outside the site area. No such soils were found in its immediate surroundings.

An interesting fact is the presence of characteristic brown illuvial bands, called lamellae (Btl), in some cross-sections of the central part of the long barrow. The lamellae lie beneath the arable horizon Ap and loamy strata of the cultural layer, which are the remains of the long barrow's layers (fig. 40). In a wavy course, they cross the remains of the Et horizon of clay-illuvial soils, reaching the top of the Bt horizon. Structures of this type are the result of the lessivage process (Z. Prusinkiewicz *et al.* 1998), but in this case the clay fraction is washed out from the loamy cultural layer. Thus, the lamellae must have been created after the long barrow was built.

### Budowa gleb w bezpośrednim otoczeniu grobowca nr 2

W obrębie wykopu głównego, poza zarysem konstrukcji grobowca nr 2, w miarę oddalania się od jego osi, w glebach płowych stopniowo pojawiają się odmienne cechy morfologiczne.

### Soil structure in the immediate vicinity of long barrow no. 2

Within the boundaries of the central trench, beyond the outline of the long barrow no. 2, different morphological features gradually appear in the clay-illuvial soils as we move away from its axis.

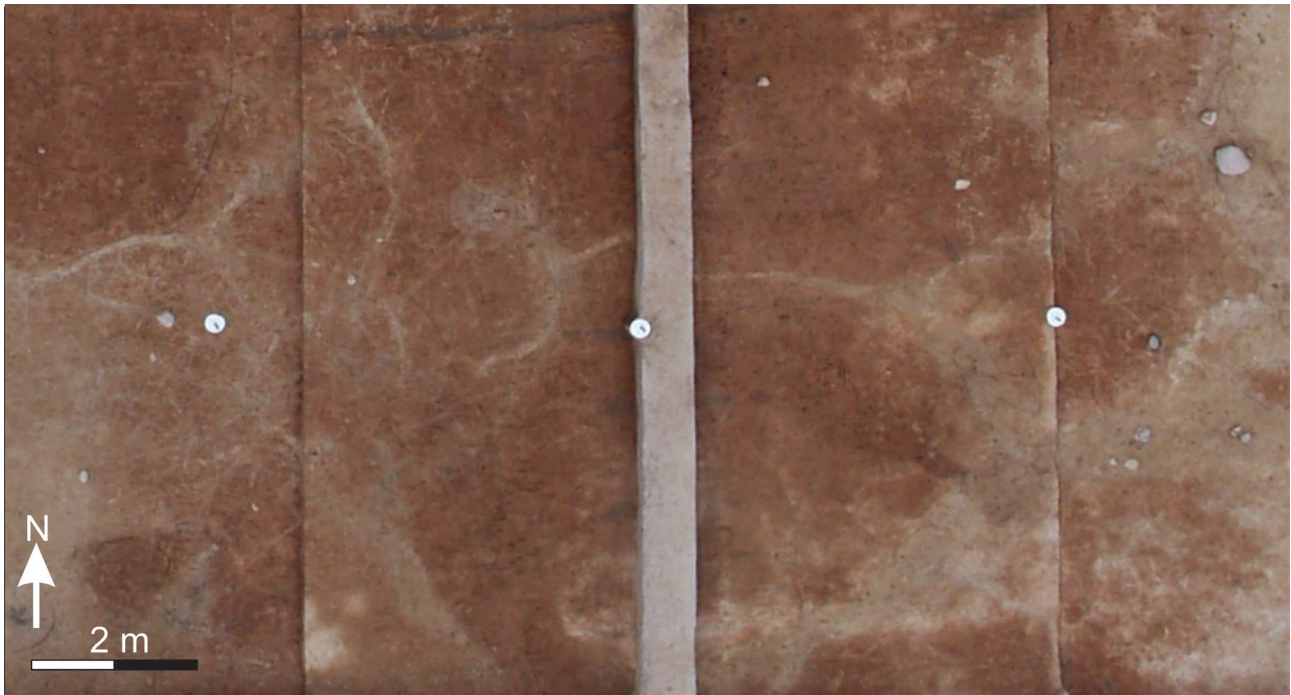
Bezpośrednio na zewnątrz zarysu grobowca wyraźnie zmienia się charakter kontaktu poziomów Et i Bt, czyli granica powierzchniowych utworów piaszczystych i gliniaste-go podłoża. Przybiera ona specyficzny, zaciekowy charakter (ryc. 41). Pojawiają się tu liczne struktury szczelinowe, o klinowatym przekroju pionowym i poligonalnym układzie wieloboków w przekroju planarnym (ryc. 42). Struktury te rozcinają glinę morenową i są wypełnione piaszczystymi osadami nadległej piaszczystej warstwy (E@). Takie struk-tury występują pojedynczo już w obrębie zarysu grobowca, jednak w centralnej strefie stanowiska są rozmieszczone stosunkowo rzadko. Na skrzydłach grobowca sieć poligo-nów jest wyraźnie bardziej gęsta, a szerokość poszczegól-nych szczelin mniejsza. W niektórych strefach można za-observować występowanie dwóch generacji poligonów: większych, z szerszymi szczelinami oraz mniejszych, ze szczelinami wąskimi i miejscami przecinającymi te szersze. Tego typu sieci klinowatych szczelin, tworzących wielo-boczne poligony, szczególnie te większe, są powszechnie in-terpretowane jako pseudomorfozy struktur kontrakcji termicznej (klinów mrozowych) powstałych jeszcze u schyłku plejstocenu, w warunkach peryglacialnych, w obecności wieloletniej zmarzliny (m.in. J. Dylík 1966; W. Plichta 1973). Węższe szczeliny, występujące w większym zagęszczeniu oraz tworzące mniejsze poligony mogły powstawać także w wyniku silnego przesychania gliny, zarówno w plejstoce-nie, jak i później, w holocenie.

Immediately beyond the long barrow, the nature of the character of the Et and Bt horizons *i.e.* the boundary be-tween the surface sandy formations and the loamy subsoil changes markedly. It takes on a specific, irregular charac-ter (fig. 41). There are numerous fissure structures with a wedge-shaped vertical cross-section and a polygonal net-work arrangement in a planar cross-section (fig. 42). These structures cut through moraine till and are filled with sandy sediments of the overlying layer (E@). Such structures oc-cur one at a time within the outline of the long barrow, but they are relatively rare in the central zone of the site. On the wings of the long barrow, the network of polygons is clearly more dense and the width of individual fissures is smaller. In some zones, two generations of polygons can be observed: larger ones, with wider wedges, and smaller ones, with narrow fissures in some places crossing the wider ones. Such networks of wedge-shaped fractures, creating polygo-nal systems, especially the larger ones, are commonly in-terpreted as pseudomorphs of thermal contraction struc-tures (frost wedges) formed at the end of the Pleistocene, in periglacial conditions, in the presence of permafrost (*e.g.* J. Dylík 1966; W. Plichta 1973). Narrower cracks, occurring in greater density and creating smaller polygons, could also have been formed as a result of strong till drying, both in the Pleistocene and later, in the Holocene.



Ryc. 41. Zaciekowy kontakt poziomów Et i Bt gleby płowej (Et/Bt), z licznymi strukturami kontrakcyjnymi.

Fig. 41. Irregular contact of the Et and Bt horizons of the clay-illuvial soil (Et/Bt), with numerous contraction structures.



Ryc. 42. Układ poligonalny szczelin kontrakcyjnych w widoku planarnym.

Fig. 42. Polygonal arrangement of contraction fractures in a planar view.

Kolejną zmianą w morfologii gleb pływych jest wyraźne zapadanie stropu utworów gliniastych (poziomu Bt) w kierunkach północnym i południowym od osi grobowca (ryc. 43; 44), jak również w kierunku wschodnim. Równocześnie wzrasta miąższość nadległych utworów piaszczystych, co w rezultacie prowadzi do efektu niwelacji współczesnej powierzchni terenu. Z drugiej jednak strony, jest też dowodem na znacznie większe zróżnicowanie pierwotnej powierzchni oraz jego późniejsze zatarcie. Strop gliny morenowej zapada od centrum grobowca nr 2, gdzie jak wspomniano wyżej, miejscami zalega bezpośrednio pod poziomem płużnym Ap (na głębokości około 30 cm pod współczesną powierzchnią terenu), do około 120 cm w kierunku północnym (ryc. 44) i około 60 cm w kierunku południowym (ryc. 43).

W bezpośrednim sąsiedztwie grobowca, w nadległych osadach piaszczystych widoczny jest układ pedostratygraficzny odmienny od tego zarejestrowanego w obrębie grobowca. W profilach położonych na północ od obiektu widoczne jest wyraźne warstwowanie utworów mineralnych (ryc. 45). Powyżej sekwencji poziomów genetycznych gleby pławowej (Et-Bt lub Et/Bt-Bt) widoczna jest strefa o ciemnoszarej barwie, która może być pozostałością pierwotnego poziomu próchnicznego tej gleby, zachowaną w kopalnym obniżeniu terenu (Agb). W poziomie tym zauważalne są dodatkowo cechy oglejenia opadowo-wodnego, związanego z okresowym nadmiernym uwilgotnieniem. Takie cechy są efektem stagnowania w obniżeniach stropu słabo przepuszczalnej gliny wody

Another change in the morphology of the clay-illuvial soils is the visible lowering of the top of the loamy deposits (Bt horizon) to the north and south (fig. 43; 44), as well as to the east of the outline of the long barrow. At the same time, the thickness of the overlying sandy formations increases, which in turn leads to the effect of levelling the modern land surface. On the other hand, this is also evidence of a much greater differentiation of the original surface and its subsequent obliteration. The ceiling of the loamy moraine till falls from the centre of long barrow no. 2, where, as mentioned above, in places it lies directly below the Ap plow horizon (at the depth of about 30 cm below the modern ground surface), to about 120 cm towards the north (fig. 44) and about 60 cm towards the south (fig. 43).

In the immediate vicinity of the long barrow, in the overlying sandy deposits, a pedostratigraphy different from that recorded within the long barrow is visible. In the cross-sections located north of the feature, a clear stratification of mineral deposits is visible (fig. 45). Above the sequence of genetic horizons characteristic of clay-illuvial soil (Et-Bt or Et/Bt-Bt), a dark grey zone is visible, which may be a remnant of the original humus horizon of this soil, preserved in the fossil depression (Agb). In this horizon, there are also noticeable stagno-gleyic features associated with periodic excessive humidity. Such features are the result of stagnation of water seeping through





Ryc. 43. Zapadanie stropu poziomu Bt (gliny morenowej) w kierunku południowym od osi grobowca.

Fig. 43. Lowering of the ceiling of the Bt horizon (moraine till) south of the long barrow axis.



Ryc. 44. Zapadanie stropu poziomu Bt (gliny morenowej) w kierunku północnym od osi grobowca.

Fig. 44. Lowering of the ceiling of the Bt horizon (moraine till) north of the long barrow axis.

prześięgającej przez nadległe osady piaszczyste. Oglejenie przejawia się charakterystyczną „marmurkowatą” plamistością barw rdzawo-brunatnych oraz sino-szarych, związanych z obecnością utlenionych i zredukowanych form żelaza. Na poziomie Agb zalegają utwory budujące 4 odrębne, homogeniczne warstwy deluwiiów (włącznie ze współczesnym poziomem płużnym Ap) o miąższościach do kilkudziesięciu centymetrów. W większości są to utwory o barwach jasnoszarych, prawdopodobnie związanych ze względnie niedużą zawartością próchnicy oraz piaszczystym uziarnieniem.

W części południowej stanowiska nie stwierdzono występowania śladów pierwotnego poziomu próchnicznego pod deluwiami, jednak widoczne są cechy związane z oglejeniem. Wśród warstw deluwiiów występują tu natomiast prze-

the overlying sandy sediments in the depressions of the roof of poorly permeable till. Gleyization is manifested by characteristic “marbled” spots of rusty-brown and bluish-grey colours, related to the presence of oxidized and reduced forms of iron. At the Agb horizon there are deposits forming 4 separate, homogeneous layers of colluvium (including the modern Ap plough horizon) with the thickness of up to several dozen centimeters. They are mostly light grey in colour, probably due to the relatively low humus content and sandy texture.

In the southern part of the site, no traces of the original humus horizon under the colluvium were found, but features related to gleyization are visible. Among the colluvial layers, there are interlayers of brown material,

warstwienia materiału o barwie brunatnej, przypuszczalnie o uziarnieniu gliniastym. Utwory deluwialne występujące na obydwu skrzydłach grobowca nr 2 są osadami pochodzącymi najprawdopodobniej z niszczenia jego ziemnej konstrukcji, w wyniku naturalnych procesów grawitacyjnych, ale także intensywnego rozorywania w efekcie mechanizacji działalności rolniczej w końcu XIX oraz w XX w. Taką tezę potwierdzają wyniki datowań radiowęglowych, udostępnione przez dr. P. Papiernika. W północnej ścianie wykopu 31N uwiadcza się pojedynczy obiekt archeologiczny 550, wkopany w dolną partię deluwii oraz układ poziomów pierwotnej gleby płowej, włącznie ze stropem gliniastego poziomu Bt, ale przykryty ciągłą warstwą młodszych osadów deluwialnych (ryc. 45). Obiekt ten został wydatowany metodą radiowęglową na  $530 \pm 50$  BP.

Próbki pobrane z ciągłej warstwy osadów deluwialnych (Adel2) zalegających powyżej tego obiektu uzyskały bardzo młode wyniki, wykraczające poza skalę metody i określone jako „nie starsze niż 200 lat”. Takie wyniki datowań oraz pozycja obiektu 550 pozwalają na wydzielenie dwóch generacji deluwii. Starsza (Adel3), została zdeponowana przed średniowieczem, a być może nawet już w pradziejach, prawdopodobnie w efekcie powolnego grawitacyjnego spłyzywania osadów do zagłębienia. Górna część deluwii (Ap–Adel1–Adel2) została zakumulowana w ciągu ostatnich dwóch wieków i ma związek z mechanizacją i intensyfikacją zabiegów agrotechnicznych.

probably of loamy texture. The colluvial formations occurring on both wings of long barrow no. 2 are deposits most likely originating from the destruction of its earthen construction as a result of natural gravitational processes, but also of intensive ploughing as a result of the mechanization of agricultural activities at the end of the 19<sup>th</sup> and in the 20<sup>th</sup> century. This conclusion is confirmed by the radiocarbon dating results provided by dr. P. Papiernik. In the northern wall of trench 31N, a single archaeological feature no. 550 is visible, dug into the lower part of the colluvium, and a set of horizons of original clay-illuvial soil, including the top of the loamy horizon Bt, but covered with a continuous layer of younger colluvial sediments (fig. 10). This feature was radiocarbon dated to  $530 \pm 50$  BP.

Samples collected from the continuous layer of colluvial sediments (Adel2) lying above this feature obtained very young results, going beyond the scale of the method and defined as “no older than 200 years”. These dating results and the position of feature no. 550 allow for the separation of two generations of colluvium. The older one (Adel3) was deposited before the Middle Ages, and perhaps even in prehistoric times, probably as a result of the slow gravitational creep of sediments into a depression. The upper part of the colluvium (Ap–Adel1–Adel2) was accumulated over the last two centuries and is related to mechanization and intensification of agrotechnical procedures.



Ryc. 45. Gleba deluwialna na kopalnej glebie płowej w profilu 37W.

Fig. 45. Colluvial soil on fossil clay-illuvial soil in cross-section 37W.



Ryc. 46. Pokrywa piaszczysta we wschodnim sąsiedztwie grobowca nr 2, z relikwiami osady KPL oraz licznymi zooturbacjami.

Fig. 46. Sand cover in the eastern vicinity of long barrow no. 2, with the remains of the Funnel Beaker culture settlement and numerous zooturbations.

Pomimo tak młodego wieku, stratyfikacja osadów deluwialnych do dnia dzisiejszego zdążyła ulec częściowemu zatarciu. W profilach położonych na północ od grobowca nr 2, w stropowej części deluwiałów, bezpośrednio pod współczesnym poziomem ornym, zaznacza się strefa materiału o wyrównanym, bladordzawym odcieniu. Z gleboznawczego punktu widzenia można uznać ją za słabo wykształcony poziom wzbogacania Bv (*siderik*), tworzący się w wyniku procesu rdzawienia, który musiał zachodzić niemal współcześnie, już po zdeponowaniu najmłodszych osadów stokowych.

Gleby występujące na zewnątrz zarysu grobowca, w których strop gliny zalega poniżej głębokości 100 cm, a deluwia mają miąższość > 50 cm, według *Systematyki gleb Polski* (PTG 2019) nie powinny być zaklasyfikowane jako gleby płowe, tylko jako gleby deluwialne właściwe.

Na obszarze położonym na wschód od grobowca nr 2 budowa piaszczystej warstwy pokrywającej glinę morenową prezentuje się jeszcze inaczej. Osiąga ona niemal metr głębokości (ryc. 46) i jest oddzielona od gliny wyraźną, w większości pozbawioną zacieków, granicą. Taki kontakt osadów sugeruje ich kontrastową genetyczną rozdzielność – nieciągłość litologiczną. Prawdopodobnie w tej części stanowiska osady piaszczyste mogą mieć charakter piasków wodnolodowcowych, nasypanych bezpośrednio na glinę morenową jeszcze w późnym glacie. W górnej części tych piaszczystych osadów, pod poziomem ornym, w toku badań archeologicznych

Despite such a young age, the stratification of colluvial sediments has been partially obliterated to this day. In the cross-sections located north of long barrow no. 2, in the roof part of the colluvium, directly under the modern arable horizon (Ap), there is a zone of material with an even, pale-red shade. From the point of view of soil science, it can be considered a poorly developed enrichment horizon Bv (*siderik*), formed as a result of the rustification process, which must have occurred almost contemporaneously, after the deposition of the youngest slope sediments.

Soils occurring beyond the outline of the long barrow, in which the till ceiling is below the depth of 100 cm and the colluvium thickness is > 50 cm, according to the “Polish Soil Classification” (PTG 2019), should not be classified as clay-illuvial soils, but as typical ordinary colluvial soils.

In the area located east of long barrow no. 2, the structure of the sandy layer covering the moraine till looks different. It is almost one metre deep (fig. 46) and is separated from the loamy material by a clear boundary, mostly void of fissures. Such contact of sediments suggests their contrasting genetic separation – lithological discontinuity. Sandy deposits in this part of the site may probably have the character of glacio-fluvial sands, deposited directly on the moraine till in the Late Glacial period. In the upper part of these sandy deposits, below the arable

zidentyfikowano warstwę kulturową związaną z osadą KPL. W strefie tej zaznacza się także mozaika owalnych i sferycznych struktur pochodzenia zoogenicznego. Jednocześnie wykazuje ona również jednolity bladordzawy odcień, związany z przebiegiem procesu rdzawienia. Obecność licznych zooturbacji oraz inicjalnych efektów procesu rdzawienia nasuwają sugestię o przynajmniej częściowym zaburzeniu pierwotnego układu warstwy kulturowej osady KPL. Ze względu na te zaburzenia trudno jest jednak wnioskować o genezie górnej części utworów piaszczystych, przykrywających warstwę kulturową. Prawdopodobnie są one związane z lokalną redepozycją, np. przewiewaniem od strony grobowca, czyli zachodniej, zgodnie z dominującym w holocenie kierunkiem wiatrów. Gleby w tej części stanowiska możemy zaklasyfikować jako gleby płowe dwudzielne.

### Budowa gleb w otoczeniu zespołu grobowców

Grobowiec nr 1 na stanowisku w Gaju został w przeszłości dokładnie przebadany archeologicznie, a jego bryła zrekonstruowana. W chwili obecnej wgląd w pierwotną budowę tego obiektu oraz jego podłoże nie jest możliwy. Analiza morfologii wkopów wykonanych w otoczeniu obydwu grobowców (wykopy III, IV, profile 108–107, 100–101, 89–90 oraz 103–104) umożliwiła jednak sformułowanie przypuszczeń także o uwarunkowaniach glebowych lokalizacji grobowca nr 1 oraz sformułowanie pewnych ogólnych prawidłowości dla całego stanowiska.

Jak wspomniano powyżej, w przestrzeni oddzielającej obydwa grobowce, w kierunku północnym od grobowca nr 2, strop gliny stopniowo obniża się, a miąższość nadległych piaszczystych osadów (budujących stropową część gleby płowej oraz deluwialnych) rośnie do wartości około 1 metra (profile 90–89 oraz 101–100). Następnie jednak, strop poziomu Bt ponownie wznosi się u podnóża grobowca nr 1 osiągając spąg współczesnego poziomu ornego (około 30 cm pod powierzchnią gruntu). Również w kierunku północnym od grobowca nr 1 (w odcinkach 108–107 E) cechy morfologiczne gleb płowych zmieniają się analogicznie do północnego skrzydła grobowca nr 2. Strop gliny (poziomu Bt) ponownie zapada od około 35 cm na północnym obrzeżu grobowca nr 1, do około 100 cm, kryjąc się pod narastającą warstwą osadów deluwialnych. Takie prawidłowości budowy profilowej gleb sugerują, że grobowiec nr 1 został również wzniesiony na lokalnym wyniesieniu oraz, że powierzchnia terenu była pod jego konstrukcję zrównana,

horizon, archaeological research identified a cultural layer associated with the Funnel Beaker culture settlement. This zone also includes a mosaic of oval and spherical structures of zoogenic origin. At the same time, it also has a homogenous pale reddish tint, related to the rustification process. The presence of numerous zooturbations and the initial effects of the rustification indicate at least partial disturbance of the original arrangement of the cultural layer of the Funnel Beaker culture settlement. Due to these disturbances, it is difficult to draw conclusions about the origin of the upper part of the sandy formations covering the cultural layer. They are probably related to local redeposition, e.g. wind blowing from the west side *i.e.* from the long barrow, in accordance with the prevailing wind direction in the Holocene. The soils in this part of the site can be classified as texturally contrasted clay-illuvial soils.

### Structure of soils around the long barrow complex

Long barrow no. 1 at the site at Gaj was thoroughly archaeologically examined in the past and its embankment was reconstructed. Currently, it is not possible to gain an insight into the original structure of this feature and its substrate. However, the analysis of the morphology of the trenches made in the vicinity of both long barrows (trenches III, IV, cross-sections 108–107, 100–101, 89–90 and 103–104) makes it possible to formulate assumptions regarding soil conditions in the vicinity of long barrow no. 1 and also certain general regularities for the entire study site.

As mentioned above, in the space separating both long barrows, north of long barrow no. 2, the till ceiling gradually falls down, and the thickness of the overlying sandy sediments (constituting the upper part of the clay-illuvial soil and the colluvial soil) increases to approximately 1 metre (cross-sections 90–89 and 101–100). Then, however, the ceiling of the Bt horizon rises again, at the foot of long barrow no. 1, reaching the floor of the modern arable horizon (about 30 cm below the ground surface). Also to the north of long barrow no. 1 (in sections 108–107 E), the morphological features of the clay-illuvial soils change analogously to the northern wing of long barrow no. 2. The ceiling of the loamy material (Bt horizon) leans again from approximately 35 cm on the northern edge of long barrow no. 1 to about 100 cm, being covered by the growing layer of colluvial sediments. Such regularities in the soil profile stratigraphy suggest that long barrow no.1 was also built on a local elevation and that the land surface was levelled for

co doprowadziło do ogłowienia pierwotnej gleby płowej, co najmniej do stropu poziomu wzbogacania Bt.

W pozostałych wykopach rozmieszczonych wokół zespołu grobowców, a więc na południe od grobowca nr 2 (odcinki 103–104), na zachód (wykop IV, odcinki 91–92) i na wschód od grobowca nr 1 (wykop III, profil nr 83), występują klasyczne gleby płowe typowe, przechodzące w gleby płowe zerodowane. Nie stwierdzono tu żadnych młodszych nawarstwień. Wykopy te są jednak zlokalizowane na stokach lub na lokalnej wierzcholinie, czyli w miejscach predysponowanych raczej do denudacyjnego niszczenia niż do agradacji.

## Podsumowanie

Przedstawiona budowa morfologiczna gleb występujących na stanowisku w Gaju, pod reliktnymi grobowca nr 2 oraz w jego otoczeniu, jest zapisem kształtowania się pokrywy glebowej przez tysiąclecia, w wyniku naturalnych procesów pedogenetycznych oraz zmian środowiska pod wpływem działalności człowieka. Równocześnie dokumentuje ona warunki glebowe panujące na stanowisku w czasie bytowania społeczności KPL i wznoszenia zespołu grobowców megalitycznych, a także ich transformację w okresach późniejszych.

Gleby analizowanego obszaru zaczęły się formować w stropie gliniastych osadów moreny dennej, jeszcze u schyłku plejstocenu, w warunkach peryglacialnych, w obecności wieloletniej zmarzliny. Początkowo były to arktyczne gleby poligonalne, których relikty zachowały się w formie wielobocznych poligonów, ograniczonych pseudomorfozami szczelin mrozowych, obecnie wypełnionych osadami piaszczystymi. Te same piaszczyste osady, zakumulowane na stropie gliny morenowej, utworzyły piaszczystą pokrywę o miąższości kilkudziesięciu centymetrów.

W starszym i środkowym holocenie, w takich dwudzielnych litologicznie utworach (piaskach naglinowych) zachodził proces lessiważu, polegający na przemieszczaniu frakcji ilastej w pionie i jej akumulacji w zalegających poniżej utworach gliniastych. Proces ten doprowadził do powstania gleb płowych. Naturalną roślinnością, pod którą zachodził, były lasy liściaste klasy grądu.

W neolicie, w pełni uformowane gleby płowe stały się areną rozwoju rolniczej cywilizacji społeczności KPL. Lokalizacja cmentarzyska megalitycznego w Gaju, z perspektywy regionalnej, może być uznana za typową. W południowej części Kujaw zdecydowana większość osad, a także grobowców KPL została zlokalizowana na glebach rdzawych lub

its construction, which led to the truncation of the topsoil of the original clay-illuvial soil, at least to the top of the Bt enrichment horizon.

In the other trenches located around the complex of long barrows, *i.e.* south of long barrow no. 2 (sections 103–104), west (trench IV, sections 91–92) and east of long barrow no. 1 (trench III, cross-section no. 83), there are “classic” typical clay-illuvial soils, passing into eroded clay-illuvial soils. No younger deposits were found here. However, these trenches are located on slopes or on the local elevation, *i.e.* in places predisposed to denudational destruction rather than aggradation.

## Summary

The presented morphological structure of the soils occurring at the site at Gaj, under the remains of long barrow no. 2 and in its surroundings, is a record of the formation of the soil cover over the millennia, as a result of natural pedogenetic processes and environmental changes under the influence of human activity. At the same time, it documents soil conditions prevailing at the site during the inhabitation of the Funnel Beaker culture communities and the construction of the megalithic long barrow complex, as well as their transformation in later periods.

The soils of the analysed area began to form in the ceiling of loamy sediments of the bottom moraine in periglacial conditions at the end of the Pleistocene, in the presence of permafrost. Initially, these were Arctic polygonal soils, the remains of which have been preserved in the form of polygonal network, limited by pseudomorphoses of frost cracks, now filled with sandy sediments. The same sandy sediments, accumulated in the ceiling of the moraine till, formed a sandy cover several dozen centimetre-thick.

In the older and middle Holocene, in such lithologically contrasted formations (sands overlying till), a lessivage process took place, consisting in the vertical movement of the clay fraction and its accumulation in the loamy formations lying below. This process led to the formation of clay-illuvial soils. The natural vegetation under which this process occurred were deciduous oak-hornbeam forests.

In the Neolithic, fully formed clay-illuvial soils became the arena for the development of the agricultural civilization of the Funnel Beaker culture community. The location of the megalithic cemetery at Gaj can be considered typical from a regional perspective. In the southern part of the Kuyavia, the vast majority of settlements and the Funnel Beaker culture long barrows were located on rusty or

płowych (M. Jankowski, M. Sykuła 2020). Obydwa grobowce zostały pobudowane na lokalnych wzniesieniach terenu i pierwotnie musiały stanowić formy monumentalne, górujące nad bezpośrednim otoczeniem i dobrze wyeksponowane w krajobrazie o deniwelacjach osiagających kilka metrów. Do dnia dzisiejszego powolna, naturalna denudacja oraz przyspieszone przez mechanizację rolnictwa w XIX i XX w. rozorywanie nasypów grobowca nr 2, sprzężone z jednoczesnym zasypywaniem deluwiami sąsiednich zagłębień, doprowadziły do częściowego zrównania powierzchni terenu i zatarcia jej pierwotnego zróżnicowania. Megalityczne obiekty w Gaju wzniesiono po wcześniejszym wyrównaniu powierzchni terenu, co w grobowcu nr 2 odzwierciedla się w ogłowie profilu glebowego. Relikty nawarstwień konstrukcji grobowca leżą w stropie zachowanych poziomów gleb płowych Et, Et/Bt lub Bt. Naturalny poziom próchniczny A uległ całkowitemu zniszczeniu. Fakt występowania w tych nawarstwieńach próchnicznych utworów glebowych przetransportowanych spoza stanowiska zdaje się sugerować rytualny kontekst postzegania żyznych gleb przez budowniczych grobowców kujawskich. Taką tezę sformułowano już wcześniej (M. Jankowski i in. 2019). Wykorzystanie próchnicznego materiału pochodzącego z gleb genezy hydrogenicznej w konstrukcjach grobowców stwierdzono także na szeregu innych stanowisk na Kujawach (m.in. w Sarnowie i Gąskach).

W najmłodszych osadach, zakumulowanych w znacznej mierze w związku z działalnością człowieka, zdążyły zajść procesy glebotwórcze, wyrażone morfologicznie. Należą tu: 1. proces rdzawienia (biochemicznego wietrzenia minerałów i akumulacji tlenków żelaza) zachodzący w materiałach piaszczystych budujących nawarstwienia deluwii oraz pokrywę eoliczną kryjącą relikty osady KPL; 2. wtórnie przebiegający proces lessiważu, prowadzący do powstania lamelli w wyniku wypłukiwania frakcji ilastych z pozostałości gliniastych nawarstwień grobowca.

clay-illuvial soils (M. Jankowski, M. Sykuła 2020). Both long barrows were built on local hills and originally must have been monumental forms, towering over the immediate surroundings and well exposed in the landscape with elevations reaching several metres. To this day, slow, natural denudation and the breaking up of the embankments of long barrow no. 2, accelerated by the mechanisation of agriculture in the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries, coupled with the simultaneous filling of adjacent depressions with colluvium, have led to partial leveling of the land surface and obliteration of its original differentiation. The megalithic features at Gaj were built after levelling the land surface, which is reflected in long barrow no. 2 in the truncation of the soil profile. The remains of the layers of the long barrow embankment are located at the top of the preserved horizons of the clay-illuvial soils Et, Et/Bt or Bt. The natural humus horizon A was completely destroyed. The fact that these layers contain humus soil material transported from outside the site seems to suggest a ritual importance of fertile soils for the builders of Kuyavian long barrows. This conclusion has already been formulated earlier (M. Jankowski *et al.* 2019). The use of humus material from hydromorphous soils in the construction of long barrows was also recorded at a number of other sites in Kuyavia (including Sarnowo and Gąski).

In the youngest sediments, accumulated largely as a result of human activity, soil-forming processes, expressed morphologically, had already taken place. These include: 1. the rustification process (biochemical weathering of minerals and accumulation of iron oxides) taking place in the sandy materials that build the colluvial layers and the mantle covering the remains of the Funnel Beaker culture settlement; 2. a secondary process of lessivage, leading to the formation of lamellae as a result of washing out clay fractions from the remains of the loamy layers of the long barrow.

Translation by Michał Jankowski