

## ZRÓŻNICOWANIE LITOLOGICZNE MAD W WYBRANYCH ODCINKACH DOLINY WISŁY

UKD 624.131.22:624.131.482.1:552.08:551.312.3:627.152.153'157(282.243.61.046+San)

W trakcie badań prowadzonych nad pełną charakterystyką fizyczno-mechanicznych i mineralogicznych własności utworów powodziowych (mad) na obszarze Polski stwierdzono duże zróżnicowanie tych własności\*. Zróżnicowanie to wynika z działania wielu nakładających się czynników zarówno sedymentacyjnych, jak i postsedymentacyjnych, przy czym za główny czynnik kształtujący fizyczno-mechaniczne własności mad uznano ich litologię.

Spośród wielu czynników wpływających na zmienność litologii mad wyróżniono trzy podstawowe (1, 2, 5, 6):

1) sposób rozwinięcia doliny rzecznej, przejawiający się w powstawaniu różnych typów morfogenetycznych odcinków tych dolin,

2) sposób rozwinięcia koryta rzeki, z czym wiąże się litologiczne wykształcenie form aluwialnych, wyrażające się w występowaniu dwóch podstawowych serii utworów madowych,

3) charakter geologiczno-litologiczny terenów alimentacyjnych poszczególnych odcinków doliny rzecznej. Jest to

więc czynnik różnicujący litologię osadów madowych w konkretnym typie genetycznym doliny.

W celu przesłedenia litologii utworów madowych w dolinie Wisły wybrano kilka profilów związanych z odcinkami doliny uznanymi przez E. Falkowskiego (2) za odcinki dolin dojrzałych, swobodnych, a więc charakteryzującymi się jednakowym typem morfogenetycznym (czynnik 1). Są to: profile związane z przełomowym odcinkiem Wisły w Fordonie i Nowem, profile okolic Warszawy oraz profile w Basonii i Piotrowicach k. Zawichostu. W celach porównawczych przebadano profile w okolicach Leżajska w środkowej części doliny Sanu.

W większości przebadanych profilów mad osadzonych w dolinach rzek stwierdzono występowanie dwóch serii tych utworów o odmiennej litologii, oddzielonych od siebie na ogół warstwą piasku lub, rzadziej, gleby kopalnej. Ich łączna, stwierdzona miąższość wynosi ok. 5 m. Leżą one zawsze na utworach piaszczystych facji korytovej. Występowanie tych serii jest związane ze sposobem rozwinięcia koryta rzeki (czynnik 2). Wyróżniono: serię I — mady gliniaste i serię II — mady piaszczysto-pylaste. Mady serii I uznano za holocenijskie mady rzeczne facji powodziowej

\* Badania te prowadzono częściowo na zlecenie Instytutu Techniki Budowlanej w ramach problemu resortowego r-503.

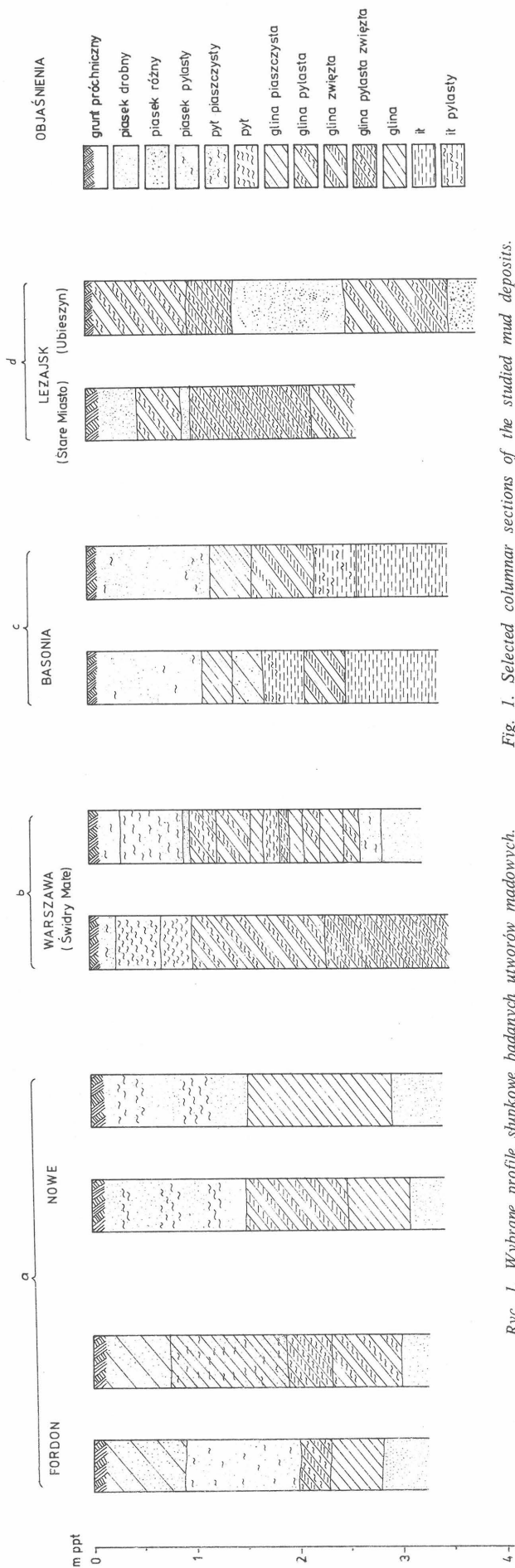


Fig. 1. Selected columnar sections of the studied mud deposits.

Ryc. 1. Wybrane profile słupkowe badanych utworów madowych.

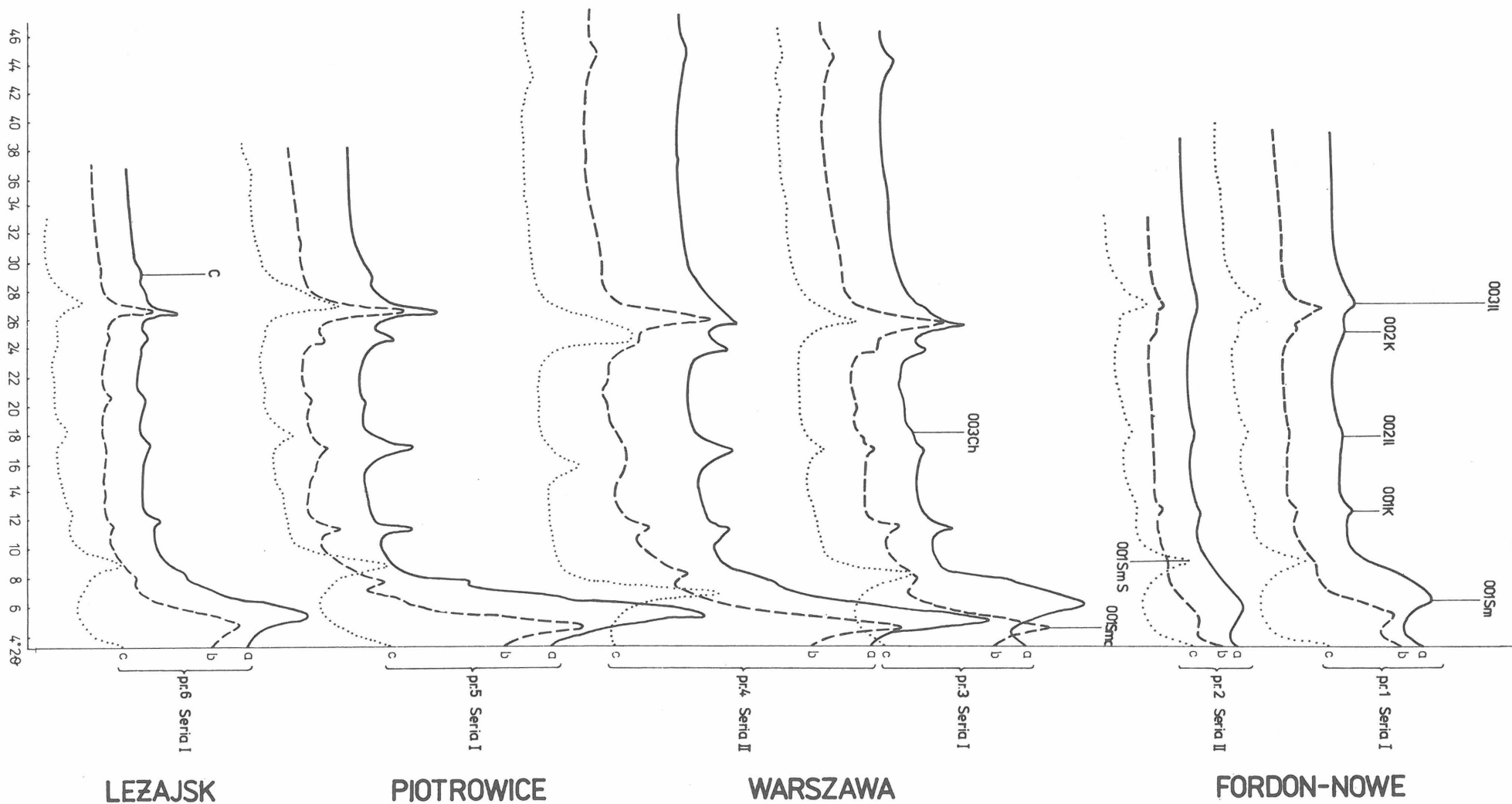
rzeki meandrującej, a mady serii II – za mady współczesne rzeki dzikiej, tj. roztokowej (2).

Profile w okolicach Fordonu i Nowego (ryc. 1a) charakteryzują się obiema seriami mad miąższości do 3 m. Mady serii I (ok. 1 m w Fordonie i ok. 1,5 m w Nowem) są wykształcone jako gliny, gliny pylaste lub gliny zwięzłe o barwie szarobrazowej, żółtoszarej. Są one wilgotne, na ogół plastyczne. Mady serii II (miąższość w Fordonie ok. 2,0 m i w Nowem ok. 1,5 m) są wykształcone w postaci piasków gliniastych, niekiedy glin barwy szarej, żółtoszarej, wilgotnych, z przewarstwieniami piasku drobnoziarnistego, jasnoszarego lub żółtoszarego.

W przebadanych profilach okolic Warszawy: w Świdrach Małych (ryc. 1b) i Burakowie wyróżniono również dwie serie mad, a w Karczewie tylko serię II. Seria I miąższości 0,80–2,00 m, występująca na piaskach facji korytovej, jest wykształcona jako glina, glina pylasta i glina pylasta zwięzła, miejscami z cienkimi warstwami (5–15 cm) piasków drobnoziarnistych. Barwa glin jest brązowoszara i szara z rdzawymi przewarstwieniami. Wilgotność od suchej na powierzchni zwietrzalej do wilgotnej, z tendencją wzrostu wraz z głębokością. Seria II miąższości 0,90–2,00 m leży na madach serii I. Jest ona wykształcona jako pył, pył piaszczysty, piasek pylasty i gliniasty oraz glina pylasta o barwie od szarobrazowej do żółtoszarej. Liczne są w tej serii przewarstwienia piasku drobnoziarnistego miąższości 10–20 cm.

Typowym przykładem doliny rzeki dojrzałej swobodnej jest odcinek Wisły w okolicach Basonii (ryc. 1c) i Piotrowic k. Zawichostu. Wyróżniono tu obie serie mad: seria I – mady gliniaste miąższości 1,4–2,0 m w Basonii i 1,4–3,5 m w Piotrowicach. Są to najczęściej gliny, gliny pylaste, gliny zwięzłe, iły pylaste i iły o barwie szaro-brązowo-żółtej lub szarobrazowej, na zwietrzalej powierzchni guzłkowate, o zróżnicowanej wilgotności, od suchej do wilgotnej. Na madach gliniastych leżą osady miąższości 0,3–0,6 m określone jako gleba kopalna, barwy czarnej, z dużą ilością części organicznych (węgle). Osady te charakteryzują się zmiennością litologii, najczęściej są to gliny pylaste zwięzłe, ale lokalnie występują gliny piaszczyste i soczewki piasku pylastego. Na glebie kopalnej lub na madach serii I leżą mady zaliczane do serii II miąższości 0,50–2,00 m. Są one wykształcone jako pyły piaszczyste, piaski pylaste i gliniaste oraz gliny piaszczyste o barwie szarej, szarobrazowej lub żółtobrazowej. Bardzo liczne są w tej serii przewarstwienia piasku drobnoziarnistego miąższości od kilku do kilkunastu centymetrów. Wilgotność tej serii jest różna, od suchej do wilgotnej.

Holocénские osady madowe przebadano również w dolinie Sanu w trzech profilach w miejscowościach: Stare Miasto, Ubieszyn (ryc. 1d) i Krzeszów. Nawiązując do badań przeprowadzonych przez A. Szumańskiego (7), mady te łączy się z osadami holocénского tarasu rędzinowego. Seria występujących tu mad jest również dwudzielna. Miąższość całej serii jest zmienna; może dochodzić do 6,0 m. Spąg serii stanowią mady gliniaste zwięzłe szare lub rdzawoszare, niekiedy z przewarstwieniami pyłu, na ogół plastyczne, wilgotne. Miąższość dolnej serii mad (wyróżnianej jako seria I w badanych odsłonięciach) wynosi 1,0–2,5 m. Część stropową kompleksu mad (seria II) stanowią mady pylaste i piaszczysto-pylaste żółtoszare, o zmiennej wilgotności oraz niskiej plastyczności i miąższości do 2,0 m. W niektórych miejscach można stwierdzić występowanie warstwy słabo wykształconej gleby kopalnej, przedzielającej obie serie mad. W niektórych profilach (Krzeszów) może występować tylko jedna z dwóch wydzielonych serii mad.

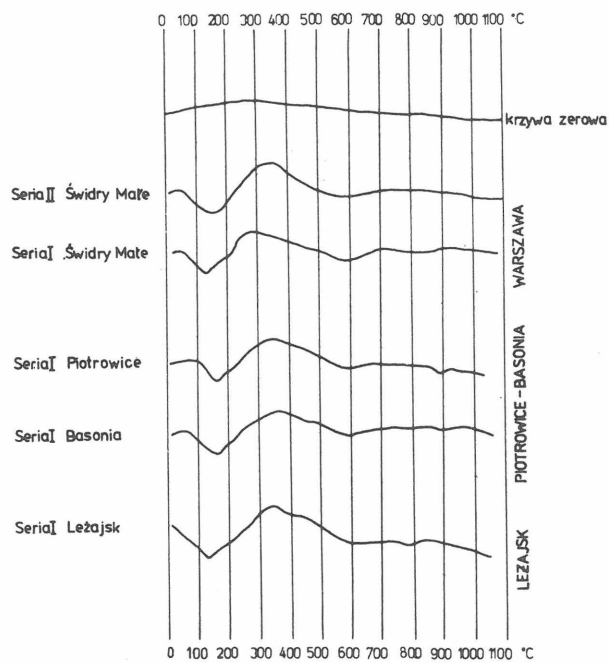


Ryc. 2. Wybrane dyfraktogramy preparatów orientowanych frakcji  $< 2 \mu\text{m}$  próbek mud z poszczególnych obszarów badawczych (seria I i II) doliny Wisły.

a – próbka surowa, b – próbka nasycona glikolem etylenowym, c – próbka prażona w temp.  $500^{\circ}\text{C}$ .  
 Sm – smektyt, Sme – kompleksy smektytu z glikolem etylenowym, Sms – smektyt skurczony, II – illit, K – Kaolinit, Ch – chloryt, C – kalcyt.

Fig. 2. Selected diffractograms of oriented aggregates of the fraction below  $2 \mu\text{m}$  from mud samples from individual studied areas (series I and II) in the Vistula River Valley

a – raw sample, b – sample saturated with ethyl glycol, c – sample heated at  $500^{\circ}\text{C}$ ;  
 basal reflections 001: Sm – smectite, Sme – complexes of smectite with ethyl glycol, Sms – collapsed smectite, II – illite, K – kaolinite, Ch – chlorite, C – calcite.



Ryc. 3. Krzywe termiczne (DTA) frakcji  $< 2 \mu\text{m}$  mad z poszczególnych obszarów badawczych doliny Wisły.

Fig. 3. Thermal curves (DTA) for the fraction below  $2 \mu\text{m}$  of muds from individual studies areas in the Vistula River Valley.

Badania mineralogiczne mad przeprowadzono za pomocą metod: rentgenostrukturalnej, termicznej różnicowej i elektronomikroskopowej. Próbkę do badań przygotowano zgodnie z metodami opisanymi w książce pt. Metody badań gruntów spoistych (4). Zbadano głównie frakcje ilowe mad. Typowe dla poszczególnych obszarów badawczych dyfraktogramy przedstawiono na ryc. 2, a wybrane derywatogramy tych frakcji – na ryc. 3.

We frakcjach ilowych próbek mad z obszaru Fordon–Nowe występuje zespół minerałów ilastych: smektyt-illit-kaolinit. Smektyt wyróżnia się złym uporządkowaniem sieci przestrzennej. Podstawowa odległość międzypłaszczyznowa  $d_{(001)}$ , wynosząca 1,36 nm, a także pęcznienie w glikolu etylenowym do wartości 1,7 nm świadczą o przewodze kationów jednowartościowych nad dwuwartościowymi, a także o domieszce fazy pęczniającej w illicie. Na domieszce fazy nieregularnie mieszano-pakietowej wskazuje zwłaszcza przesunięcie refleksu 003 smektytu w kierunku 003 illitu, a także zwiększenie się intensywności tego ostatniego w porównaniu z dyfraktogramami próbek: naturalnej i glikolowanej.

Z porównania przedstawionych na ryc. 2 dyfraktogramów i derywatogramów próbek mad z obszaru Warszawy wynika jednostajny, monotony skład mineralny frakcji ilastych. Dominującym minerałem ilastym jest smektyt, obok niego występuje illit, kaolinit oraz – w ilości bardzo podrzędnej – chloryt. Stwierdzenie obecności chlorytu obok kaolinitu nie jest jednoznaczne, ze względu na koincydencję refleksów rentgenowskich kaolinitu i chlorytu. Jednakże w większości próbek frakcji ilowych mad z obszaru Warszawy obecność chlorytu stwierdzono po obecności trzeciego rzędu ugięcia na dyfraktogramach. Główny minerał frakcji ilowych – smektyt charakteryzuje się dość dobrym uporządkowaniem sieci przestrzennej. Wartość odległości międzypłaszczyznowej  $d_{(001)}$  smektytu wykazuje wahania w różnych próbkach od około 1,36 nm do 1,55 nm. Najniższe wartości  $d_{(001)}$  obserwowano w

próbkach z serii I ze Świdrów Małych. Wartości te świadczą o przewodze kationów jednowartościowych nad dwuwartościowymi w pozycjach wymiennych smektytu. W pozostałych próbkach serii I i serii II wartości  $d_{(001)}$  smektytu od ok. 1,47 do 1,55 nm świadczą o przewodze kationów dwuwartościowych ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ). Potwierdza to charakterystyczne przegięcie krzywych termicznych w zakresie temperatur 200–250°C (3). Smektyt o kationach dwuwartościowych w pozycjach wymienionych wykazuje lepsze uporządkowanie struktur, co uwidacznia się w wyostrzonych maksimach dyfrakcyjnych pierwszego rzędu ugięcia na dyfraktogramach.

W składzie mineralnym frakcji ilowej próbek z obszaru Piotrowice–Basonia dominującym minerałem ilastym jest smektyt, występujący w zespole smektyt-illit-kaolinit. Smektyt ma przewagę kationów dwuwartościowych w pozycjach wymiennych i jego podstawowa odległość międzypłaszczyznowa  $d_{(001)}$  oscyluje w pobliżu 1,5 nm. Smektyt ten wykazuje dobre uporządkowanie struktury. Wyniki analizy rentgenostrukturalnej potwierdza wygląd krzywych termicznych – pierwszy intensywny efekt endotermiczny z charakterystycznym przegięciem w zakresie temperatur 200–250°C. O obecności illitu świadczy występowanie dość intensywnego drugiego efektu endotermicznego oraz występowanie dodatkowego efektu endotermicznego z maksimum przy ok. 900°C.

Na obszarze Leżajska analizie rentgenostrukturalnej poddano frakcje ilowe mad ze Starego Miasta oraz Ubieszyna. Z interpretacji dyfraktogramów wynika smektytowo-illitowo-kaolinitowy charakter frakcji  $< 2 \mu\text{m}$ . Smektyt w próbce ze Starego Miasta wykazuje gorzej uporządkowaną strukturę niż smektyt w próbce z Ubieszyna. Może się to wiązać z mniejszą dyspersyjnością minerału ilastego w tej ostatniej, gdzie smektyt tworzy osobniki większe, co wyraża się w „wyostrzeniu” efektu pierwszego rzędu smektytu. Odległość międzypłaszczyznowa 1,55 nm świadczą o przewodze kationów dwuwartościowych w pozycjach wymiennych smektytów. Wyraźna intensywność i dwudzielność pierwszego efektu endotermicznego na termogramach oraz dość duża strata wagowa (ok. kilkunastu procent) potwierdzają wyniki analizy rentgenowskiej. Wygląd krzywych DTA próbek serii I i II jest identyczny z przebiegiem tych krzywych w innych obszarach tego samego typu doliny.

Wnioski wynikające z badań mineralogicznych utworów powodziowych doliny Wisły można ująć w następujących punktach:

1. Dominującym minerałem ilastym we frakcjach ilowych mad jest smektyt.
2. W strukturze głównego minerału frakcji ilowych, smektytu, przeważa sorpcyjny kompleks wapniowy. Występowanie kationów o dużym polu elektrycznym ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  oraz  $\text{Fe}^{3+}$ ) jest związane ze smektytem o dość dobrze uporządkowanej strukturze wewnętrznej.
3. Smektyt występuje w paragenezie z illitem i kaolinitem i zupełnie podrzędnie z chlorytem. Minerale te wymienione są w kolejności ich malejącego udziału we frakcjach ilowych.
4. Wyraźną, aczkolwiek w ilości podrzędnej, obecność chlorytu na środkowym odcinku Wisły w okolicach Warszawy w zespole typowym dla pozostałych obszarów smektyt-illit-kaolinit można wiązać z obszarem alimentacyjnym, zbudowanym głównie z osadów lodowcowych zlodowacenia środkowopolskiego.
5. Minerale domieszki, takie jak: kwarc, skalenie, kalcyt, uwodnione tlenki żelaza i glinu występują we frakcjach

ZESTAWIENIE WAŻNIEJSZYCH PARAMETRÓW OKREŚLAJĄCYCH LITOLOGIE BADANYCH MAD

A

Obszar	Zawartość frakcji (%)				Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego (Mg/m <sup>3</sup> )		Porowatość (%)	
	fp		fi		s I	s II	s I	s II
	s I	s II	s I	s II				
Fordon – Nowe	$\frac{17-55}{30}$	$\frac{43-83}{63}$	$\frac{10-26}{18}$	$\frac{5-10}{8}$	$\frac{1,31-1,48}{1,38}$	$\frac{1,42-1,64}{1,53}$	$\frac{0,45-0,52}{0,49}$	$\frac{0,38-0,48}{0,43}$
Warszawa	$\frac{2-51}{27}$	$\frac{10-68}{47}$	$\frac{10-33}{17}$	$\frac{6-22}{9}$	$\frac{1,28-1,80}{1,51}$	$\frac{1,42-1,55}{1,47}$	$\frac{0,32-0,53}{0,44}$	$\frac{0,43-0,47}{0,45}$
Piotrowice – Basonia	$\frac{4-51}{17}$	$\frac{18-79}{42}$	$\frac{12-64}{37}$	$\frac{4-18}{12}$	$\frac{1,27-1,69}{1,45}$	$\frac{1,54-1,56}{1,55}$	$\frac{0,38-0,53}{0,47}$	$\frac{0,42-0,43}{-}$
Leżajsk	$\frac{3-26}{12}$	$\frac{20-63}{39}$	$\frac{20-39}{25}$	$\frac{6-21}{13}$	$\frac{1,07-1,43}{1,31}$	$\frac{1,29-1,46}{1,41}$	$\frac{0,47-0,61}{0,52}$	$\frac{0,46-0,53}{0,48}$

B

Obszar	Wilgotność %		Stopień wilgotności		CO <sub>2</sub> (%)		Straty prażenia (%)	
	s I	s II	s I	s II	s I	s II	s I	s II
Fordon – Nowe	$\frac{25,7-33,5}{29,7}$	$\frac{13,4-27,2}{19,6}$	$\frac{0,77-0,94}{0,86}$	$\frac{0,26-0,80}{0,59}$	$\frac{1,08-2,53}{1,86}$	$\frac{1,31-1,45}{1,40}$	$\frac{5,4-9,1}{7,5}$	$\frac{4,6-5,6}{4,9}$
Warszawa	$\frac{6,7-42,5}{21,7}$	$\frac{1,6-27,4}{14,3}$	$\frac{0,38-1,06}{0,80}$	$\frac{0,08-0,90}{0,44}$	$\frac{0,28-2,49}{1,75}$	$\frac{0,37-2,18}{1,12}$	$\frac{1,2-9,0}{4,1}$	$\frac{1,6-9,3}{2,9}$
Piotrowice – Basonia	$\frac{16,4-39,3}{28,6}$	$\frac{15,5-27,7}{19,9}$	$\frac{0,62-1,01}{0,88}$	$\frac{0,71-0,77}{-}$	$\frac{1-1,58}{-}$	$\frac{0,00-1,07}{-}$	$\frac{1,2-12,7}{5,9}$	$\frac{1,8-6,4}{4,0}$
Leżajsk	$\frac{24,4-58,2}{35,2}$	$\frac{11,4-33,9}{22,8}$	$\frac{0,68-1,02}{0,88}$	$\frac{0,57-0,98}{0,73}$	$\frac{1,13-4,04}{2,43}$	$\frac{2,25-3,92}{3,03}$	$\frac{5,5-11,2}{8,3}$	$\frac{3,6-6,9}{5,1}$

ilastych sporadycznie i w śladowych ilościach. Przypuszczalnie grupują się we frakcjach grubszych od frakcji ilastych.

6. Zróżnicowanie ilości i struktury smektytu w poszczególnych obszarach można także, przynajmniej częściowo, tłumaczyć różnym charakterem mineralogicznym obszarów alimentacyjnych. Niewątpliwie jednak odgrywają tu również rolę warunki panujące w środowisku sedymentacyjnym, o czym świadczy fakt jednakowej struktury smektytu w różnych obszarach tego samego typu doliny.

Zestawienie zakresu wartości pozostałych cech litologicznych badanych mad przedstawiono w tabeli. Jak wynika z analizy tabeli, zaznacza się wyraźne zróżnicowanie litologiczne badanych mad z doliny Wisły zarówno między madami występującymi w różnych odcinkach dolin (obszarach), jak i między madami z wydzielonych serii, a więc zróżnicowanie mad istnieje zarówno w pionie, jak i w poziomie.

Stwierdzono jednocześnie, że zróżnicowanie litologii mad serii I i II przejawia się najwyraźniej przy rozpatrywaniu ich cech w obrębie jednego z wydzielonych odcinków doliny. Zróżnicowanie to przejawia się wyraźnie w:

- 1) granulometrii,
- 2) wilgotności i stopniu wilgotności,
- 3) gęstości objętościowej szkieletu gruntowego,
- 4) porowatości.

Wydaje się jednak, że zmienność gęstości objętościowej szkieletu gruntowego i porowatości jest przede wszystkim wynikiem zróżnicowania granulometrii i wilgotności.

Przy stosunkowo niskiej zawartości CaCO<sub>3</sub> (do 9%) w serii I, zaznacza się pewne odwapnienie serii II. Nie

stwierdzono wyraźnych różnic w składzie mineralnym frakcji iłowych serii I i II, natomiast zaobserwowane różnice w stratach prażenia są cechami wtórnymi.

Zróżnicowanie litologiczne wydzielonych serii (I i II) jest wynikiem działania wielu różnych czynników. Zmienność w granulometrii jest następstwem odmiennych warunków (dynamiki) transportu i sedymentacji materiału, wynikających z odmiennego sposobu rozwinięcia koryta rzecznej. Seria I mad jest bardziej iłasta i mniej piaszczysta niż seria II. W serii tej występuje znacznie mniej przewarstwień piaszczystych. Mady tej serii charakteryzują się większą jednorodnością uziarnienia niż mady serii II, występuje w nich znacznie mniej przewarstwień piaszczystych. Granulometrycznie są to głównie gliny pylaste związane, ily pylaste, gliny i gliny pylaste, rzadziej ily i gliny związane, przy zawartości frakcji iłowej 10–64% (średnio 24%).

Zawartość frakcji piaszkowej w całej serii waha się w bardzo dużych granicach od 2 do 77%, przy średniej zawartości 25%, przy czym ok. 80% wszystkich próbek serii I zawiera do 40% frakcji piaszkowej. Wilgotność mad serii I jest również wysoka i bardzo zróżnicowana (tab.). Seria II mad, określana jest jako mady piaszczysto-pylaste, poza mniejszą zawartością frakcji pyłowej (4–22%, średnio 10%) i wyższą zawartością frakcji piaszkowej (10–84%, średnio 49%), charakteryzuje się znaczną niejednorodnością uziarnienia, dużą ilością wkładek, soczewek oraz przewarstwień piaszczystych i organicznych, co świadczy o bardzo gwałtownym spływie materiału, charakterystycznym dla sedymentacji rzeki roztokowej. Mady tej serii są reprezentowane głównie przez pyły piaszczyste, gliny

i gliny pylaste, rzadziej piaski gliniaste, sporadycznie gliny zwięzłe. Brak natomiast w tej serii czystych pyłów. Wilgotność mąd serii II jest stosunkowo niska, co jest wynikiem jej położenia — nadległego w stosunku do serii I.

Różnice w wilgotności naturalnej między serią I i II (oraż zawartości węglanów) są wynikiem zmian postędymentacyjnych (ługowanie węglanów) oraz warunków panujących obecnie. Natomiast brak zmienności w składzie mineralnym frakcji iłowej wynika z faktu jednakowego środowiska alimentacyjnego dla obu serii (w danym odcinku rzeki) oraz identycznych warunków panujących w środowisku sedymentacyjnym, w którym osadzały się obie serie. Mady serii I charakteryzują się ponadto wyższą porowatością niż mady serii II.

Stwierdzono ponadto znaczne zróżnicowanie litologii mąd występujących w różnych odcinkach doliny Wisły (zarówno przy porównaniu cech mąd serii I, jak i mąd serii II); przedstawiają się one w:

- 1) granulometrii,
- 2) wilgotności i stopniu wilgotności,
- 3) gęstości objętościowej szkieletu gruntowego,
- 4) porowatości,

a ponadto, jak stwierdzono wyżej, w zróżnicowaniu ilości i struktury podstawowego minerału występującego we frakcji iłowej — smektytu oraz w zawartości substancji organicznej i  $\text{CaCO}_3$ .

Różnice te wynikają głównie z charakteru obszaru, z jakiego był transportowany osadzany materiał. Zaznacza się wyraźnie, że obszary z południowych odcinków badanych dolin (Piotrowice — Basonia, Leżajsk) zawierają więcej frakcji iłowej (29–37%) i mniej piaszczystej (12–17%) niż mady z północnych odcinków dolin. Mady te charakteryzują się również wyższą wilgotnością i stopniem wilgotności, niższą gęstością objętościową szkieletu gruntowego oraz wyższą porowatością.

Omawiane odcinki dolin są zasilane z obszarów lessowych oraz terenów występowania mioceńskich iłów morskich — a więc materiałem stosunkowo drobnoziarnistym i jednorodnym. Natomiast odcinki dolin, w których zlokalizowano pozostałe punkty badawcze (Warszawa, Fordon —

Nowe), są zasilane z terenów pokrytych grubszymi i niejednorodnymi osadami lodowcowymi. Znajduje to odbicie w znacznie obniżonej zawartości iłowej w tych obszarach (8–12%) i podwyższonej ilości frakcji piaszkowej, a także niższej wilgotności i porowatości, a wyższych wartościach gęstości objętościowej szkieletu gruntowego. Różnym charakterem mineralogicznym obszarów alimentacyjnych można także, przynajmniej częściowo, tłumaczyć zróżnicowanie ilości i struktury smektytu w poszczególnych badanych obszarach. Niewątpliwie jednak odgrywają tu również rolę warunki panujące w środowisku sedymentacyjnym.

#### LITERATURA

1. Falkowski E. — Ewolucja holocenijskiej Wisły na odcinku Zawichost—Solec i inżyniersko-geologiczna prognoza jej dalszego rozwoju. Biul. Inst. Geol. 1967 nr 198.
2. Falkowski E. — Historia i prognoza układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW 1970 t. 12.
3. Földvári-Vogl M. — The role of differential thermal analysis in mineralogy and geological prospecting. Acta Geol. Acad. Sci. Hungaricae 1958 vol. 5 no. 1.
4. Kulesza-Wiewióra K. — Badania składu mineralnego metodą rentgenostrukturalną. [W]: B. Grabowska-Olszowska (red. nauk.) — Metody badań gruntów spoistych. Wyd. Geol. 1980.
5. Myślińska E. — Inżyniersko-geologiczna charakterystyka mąd doliny Wisły. Prz. Geol. 1980 nr 6.
6. Myślińska E., Falkowski E., Hoffmann E., Kaczyński R., Kulesza-Wiewióra K., Muchowska Z. — Ustalenie parametrów geotechnicznych dla mąd z uwzględnieniem ich litologii, genezy i warunków występowania. Oprac. końcowe, maszynopis. Zakład Prac Geol. UW 1980.
7. Szumański A. — Ewolucja układu poziomego koryta rzek Kotliny Sandomierskiej w holocenie. Pr. doktorska (maszynopis). Arch. IHiGI UW 1973.

#### SUMMARY

In the course of studies aimed at obtaining full characteristics of physico-mechanical and mineralogical properties of muds in area of Poland, a marked differentiation of these properties was found. The data given in Table 1 show marked differentiation in lithology of the studied muds from selected areas in the Vistula River valley. The differentiation was found both in the case of muds coming from different parts (areas) of the valleys and different parts of a given section. The variability in lithology appears due to several factors, the most important of which include: a) the mode of development of river valley, expressed in origin of valley sections representing different morphological types, b) the mode of development of river channel, and c) geological-lithological character of alimentary areas of a given section of river valley.

#### РЕЗЮМЕ

В ходе исследования полной характеристики физико-механических и минералогических свойств пойменных почв на территории Польши была установлена большая разнородность этих свойств. Из данных составленных в таблице 1 видна литологическая разнородность пойменных почв находящихся в разных участках долины Вислы. Эта разнородность наблюдается как в пойменных почвах из разных участков долины, так и в вертикальном разрезе отдельных участков. Установлено, что главными факторами, вызывающими литологическую разнородность пойменных почв являются: а) способ развития речной долины, выражающийся в образовании разных морфогенетических типов участков этой долины, б) способ развития русла реки, в) геолого-литологический характер питающих областей отдельных участков речной долины.