

## **Budowa geologiczna i zapis neolitycznej aktywności człowieka na obszarze wokół zbiegu Nilu Białego i Nilu Błękitnego (Środkowy Sudan)**

WOJCIECH STANKOWSKI

Institut Geologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,  
ul. Maków Polnych 16, 61-606 Poznań

**Abstrakt:** Głównym elementem budowy geologicznej analizowanego obszaru są piaskowce nubijskie wieku późnomezozoicznego. Niezgodnie kątowo przykrywają one zmetamorfizowane skały proterozoiczne oraz przebijające się przez te ostatnie, nieorogeniczne granity i granitoidy wieku jurajskiego. Piaskowce uległy silnym procesom denudacyjnym podczas trzeciorzędu i wczesnego czwartorzęd. Pozostałością są ostańce („*Jebels*”) i różnej grubości pokrywy zwietrzelin. W niektórych miejscach piaskowce zostały całkowicie usunięte odsłaniając skały starszego podłoża. Jedną z ekstensywnych powierzchni zrównań omawianego obszaru jest Równina Butana („*Butana Plain*”), na której spotyka się neolityczne stanowiska archeologiczne, w tym stanowisko Kadero. Powierzchniową część pedymentu budują osady procesów grawitacyjnych, piaski i pyły z wkładkami żwirów oraz nieregularnymi gniazdami piasków soliflukcyjnych. Na głębokości 3–5 m występuje warstwa osadów „lessopodobnych”, której można przypisać rangę cezury litologiczno-środowiskowej. Długotrwałe, sięgające paleogenu procesy denudacyjne, jakie doprowadziły do uformowania zasadniczych zrębów rzeźby, podlegały w czwartorzędzie silnym przekształceniom pod wpływem wahań klimatu. Skutkowało to wytworzeniem pokrywy osadowej zbudowanej ze skał różnych środowisk sedymentacyjnych. Ową pokrywę tworzą „tranzytowe” materiały pochodzące z nieodległych denudowanych ostańców, wzbogacane detrytusem pochodzącym z odległych obszarów, w tym także dalekiego transportu fluwialnego. W obrębie omawianych osadów znajdują się linijsie ułożone strefy piasków, stanowiące wypełnienia kopalnych dolinek, o nie rozpoznany dokładnie układzie. Uzyskane daty OSL powierzchniowych osadów równiny Butana wskazują na wiek przewyższający 11 000 lat BP, sięgający ponad 25 500 lat BP. W świetle badań minerałów ciężkich, pokrywę osadową analizowanego fragmentu powierzchni (pedymentu) stanowi mieszanina skał pochodzących z wietrzejących piaskowców nubijskich i osadów nilo-

wych – głównie Nilu Błękitnego. Pedyment uległ silnemu erozyjnemu rozcięciu na przełomie plejstocenu i holocenu, kiedy to ukształtował się obecny odpływ Nilu na północ. We wcięciu, przynajmniej w dwóch cyklach erozyjno-akumulacyjnych, osadzone zostały tzw. młode namuły nilowe („*recent alluvium*”). Neolityczne stanowisko archeologiczne Kadero funkcjonowało z dala od rzeki głównej, mając w sąsiedztwie dolinki będące dopływami Nilu. Sezonowe powodzie Nilu nie sięgały w głąb pedymentu (nigdzie w obrębie powierzchniowej budowy analizowanego obszaru nie natrafiono na typowe młode osady nilowe), a mogły jedynie podpiętrzać wody w ujściowych częściach dolinek, tzn. w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki.

**Słowa kluczowe:** geologia, morfogeneza, minerały ciężkie, neolityczne Kadero na N od Chartumu (Środkowy Sudan).

## Wprowadzenie

Obszar otaczający połączenie Nilu Białego i Nilu Błękitnego kryje w sobie ciekawe oraz wciąż nie wyjaśnione problemy geologiczne, a także bardzo bogaty zapis aktywności człowieka, sięgający późnego paleolitu, a przede wszystkim wczesnego i późnego neolitu chartumskiego.

Niniejsze opracowanie dotyczy budowy geologicznej i morfogenezy obszaru usytuowanego na północny wschód od Chartumu. Tam bowiem znajduje się neolityczne stanowisko Kadero, badane od wielu lat przez prof. Lecha Krzyżaniaka (Krzyżaniak 1992).

Celem badań było rozpoznanie właściwości osadów budujących przypowierzchniową warstwę terenu, a w efekcie określenie paleośrodowiska tamtejszej neolitycznej społeczności. Zmierzano do wskazania, czy była to społeczność „nadrzeczna”, tj. funkcjonująca w obrębie zasięgu wylewów Nilu, czy społeczność „śródlądowa”, potrafiąca żyć na uboczu życiodajnej rzeki. Dla rozwiązania problemu podjęto badania litologiczne i mineralogiczne, traktowane jako indyktor związku powierzchniowej budowy z dalekim rzeczonym transportem materiału przez dwa nilowe ramiona, czy raczej ze stosunkowo krótkim denudacyjnym transportem materiału pochodzącego z wietrzejących piaskowców nubijskich, a także metamorficznych skał wieku proterozoicznego i granitoidowych skał jurajskich.

Prace polowe rozpoczęte zostały jesienią 1999 r. i były kontynuowane także w okresie jesiennym 2001 r. W pierwszym sezonie badawczym koncentrowano się bezpośrednio na stanowisku archeologicznym. Wykonano 66 płytkich wierceń sondą ręczną (najczęściej do 1,5 m, wyjątkowo do 2,3–2,5 m) oraz 5 wykopów o głębokości sięgającej 2 m. Pobrano 160 próbek osadów. Analizy laboratoryjne próbek (uziarnienie we wszystkich, zawartość węglanów w 60, minerały ciężkie w 30) przeprowadził w ramach pracy dyplomowej Sudańczyk, M.Sc. Abdelhai Abdelsavi (2001).

Podczas drugiego sezonu badań terenowych, zmierzających do sporządzenia

przekroju geologicznego od koryta Nilu, przez stanowisko archeologiczne, po obszar wychodni wietrzejących piaskowców nubijskich (Stankowski 2003), wykonano kilkadziesiąt ręcznych sondowań, zwykle przekraczających 3,7 m, ale w niektórych przypadkach sięgających 7,5 m. Zgromadzono 75 próbek, których analizy uziarnienia, węglanowości (we wszystkich) i minerałów ciężkich (w 32 próbkach) wykonała w ramach pracy dyplomowej Jolanta Goliasz (2003).

## Budowa geologiczna i geomorfologia obszaru

Badany obszar nie posiada szczegółowych opracowań geologicznych i paleośrodowiskowych. Punktem wyjścia podjętej analizy stały się więc publikacje o ogólnym charakterze: Adamson (1982), Vail (1982), Whiteman (1971), Williams, Adamson (1980), Williams (1982), Wickens (1982), Williams i in. (1982), Marcolongo (1983) i Krzyżaniak (1992). Własne prace polegały na weryfikacji dotychczasowych poglądów w świetle pozyskanych nowych, szczegółowych danych terenowych, analiz laboratoryjnych składu mechanicznego, węglanowości, minerałów ciężkich oraz datowań techniką OSL.

Właściwości budowy geologicznej otoczenia stanowiska Kadero przedstawiono na fig. 1, do opracowania której posłużono się mapą geologiczną w skali 1:1 000 000, ark. Khartoum (Robertson Res. 1988). Nilowi Białemu oraz Nilowi Głównemu towarzyszy szerokie pasmo, a Nilowi Błękitnemu wąskie pasmo współczesnych aluwów (*Recent alluvium: Includes all active or recently active alluvial materials, parts of Sudd swamps and some wadi deposits*). W widłach międzyrzecza Nilu Białego i Nilu Błękitnego, poza wspomnianymi młodymi aluwiami, ekstensywnie rozprzestrzeniają się stare aluwia (*Older alluvium: raised terraces, abandoned distributary channels*). Międzyrzecze dwóch Nilów określa się mianem Równiny Gezira (*Gezira Plain*). Po wschodniej stronie Nilu, w obrębie Równiny Ruwaba (*Ruwaba Plain*), dość szerokim pasmem układają się osady pylasto-piaszczyste oraz żwirowe, nazywane *Umm Ruwaba Deposits: Cenozoic gravels, sands, silts and clays*. Osadom tym, wśród których znajdują się stanowiska archeologiczne, w tym stanowisko Kadero (Krzyżaniak 1992), przypisuje się pochodzenie nilowe, co sugeruje ich wyraźny związek z wylewami rzeki i to trwającymi do czasu funkcjonowania neolitycznego osadnictwa. Trzeba dodać, że powierzchnię Równiny Ruwaba przecinają łagodnie zarysowane, najczęściej bezwodne, lub okresowo prowadzące wodę, dolinki – *wadi*, wypełnione różnej grubości piaszczystymi osadami. Dolinki te najczęściej są usytuowane prostopadle do Nilu.

We wschodnim obrzeżeniu występowania osadów Ruwaba (*Ruwaba Deposits*) rozpościera się rozległa powierzchnia maskująca wychodnie silnie zwietrzałych piaskowców tzw. Formacji Nubijskiej. Na mapie geologicznej będącej podstawą opracowania (fig. 1) obszar ten został określony jako teren o dominacji procesów wydmowych (*Old, often stabilised dunes at or beyond the current*

*limits of true desert conditions*), wewnątrz którego znajdują się rozległe płaty wychodni:

a) formacji piaskowców nubijskich (*Nubian Sandstone Fm. – Ferruginous horizon in the Kst sequence: diachronous and of no correlational significance. Some horizons undoubtedly secondary and may be much younger than Cretaceous being related to lateritisation, these are annotated on the map*),

b) skał metamorficznych (*Undifferentiated Proterozoic metamorphic rocks*), których wychodnie znajdują się na odległym wschodnim zapleczu, częściowo odwadnianym przez rzekę Soba, prawobrzeżny dopływ Błękitnego Nilu, z ujściem znajdującym się koło miejscowości Soba.

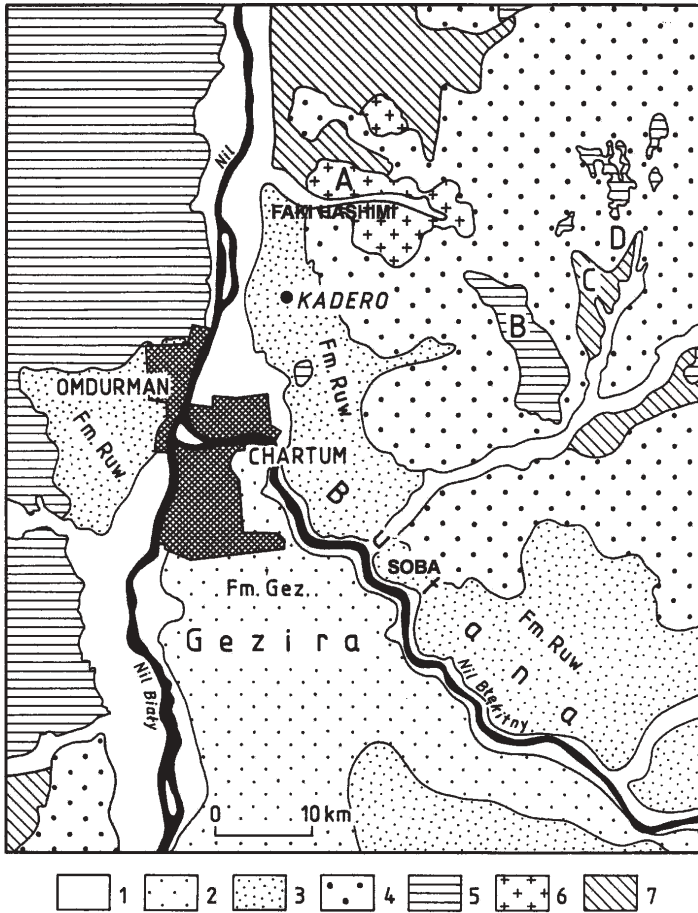
Natomiast po północnej stronie osadów Ruwaba znajdują się wychodnie:

c) skał magmowych (*Anorogenic granitic rocks of Jurassic age: ring complexes*),

d) skał metamorficznych (*Undifferentiated Proterozoic metamorphic rocks*), stanowiących południową rubież rozległej strefy, ciągnącej się ku obszarowi VI katarakty Nilu.

Skały budujące powierzchnię badanego terenu bardzo różnią się wiekiem. Sekwencję podstawowych dla tego obszaru zespołów skalnych ukazano na schemacie (fig 2, A). Głównymi skałami osadowymi są późnokredowe piaskowce nubijskie (*Nubian Sandstone Fm.*). Niezgodnie przykrywają one zmetamorfizowane skały prekambryjskie i niezbyt rozległe krystaliczne skały wieku jurajskiego. Piaskowce stanowiły w przeszłości zwartą i grubą pokrywę. Wskutek ruchów wznoszących z końca ery mezozoicznej i podczas ery kenozoicznej piaskowce poddane zostały długotrwałym procesom denudacyjnym. O skuteczności tych procesów świadczą ich ostańcowe formy – „*Jebels*”, a także wychodnie starszych skał podłoża serii piaskowcowej. Dominującym elementem morfologii badanego obszaru są rozległe płaskie powierzchnie, z charakterystycznymi ekstensywnymi obniżeniami „*wadi*”. Silnie wyrażoną formą erozyjno-akumulacyjną jest dolina Nilu, z nawiązującymi do niej bocznymi dolinkami. W rejonie badań największa dobrze wykształcona dolina (W. el Garware) z mięszym piaszczystym wypełnieniem przebiega u bezpośredniego południowego podnóża elewacji „*Jebel Sileitat*”.

Podstawowym zagadnieniem rozpatrywanym w tej pracy jest geneza fragmentu powierzchni równiny Butana (*Butana Plain*), zbudowanej z osadów Ruwaba (*Umm Ruwaba Deposits*), usytuowanej w północno-wschodnim obramowaniu Nilu Błękitnego przed połączeniem z Nilem Białym oraz po wschodniej stronie Nilu Głównego. Dominującą tam płaską rzeźbę urozmaicają obok wyżej wspomnianych dolinek, niewielkie, słabo czytelne wzniesienia, wśród których jest także archeologiczne stanowisko Kadero (Krzyżaniak 1992). W archeologicznych interpretacjach pagórek Kadero z bogatym zapisem neolitycznej aktywności człowieka, datowanej na około 6000 lat BP (trzeba nadmienić, iż w Kadero znaleziono także pozostałości obozowiska kultury wczesnochartumskiej – *Early Khartoum* z okresu 9000–6000 lat BP), wciąż znajdował się w zasięgu corocznych wylewów Nilu. Tym niemniej istniejąca elewacja umożliwia-



**Fig. 1.** Budowa geologiczna terenu wokół zbiegu Nilu Błękitnego i Nilu Białego (uproszczone z mapy Robertson Res., 1988).

1 – współczesne aluwia Nilu, 2 – starsze aluwia Nilu, 3 – osady formacji Ruwaba, 4 – pokrywy zwietrzelin o zróżnicowanej miąższości, zwykle zwydmione na powierzchni, 5 – skały wieku kredowego (głównie piaskowce), 6 – nieorogeniczne granitoidy wieku jurajskiego, 7 – skały wieku proterozoicznego.

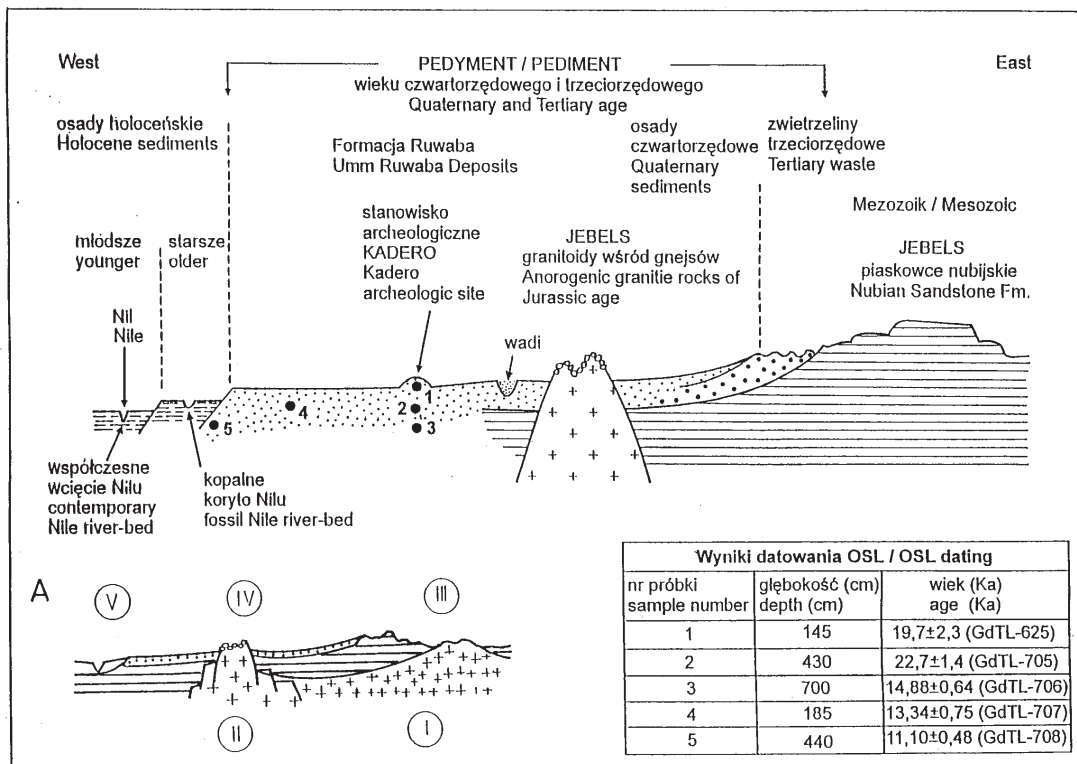
Ostańce („Jebels”): A. Sileitat, B. Ibrahim Kabbashi, C. El Merikh, D. Mustor  
Równiny: Gezira, zbudowana z osadów „Formacji Gezira”; Butana, zbudowana z osadów „Formacji Ruwaba”.

The geology of area around Nile Blue and Nile White connection (simplified from the map Robertson Res., 1988).

1 – recent alluvium, 2 – older alluvium, 3 – Umm Ruwaba deposits, 4 – weathering covers of varied thickness, often transformed by aeolian processes at the surface, 5 – Nubian Sandstone Formation, 6 – anorogenic granitic rocks of Jurassic age, 7 – undifferentiated Proterozoic metamorphic rocks.

Jebels: A. Sileitat, B. Ibrahim Kabbashi, C. El Merikh, D. Mustor

Plains: Gezira, build of Gezira Formation; Butana, build of Umm Ruwaba Formation.



**Fig. 2.** Schematyczny przekrój geologiczny przez równinę Butana w rejonie Kadro.

A – główne jednostki skalne: I – metamorficzne skały proterozoiku, II – nieorogeniczne granitoidy, III – piaskowce nubijskie, IV – pokrywa osadowa tzw. formacji Ruwaba, V – namuły Nilu.

Schematic cross section of Butana Plain in the area of Kadero.

A – main rock groups: I – Undifferentiated Proterozoic metamorphic rocks, II – Anorogenic granitic rocks of Jurassic age, III – Nubian Sandstone Fm., IV – Umm Ruwaba Fm., V – Holocene Nile silts.

ła egzystencję neolitycznej społeczności w komfortowych, suchych warunkach, także w czasie sezonowych wylewów Nilu. W świetle prac wykopaliskowych i często znajdujących pochówków na niewielkiej głębokości (nawet zaledwie 20–30 cm) można wnioskować, iż podczas neolitu nabrzmienie to znacznie wyraźniej rysowało się w rzeźbie, przewyższając aktualną rzędną 382,57 m o około 1 metr.

Autor podjął próbę zweryfikowania istniejących interpretacji paleośrodowiskowych, zmierzając do udzielenia odpowiedzi, czy istotnie analizowany fragment równiny Butana (*Butana Plain*) morfogenetycznie jest równiną zalewową, której generowanie trwało jeszcze w czasie neolitu, czy raczej owo osadnictwo funkcjonowało z dala od Nilu, na wcześniej ukształtowanej powierzchni, np.

przekształcanego pedymentu wieku trzeciorzędowego i wczesnoczwartorzędowego. W czwartorzędzie na skutek przemian klimatu powierzchnię pedymentu modyfikowały procesy grawitacyjne generujące pokrywy osadowe, wśród których funkcjonowała sieć bocznych dolinek Nilu i to stale prowadzących wodę. To one mogły umożliwić zaistnienie osadnictwa z dala od Nilu.

## Litologia i wiek osadów Butana Plain

Schematyczny przekrój geologiczny od doliny Nilu po wychodnie piaskowców nubijskich przedstawia fig. 2. Na transekcji wydzielono wyłącznie podstawowe jednostki litologiczno-morfogenetyczne oraz uwypuklono pozycję neolitycznego stanowiska Kadero.

Odległe wschodnie zaplecze Butana Plain stanowi zespół wzniesień Jebel Mustor, Jebel El Merikh i Jebel Ibrahim el Kabbashi, gdzie metamorficzne skały wieku proterozoicznego, a przede wszystkim piaskowce nubijskie tworzą wyraźne wzniesienia o rzędnych przekraczających 400 m npm., punktowo sięgających niemal 500 m npm. Postępując ku Nilowi, rozciąga się strefa silnie zdenurowanych i zwietrzałych piaskowców. Powierzchnia terenu podlega obecnie intensywnym procesom eolicznym. Bardzo silnie rozwinięte są tam pokrywy gruboziarnistych żwirów, pokrywy żelaziste, ale również enklawy dosyć miększych osadów węglanowych i utworów piaszczysto-żwirowych. Osady węglanowe o grubości sięgającej ponad 5 m spotyka się także pod cienkimi pokrywami wschodniego skraju bardzo płaskiej powierzchni Równiny Butana.

Rzeźba terenu wschodniej rubieży Równiny Butana to obłe pagórki o niewielkich deniwelacjach, z nikłymi śladami form erozyjnych, dolinek o ogólnym układzie NE-SW i E-W. Tracą one morfologiczną wyrazistość po wschodniej stronie łagodnego południkowo zorientowanego obniżenia, ciągnącego się od Soba niemal po Faki Hashim. Obniżenie to wykorzystano do budowy ważnego kanału irygacyjnego, który strefowo nacina osady węglanowe. Nie można wykluczyć, że w przeszłości układało się na tej osi, obecnie nie istniejące zachodnie ramię rzeki Soba, zlikwidowane podczas ostatniej fazy przekształceń pedymetu.

Wymienionej powyżej pagórkowatej rzeźbie, z początkowo cienką, stopniowo zwiększającą swą miększość pokrywą osadową wschodniej rubieży Butana Plain, towarzyszy łagodnie opadająca ku zachodowi, rozległa niemal płaska powierzchnia terenu. W skrajnie wschodniej części rzędne wynoszą około 390–395 m npm., w środkowej części układają się na poziomie około 380 m npm., a w krawędzi koryta Nilu obniżają się do około 370–375 m npm. Współczesne koryto Nilu jest wcięte na około 6–8 m. Poziom wody w rzece wykazuje znaczne sezonowe wahania – przy najniższych stanach układa się na rzędnej około 367 m npm, a podczas wezbrań osiąga około 375, 376 m npm. W okresie średnio niskich stanów wody, w niektórych miejscach koło dzisiejszej

wioski Kadero obserwuje się w korycie, pod wodą wychodnie erodowanych piaskowców nubijskich.

Powierzchnię Równiny Butana urozmaicają pojedyncze niewielkie wzniesienia, niejednokrotnie ze śladami neolitycznej aktywności człowieka, wśród których jest też pagórek Kadero.

Wyrazisty element elewacyjny monotonnej powierzchni Butana Plain stanowi rysująca się na północ od stanowiska Kadero, kolistą strukturą Jebel Sileitat (418 m n.p.m.) zbudowana ze skał magmowych (*Anorogenic granitic rocks of Jurassic age: ring complexes*). Wietrzejące kuliście skały wymienionej struktury wystają ponad powierzchnię terenu, będąc otulone zarówno skałami piaskowców nubijskich, jak i osadami Umm Ruwaba Deposits (por. fig. 2, A).

Analizowany fragment Równiny Butana jest, jak to już podnoszono, określany w literaturze archeologicznej jako obszar aluwialny, uformowany wskutek aktywności procesów fluwialnych, zarówno w postaci funkcjonowania przepływów korytowych, jak i wylewów Nilu. Analiza wykonanych przez autora wierceń i obserwacji powierzchniowych nie potwierdza takiej interpretacji. Genezę tej powierzchni i stanowiących ją osadów Ruwaba (*Umm Ruwaba Fm.*) należy postrzegać jako pedymment bądź pedyplene.

Zrypowierzchniową warstwę omawianego terenu budują bezstrukturalne, najczęściej silnie zagęszczone piaski pylaste i pyły, ze sporadycznymi wzbogaceniami we frakcje żwirowe oraz enklawami/"warstwami" węglanowymi. Te ostatnie najliczniej spotyka się w skrajnie wschodniej części pokrywy osadowej Butana Plain. Osady stanowiące podstawowe tworzywo równiny cechują się nierównomierną (strefowe wzbogacenia i drobne przewarstwienia) zawartością  $\text{CaCO}_3$  od < 5% do ~11%, przy czym w warstwach silniej nasyconych węglanami osiągające od > 15% do ~21%  $\text{CaCO}_3$ . Wśród bezstrukturalnych osadów zaznaczają się drobne przewarstwienia piaszczyste, a także nieregularne ciała piaszczyste, jak np. w zachodniej części szczytowego fragmentu wzniesienia Kadero.

Na głębokości kilku metrów (zwykle od 3 do 5 m) występuje w miarę ciągła warstwa osadów „lessopodobnych”, stanowiących litologiczną i zapewne paleoklimatyczną cezurę.

Szczególnym elementem osadów budujących Równinę Butana są układające się najprawdopodobniej linijnie strefy dosyć miększych piasków, wypełniających kopalne dolinki. Jak dotąd nie udało się określić, czy owe dolinki układają się mniej więcej równolegle, bądź prostopadle do dzisiejszej doliny Nilu.

Uśrednione uziarnienie (procentowa zawartość frakcji piaszczystych i żwirkowych oraz pyłowych i ilowych) głównych genetycznych typów osadów rozpoznanych w obrębie Równiny Butana przedstawia tabela 1.

Zamieszczone zestawienie, pomimo swego bardzo ogólnego charakteru, oddaje istotne różnice między osadami nilowymi oraz osadami Równiny Butana. Zarówno uziarnienie głównej masy skał równiny, jej wschodnich rubieży, jak i wypełnień dolinek kopalnych (łącznie z kopalną dolinką w obrębie osadów nilowych), wykazuje podobieństwo i radykalnie odbiega od namulów nilowych,

**Tabela 1.** Uśrednione wskaźniki uziarnienia osadów: nilowych; lessopodobnych; budujących Równinę Butana (podstawowy/główny człon oraz tereny E skraju); wypełniających kopalne dolinki w obrębie Równiny Butana oraz strefy Nilu (wg analiz J. Goliasz 2003)

The mean values of grain-size composition of sediments: Nile silts, loesslike, Butana Plain build (whole area, and very east part), fossil valleys (on the base of J. Goliasz 2003 data)

Grupa osadów Sediments	Fracje w %; fractions in %				Liczba próbek Samples quantity
	piaszczysto-żwirowe sandy-gravelly		pyłowo-ilaste silty-clayey		
Group	skrajne interval	średnie mean	skrajne interval	średnie mean	
Nilowe	40,8–59,2				2
Lessopodobne	55,7–93,5	60,3	29,6–44,3	39,7	7
Butana – główne Plain	59,0–99,2	90,2	0,8–41,0	9,8	47
– E skraj	91,0–97,9	95,9	2,1–9,0	4,1	8
– dolinki	86,9–99,6	96,1	0,4–13,1	3,9	9
kopalne	97,2–97,5*	97,35*	2,5–2,8*	2,65*	2

\* próbki z dolinki na powierzchni namulów nilowych „siltów nilowych”.

\* samples of fossil valley from the top part of Nile silts.

tw. „siltów nilowych”. Pośrednią grupę stanowią osady „lessopodobne”. Ich wydzielenie wraz z przypisaniem im cezuralnej pozycji w świetle uziarnienia osadów wydaje się w pełni uzasadnione.

Celem określenie wieku osadów budujących powierzchniową warstwę Równiny Ruwaba podjęto datowania techniką luminescencyjną. Pozyskano 5 dat TL/OSL, opracowanych w Laboratorium Datowania Luminescencyjnego Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej (por. fig. 2 – tabelka).

Profil ze stanowiska Kadero, dla którego dysponuje się trzema datami, budują osady o luminescencyjnym wieku powyżej 14 000 lat BP, a sięgającym 22 000 lat BP. Dwie górne próbki (nr 1 i 2) wydają się być komplementarne i dowodzą, że osady ze stropu pagórka są zaawansowane wiekowo (> 19 000 lat BP). Zastanawia inwersyjna data dla próbki z osadów lessopodobnych leżących najgłębiej (por fig. 2), o wieku niewiele różniącym się do innych próbek z osadów „lessopodobnych” w profilach położonych bliżej Nilu. Jeżeli poprawna jest aktualna interpretacja budowy geologicznej oparta o analizę wierceń i odsłoneń, to sekwencję uzyskanych dat można tłumaczyć w trojaki sposób:

- wiek osadów próbki nr 3 jest zaniżony, a próbek 1 i 2 zawyżony;
- podobieństwo litologiczne osadów oraz uzyskane dla nich daty (próbki 3

do 5) określają czas końca generowania ważnej z paleoklimatycznego punktu widzenia warstwy osadów „lessopodobnych”, starszych od ~11 000 lat BP. Uzyskane daty wydają się być zgodne z danymi paleoklimatycznymi (Wickens 1982), określającymi czas od 20 000 do 15 000 lat BP jako bardzo suchy, a okres od 15 000 do 12 000 lat BP jako suchy, wreszcie od około 11 000 lat BP do około 6 000–5 000 lat BP okres ciepły wilgotny (z wyraźnym wahaniami chłodnym wilgotnym między 8 000 a 7 000 lat BP);

c) przyjęcie powyższego datowania osadów „lessopodobnych”, przy równoczesnym zaakceptowaniu dat dla próbek 1 i 2, prowadzi do sugestii o końcowym modelowaniu pedymentu w okresie wyraźnego zwilgotnienia (po 11 000 lat BP), między innymi na drodze grawitacyjnego redeponowania materiału starszego, który pogrzebał młodsze osady „lessopodobne”.

Sekwencja osadów budujących Równinę Butana, w bliskim sąsiedztwie współczesnej doliny Nilu, wykazuje wyraźne bardzo głębokie rozcięcie sięgające do 10 m. Wiek rozcięcia w świetle pozyskanych danych OSL (por. fig. 2 – tabelka) należy postrzegać na granicy plejstocen–holocen. Podczas holocenu w głębokim wcięciu doszło do osadzania młodych nilowych namułów („siltów”) i to jak się wydaje w dwóch cyklach, przedzielonych fazą erozji. W obrębie tych osadów, nawet w ich stropowej części, spotyka się dobrze wyselekcjonowane fluwialne drobnoziarniste piaski. Nie jest jasne, czy są to piaski nilowe czy związane genetycznie z dolinkami mającymi swe strefy źródłowe na terenie wietrzejących piaskowców nubijskich.

Zmierzając do ustalenia mineralogicznego związku badanych osadów Ruwaba (*Umm Ruwaba Deposits*), budujących Równinę Butana, bądź to z oddziaływaniem Nilu, albo ze strefą piaskowców nubijskich, przeprowadzono badania składu minerałów ciężkich w 65 próbkach różnych grup osadów. Zawartość minerałów ciężkich dla poszczególnych próbek w proporcjach wagowych nie jest wysoka. W obrębie analizowanych próbek, aż 51% z nich wykazuje od 1 do 2% minerałów ciężkich, 36,6% próbek zawiera 2–3% minerałów ciężkich, natomiast po 3% próbek grupuje < 0,5%, 0,5–1,0%, 3,0–4,0% i > 4% minerałów ciężkich.

Rezultaty ilościowej analizy minerałów ciężkich (przezroczystych) w osadach Kadero (Abdelhai Abdelsawi 2001) oraz w osadach transektu między Nilem i wietrzejącymi piaskowcami nubijskimi, a także kilkoma dodatkowymi próbkami z Kadero (Goliasz 2003), wreszcie ilościowego składu minerałów ciężkich w młodych aluwiach Nilu (Shukri 1950; Hasan 1976) i jakościowego składu minerałów ciężkich w piaskowcach nubijskich z okolic Chartumu (Omer 1983), ukazano w tabelkach.

Porównanie składu minerałów ciężkich w osadach z Kadero oraz z aluwiów Nilu i piaskowców nubijskich strefy Chartumu (tab. 2) nie jest łatwe, przede wszystkim z uwagi na objęcie badaniami tak bardzo różnych typów osadów, o odmiennym charakterze sedymentacji (w tym selekcji gęstościowej podczas transportu wodnego i eolicznego), stopnia ich przekształceń postsedymentacyjnych, a ponadto przeprowadzenia prac przez kilku badaczy o różnym doświad-

**Tabela 2.** Minerale ciężkie w osadach z Kadero, z aluwii Nilu i z piaskowców nubijskich (na podstawie danych Abdelhai Abdelsawi 2001, Shukri 1950, Hasan 1976, Omer Moavia 1983)

Heavy minerals in the sediments of Kadero, Nile silts, and Nubian Sandstones (on the base of data Abdelhai Abdelsawi 2001, Shukri 1950, Hasan 1976, Omer Moavia 1983)

Minerał Mineral	Rozpiętość zawartości w %, Interval of amount in %					Skład jakościowy Qualitat. composition
	KADERO		NIL, NILE			
	(średnie) (mean)		Biały White	Błękitny Blue	Główny Main	
amfibole	60,4–32,5	46,5	36–12	66–32	~62	
epidote	39,1–8,8	22,3	23–15	26–13	~10	
pyroxene	13,6–4,9	8,8	~0,5	0,0	0	
olivine	13,2–0,0	1,5	0,0	16–10	~10	
zircon	17,7–1,0	6,6				*****
tourmaline	12,3–1,0	6,2				*****
granet	3,5–0,0	2,3	6–3	3–1	~1	
rutile	4,6–0,0	2,0				*****
zoizite	2,8–0,0	1,1				
staurolite	5,1–0,1	1,6				*****
kyanite (distene)	12,9–0,0	0,9				*****
sillimanite	1,0–0,0	0,1	~5,0	0,5	0,5	

liczba znaków ukazuje obecność określonego minerału w 8 analizowanych stanowiskach

\* minerały główne, \* minerały o mniejszej frekwencji.

number of marks present the mineral occurring in 8 analysed sites

\*main mineral, \*less attending minerals.

czeniu. Tym niemniej łatwo zauważyć, że zdecydowanie różni się skład minerałów ciężkich z piaskowców nubijskich i osadów nilowych. Piaskowce są generalnie bardzo ubogie w minerały ciężkie, przy czym głównymi minerałami są tam: turmalin, cyrkon, rutil, a mniejszym udziałem cechują się staurolit, dysten i limonit. Tych minerałów praktycznie brak w aluwii Nilu, natomiast są one reprezentowane w osadach Kadero. Jednocześnie w osadach z Kadero licznie występują minerały powszechnie spotykane w nilowych aluwiiach. Daje się zaobserwować silniejsze powiązanie mineralogiczne stanowiska archeologicznego z materiałem typowym dla Nilu Błękitnego.

O wyraźnym mineralogicznym związku osadów Ruwaba (*Umm Ruwaba Fm.* – *Butana Plain*), zarówno z osadami nilowymi, jak i pochodzącymi z wietrzeń

nubijskich piaskowców, świadczy np. zestawienie uśrednionych wskaźników frekwencji minerałów ciężkich przezroczystych oraz nieprzezroczystych (tab. 3). Młode namuły nilowe „silty nilowe” zawierają względnie mało nieprzezroczystej frakcji ciężkiej. Znacznie mniej jest ich w osadach „lessopodobnych”. Wyraźny wzrost ilości frakcji ciężkiej nieprzezroczystej występuje w wypełnieniach kopalnych dolinek, rysujących się w obrębie sekwencji osadów tworzących powierzchnię warstwę pedymentu. Można to traktować jako zapis oddziaływania denudowanych piaskowców nubijskich, w których wprawdzie minerały ciężkie nie są licznie reprezentowane, ale nieprzezroczysta frakcja ciężka posiada proporcjonalnie bardzo wysokie frekwencje. Udział frakcji ciężkiej przezroczystej znamionuje się wysoką zawartością w osadach nilowych i osadach lessopodobnych oraz niską w strefie wschodniej badanego obszaru, gdzie dominują produkty wietrzenia nubijskich piaskowców. Skały budujące pagórek Kadero i cały pedymenent charakteryzują się pośrednimi wskaźnikami zawartości frakcji ciężkiej. Także osady kopalnych dolin pedymentu wykazują obniżenie wskaźników w kontekście zawartości frakcji ciężkiej przezroczystej i nieprzezroczystej. Górna warstwa pedymentu, a w tym także stanowisko archeologiczne Kadero, rysuje się jako wypadkowa sedymentacyjnych oddziaływań Nilu i denudacyjnych zjawisk w obrębie piaskowców nubijskich. Wprawdzie nie należy przeceniać znaczenia wskaźnika frekwencji frakcji ciężkiej przezroczystej i nieprzezroczystej, ale nie sposób go ignorować. Dyskutowany aspekt minerałów ciężkich wyraźnie nawiązuje do danych geologicznych uzyskanych w toku kartograficznych prac terenowych (por. fig. 2).

W kontekście składu minerałów ciężkich przezroczystych (tab. 4) osady nilowe (a) wyraźnie odróżniają się od zwierzeliny piaskowców nubijskich i skrajnie

**Tabela 3.** Uśredniona procentowa zawartość frakcji ciężkiej w osadach transektu Nil – zwierzeliny piaskowców nubijskich: nieprzezroczyste (45) i przezroczyste (45). Na podstawie danych J. Goliasz (2003).

The mean percentage values of haevy minerals in the cross section from Nile to weathered Nubian Sandstones – Nontransparent/opaque (45), transparent (45). On the base of J. Goliasz (2003) data.

Grupy osadów Sediment groups						
nilowe Nile	„lesso-podobne”, loesslike	kopalnych dolinek, fossil valleys	budujące pedymenent, pediment build	stnowisko Kadero, Kadero site	E skraj pedymentu, Pediment E edge	zwietrzelina piaskowców Sandstone waste
a	b	c	d	e	f	g
72	78	67			<b>71</b>	<b>85</b>
↑ 50% ↓			63 37	52 48		
	28	22	33		29	15

wschodniej części pokrywy osadowej Równiny Butana, a więc proksymalnych części pedymentu (f, g). Bardzo bliska osadom nilowym jest seria osadów „lessopodobnych” (b), choć zawiera wyraźnie mniej piroksenu, rutylu i biotyty oraz w znacznie mniejszym stopniu staurolitu, a przede wszystkim granatu. Jednocześnie pojawia się, choć w znikomym odsetku, apatyt i monacyt, obecny w zwietrzelinach piaskowców nubijskich. Natomiast skały budujące powierzchniową warstwę pedymentu, wraz ze stanowiskiem archeologicznym Kadero (d, e), a także, choć w mniejszym stopniu osady kopalnych przepływów wodnych w obrębie pedymentu (c), nawiązują składem minerałów ciężkich do piaskowców nubijskich.

Powyższy wynik badań składu minerałów ciężkich w obrębie siedmiu wydzielonych grup osadów posłużył do utworzenia wspólnej reprezentacji osadów Butana Plain (połączone grupy c, d, e). W konsekwencji powstały cztery rodzaje osadów (tab. 5).

W świetle uśrednionych wartości składu minerałów ciężkich rysuje się wyraźna różnica między osadami nilowymi i „lessopodobnymi” z jednej strony oraz zwietrzelinami piaskowców nubijskich i osadami pedymentu z drugiej strony, w postaci zawartości cyrkonu, częściowo turmalinu, rutylu (będącymi głównymi minerałami spotykanymi w piaskowcach nubijskich), ale także oliwinu, biotyty

**Tabela 4.** Uśrednione procentowe wartości przezroczystych minerałów ciężkich w grupach (a–g jak w tab. 3) z osadów transektu Nil – zwietrzelinny piaskowców nubijskich (na podstawie danych J. Goliasz 2003)

The mean percentage values of transparent heavy minerals in the sediments groups (a–g like in tab3) in the cross section from Nile to weathered Nubian Sandstones (on the base of J. Goliasz 2003 data)

Minerał Mineral	Grupy osadów jak w tab. 3 Sediment groups like in tab. 3						
	a	b	c	d	e	f	g
amphibole	53,5	69,6	59,4	64,2	61,3	27,6	9,0
epidote	13,7	12,3	17,0	15,1	5,2	12,8	0,1
pyroxene	9,1	5,6	6,8	7,6	5,3	18,5	11,7
zircon	1,5	1,3	4,9	4,9	11,9	17,6	52,9
tourmaline	0,4	0,1	1,0	0,6	1,2	1,3	1,9
rutile	4,6	1,6	0,7	1,1	3,2	7,0	12,8
staurolite	1,8	0,7	0,9	0,3	1,9	3,1	4,0
garnet	1,2	0,4	1,8	1,3	4,2	2,0	1,5
olivine	1,8	1,9	4,2	1,8	2,2	2,6	3,3
biotite	10,7	4,1	2,1	1,7	1,6	0,7	0,6
kyanite	0,7	1,1	0,4	0,4	0,9	1,3	0,9
(distene)							
sillimanite	1,0	1,0	0,3	0,4	0,6	5,7	0,4
apatite	–	0,03	0,1	0,4	0,4	–	0,6
monazite	–	0,03	0,2	0,04	–	0,1	0,2

**Tabela 5.** Uśrednione wartości procentowej zawartości minerałów ciężkich przezroczystych w osadach: A) nilowych, B) „loessopodobnych”, C) pedymentu, w tym Kadero i kopalnych dolinek, D) strefy zwietrzelin piaskowców nubijskich i skrajnie wschodniej części osadów Ruwaba (*Umm Ruwaba deposits*) (wg danych J. Goliasz 2003)

The mean percentage values of haevy minerals in the basik groups of sediments: A) Holocene Nile silts, B) „loess like „ deposits, C) Butana Plain deposits, containing Kadero materials and fossil valleys sediments, D) weathered Nubian Sandstones and very eastern edge of Umm Ruwaba deposits (acc. to J. Goliasz 2003 haevy minerals analysis)

Minerał Mineral	Grupa osadów Goup of sediments				Podobieństwo Relationship
	A	B	C	D	
amphibole	53.5	69.6	61.6	18.3	<i>Nile influence to C</i>
epidote	13.7	12.3	12.4	6.4	<i>Nile influence to C</i>
pyroxene	9.1	5.6	6.6	15.1	B and C
zircon	1.5	1.3	7.2	35.6	Nubian Sandstone to C
tourmaline	0.4	0.1	0.9	1.6	Nubian Sandstone to C
rutile	4.6	1.6	1.7	9.9	B and C
staurolite	1.8	0.7	3.0	3.6	Nubian Sandstone to C
garnet	1.2	0.4	1.2	1.7	
olivine	1.8	1.9	2.7	2.9	Nubian Sandstone to C
biotite	10.7	4.2	1.8	0.6	
kyanite	0.7	1.1	0.8	1.1	
(distene)					
sillimanite	1.0	1.0	0.4	3.1	
apatite	–	0.03	0.3	0.3	Nubian Sandstone to C
monazite	–	0.03	0.08	0.2	Nubian Sandstone to C

i w mniej czytelnym zakresie granatu. Zestawienie (tab. 5) jednoznacznie wskazuje na bardzo silny mineralogiczny związek osadów Równiny Ruwaba z piaskowcami nubijskimi. Jednocześnie wyraźne są tam wpływy osadów nilowych. Zatem pokrywa osadowa Równiny Ruwaba (*Umm Ruwaba Deposits*) była kształtowana w warunkach przekształcanego w czwartorzędzie, trzeciorzędowego pedymentu, na który oddziaływał zarówno Nil, jak i denudowane piaskowce nubijskie. Należy ponownie zaznaczyć, że w osadach pedymentu, podobnie jak w przypadku osadów z Kadero, rysuje się silniejsze powiązanie mineralogiczne z materiałem typowym dla Nilu Błękitnego niż dla Nilu Białego.

## Dyskusja i wnioski

Rozległa przestrzenie i bardzo miąższa sekwencja osadów piaskowców nubijskich (*Nubian Sandstone Fm.*), pochodząca z końca ery mezozoicznej, została w swej górnej części, a nierzadko w całej miąższości, bardzo przekształ-

cona bądź całkowicie zlikwidowana przez procesy denudacyjne. Podczas kenozoiku, głównie w trzeciorzędzie, a także w czwartorzędzie, zaznaczyły się na badanym obszarze okresy ruchów wznoszących. Sprzyjało to procesom niszczącym i rozwojowi powierzchni zrównań, nawiązujących do lokalnych baz denudacyjnych i erozyjnych. Dla badanego obszaru najistotniejszą rolę odegrał basen Sudd oraz strefa VI katarakty Nilu. Wskutek fluktuacji klimatu w basenie Sudd dokonywały się zmiany poziomu wody i zasięgu zbiornika oraz rozległości strefy sedimentacji. Przez długi czas Nil Biały nie odgrywał poważniejszej roli w kształtowaniu okolic Chartumu, bowiem uchodził do basenu Sudd na dalekim południu. Północno-wschodnią część basenu zasilano natomiast etiopskie ramię Nilu Błękitnego. Podczas wysokich stanów wód Nil Błękitny nie tylko osiągał aktualną bazę erozyjną, ale mógł bifurkować ku północnemu zachodowi, np. od okolic Soba, ku Faki Hasim, by zmierzać ku strefie VI katarakty Nilu. Obszar katarakty, do momentu ostatecznego przełamania się rzeki na północ, wciąż odgrywał ważną rolę hydrologiczną – rolę rygla utrudniającego odpływ wód z szeroko rozumianej strefy Sudd.

Pedymenty powstałe podczas trzeciorzędu i czwartorzędu, po obu stronach Nilu na północ od Chartumu, nieustannie powiększały swoje obszary kosztem piaskowców nubijskich. Stąd trudno zaakceptować interpretację Whitemana (1971), wskazującego na chronologię genezy pedymentu, od trzeciorzędowego segmentu u podnóża ostańców zbudowanych z piaskowców nubijskich, przez środkowy segment wieku czwartorzędowego, po segment sąsiadujący z Nilem rozwinięty wskutek wylewów rzeki.

Główną fazę rozwoju zrównań trzeba odnieść do trzeciorzędu i początku czwartorzędu. Wówczas rozwinięte zostały podstawowe zręby rzeźby denudacyjnej. Podczas plejstocenu procesy pedymentotwórcze były kontynuowane. Nadal postępowało degradowanie ostańców piaskowców nubijskich, jednak wskutek poważnych wahań klimatu i związanych z tym zmian rzędnych bazy denudacyjno-erozyjnej, w dystalnych częściach zrównań, zaczęły pojawiać się coraz grubsze pokrywy osadowe. Na analizowanym obszarze były to osady lessopodobne, osady masowych ruchów grawitacyjnych i procesów soliflukcyjnych, wreszcie przepływów wodnych, zarówno dolinek mających źródła w obrębie piaskowców nubijskich, jak i wód Błękitnego Nilu. Trzeba przyjąć wyraźną cezuralną pozycję osadów „lessopodobnych”, rozwiniętych podczas suchych warunków klimatycznych (Wickens 1982).

Biorąc pod uwagę czas i morfogenezę pokrywy osadowej pedymentu, rozumiała staje się występująca tam mieszanina minerałów ciężkich charakterystycznych dla piaskowców nubijskich, jak i aluwii nilowych (głównie Nilu Błękitnego).

Na przełomie plejstocenu i holocenu, wskutek głębokiego erozyjnego rozcięcia, doszło do udroźnienia odwodnienia strefy Sudd ku północy, w aktualnej osi Nilu Głównego. Na holocen przypadło wypełnianie rozcięcia nilowymi siltami, ukształtowanymi w postaci dwóch sekwencji przedzielonych fazą erozji.

Analizowany fragment równiny Butana (*Butana Plain*), będący niewielkim elementem rozległej powierzchni pedymentu, został uformowany na długo przed aktywnością neolitycznych społeczeństw. Z całą pewnością od czasu przełomu między plejstoceniem i holoceniem rozległa niemal płaska powierzchnia, której drobnym elementem jest pagórek Kadero, funkcjonowała z dala od procesów właściwych Nilowi. Wylewy rzeki nie sięgały tak daleko. Nigdzie bowiem na powierzchni pedymentu nie stwierdzono obecności osadów określanych w literaturze jako młode osady nilowe („*Recent neolithic deposits – silts and gravels*”).

Neolityczne osadnictwo na terenie Środkowego Sudanu było związane przede wszystkim z bezpośrednim sąsiedztwem Nilu (Krzyżaniak 1992). Tym niemniej z dala od rzeki także funkcjonowały punkty osadnicze neolitu Chartumskiego. W tej pracy analizuje się stanowisko Kadero, ale znane są również inne stanowiska, jak Zahiab, Um Direiva, czy usytuowane daleko od rzeki stanowisko Hatab. Neolityczne społeczności wykorzystywały małe wzniesienia na powierzchni pedymentu, z którymi sąsiadowały niewielkie dolinki będące dopływami Nilu. Korzystna sytuacja dla rozwoju kultur zaistniała zapewne wielokrotnie i przez dosyć długie okresy czasu, podczas zwilgotnienia klimatu trwającego przez pierwszą część holocenu, mniej więcej do około 5000 lat BP. Neolityczne społeczności potrafiły te dobre warunki wykorzystywać.

**Podziękowanie:** Niniejsze opracowanie powstało wskutek merytorycznej inspirującej roli oraz organizacji ekspedycji przez prof. dr. hab. Lecha Krzyżaniaka, dyrektora Muzeum Archeologicznego w Poznaniu. Dzięki pomocy Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu autor mógł wziąć udział w dwóch ekspedycjach do Kadero, jak też wykonać i częściowo sfinansować badania laboratoryjne oraz datowania pozyskanych próbek. Bardzo owocna okazała się pomoc magistrantów Abdelhai Abdelsawi i J. Goliasz, którzy w ramach prac dyplomowych wykonali większość analiz laboratoryjnych.

## Literatura

- ABDELHAI ABDELSAWI, 2001: Lithology and Mineralogy of Kadero (Central Sudan). Maszynopis pracy magisterskiej. Arch. Inst. Geol. UAM, Poznań, ss. 67.
- ADAMSON D. A., 1982: The integrated Nile. [W:] M.A.J. Williams and D.A. Adamson (red.), A land between two Niles – Quaternary geology and biology of the Central Sudan, Balkema, Rotterdam: 221–234.
- GOLIASZ J., 2003: Litologia i minerały ciężkie osadów na transekcie Nil – piaskowce nubijskie w okolicach stanowiska Kadero. Maszynopis pracy magisterskiej. Arch. Inst. Geol. UAM, Poznań, ss. 58.
- HASSAN HAG F.A., 1976: Heavy Minerals and the Evolution of the Modern Nile. Washington Univ. Press, St. Louis: 425–443.
- KRZYŻANIAK L., 1992: Schyłek pradziejów w środkowym Sudanie. Muzeum Archeologiczne w Poznaniu, ss. 256.
- MARCOLONGO B., 1983: Late Quaternary Nile and hydrology of the Khartoum – Sabaloka region (Sudan). [W:] I. Caneva (red.), Pottery-using gatherers and hunters at Sag-

- gai (Sudan): Preconditions for food production. Estratto della rivista "ORIGINI", Preistoria e. Protostoria delle Civiltà antiche, vol. XII, Roma: 39–46.
- OMER MOAWIA K., 1983 (red.): The geology of the Nubian Sandstone Formation in Sudan - stratigraphy, sedimentary dynamics, diagenesis. Geological and Mineral Resources Dept., The Ministry of Energy and Mining (Sudan), ss. 201.
- ROBERTSON RESEARCH GROUP, 1988: Geological Map of Sudan 1:1 000 000, Sheet Khartoum. Khartoum Research Authority of the Sudan.
- SHUKRI N. M., 1950: The mineralogy of some Nile sediments. *Quarterly J. Geol. Soc. London*, **105**, 4: 511–534.
- 1951: The mineralogy of some Nile sediments. Reply to the discussion. *Quarterly J. Geol. Soc. London*, **106**, 4: 466–467.
- SHUKRI N. M., SAID R., 1945: Contribution to the Geology of the Nubian Sandstone, Part II: Mineral analysis. *Bull. Inst. d'Egypte*, **27**: 229–264.
- STANKOWSKI W., 2003: Wybrane zagadnienia paleogeografii środkowego Sudanu. *Inst. Geol., Univ. A. Mickiewicza, Pol. Tow. Geol., Oddz. Poznań*, **12**: 16–26.
- VAIL J. R., 1982: Outline geology of the central Sudan. [W:] M. A. J. Williams and D.A. Adamson (red.): A land between two Niles – Quaternary geology and biology of the Central Sudan, Balkema, Rotterdam: 51–63.
- WHITEMAN A. J., 1971: The geology of the Sudan republic. Clarendon Press, Oxford, ss. 238–272.
- WICKENS G. E., 1982: Palaeobotanical speculations and Quaternary environments in the Sudan. [W:] M.A.J. Williams and D.A. Adamson (red.): A land between two Niles – Quaternary geology and biology of the Central Sudan, Balkema, Rotterdam: 23–50.
- WILLIAMS M. A. J., 1982: Quaternary environments in northern Africa. [W:] M.A.J. Williams and D.A. Adamson (red.): A land between two Niles – Quaternary geology and biology of the Central Sudan, Balkema, Rotterdam: 2–22.
- WILLIAMS M. A. J., ADAMSON D. A., 1980: Late Quaternary depositional history of the Blue and White Nile rivers in central Sudan. [W:] M.A.J. Williams and H. Faure (red.): The Sahara and Nile. Balkema, Rotterdam: 281–304.
- WILLIAMS M. A. J., ADAMSON D. A., HASSAN HAQ ABDULLA 1982: Landforms and soil of the Gezira: a Quaternary legacy of the Blue and White Nile rivers. [W:] M.A.J. Williams and D.A. Adamson (red.): A land between two Niles – Quaternary geology and biology of the Central Sudan, Balkema, Rotterdam: 111–142.

## The geology and neolithic human activity on the area around Nile White and Nile Blue joint (Central Sudan)

**Summary:** The „Nubian Sandstone Formation” of late Mesozoic time is the main geological rock strata of studied area. The „Nubian Sandstones Fm.” cover discordantly „Undifferentiated Proterozoic metamorphic rocks” and in some places the „Anorogenic granitic rocks of Jurassic age” (see figs. 1 and 2). The Sandstones were extensively denuded in Tertiary as well as Early Quaternary time. In some places the denudation was total and old rocks are exposed in the recent re-

lief. The Sandstone restlings („Jebels”) are common in the landscape. At their foot there are well developed stony and grevly waste covers. These coarse materials obtain out of Jebels the increasing layers of fine materials, almost flat on surface. One from the extensive pediment type surface is the Butana Plain. It is build of sediments developed by the gravitational processes. The non stratified sands, silts with lenses and discontinuous layers of gravels dominate there (see. tab. 1). On the depth of 3 to 5 m the layer of loesslike deposits exist in the studied Butana Plain cross section (see fig. 2). The OSL dating (see fig. 2) documented relatively old sedimentary processes, older than 11000 years BP, reaching 22,500 years BP. The heavy minerals study of analysed sediments documented influence both of Nubian Sandstone Formation and Nile sediments – first of all Blue Nile (see tabs. 2 to 5). The developed pediment was erosively cut on the Pleistocene–Holocene boundary, when the recent Nile outflow to north was originated (see fig. 2). The Holocene Nile silts were filled the cut in two Holocene cycles. Many neolithic sites were recognised in the Nile valley. On the surface of pediment similar sites occurred too. One of them is the Kadero site. This archeologic point was found far from the Nile river in the environment of small creeks, tributary of main river. The seasonal Nile floods were not reaching the pediment surface, except the very narrow near river zone. These floods could dammed for some time the mouths of tributaries only. On the surface of pediment the Nile silts were not found nowhere. The neolithic societies were settled not only the main river banks, but also the areas situated far from the Nile.

**Key words:** Geology, geomorphology, heavy minerals, neolithic Kadero site north of Khartoum (Central Sudan).