

Józef SUPERSON

**Litologia i stratygrafia piaszczystych utworów stokowych
Roztocza Tomaszewskiego**

Литология и стратиграфия песчаных образований склонов
Томашовского Роточа

Lithology and Stratigraphy of Sandy Slope Deposits in the Tomaszów Roztocze

WSTĘP

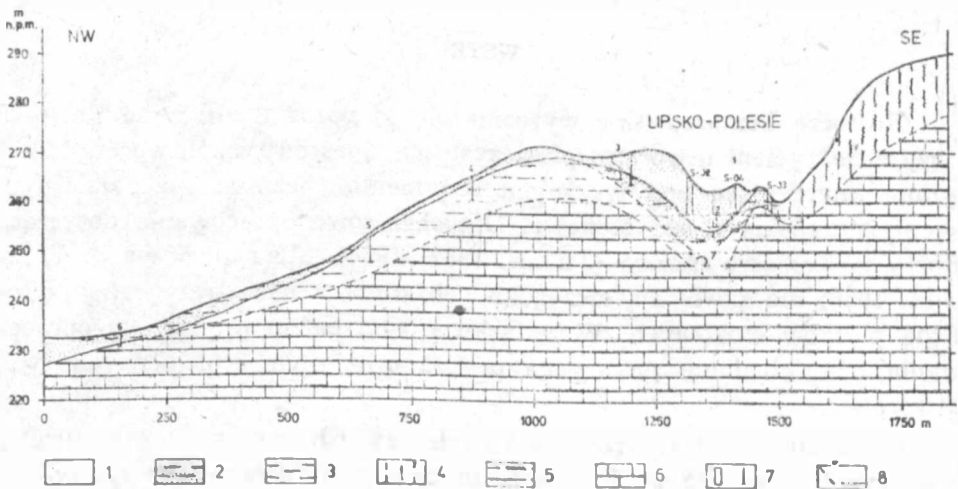
Roztocze Tomaszowskie wyróżnia się od pozostałych części Roztocza dużym pokryciem utworami piaszczystymi. Spośród tych utworów szczególnie interesujące pod względem sedymentologicznym i geologicznym są plejstocenijskie piaski stokowe. Dotychczasowe opracowania dotyczące Roztocza Tomaszowskiego (Jahn 1952, 1956; Maruszczak, Wilgat 1956) nie zawierają szczegółowych studiów nad stratygrafią i litologią piasków stokowych. W związku z tym celem niniejszego opracowania było zbadanie pionowego profilu oraz cech litologicznych tych utworów.

Do ustalenia stratygrafii badanych utworów wykorzystano profile 9 odkrywek oraz 125 sond, a także materiały archiwalne z wierceń studziennych i opracowań surowcowych. Litologię piaszczystych utworów stokowych określono na podstawie analiz laboratoryjnych 500 próbek pobranych zarówno z odkrywek, jak i wierceń. Zakres badań laboratoryjnych obejmował analizę uziarnienia, analizę stopnia zmatowienia i obtoczenia ziarn kwarcu metodą Morawskiego (1956), udział i skład minerałów frakcji ciężkiej oraz ustalenie wieku bezwzględnego piasków stokowych w dwóch profilach badanych utworów. Przy terenowym opracowywaniu odkrywek zwrócono także uwagę na warstwowanie utworów stokowych, co pozwoliło uzyskać lepszy wgląd w warunki sedymentacji tych utworów.

PODŁOŻE PIASZCZYSTYCH UTWÓRÓW STOKOWYCH

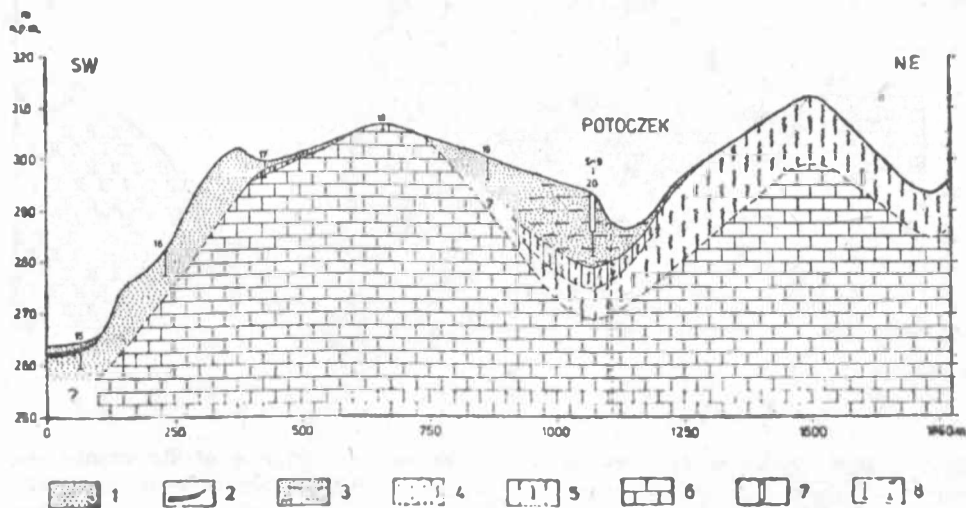
Piaszczyste utwory stokowe Rزتocza Tomaszowskiego są podścielone przez zwietrzeliny skał kredowych (margli, opok i gez), mułki ilaste oraz mułki „lessowe” (ryc. 1, 2, 3, 4). Sporadycznie w podłożu spotyka się także zwietrzeliny skał trzeciorzędowych, głównie w południowo-zachodniej części Rزتocza Tomaszowskiego.

Zwietrzeliny skał kredowych tworzą podłożę piaszczystych utworów stokowych, najczęściej w obrębie środkowych i dolnych części stoków oraz na krawędziach tektonicznych bloków, natomiast rzadziej występują w dnach suchych dolin. Zwietrzeliny te są wykształcone w postaci różnej wielkości okruchów skalnych, przeważnie o płytowym kształcie. Gruz skał kredowych tylko w nielicznych przypadkach wykazuje ślady wietrzenia chemicznego uwidaczniające się jako odwapnienia lub zwietrzelina ilasta. Przewaga wietrzenia mechanicznego w wietrzeniu podłoża piaszczystych utworów stokowych wskazuje, że zachodziło ono w klimacie chłodnym z częstymi wahaniami temperatury w pobliżu 0°C.



Ryc. 1. Przekrój morfologiczno-geologiczny przez północną krawędź Rزتocza Tomaszowskiego oraz asymetryczną dolinę okolic Lipska-Polesie; 1 — piaski (późny vistulian), 2 — piaski pylaste i mułki piaszczyste (środkowy i późny vistulian), 3 — mułki „lessowe” (środkowy vistulian), 4 — less (wczesny?, środkowy? i późny vistulian?), 6 — margle (górną kreda), 7 — odkrywki i wiercenia, 8 — dno piaskowni Morphologic-geologic section across the northern cuesta of the Tomaszów Rزتocze and asymmetric valley of the Lipsko-Polesie area; 1 — sands (Late Vistulian), 2 — silty sands and sandy silts (Middle and Late Vistulian), 3 — “loessy” silts (Middle Vistulians), 4 — loess (Early?, Middle? and Late Vistulian), 5 — clayey silts (Middle-Polish Glaciation?, Early Vistulian?), 6 — marls (Upper Cretaceous), 7 — exposures and boreholes, 8 — sand-pit floor

Mułki ilaste — jako podłoże piaszczystych utworów stokowych — występują głównie po północno-wschodniej stronie wododzielnego grzbie-
tu Roztocza Tomaszowskiego zalegając jednocześnie w bliskim sąsiedz-
twie dużych pól lessu (ryc. 1, 2). Ten ostatni fakt sugeruje związek
genetyczny mułków ilastych z lessami. Hipotezę tę potwierdza analiza
granulometryczna mułków ilastych; dominująca w tym utworze jest
frakcja „lessowa” (0,06—0,02 mm).



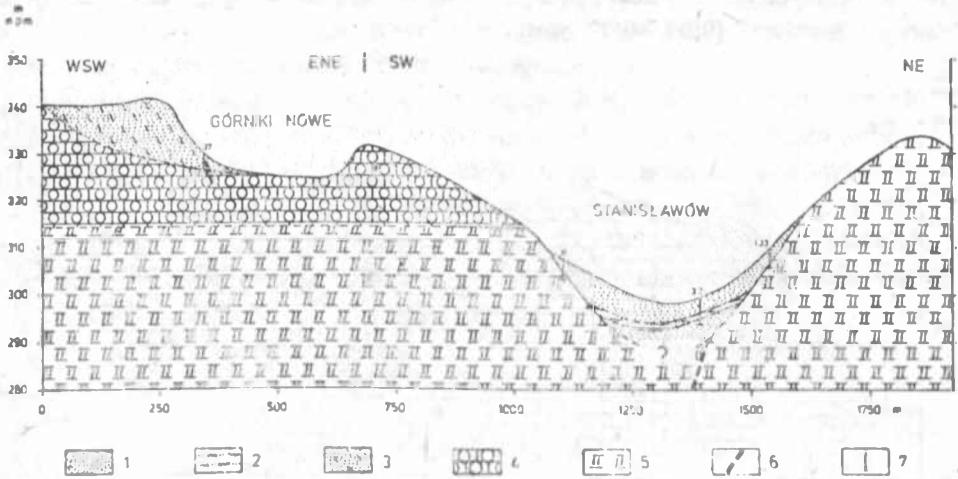
Ryc. 2. Przekrój morfologiczno-geologiczny przez asymetryczną dolinę okolic Po-
toczka; 1 — piaski (holocen i późny vistulian), 2 — gleba subfosylna (holocen),
3 — piaski pylaste i mułki piaszczyste (środkowy i późny vistulian), 4 — less
zgliniiony (środkowy vistulian?), 5 — less (wczesny?, środkowy? i późny vistulian),
6 — margle (górna kreda), 7 — odkryvky, 8 — wiercenia

Morphologic-geologic section across an asymmetric valley of the Potoczek area;
1 — sands (Holocene and Late Vistulian), 2 — subfossil soil (Holocene), 3 — silty
sands and sandy silts (Middle and Late Vistulian), 4 — loamy loess (Middle Vi-
stulian?), 5 — loess (Early?, Middle? and Late Vistulian), 6 — marls (Upper Cre-
taceous), 7 — exposures, 8 — boreholes

Mułki ilaste, których barwa jest przeważnie ciemnożółta, ceglasta
lub brunatna, są osadem warstwowanym równolegle, poziomo. Warstwo-
wanie podkreślone jest cienkimi poziomymi wytrąceniami żelazistych koloru
rdzawego i niebieskiego. Miąższość mułków ilastych zarówno na stokach,
jak i w dnach suchych dolin przekracza 5 m. Prawdopodobnie utwory
te leżą bezpośrednio na zwierzeline skał kredowych, jak to zostało
stwierdzone przy pomocy wierceń badawczych w okolicy Suchowoli.

W niektórych suchych dolinach (np. w asymetrycznej dolinie roz-
cinającej północną krawędź Roztocza Tomaszowskiego i w południkowej
dolinie okolic Majdanu Małego), a także na stokach ostańcowego garbu

w okolicach Malinówki stokowe utwory piaszczyste leżą na mulkach „lessowych” (ryc. 1, 4). Osady te różnią się wyraźnie od mulków ilastych, gdyż posiadają one jaśniejszą, żółtą barwę, są drobniej laminowane oraz zawierają poniżej 10% frakcji ilastej. Dominującą frakcją mulków jest frakcja „lessowa”, dlatego też nazwano je mulkami „lessowymi”.



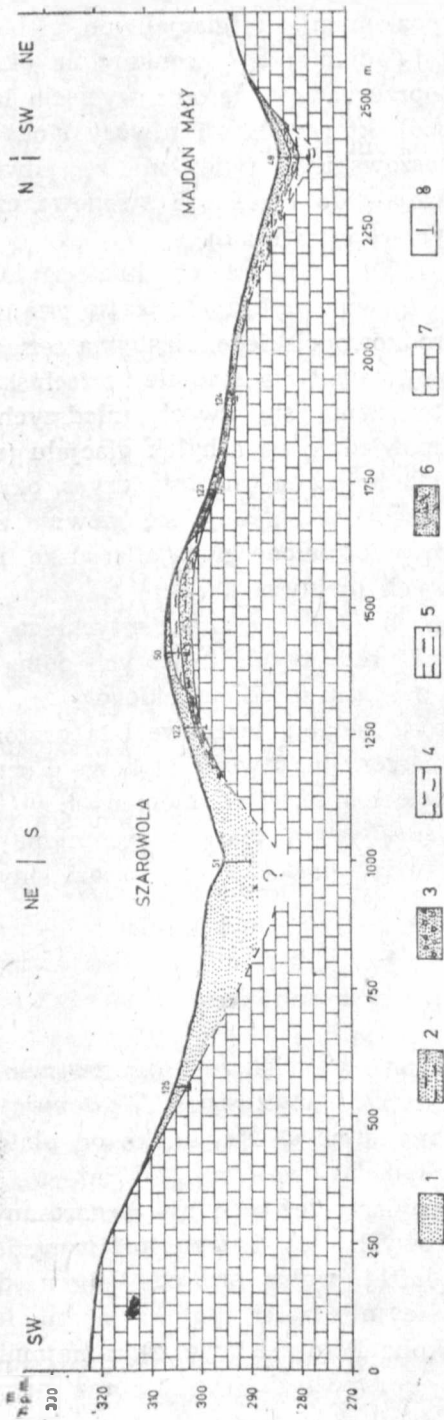
Ryc. 3. Przekrój morfologiczno-geologiczny przez suchą dolinę okolic Stanisławowa; 1 — piaski (holocen i późny vistulian), 2 — mulki piaszczyste (późny vistulian), 3 — piaski glaukonitowe (torton — opol), 4 — wapień litotamniowe (torton — opol), 5 — gezy (górna kreda), 6 — uskoki, 7 — wiercenia

Morphologic-geologic section across a dry valley of the Stanisławów area; 1 — sands (Holocene and Late Vistulian), 2 — sandy silts (Late Vistulian), 3 — glauconite sands (Tortonian — Opolian), 4 — lithotamnium limestones (Tortonian — Opolian), 5 — gaizes (Upper Cretaceous), 6 — faults, 7 — boreholes

W okolicach Lipska-Polesie, Suchowoli oraz Podhucia mulki „lessowe” zalegają na mulkach ilastych, natomiast w okolicach Majdanu Małego leżą one bezpośrednio na zwietrzelinie skał kredowych. Położenie morfologiczne i geologiczne mulków „lessowych” wskazują, że są to prawdopodobnie deluwia powstałe z rozmycia lessów zlodowacenia środkowopolskiego lub lessów wczesnych stadiów vistulianu.

PIASZCZYSTE UTWORY STOKOWE

Pionowy profil utworów stokowych Roztocza rozpoznano dopiero po 1945 r. Jahn (1956) wyróżnił na obszarze Roztocza cztery pokrywy utworów stokowych: starszą pokrywę peryglacjalną — przeważnie gruzową, młodszą pokrywę peryglacjalną (piaszczysto-pylastą), starszą pokrywę postglacjalną (piaski i pyły) oraz młodszą pokrywę postglacjal-



Ryc. 4. Przekrój morfologiczno-geologiczny przez ostańcowy garb oraz suche doliny okolic Szarowoli i Majdanu Małego; 1 — piaski (późny vistulian), 2 — piaski pylaste i mułki pylaste (środkowy i późny vistulian), 3 — residua osadów glacialnych zlodowacenia południowopolskiego, 4 — mułki (zlodowacenie środkowopolskie), 5 — mułki ilaste (zlodowacenie środkowopolskie), 6 — glaukonitowe piaski pylaste z okruchami zwięzającego margla (interglacjał mawiecki), 7 — margle (górn kreda), 8 — wiercenia

Morphologic-geologic section across the monadnock elevation and dry valleys of the Szarowola and Majdan Mały area; 1 — sands (Late Vistulian), 2 — silty sands and sandy silts (Middle and Late Vistulian), 3 — residua of glacial deposits of the South Polish Glaciation, 4 — silts (Middle Polish Glaciation), 5 — clayey silts (Middle Polish Glaciation), 6 — glauconite silty sands with pieces of weathered marls (Mazovian Interglacial), 7 — marls (Upper Cretaceous), 8 — boreholes

na — również piaski i pyły. Pokrywy te są rozdzielone jednym poziomem gleby fosylnej oraz dwoma poziomami postglacjalnych gleb subfosylnych. Wiek starszej gleby postglacjalnej był oceniany na okres atlantycki, a młodszej na okres poprzedzający masowe wycięcie lasu. Maruszczak i Wilgat (1956), którzy badali utwory stokowe strefy krawędziowej Roztocza Tomaszowskiego twierdzili, że powstały one w warunkach klimatu peryglacjalnego i zaliczali stropowe części tych utworów do zlodowacenia bałtyckiego (vistulian).

Buraczyński (1969, 1970) wyróżnił na Roztoczu Gorajskim 6 serii utworów stokowych — głównie pylastych. Najstarszą serią tworzą utwory ze zlodowacenia środkowopolskiego. Następną serią są utwory piaszczysto-pylaste, które powstawały w stadiale szczecińskim zlodowacenia bałtyckiego. Okres tworzenia się dwóch młodszych pokryw stokowych został określony odpowiednio na schyłek glaciału (najstarszy i starszy dryas) oraz na początek holocenu (młodszy dryas, okres preborealny oraz okres borealny). Osady te składają się głównie z mułków rytmicznie warstwowanych i są przedzielone glebą allerödzką. Dwie najmłodsze serie utworów stokowych (deluwia pylaste) zaliczane są odpowiednio do okresu subborealnego i okresu subatlantyckiego. Serie te podścielone są dwiema glebami subfosylnymi, z których dolna pochodzi z okresu atlantyckiego, a górna z okresu subatlantyckiego.

Przeprowadzone przez autora badania terenowe i laboratoryjne pozwoliły na stwierdzenie, że piaszczyste utwory stokowe Roztocza Tomaszowskiego składają się z czterech serii (wymienionych w kolejności stratygraficznej): serii piaszczysto-pylastej, piasków rytmicznie warstwowanych oraz dwóch serii deluwii holocenских przedzielonych glebą subfosylną.

SERIA PIASZCZYSTO-PYLASTA

Seria piaszczysto-pylasta ma największe rozprzestrzenienie ze wszystkich serii stokowych utworów piaszczystych. Występuje w większości badanych dolin, nawet znajdujących się daleko od płątów lessu, m. in. w suchej dolinie okolic Stanisławowa (ryc. 3). Wiąże się to prawdopodobnie z tym, że materiał pylasty tej serii był dostarczany zarówno ze zwietrzelin skał miejscowych, jak i transportowany eolicznie. Miąższość serii piaszczysto-pylastej waha się od 0,5 m do przeszło 12 m, z tym że największe miąższości spotyka się na łagodnym zboczu asymetrycznej doliny okolic Potoczka (ryc. 2), a najmniejsze na tektonicznych i denudacyjnych krawędziach (ryc. 1) oraz stokach garbów (ryc. 4).

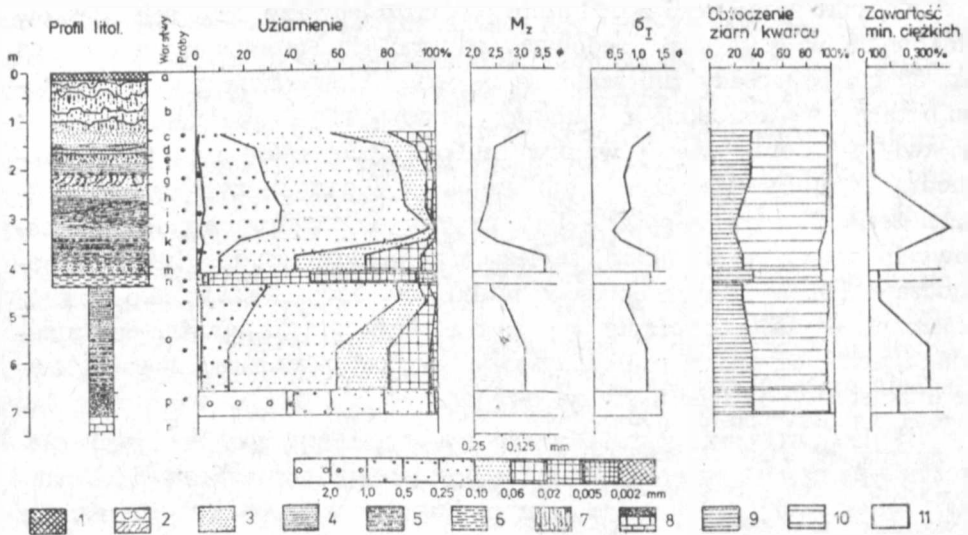
Kontakt spągu serii z podłożem jest zróżnicowany. Przejście piasków stokowych w gruz skał kredowych odbywa się stopniowo; na długości ok. 50 cm oba osady zmieszane są ze sobą. Niewyraźna granica występuje także na kontakcie z mułkami „lessowymi” — ku dołowi profilu pojawia się coraz więcej warstw mułkowatych, które następnie przechodzą w mułek piaszczysty lub mułek. Tylko w niektórych przypadkach seria piaszczysto-pylasta leży na erozyjnym stropie mułków „lessowych”. Fakty te świadczą, że leżące w podłożu mułki „lessowe” pochodzą z dwóch różnych okresów: mułki przechodzące stopniowo w serię piaszczysto-pylastą tworzyły się bezpośrednio przed powstaniem omawianej serii, natomiast mułki „lessowe” z erozyjnym stropem są zapewne dużo starsze od serii piaszczysto-pylastej.

Barczo wyraźna granica występuje pomiędzy spągiem serii piaszczysto-pylastej a stropem mułków ilastych (północna krawędź Roztozcza Tomaszowskiego) oraz stropem mułków piaszczysto-ilastych (okolice Jezierni).

Seria piaszczysto-pylasta ma naprzemianległy układ warstw piaszczystych i mułkowych, co nadaje warstwowaniu tej serii rytmiczny charakter (ryc. 5, 6, 7). Grubość poszczególnych warstw (ławic) waha się od 1 cm do ok. 150 cm, z tym że warstwy te składają się jeszcze z elementarnych lamin lub warstewek. Obserwuje się większe miąższości warstw, warstewek i lamin piaszczystych niż mułkowych. Przeważającym typem warstwowania tej serii jest warstwowanie równoległe, pochylone w kierunku dna doliny. Sporadycznie warstwy i warstewki są pochylone niezgodnie z sąsiednim zboczem (np. w suchej dolinie okolic Jezierni), co wiąże się z przesunięciem współczesnego dna doliny w stosunku do dna plejstoceniowego. Rytmiczny charakter serii podkreśla odmienna barwa warstw piaszczystych od warstw mułkowych oraz rdzawe i brunatne poziomy wytrącenia żelazistych.

Specyficzną cechą całego kompleksu stokowych utworów piaszczystych, a więc i zarazem serii piaszczysto-pylastej jest ubóstwo struktur kontrakcji termicznej, pęcznienia mrozowego oraz kongeliflukcji, pomimo że znajduje się je w lessach regionów sąsiednich, które pochodzą z tego samego okresu co badane utwory (Buraczyński, Wojtanowicz 1975; Wojtanowicz, Buraczyński 1978; Maruszczak i inni 1982). Fakt ten świadczy o braku możliwości tworzenia się tych struktur w suchych dolinach lub też o szybkim niszczeniu powstałych struktur.

Pomimo że warstwy piaszczyste omawianej serii wyraźnie różnią się od siebie zawartością frakcji pylastej, to dominująca w tych utworach jest frakcja 0,25—0,15 mm. Frakcja ta dominuje w 95% pobra-



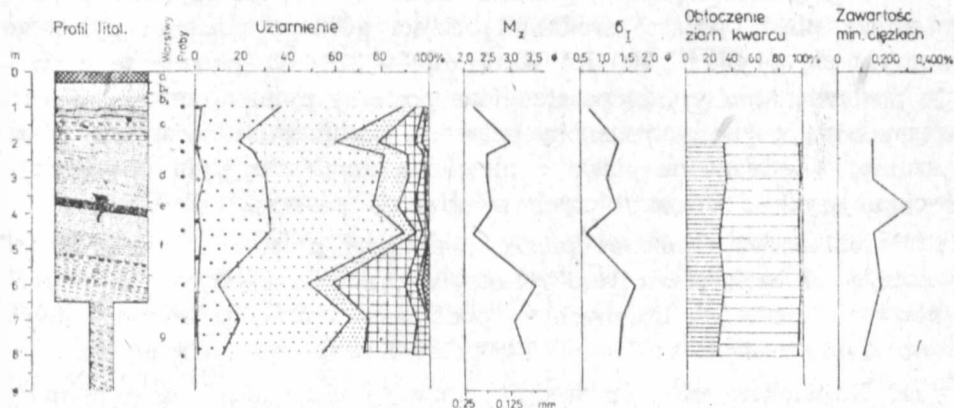
Ryc. 5. Uziarnienie, statystyczne wskaźniki uziarnienia M_z i δ_I , obtroczenie ziarn kwarcu oraz zawartość minerałów ciężkich piaszczystych utworów stokowych w profilu Lipsko-Polesie S-06; Litologia: 1 — poziomy humusowy, 2 — poziomy wytrącań żelazistych, 3 — piaski bezstrukturalne, 4 — piaski warstwowane, 5 — piaski pylaste i mułki piaszczyste, 6 — mułki, 7 — gliny pylaste, 8 — margle, opoki, gezy oraz ich zwietrzeliny. Obtroczenie ziarn kwarcu: 9 — ziarna obtroczone, 10 — ziarna częściowo obtroczone, 11 — ziarna kanciaste

Grain size, statistic grain size indices M_z and δ_I , quartz grain roundness and contents of heavy minerals of sandy slope deposits in the Lipsko-Polesie section S-06; Lithology: 1 — humus horizon, 2 — ferrous inserts, 3 — massive sands, 4 — stratified sands, 5 — silty sands and sandy silts, 6 — silts, 7 — silty loams, 8 — marls, gaizes and weathering waste of them. Quartz grain roundness: 9 — rounded grains, 10 — partly rounded grains, 11 — angular grains

nych próbek z płatów stokowych utworów piaszczystych leżących na północny zachód od wododzielного grzbietu Roztocza Tomaszowskiego oraz odpowiednio w 75% oraz 85% próbek z płatów piasków stokowych okolic Stanisławowa oraz Tereszpola. Mniejszy udział tej frakcji w piaskach dwóch wymienionych miejscowości związany jest z większą domieszką piasków średnioziarnistych pochodzących prawdopodobnie z rozmycia miejscowych utworów trzeciorzędowych.

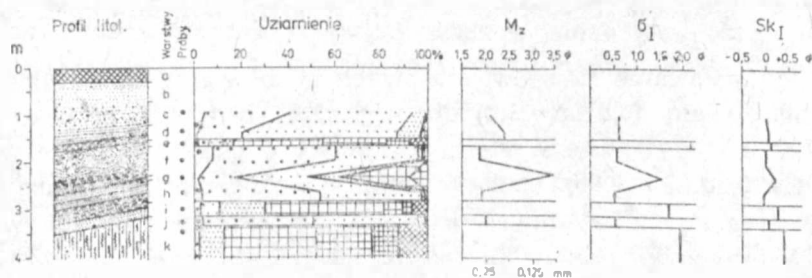
Frakcja drobnziarnista (0,25—0,12 mm) dominuje także w silnie pylastych piaskach deluwialnych Roztocza Rawskiego (Musiał 1976) oraz w piaskach deluwialnych Wyżyny Środkowomałopolskiej (Stochłak 1978).

Analiza rozkładu uziarnienia serii piaszczysto-pylastej w przekroju pionowym pozwoliła stwierdzić, że we wszystkich prawie odkrywkach



Ryc. 6. Uziarnienie, statystyczne wskaźniki uziarnienia M_z i δ_I , obtroczenie ziarn kwarcu oraz zawartość minerałów ciężkich piaszczystych utworów stokowych w profilu Potoczek S-09 (objaśnienia sygnatur jak na ryc. 5)

Grain size, statistic grain size indices M_z and δ_I , quartz grain roundness and contents of heavy minerals of sandy slope deposits in the Potoczek S-09 (for explanations see Fig. 5)



Ryc. 7. Uziarnienie oraz statystyczne wskaźniki uziarnienia M_z , δ_I , Sk_I piaszczystych utworów stokowych w profilu Jeziernia S-13 (objaśnienia sygnatur jak na ryc. 5)

Grain size and statistic grain size indices M_z , δ_I , Sk_I of sandy slope deposits in the Jeziernia section S-13 (for explanations see Fig. 5)

występują trzy odcinki dużego zgrupowania warstewek pylastych oraz trzy warstwy piasków z niewielką domieszką pyłu (ryc. 5, 6, 7). W związku z tym, że w warstwach pylastych przeważa frakcja „lessowa”, powstanie tych warstw można łączyć z okresami nawiewania pyłu lessowego.

Wybrane poziomy pylaste profile Potoczek oraz Lipsko-Polesie datowano metodą termoluminescencji. Wiek stropu najniższego poziomu pylastego wynosi $25\,000 \pm 3\,700$ lat BP (Lub — 333), spągowa warstwa

środkowego poziomu (mułek) powstała $22\ 000 \pm 3\ 300$ lat BP (Lub — 336), natomiast piaski pylaste środkowej części górnego poziomu pylastego tworzyły się $14\ 400 \pm 2\ 000$ lat BP (Lub — 332). Datowania te pozwalają postawić hipotezę, że poszczególne poziomy pylaste omawianej serii tworzyły się w zimnych i suchych fazach vistulianu, a bardziej mięjsze i grubiej warstwowane piaski z niewielką domieszką pyłu powstawały w cieplejszych i wilgotniejszych interfazach późnego vistulianu.

Podobieństwa i różnice piasków, piasków pylastych oraz mułków piaszczystych serii piaszczysto-pylastej w świetle statystycznych wskaźników uziarnienia, wyliczonych na podstawie wzorów zaproponowanych przez Folk a i Ward a (1957), przedstawiają się następująco:

1. Największe wartości średniej średnicy ziarn „Mz” (w mm) mają piaski z niewielką domieszką pyłu; wynoszą one od 0,17 mm do 0,29 mm, z tym że największa rozpiętość średnic notowana jest w piaskach okolic Lipska-Polesie, a najmniejsza w piaskach okolic Potoczka. W piaskach pylastych wskaźnik „Mz” wynosi od 0,09 mm do 0,18 mm, natomiast w mułkach piaszczystych waha się od 0,02 mm do 0,05 mm. Zbliżone wartości średniej średnicy ziarn „Mz” do wartości tego wskaźnika dla piasków z niewielką domieszką pyłu są także charakterystyczne dla deluwialnych piasków drobnoziarnistych Wyżyny Środkowomałopolskiej (Stochlak 1978).

2. Wyszortowanie piasków stokowych z niewielką domieszką pyłu jest umiarkowane ($0,5 \leq \delta_i < 1,0$) dla większości badanych próbek. Tylko w okolicy Lipska-Polesie występują warstwy o piaskach dobrze wysortowanych ($0,30 \leq \delta_i < 0,05$). Umiarkowane wysortowanie mają także piaski rzeczne oraz piaski wydmowe Roztocza Tomaszowskiego. W związku z tym w przypadku osadów czwartorzędowych Roztocza Tomaszowskiego nie potwierdza się pogląd Stochlaka (1978), że piaski deluwialne są znacznie lepiej wysortowane od piasków rzecznych i piasków eolicznych, ani pogląd Morawskiego (1959), że osady deluwialne są najslabiej wysortowane z tych trzech utworów. Piaski pylaste oraz mułki piaszczyste mają wysortowanie słabe ($1,0 \leq \delta_i < 2,0$). Podobnym stopniem wysortowania charakteryzują się także deluwialne piaski pylaste Roztocza Rawskiego (Musiał 1976).

3. Skośność krzywej rozkładu uziarnienia jest zróżnicowana w zależności od facji osadów stokowych. Dla piasków z niewielką domieszką pyłu charakterystyczna jest skośność dodatnia ($0,10 \leq Sk_1 < 0,30$) lub też krzywa uziarnienia ma kształt w przybliżeniu symetryczny ($-0,10 \leq Sk_1 < +0,10$). Dodatnią skośność krzywej uziarnienia mają także mułki piaszczyste, natomiast piaski pylaste wyróżniają się skośnością bardzo dodatnią ($0,30 \leq Sk_1 < 1,00$). Dodatnią skośność rozkładu uziarnienia wyka-

zują również piaski deluwialne Wyżyny Środkowomałopolskiej (Stoczek 1978), a także piaski o innej genezie jak piaski rzeczne (Folk, Ward 1957) oraz piaski eoliczne (Rotnicki 1970).

4. W omawianych osadach serii piaszczysto-pylastej kurtoza K_c , będąca miarą kształtu maksimum krzywej uziarnienia, jest bardzo zróżnicowana.

Analizując obtoczenie ziarn kwarcu we frakcji 0,25—0,12 mm dla wyodrębnionych osadów serii piaszczysto-pylastej stwierdza się, że najlepsze obtoczenie wykazują piaski z niewielką domieszką pyłu (współczynnik obtoczenia R waha się w nich od 1,27 do 2,17 przy udziale ziarn obtoczonych od 17 do 39%). Nieznacznie mniejsze obtoczenie mają piaski pylaste (wartości współczynnika R wahają się od 1,21 do 1,86 przy udziale ziarn obtoczonych od 18 do 35%). Najślabiej obtoczone są ziarna kwarcu piasków występujących w mulkach piaszczystych (współczynnik R przyjmuje wartość od 1,06 do 1,63 przy udziale ziarn obtoczonych od 15 do 28%).

Stosunkowo słabo zróżnicowane jest obtoczenie ziarn kwarcu w profilach pionowych serii piaszczysto-pylastej (ryc. 5, 6), przy jednocześnie dość dużym zróżnicowaniu obtoczenia w obrębie pojedynczego płata piaszczystych utworów stokowych. Najbardziej zróżnicowane jest obtoczenia ziarn kwarcu w płacie piasków stokowych okolic Lipska-Polesie. Występuje tu tendencja do wzrostu stopnia obtoczenia w kierunku płata lessu, co sugeruje związek tworzenia się piaszczystych utworów stokowych z nawiewaniem lessu. We wszystkich omawianych facjach najmniejsze zróżnicowanie obtoczenia ziarn kwarcu stwierdzono w okolicy Jezierni. Fakt ten można wytłumaczyć dużymi powierzchniami zrównań wierzchwinowych występujących w tej okolicy, na których zjawiska eoliczne działały z jednakowym efektem.

Najlepiej obtoczone ziarna kwarcu omawianej serii występują na północnej krawędzi Rostocza Tomaszowskiego oraz w asymetrycznej dolinie okolic Potoczka. Wskazuje to na silne, plejstocenijskie procesy eoliczne w tych rejonach Rostocza.

Ziarna kwarcu wykazują mniejszy stopień zmatowienia niż obtoczenia i to zarówno w omawianych facjach utworów stokowych, jak i w poszczególnych płytach tych utworów. Zależność ta może sugerować, że zmatowienie nie jest wynikiem działalności eolicznej, na co już wcześniej zwracał uwagę Trembaczowski (1949). Najwięcej zmatowanych ziarn kwarcu występuje w piaskach okolic Majdanu Małego. Utwory te były prawdopodobnie zasilane ziarnami piasków residualnych z otoczakami, które wykazują dość duży stopień zmatowienia ($M=2,51$), związany z ich glacialną genezą.

Udział minerałów ciężkich we frakcji 0,25—0,12 mm jest dość zróżnicowany zarówno dla piasków z niewielką domieszką pyłu, jak i dla piasków pylastych (wynosi on od 0,070‰ do 0,299‰). Tylko dla piasków stokowych okolic Potoczka udział ten jest stały (blisko wartości 0,150‰). Niezbyt duże zróżnicowanie udziału minerałów ciężkich wykazują także mułki piaszczyste (0,110—0,140‰). Powyższe zależności związane są prawdopodobnie z poziomami wytrąceń żelazistych, gdyż w warstwach o dużym nasileniu występowania tych poziomów obserwuje się większe wartości udziału minerałów ciężkich (ryc. 5, 6).

Skład minerałów ciężkich serii piaszczysto-pylastej charakteryzuje się dominacją granatów. Najwięcej występuje ich w piaskach pylastych okolic Potoczka (59,3‰ przezroczystych minerałów ciężkich), a najmniej w piaskach pylastych okolic Lipska-Polesie (25,6‰). W większych ilościach występuje jeszcze rutyl (11,0—22,1‰) oraz zamiennie cyrkon i turmalin. Cyrkon przeważa w piaskach okolic Lipska-Polesie oraz Potoczka (północno-wschodnia część Roztocza Tomaszowskiego), turmalin w okolicach Majdanu Małego oraz Stanisławowa (południowo-zachodnia część Roztocza Tomaszowskiego). To przestrzenne zróżnicowanie związane jest z domieszką materiału trzeciorzędowego, który charakteryzuje się dużym udziałem turmalinu.

Podobne stosunki ilościowe pomiędzy ziarnami przezroczystych minerałów ciężkich (wyrazna przewaga ziarn granatu) są charakterystyczne dla piasków czwartorzędowych o różnej genezie, m. in. dla: piasków eolicznych (Trembaczowski 1949, Morawski 1966, Urbanik 1966, Wojtanowicz 1972), piasków rzecznych (Krysowska-Iwaszkiewicz 1974), piaszczystych utworów fluwioglacjalnych i glacialnych (Racinowski 1974), a także dla piasków deluwialnych Roztocza Rawskiego (Musiał 1976).

Powyższe porównanie pozwala jednoznacznie na stwierdzenie, że główną masę serii piaszczysto-pylastej tworzą ziarna piasku i pyłu pochodzące z osadów czwartorzędowych wielokrotnie przewianych i przemitych.

PIASKI RYTMICZNIE WARSTWOWANE

Seria piaszczysto-pylasta przechodzi stopniowo w piaski z domieszką pyłu poniżej 10‰. Piaski te składają się z naprzemianległych warstewek ciemniejszych (szarozółtych) oraz warstewek jaśniejszych (jasnozółtych). Rytmiczność warstwowania tworzy tu wyłącznie barwa osadu, gdyż makroskopowo poszczególne warstewki serii niewiele się różnią od siebie pod względem zawartości pyłu. Z reguły warstewki jaśniejsze

są grubsze od warstewek ciemniejszych, ale spotyka się także osady z warstewkami o jednakowej miąższości.

Interesujący jest charakter przejścia warstewki jasnej w ciemną i odwrotnie. Otóż granica pomiędzy stropem warstewki jasnej a spągiem warstewki ciemnej jest niewyraźna, jakby zamazana i nierówna. Inaczej wygląda granica pomiędzy stropem warstewki ciemnej a spągiem warstewki jasnej: ma ona charakter wyraźny i równy.

Rozprzestrzenienie piasków rytmicznie warstwowanych jest równie duże jak serii piaszczysto-pylastej, z tym że piaski te występują przeważnie blisko dużych obniżen dolinnych wypełnionych starszymi piaskami czwartorzędowymi. Sugeruje to związek genetyczny piasków stokowych z piaskami rzecznyymi.

Miąższość piasków rytmicznie warstwowanych jest zróżnicowana. Waha się ona od 1,5 m na niektórych stokach ostańcowych garbów do przeszło 12 m w szerokiej, suchej dolinie okolic Szozd. W stropie serii piasków występują dwie gleby: współczesna gleba bielkowa lub brunatna oraz niżej leżąca, kopalna gleba typu Usselo (ryc. 5). Gleba współczesna występuje we wszystkich badanych profilach, natomiast glebę typu Usselo, wykształconą przeważnie w postaci girlandowo wygiętych poziomów żelazistych, spotyka się tylko w pewnych charakterystycznych miejscach, a mianowicie na łagodnych zboczach asymetrycznych dolin oraz w suchych dolinach, które sąsiadują bezpośrednio z polami wydymowymi. Ta lokalizacja gleby Usselo skłania do wniosku, że tworzyła się ona w specyficznych warunkach, które związane były z procesami eolicznymi lub niveo-eolicznymi. Hipotezę tę potwierdza fakt liczego znajdowania gleby Usselo w formach pochodzenia eolicznego (Manikowska 1969, Prusinkiewicz 1969). W niektórych rejonach Rostocza Tomaszowskiego strop piasków rytmicznie warstwowanych wykazuje oznaki zwydmienia. Przykładem może być asymetryczna dolina okolic Lipska-Polesie czy też sucha dolina okolic Jezierni.

Powyższe fakty skłaniają do wniosku, że omawiana seria piasków tworzyła się przed ostatnią fazą wydymotwórczą, którą w sąsiednich regionach przeważnie datuje się na młodszy dryas (Wojtanowicz 1968).

W piaskach rytmicznie warstwowanych, podobnie jak w piaskach serii piaszczysto-pylastej, dominuje frakcja 0,25—0,12 mm. Tylko w niektórych warstwach większy udział mają piaski średnioziarniste (0,5—0,25 mm). Wartości statystycznego współczynnika „ M_z ” (w mm) wskazują, że najgrubsze ziarna tej serii występują na południowym zachodzie od wododzielnego grzbietu Rostocza Tomaszowskiego (okolice Szozd — $M_z=0,22—0,28$ mm, okolice Górnika i Stanisławowa — $M_z=0,15—$

0,32 mm oraz w okolicach Jezierni — $M_1=0,22-0,29$ mm). Na pozostałym obszarze Roztocza Tomaszowskiego średnia średnica ziarn M_2 (w mm) waha się od 0,18 mm do 0,27 mm. To przestrzenne zróżnicowanie wielkości ziarn związane jest z domieszką gruboziarnistego materiału trzeciorzędowego oraz materiału piaszczystego zwietrzelin skał kredowych.

Wysortowanie piasków rytmicznie warstwowanych jest umiarkowane, przy czym spotyka się także warstwy o wysortowaniu dobrym. Skośność rozkładu uziarnienia jest podobna jak dla piasków zalegających północno-wschodnie rejony Roztocza Tomaszowskiego; krzywa rozkładu uziarnienia ma kształt w przybliżeniu symetryczny, a także często skośny dodatnio. Na pozostałym obszarze Roztocza Tomaszowskiego skośność rozkładu uziarnienia jest bardzo zróżnicowana, co można wytłumaczyć zasilaniem piasków stokowych zarówno materiałem czwartorzędowym, jak i trzeciorzędowym oraz zwietrzelinami skał kredowych.

Piaski rytmicznie warstwowane mają rozkład uziarnienia mezokurtyczny oraz leptokurtyczny, tylko w okolicy Tomaszowa Lubelskiego kurtoza jest zróżnicowana.

Ziarna kwarcu piasków rytmicznie warstwowanych są nieco lepiej obtoczone od ziaren kwarcu wszystkich facji serii piaszczysto-pylastej, na co wskazują wartości współczynnika obtoczenia „R”, które wahają się od 1,22 do 3,17. Ta różnica w obtoczeniu ziarn kwarcu może być podstawą do sformułowania wniosku, że podczas tworzenia się piasków rytmicznie warstwowanych działalność eoliczna miała większe znaczenie niż w okresie tworzenia się serii piaszczysto-pylastej.

Najlepiej obtoczone ziarna piasków rytmicznie warstwowanych występują w okolicach Lipska-Polesie, Potoczka oraz Malinówki, a więc w pobliżu dużych płątów lessu, co może sugerować zazębienie się procesów stokowych z procesami eolicznymi. Stopień zmatowienia ziarn kwarcu ($M=1,22-1,86$) jest mniejszy od stopnia obróbki, ale jednocześnie większy od stopnia zmatowienia ziarn serii piaszczysto-pylastej.

Wartości procentowego udziału minerałów ciężkich dla piasków rytmicznie warstwowanych są tak samo zróżnicowane, jak i dla serii piaszczysto-pylastej. Wahają się one od 0,095% do 0,345%, oscylując wokół 0,200%. Zróżnicowanie to ma zapewne taką samą genezę jak i w niższej serii.

Interesująco przedstawia się skład minerałów ciężkich piasków rytmicznie warstwowanych, który jest zróżnicowany w zależności od rejonu Roztocza Tomaszowskiego. W południowo-zachodniej części Roztocza Tomaszowskiego udział granatów przyjmuje maksymalne wartości ze wszystkich badanych próbek (53,5—59,2%), a w okolicy Majdanu Ma-

łego najliczniejszymi minerałami, obok granatu i rutilu, są staurolit oraz piroksen. Inaczej wyglądają stosunki ilościowe pomiędzy minerałami w piaskach leżących blisko płątów lessu (okolice Lipska-Polesie oraz Suchowoli). Udział granatów osiąga tam niezbyt duże, chociaż jeszcze dominujące, wartości (30—40%), natomiast stosunkowo liczne są takie minerały, jak: rutil, cyrkon oraz turmalin.

Przestrzenne zróżnicowanie składu mineralnego piasków wskazuje na dwa procesy, a mianowicie: na duży stopień zwietrzenia osadów czwartorzędowych w północno-wschodniej, lessowej części Roztocza Tomaszowskiego, w których dominują minerały najbardziej odporne na wietrzenie oraz na zasilanie utworów stokowych południowo-zachodniej części Roztocza Tomaszowskiego ciągle świeżym materiałem zwietrzelnym skał kredowych i trzeciorzędowych.

Pomimo przestrzennego zróżnicowania skład mineralny piasków rytmicznie warstwowanych jest podobny do składu minerałów ciężkich piasków serii piaszczysto-pylastej. Świadczy to, że obie plejstocenijskie serie piaszczystych utworów stokowych tworzyły się przede wszystkim z materiału czwartorzędowego.

HOLOCENSKIE UTWORY STOKOWE

Na serii piasków rytmicznie warstwowanych lub też bezpośrednio na serii piaszczysto-pylastej występują holocenijskie utwory stokowe leżące najczęściej w dnach erozyjnych form holocenijskich oraz w suchych dolinach o dość stromych zboczach. Utwory te mają niewielką miąższość (0,5—2 m) i składają się przede wszystkim z piasków, piasków pylastych oraz mułków piaszczystych o warstwowaniu równoległym. Często spotyka się też utwory bezstrukturalne, objęte przez współczesne procesy glebowe.

Holocenijskie utwory stokowe trudno jest dokładnie datować ze względu na bardzo rzadkie występowanie w nich gleb kopalnych. Gleby subfossylne znaleziono tylko w dwóch przypadkach, a mianowicie: w asymetrycznej dolinie okolic Jacni (ryc. 2) oraz w suchej dolinie okolic Tymina.

Uziarnienie holocenijskich utworów stokowych jest podobne do uziarnienia porównywalnych facji serii piaszczysto-pylastej oraz do piasków rytmicznie warstwowanych. Jest to zrozumiałe, gdyż najmłodsze utwory stokowe tworzyły się (a nawet i współcześnie powstają) kosztem górnych partii dwóch starszych pokryw stokowych.

PIONOWE I PRZESTRZENNE ZRÓZNICOWANIE CECH LITOLOGICZNYCH
PIASZCZYSTYCH UTWORÓW STOKOWYCH

Wyodrębnione serie stokowych utworów piaszczystych różnią się od siebie zarówno specyficznym rozmieszczeniem w stosunku do rzeźby terenu, miąższości, jak i cechami litologicznymi. Seria piaszczysto-pylasta występuje najczęściej w pobliżu pól lessu zalegając na łagodnych zboczach suchych dolin i tworząc najbardziej miękkie pokrywy piaszczystych utworów stokowych. Występowanie serii piasków rytmicznie warstwowanych związane jest natomiast z sąsiedztwem dużych obniżów dolinnych wypełnionych osadami piaszczystymi. Specyficzne występowanie mają także deluwia holoceniowe, gdyż spotyka się je w dnach dolin o stosunkowo stromych zboczach.

Tab. 1. Pionowe i przestrzenne zróżnicowanie
Vertical and surface variation of lithologic

| Północno-wschodnia część Rostocza Tomaszowskiego | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Serie i facje piaszczystych utworów stokowych | | M_z (w mm) | Wysortowanie | Skośność krzywej uziarnienia | Współczynnik obtoczenia ziarn „R” | Udział minerałów ciężkich (%) |
| Deluwia holoceniowe | piaski | 0,25 | umiarkowane | symetryczna | — | — |
| | piaski pylaste | 0,18 | słabe | bardzo dodatnia | — | — |
| | mułki piaszczyste | 0,06—0,05 | umiarkowane i słabe | symetryczna i dodatnia | 1,06 | 0,021 |
| Seria piasków rytmicznie warstwowanych | | 0,32—0,19 | umiarkowane | symetryczna i dodatnia | 1,63—3,17 | 0,095—0,439 |
| Seria piaszczysto-pylasta | piaski | 0,29—0,17 | umiarkowane, sporadycznie dobre | symetryczna i dodatnia | 1,27—2,17 | 0,055—0,250 |
| | piaski pylaste | 0,17—0,09 | słabe | dodatnia i bardzo dodatnia | 1,21—1,86 | 0,070—0,299 |
| | mułki piaszczyste | 0,06—0,02 | słabe | dodatnia, sporadycznie ujemna | 1,06—1,63 | 0,110—0,130 |

Stosunkowo największe różnice w cechach litologicznych występują pomiędzy serią piaszczysto-pylastą a serią piasków rytmicznie warstwowych (tab. 1). Ta ostatnia seria jest bardziej jednorodna, jeśli chodzi o zawartość pyłu w przekroju pionowym; rytmikę warstwowania tworzy w niej barwa osadu, a nie zróżnicowanie uziarnienia; w obrębie tej serii występuje więcej warstw dobrze wysortowanych piasków, a także stosunkowo liczne są warstwy piasku o krzywej uziarnienia z ujemną skośnością, co jest rzadkością w serii piaszczysto-pylastej. Fakty te świadczą o odmiennych warunkach transportu i depozycji materiału klastycznego w czasie tworzenia porównywanych serii.

Zróżnicowanie cech litologicznych stokowych utworów piaszczystych zaznacza się nie tylko w przekroju pionowym, ale także i przestrzennie. Na południowy zachód od wododzielnego grzbietu Roztocza Tomaszow-

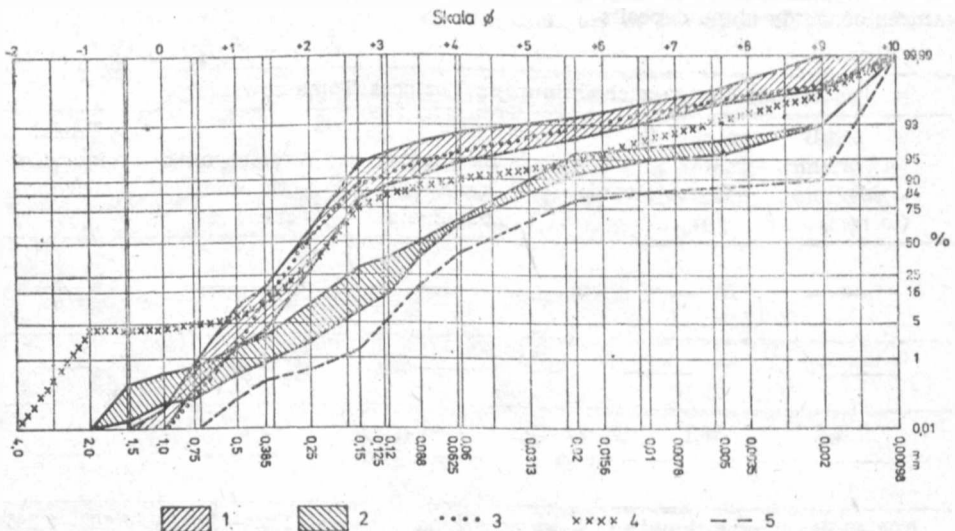
cech litologicznych piaszczystych utworów stokowych
features of sandy slope deposits

Południowo-zachodnia część Roztocza Tomaszowskiego

| M_z (w mm) | Wysortowanie | Skośność krzywej uziarnienia | Współczynnik obtroczenia ziarn „R” | Udział minerałów ciężkich (%) |
|-----------------|--------------------------------------|--|--|--|
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — |
| 0,28—0,18 | umiarkowane, spordycznie dobre | symetryczna oraz ujemna | 1,22—1,70 | 0,102—0,345 |
| — | — | — | — | — |
| 0,16—0,14 | słabe | bardzo dodatnia | 1,56—1,86 | 0,124 |
| 0,06—0,02 | bardzo słabe | dodatnia, spora- dycznie bardzo dodatnia | 1,43 | 0,140 |

skiego badane utwory mają grubsze ziarno, bardziej zróżnicowaną skłonność krzywej uziarnienia, nieco słabsze obtoczenie ziarn kwarcu oraz nieco odmienny skład minerałów ciężkich w stosunku do utworów stokowych występujących w północno-wschodniej, „lessowej” części Roztocza Tomaszowskiego. To przestrzenne zróżnicowanie cech litologicznych stokowych utworów piaszczystych związane jest zapewne z zasilaniem utworów stokowych południowo-zachodniej części Roztocza Tomaszowskiego z kilku źródeł (tj. piaski rzeczne, residualne piaski wierzchowinowe, piaski trzeciorzędowe oraz piaszczyste zwietrzeliny skał trzeciorzędowych i kredowych) oraz z silnymi procesami eolicznymi i niveo-eolicznymi w północno-wschodniej części Roztocza Tomaszowskiego.

Pod względem uziarnienia piaszczyste utwory stokowe najbardziej są podobne do piasków rzecznych, w mniejszym stopniu natomiast do piasków trzeciorzędowych oraz piasków rezidualnych (ryc. 8).



Ryc. 8. Uziarnienie piaszczystych utworów stokowych, piasków rzecznych, piasków residualnych z otoczkami oraz glaukonitowych piasków pylastych okolic Szarowoli; 1 — pole zmienności krzywych kumulacyjnych piasków stokowych, 2 — pole zmienności pylastych piasków stokowych, 3 — krzywa kumulacyjna piasków terasy nadzalewowej Wieprza, 4 — krzywa kumulacyjna piasków residualnych z otoczkami, 5 — krzywa kumulacyjna glaukonitowych piasków pylastych
Grain size of sandy slope deposits fluvial sands, residual sands with pebbles and glauconite silty, sands of the Szarowola area; 1 — variability field of cumulative curves of slope sands, 2 — variability field of silty slope deposits, 3 — cumulative curve of sands of the suprainundation terrace of the Wieprz River, 4 — cumulative curve of residual sands with pebbles, 5 — cumulative curve of glauconite silty sands

POZYCJA STRATYGRAFICZNA PIASZCZYSTYCH UTWORÓW STOKOWYCH

Kluczowe znaczenie dla ustalenia stratygrafii piaszczystych utworów stokowych Roztocza Tomaszowskiego ma seria piaszczysto-pylasta. Wykonane datowania warstw piasków pylastych oraz mułków piaszczystych wskazują, że seria ta tworzyła się w okresie największego rozprzestrzenienia lądolodu podczas ostatniego zlodowacenia (tab. 2), a więc od schyłku interfazy denekamp do końca fazy pomorskiej włącznie (29—12 tys. lat BP).

Pozycję stratygraficzną serii piasków rytmicznie warstwowanych określa podścielająca ją seria piaszczysto-pylasta oraz występująca w stropie gleba kopalna typu Usselo, którą w innych regionach Polski zalicza się do interfazy alleröd (Manikowska 1969). W związku z tym tworzenie się tej serii należy ustalić na schyłek fazy pomorskiej, interfazę bölling oraz na starszy dryas. Podobnie oceniają wiek piasków rytmicznie warstwowanych Pożaryski (1953), Klatkova (1965), Churska (1966), Rotnicki (1966) oraz Maruszczak (1968).

Piaski, piaski pylaste oraz mułki piaszczyste, leżące nad glebą allerödzką i objęte całkowicie przez holoceną glebę bielicową lub brunatną, powstawały prawdopodobnie od końca interfazy alleröd do początku holocenu. Holocenские deluwia piaszczyste wraz z podścielającą je glebą subsosyną należałoby już zaliczyć do okresu subatlantyckiego.

Mniej jednoznaczna jest pozycja stratygraficzna utworów zalegających pod serią piaszczysto-pylastą. Mułki przechodzące stopniowo w serię piaszczysto-pylastą tworzyły się w okresie poprzedzającym fazę leszczyńską, a więc prawdopodobnie od interstadiału hengelo do interstadiału denekamp. Być może, że osady te powstawały też wcześniej. Mułki z erozyjnym stropem osadzały się prawdopodobnie między interstadiąłem odderade a interstadiąłem hengelo. Pozycja ta jest jednak niepewna ze względu na brak w tych osadach gleb kopalnych.

Niepewna jest także pozycja stratygraficzna mułków ilastych (glin pylastych) leżących w spągu utworów stokowych. Występowanie tych utworów w pobliżu pól lessu może wskazywać, że są to szczątki lessów ze starszych zlodowaceń przemieszczonych soliflukcyjnie i przez spłukiwanie podczas zlodowacenia środkowopolskiego lub we wczesnych fazach vistulianu.

Jeśli chodzi o okres powstawania gruzu skał kredowych i trzeciorzędowych, to autor skłonny jest ten proces umiejscowić w chłodnych i suchych stadiach vistulianu, poprzedzających stadią główny tego zlodowacenia.

Tab. 2. Fazy rozwoju piaszczystych utworów stokowych Roztocza Tomaszowskiego
 Evolution phases of sandy slope deposits of the Tomaszów Roztocze

| Tys. lat BP | Fazy | | | | Struktury peryglaicyjne, sedymantacyjne i postsedymantacyjne |
|----------------|--------------|---|---------------------------------------|--|---|
| | Stratygrafia | Serie piaszczystych utworów stokowych | Gleby piaszczystych utworów stokowych | Procesy akumulacji lessu (wg H. Marusz- czaka 1982) | |
| 1 | | Deluwia piaszczyste i piaszczysto-pylaste | Gleba subfosiłna | Splukiwanie | Warstwowanie równoległe, poziome |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | Holocen | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | Erozja w dnach dolin |
| 11 | Alleröd | Plaski rytmiczne warstwowane | Gleba typu Usselo | Procesy wydymotwórcze. Erozja w dnach dolin. | Warstwowanie równoległe oraz faliste. Poziomy wytrąceń żelazistych |
| 12 | Bölling | | | Silne procesy niveo-eoliczne połączone ze splukiwaniem | |
| 13 | | | | | |

Gleba bielcowa
lub brunatna

LITERATURA

- Buraczyński J. 1969, Zarys geomorfologii Roztocza Zachodniego (rés. Essai géomorphologique du Roztocze Occidental). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, sectio B, vol. XXII, Lublin, ss. 77—123.
- Buraczyński J. 1970, Typy dolin Roztocza Zachodniego (rés. Types de vallées du Roztocze Occidental). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, sectio B, vol. XXIII, Lublin, ss. 47—86.
- Buraczyński J., Wojtanowicz J. 1975, Nowe profile lessowe Grzędy Sokalskiej (sum. New loess profiles on the Sokal Range). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, sectio B, vol. XXVIII, Lublin, ss. 1—32.
- Churska Z. 1966, Późnoglacialne formy denudacyjne na zboczach pradoliny Noteci—Warty i doliny Drwęcy (sum. The late glacial denudative land forms occurring on the slopes of the Noteć—Warta icemarginal streamway and the Drwęca Valley). *Studia Soc. Sc. Tor.*, sectio C, vol. VI, nr 1, Toruń.
- Folk R. L., Ward W. C. 1957, Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sedim. Petrol.* vol. 27, nr 1, Tulsa, ss. 3—26.
- Jahn A. 1952, Materiały do geologii czwartorzędu północnej części arkusza 1:300 000 Zamość (sum. Materials to the Quaternary geology of the Northern part of the map sheet 1:300 000 Zamość). *PIG Biul.* 66, Z badań czwartorzędu w Polsce, t. 2, Warszawa, ss. 407—470.
- Jahn A. 1956, Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd (sum. Geomorphology and quaternary history of Lublin Plateau). *PAN, Inst. Geogr., Prace Geogr.*, nr 7, Warszawa.
- Klatkova H. 1965, Niecki i doliny denudacyjne w okolicach Łodzi (rés. Vallons en berceau et vallées seches aux environs de Łódź). *Acta Geogr. Lodz.*, 19, Łódź.
- Krysowska-Iwaszkiewicz M. 1974, Studium mineralogiczno-petrograficzne kenozoicznych osadów lądowych Wyżyny Krakowskiej. *Kom. Nauk Mineral. PAN, Prace Mineral.*, nr 35, Kraków.
- Manikowska B. 1969, Gleba z interstadialu Alleröd na tle układu stratygraficznego utworów fazy zstępującej Würmu w okolicach Łodzi (sum. Fossil soil from Alleröd Interstadial on background of deposits of waning phase of the Würm in Łódź Region). W: *Procesy i formy wydmowe w Polsce. Prace Geogr. IG PAN*, nr 75, Warszawa, ss. 289—326.
- Maruszczak H. 1968, Procesy denudacyjne w późnym glacie i holocenie w świetle badań suchych dolin w Polsce (sum. Denudation processes in the late glacial and Holocene as revealed by the investigation of dry valleys in Poland). *Folia Quaternaria*, 29, Kraków, ss. 79—87.
- Maruszczak H., Wilgat T. 1956, Rzeźba strefy krawędziowej Roztocza Środkowego (rés. Le relief de la zone lisière du Roztocze Central). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska*, sectio B, vol. X, Lublin, ss. 1—107.
- Maruszczak H., Wieliczko A. A., Morozowa T. D., Chałczywa T. A., Gubonina Z. P., Gurtowaja E. E., Nieczajew W. P. 1982, Paleogeograficzna analiza młodoplejstocenijskich zjawisk periglacialnych w Polsce i europejskiej części ZSRR (sum. Paleogeographical analysis of young pleistocene periglacial phenomena in Poland and the European part of the USSR). *Przegl. Geogr.*, t. LIV, Warszawa, ss. 23—48.
- Morawski J. 1956, Metoda badania morfologii ziarn piasku za pomocą powiększalnika fotograficznego (sum. Morphological analysis of sand grains by

- a photographic enlarger). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. X, Lublin, ss. 199—221.
- Morawski J. 1959, Deluwia piaszczyste z działu wodnego Wyżnicy i Podlipia. *Przegl. Geol.*, R. 7, nr 5, Warszawa, ss. 207—209.
- Morawski J. 1966, Charakterystyka mineralogiczna piasków wydmowych Wyżyny Lubelskiej (sum. Mineralogical characteristics of aeolian sands of the Lublin Upland). *Kwart. Geol.*, t. 10, nr 2, Warszawa, ss. 497—506.
- Musiał T. 1976, Występowanie i własności piasków miocenijskich południowego Roztocza oraz możliwość ich gospodarczego wykorzystania (sum. Occurrence and properties of the miocene sands of the southern Roztocze area and the feasibility of their economic utilization). *Biul. Inst. Geol.*, nr 292, Z badań Złóż Surowców Skalnych w Polsce, t. VIII, Warszawa, ss. 61—147.
- Pokaryski W. 1953, Plejstocen w przełomie Wisły przez Wyżyny Południowe (sum. The Pleistocene in the Vistula gap across the Southern Uplands). *Prace Inst. Geol.*, t. XI, Warszawa.
- Prusinkiewicz Z. 1969, Gleby wydm śródlądowych w Polsce (sum. The soils of inland dunes in Poland). W: *Procesy i formy wydmowe w Polsce*. *Prace Geogr. IG PAN*, nr 75, Warszawa, ss. 117—144.
- Racinowski R. 1974, Dynamika środowiska sedymentacyjnego strefy brzo-owej Pomorza Zachodniego w świetle badań minerałów ciężkich i uziarnienia osadów (sum. Dynamics of the sedimentary environment of West Pomerania coastal zone in the light of heavy minerals and grain size distribution research). *Prace Nauk. Polit. Szczec.*, nr 4, *Inst. Inż. Wodn.*, nr 1, Szczecin.
- Rotnicki K. 1966, Rzeźba Wzgórz Ostrzeszowskich jako rezultat rozwoju stoku podczas Würmu. *Pozn. TPN*, *Wydz. Mat.-Przyr.*, *Prace Kom. Geogr.-Geol.*, t. 7, nr 5, Poznań.
- Stochlak J. 1978, Struktury i tekstury młodoplejstocenijskich osadów deluwialnych (sum. Textures and structures of deluvial deposits). *Biul. Inst. Geol.*, nr 306, Z badań czwartorzędu w Polsce, T. XXI, Warszawa, ss. 115—174.
- Trembaczowski J. 1949, Próba wyjaśnienia pochodzenia piasków plaży i wydm w Puławach (sum. Origin of beach- and dune-sands in Puławy). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. III, Lublin, ss. 67—78.
- Urbaniak U. 1966, Skład mineralny piasków wydmowych w Kotlinie Płockiej (sum. Mineral compositions of dune sands from the Płock Basin). *Przegl. Geogr.*, t. XXXVIII, Warszawa, ss. 435—453.
- Wojtanowicz J. 1968, Wydmy międzyrzecza Sanu i Łęgu (sum. The dunes of the area between the San and Łęg Rivers). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XX, Lublin, ss. 89—124.
- Wojtanowicz J. 1972, Wydmy Niziny Sandomierskiej w świetle badań granulometrycznych (rés. Les dunes du Bassin de Sandomierz à la lumière de l'examen granulométrique). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XXV, Lublin, ss. 1—50.
- Wojtanowicz J., Buraczyński J. 1978, Materiały do chronologii bezwzględnej lessów Grzędy Sokalskiej (sum. Materials to the absolute chronology of the loesses of Grzęda Sokalska). *Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XXX/XXXI, Lublin, ss. 37—54.

РЕЗЮМЕ

На Томашовском Розточе значительно распространены песчаные отложения (пески, пылеватые пески и песчаные наилки). Эти отложения покрывают дно сухих долин, тектонические и аккумуляционные краевые уступы, а также нижние части склонов останцев горбов.

Синтетический профиль песчаных делювиальных отложений состоит из четырех серий; расположенных ниже всех песчанисто-пылеватых, ритмично-слоистых песков и двух более молодых серий с различным гранулометрическим составом, разделенных субфоссильной почвой.

Песчанисто-пылеватую серию составляют слои и прослойки пылеватых песков, а также песчаные наилки. Эти отложения — параллельно слоистые, горизонтальные, а также неправильно волнообразные. Спорадически встречаются постседиментационные и морозобойные структуры, такие как: мелкие сбросы, псевдоморфозы ледяных клиньев, щели с минеральным выполнением и т. п. Гранулярный состав этой серии дифференцирован в зависимости от фации осадков. В песках и в пылеватых песках преобладают зерна диаметром 0,25—0,15 мм, а в песчаных наилках преобладает фракция 0,06—0,02 мм. Сортировка песков умеренная, а пылеватые пески и песчаные наилки указывают обычно слабую сортировку. Из трех исследованных фаций делювия относительно хорошо окатанными являются кварцевые зерна песков с небольшой примесью пыли, а наименее окатанными — зерна кварца песков, входящих в состав песчаных наилок. Состав тяжелых минералов, отличающихся преобладанием гранатов указывает, что эта серия образовалась главным образом из обломочного материала четвертичного происхождения.

Ритмично-слоистые пески, залегающие над песчанисто-пылеватой серией, составлены попеременно лежащими светлыми и темными прослойками. Серия этих песков обычно находится близко больших долинных понижений, выполненных четвертичными речными песками. Это соседство внушает генетическую связь делювиальных песков с речными песками.

В кровле ритмично-слоистых песков существуют две ископаемые почвы: голоценовая подзолистая или бурая почва и ниже залегающая, ископаемая почва типа Уссело. Эта почва встречается в песках, лежащих на пологих склонах асимметрических долин, а также близко дюн — это внушает мысль о связи ископаемой почвы с золовыми и нивеозоловыми процессами.

Ритмично-слоистые пески отличаются, в смысле литологических черт, от песков песчанисто-пылеватой серии. Они имеют отчетливо меньше пыли и несколько лучше окатаны.

Голоценовые делювиальные отложения (пески, пылеватые пески, песчаные наилки) не распространены широко, так как встречаются лишь в днищах молодых эрозионных форм и близко относительно крутых склонов. Гранулярный состав этих отложений соответствует составу двух более древних серий песчаных склоновых отложений. Это понятно, так как голоценовые склоновые покровы образовались и образуются ныне за счет плейстоценовых покровов.

Кроме отчетливых различий литологических черт в вертикальном разрезе песчаных склоновых отложений намечается также пространственная дифференциация этих черт. На юго-запад от водораздела хребта Томашовского Розточа исследованные отложения являются более крупнозернистыми, имеют более сложную кривую зернистости, несколько слабее окатанные зерна

кварца и несколько отличающийся состав тяжелых минералов по сравнению с делювием, расположенным по северо-восточной стороне („лессовой“) Томашовского Розточа.

Датировка избранных слоев песчанисто-пылеватой серии, а также констатирование существования ископаемой почвы из аллерода позволили определить стратиграфическую позицию отдельных песчаных серий склоновых отложений. И так: песчанисто-пылеватая серия образовалась начиная от конца межстадиала Денекамп до конца поморской фазы (29—12 тыс. лет), пески ритмически-слоистые аккумуляровались начиная от конца поморской фазы до конца древнего дриасса, а пылеватые пески, охваченные голоценовой почвой, образовались, вероятно, в молодом дриассе. Голоценовые песчаные делювиальные отложения вместе с субфоссиальной почвой следует, правдоподобно, датировать уже на субатлантическое время.

SUMMARY

Sandy slope deposits (sands, silty sands and sandy silts) occupy a vast area in the Tomaszów Roztocze. They cover the dry valley floors, tectonic and depositional edges as well as lower slope fragments of monadnock elevations.

A synthetic sequence of sandy slope deposits is composed of four series: the lowermost sandy-silty sediments, sands with rhythmic bedding and two younger series with a varying grain size and separated by a subfossil soil.

The sandy-silty series contains layers and laminae of sands, silty sands and sandy silts. These deposits have parallel, horizontal and wavy irregular stratification. There are also rare postsedimentary and frost structures as: fine faults, frost wedge infillings, fissures with mineral infilling, etc. Grain size variation of this series depends on a sediment facies. Sands and silty sands are predominated by grains with a diameter of 0.25—0.15 mm whereas in sandy silts the fraction 0.06—0.02 mm prevails. Sands are medium sorted but silty sands and sandy silts are mainly poorly or seldom even very poorly sorted. Amidst the three analyzed facies of slope deposits the quartz grains of sands with a small admixture of silt are relatively best rounded while the quartz grains of sands that constitute an admixture of sandy silts are most poorly rounded. A composition of heavy minerals (with predominant garnets) proves that this series has mainly developed from the Quaternary clastics.

Rhythmically bedded sands that overlie the sandy-silty series, are composed of alternate darker and lighter laminae. This series is mainly noted near large valleys with Quaternary alluvial sands. This coexistence suggests a genetic connection of slope and fluvial sands.

The rhythmically stratified sands are capped by two soils: the Holocene podsol or brown soil and the underlying palaeosol of the Usselo type. The latter is mainly noted within sands that cover gentle slopes of asymmetric valleys and near dune fields; thus, this soil is supposed to be connected with aeolian and niveo-aeolian processes.

Lithology of rhythmically stratified sands is slightly different from the one of the sandy-silty series. They possess a distinctly smaller admixture of silts and the grains are better rounded.

The Holocene slope deposits (sands, silty sands and sandy silts) occupy a small area as they are noted only at floors of fresh erosive incisions and close

to relatively steep slopes. A grain size composition of these deposits is similar to equivalent facies of both older and slope series. It seems understandable as the Holocene slope covers developed and develop from the Pleistocene ones.

But distinct lithologic differences in the vertical section of slope deposits, these features are also varying in separate sites. To the southwest of the watershed of the Tomaszów Roztocze, the examined deposits posse larger grain sizes and more diversified skewness of the grain size curve. Quartz grains are not so well rounded and a heavy mineral composition is slightly different from that the slope deposits in the northeastern "loessy" part of the Tomaszów Roztocze.

A stratigraphic position of individual sandy series of slope deposits was found on the basis of datings of some layers of the sandy-silty series and the noted Alleröd palaeosol. Thus, the sandy-silty series has been formed since the end of the Denekamp Interstadial (29.000—12.000 years BP), the rhytmically bedded sands since the end of the Pomeranian Stage until the end of the Older Dryas, whereas sands and silty sands with the superimposed Holocene soil were probably deposited during the Younger Dryas. The Holocene sandy deluvia with subfossil soil should be probably referred to the Subatlantic Period.