



Urszula Żurek-Pysz

Specyficzne właściwości litologiczne holocenijskiej kredy jeziornej

A special lithological indexes of holocene lacustrine chalk

Streszczenie: Kreda jeziorna jest jedną z odmian litologicznych holocenijskich osadów wapiennych. Osad jest żelem, zawierającym przeciętnie 55–60% wody, mikrokrystaliczny kalcyt i różne substancje organiczne – fito- i zoogeniczne. Zawiera też detrytyczny kwarc, krzemionkę okrzemek i rzadko minerały ilaste. Dużo informacji o naturze kredy jeziornej dostarcza analiza powierzchni mikrostrukturalnych SEM, szczególnie cenne spostrzeżenia dotyczą porównania cech litologicznych osadu w stanie naturalnym i osadu zmienionego działaniem czynnika zewnętrznego, np. długotrwałego obciążenia.

Wyrazy kluczowe: kreda jeziorna, holocen, litologiczne właściwości

Abstract: There are presented lithology, a selected chemical and physical characteristics of lacustrine sediments from Quaternary deposits. These sediments differ themselves from others in such a way that they are gel, containing 55–60% of water on average, microcrystalline calcite and different organic substances. They may additionally contain organic, sulphide and oxide compounds of iron, detrital quartz and silica of diatoms as well as, though sporadically, clay minerals. Calcium carbonate and colloidal humus matter are the aggregate – forming substance. The discussion on presented results of investigations has preliminary character. The have proved that there is a range of special lithological indexes (mineral and structural ones), which allow to estimate the degree of diagenesis in young calcareous lake sediments. It was observed that genetically different types of sediments were influenced by an external factor, e.g. loading, characterize different character of microstructural changes. Microstructural analysis of lacustrine chalk has provident new, interesting information about lithology on Quaternary calcareous sediments.

Key words: lacustrine chalk, holocene, lithological indexes

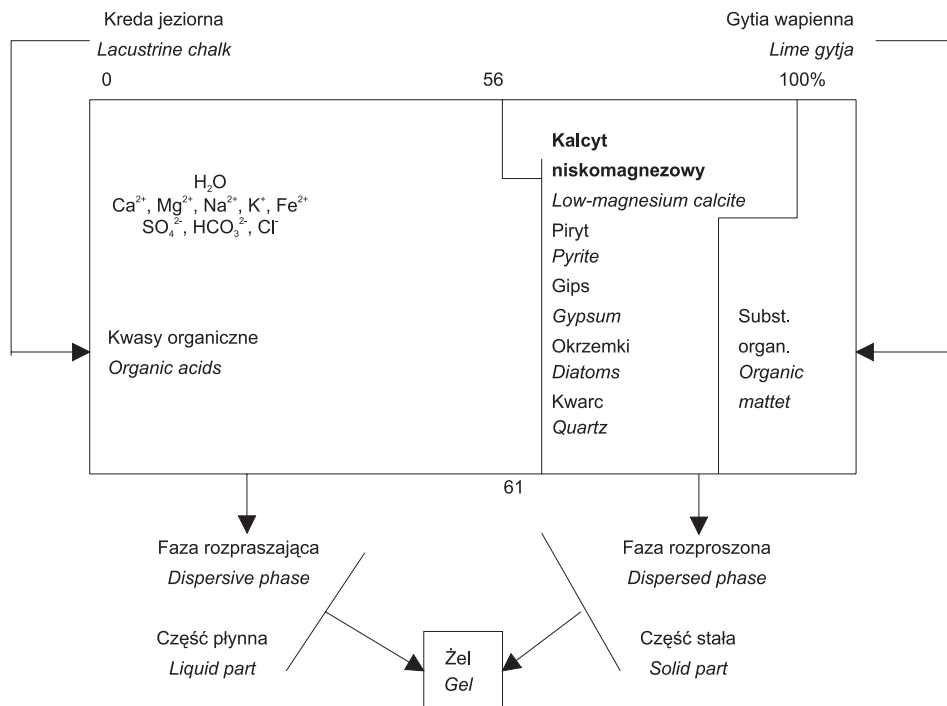
Wstęp

W północnej Polsce, na Pomorzu Środkowym, dość powszechnie występują młode osady postglacjalne, holocenijskie węglanowe osady organiczne (kreda jeziorna i gytie). Stwarzają one wiele problemów geotechnicznych. Normowa klasyfikacja gruntów organicznych jest bardzo uproszczona i nie uwzględnia ich specyficznej natury. W ostatnim czasie szczególne zainteresowanie wiąże się z faktem, że mogą one być wykorzystane w szeroko pojętej ochronie litosfery (rekultywacja i nawożenie gleb, oczyszczanie ścieków, uszczelnianie podłoża składowisk odpadów, bioindykacja środowiska). Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na specyficzne cechy litologiczne holocenijskich węglanowych gruntów, na przykładzie kredy jeziornej, szczególnie tych gruntów, które mogą mieć zdecydowany wpływ na właściwości fizyczne.

Dyskusja

Kreda jeziorna, jedna z litologicznych odmian holocenijskich osadów wapiennych, występuje w formie żelu (ryc. 1).

Głównymi składnikami kredy jeziornej są: kalcyt, substancja organiczna oraz akcesorycznie występujące związki żelaza, kwarc, czasem minerały ilaste oraz bar-



Ryc. 1. Skład holocenijskiej kredy jeziornej (Wyrwicki, 2002)

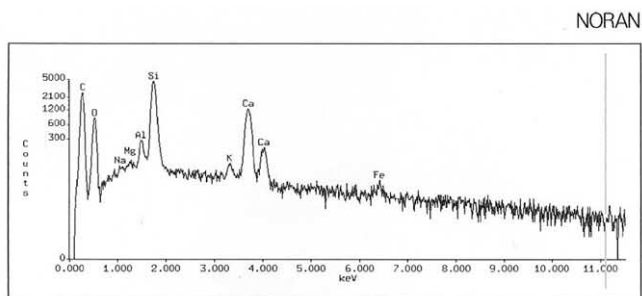
Fig. 1. Composition of holocene lacustrine chalk, Wyrwicki (2002)

dzo ważny integralny, chemicznie związany z pozostałymi składnikami, jakim jest woda (Żurek-Pysz, 1998; Wyrwicki, 2001, 2003). Osady (kreda jeziorna, gytie) zawierają 30–80% wody. W kredzie jeziornej jest jej przeciętnie 54%, a w gytii – 60%. Woda jest zmineralizowana, głównie jonami siarczanowymi i wapniowymi, rzadziej chlorowymi i sodowymi, w różnym stopniu, od 0,2 do 10 g/dm³, przy czym częściej powyżej 1 g/dm³. Wysokiej mineralizacji sprzyja to, że woda, będąca głównym składnikiem osadów, jest wodą związaną. Część stałą stanowi przede wszystkim mikrokrystaliczny kalcyt, często zagregatyzowany. W kredzie jeziornej jest go od 80% do blisko 100%, w gytii wapiennej od 40 do 80%. Drugim istotnym składnikiem części stałej jest fitogeniczna substancja organiczna, w kredzie nie przekraczająca 15–18%, a w gytii wapiennej – 50%. Węglan wapnia i organiczna substancja zoogeniczna zawarte są w zooklastach. Częstym autogenicznym składnikiem osadów jest siarczek żelaza, zidentyfikowany jako piryt. Przeciętnie w kredzie jeziornej jest go 0,5%, a w gytii – 1%. W próbkach suchych często stwierdzany jest gips. Najczęściej jest to gips wykrystalizowany ze zmineralizowanej wody; rzadziej powstały z utleniania pirytu, a najrzadziej – autogeniczny, obecny w uwodnionym osadzie. Tego wielogenetycznego gipsu statystyczna kreda i gytia zawierają po 1%, maks. 19,8% (procentowe wyniki odnoszą się do suchej masy). Składnikiem alloogenicznym w kredzie jeziornej jest głównie detrytyczny kwarc, od śladowych ilości do kilkunastu procent suchej masy. Mniej wyraźna jest rola domieszek ziaren kwarcu detrytycznego i minerałów ilastych, głównie dlatego, że ich obecność trudno zauważyć makroskopowo, tym niemniej dotychczasowe obserwacje wskazują na ich destabilizującą rolę.

Osobliwość holocenijskiego wapiennego żelu polega na tym, że składniki stałe tkwią w koloidalnym roztworze (Żurek-Pysz, 1998; Wyrwicki, 2001). Głównym elementem konstrukcyjnym osadów jest agregat mineralno-organiczny. Średni skład chemiczny agregatu wynosi 84,1% węglanu wapnia i 15,9% substancji organicznej (Żurek-Pysz, 2002). W stanie naturalnym kreda jeziorna i gytia charakteryzują się niejednorodnością litologiczną, przede wszystkim strukturalną, na co zwracano uwagę już w wielu publikacjach (Żurek-Pysz, 1983, 1989, 1998; Żurek-Pysz, Skalski, 2003).

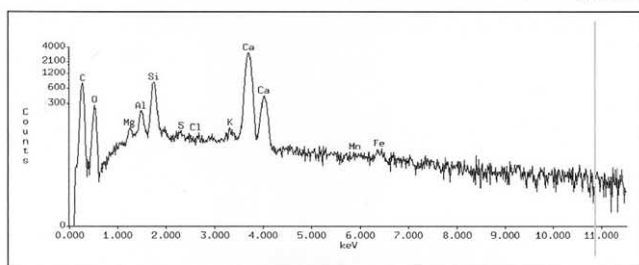
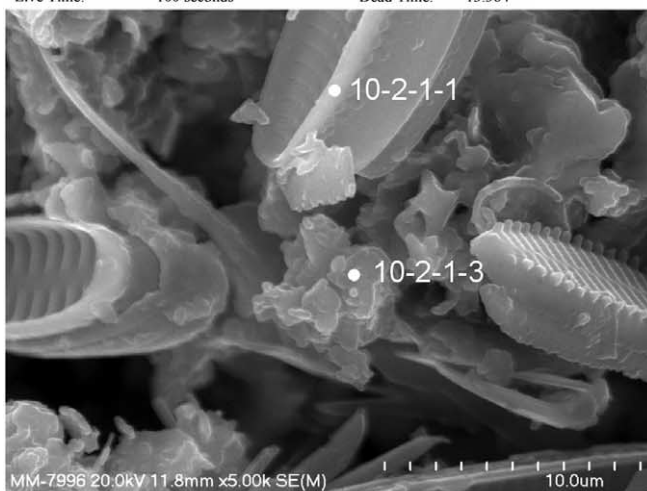
Makrostrukturę tworzą szczątki organiczne i produkty rozpadu tych szczątków, o rozmiarach do kilku milimetrów. Mikrostrukturę tworzą zaś substancje organiczne i mineralne, zespolone w asocjacje (agregaty) o żelopodobnej strukturze. Obraz budowy wewnętrznej przedstawiono na podstawie analiz wyników obserwacji mikrostrukturalnych (SEM i SEM-EDS) w stanie naturalnym i zmienionym działaniem czynnika zewnętrznego. Przeprowadzono je na powierzchniach świeżych przełamów próbek osadu ze złoża „Marcelin”, na Pomorzu Środkowym. Budowa geologiczna złoża i litologia osadu zostały opisane w pracach Żurek-Pysz (2001, 2002). Z kilkudziesięciu mikrofotografii wybrano najbardziej reprezentatywne i przedstawiono w pracy (ryc. 2, 3). W budowie wewnętrznej kredy jeziornej widać obszary nagromadzenia substancji organicznej (np. okrzemek), na co wskazuje przykładowo analiza SEM-EDS w punkcie 10-2-1-1 i w punkcie 10-2-1-3 (ryc. 2).

W pierwszym przypadku zaznacza się podwyższoną zawartość krzemionki, a w drugim – zwiększony udział węglanów, także dodatkowo zawartość chloru, siarki i



Accelerating Voltage: 20 KeV
Live Time: 100 seconds

Take Off Angle: 30°
Dead Time: 13.364

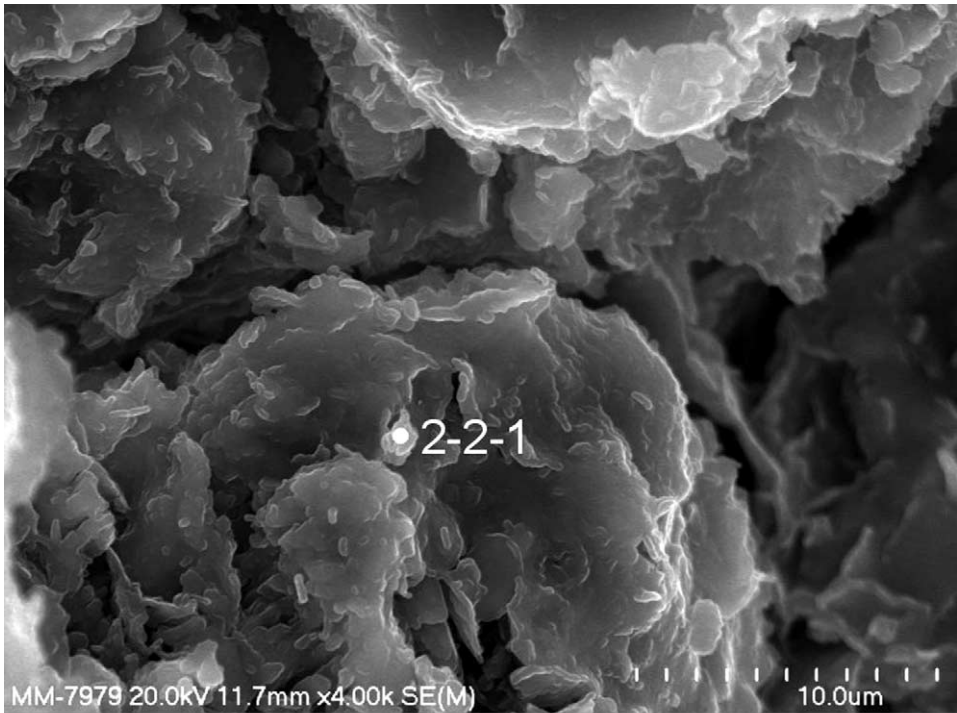


Accelerating Voltage: 20 KeV
Live Time: 100 seconds

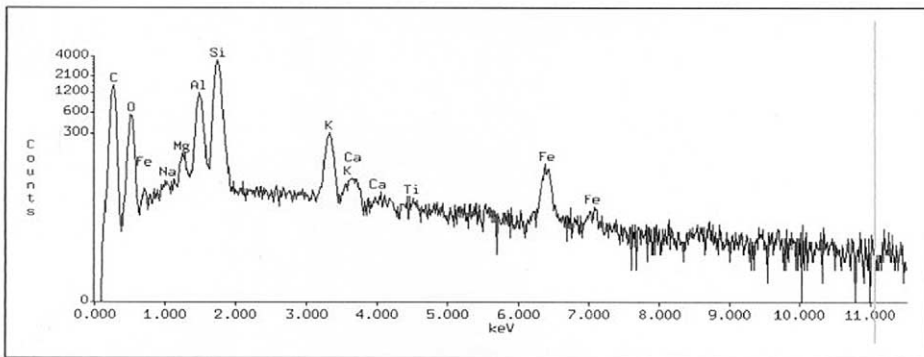
Take Off Angle: 30°
Dead Time: 10.102

Ryc. 2. Powierzchnia mikrostrukturalna kredy jeziornej naturalnej oraz wyniki analizy chemicznej punktowej, SEM-EDS

Fig. 2. Microstructural surface of lacustrine chalk and results of chemical point analysis, SEM-EDS



NORAN



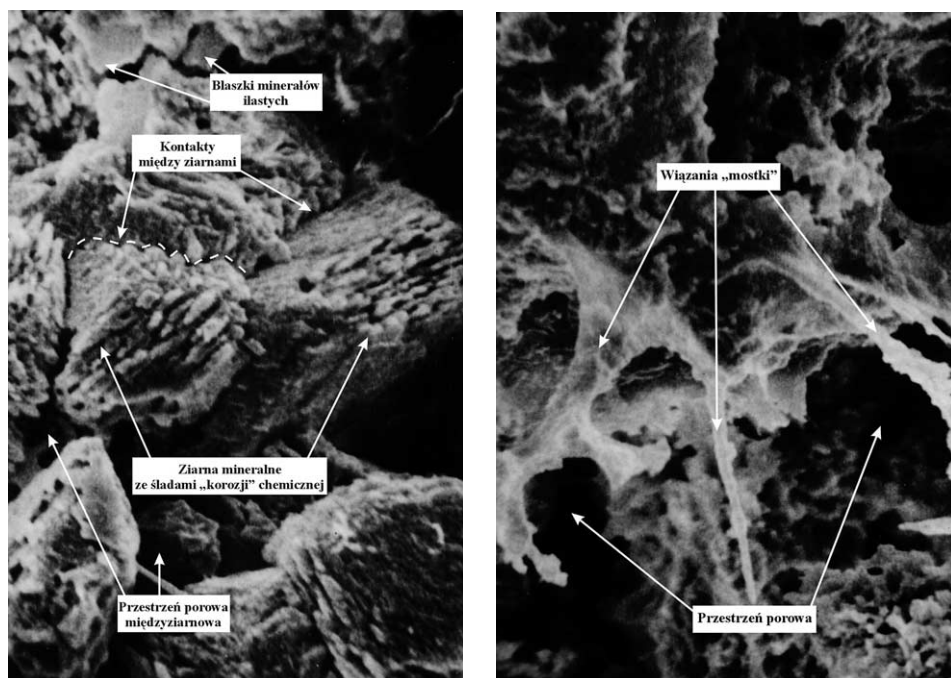
KR2-2-1

Accelerating Voltage: 20 KeV
Live Time: 100 seconds

Take Off Angle: 30°
Dead Time: 10.439

Ryc. 3.1. Powierzchnia mikrostrukturalna kredy jeziornej po długotrwałym obciążeniu, oraz wyniki analizy chemicznej punktowej SEM-EDS

Fig. 3.1. Microstructural surface of lacustrine chalk after long-lasting loading and results of Chemical point analysis, SEM-EDS



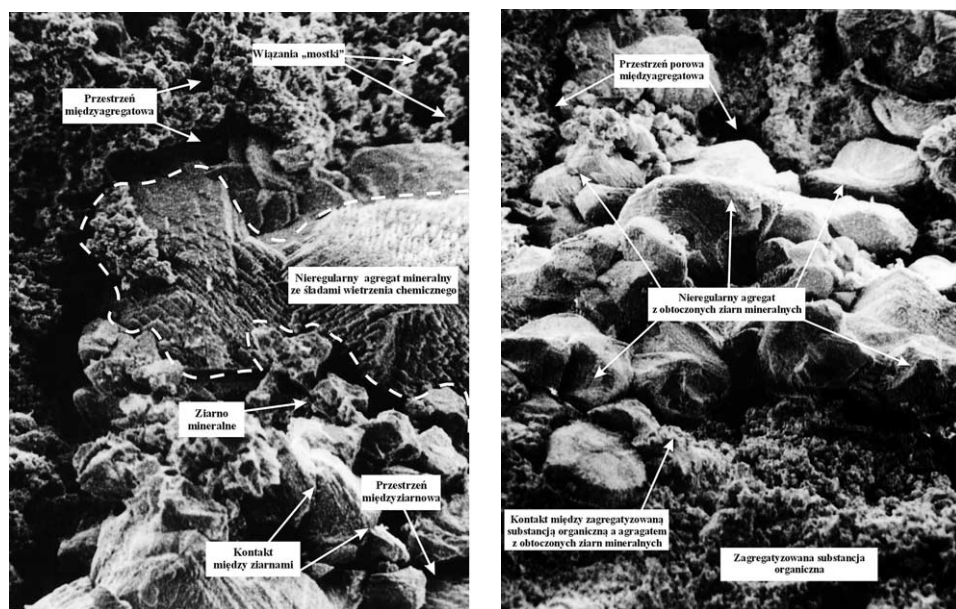
Ryc. 3.2. i 3.3. Powierzchnia mikrostrukturalna kredy jeziornej po długotrwałym obciążeniu, pow. 1000×

Fig. 3.2. & 3.3. SEM micrograph of lacustrine after long-lasting loading, magn. 1000×

manganu. Być może występują tutaj siarczki manganu lub siarczki żelaza w postaci framboidów, stwierdzonych w podobnych osadach ze złoża „Grabowo” (Wyrwicki, 2001). Mikroagregaty mają najczęściej średnicę od 3 do 5 mikrometrów, natomiast sama substancja organiczna – do kilkunastu mikrometrów.

Wiele informacji na temat specyficznej natury osadów dostarczyła analiza ich powierzchni mikrostrukturalnych, poddanych działaniu czynnika zewnętrznego. Długotrwała konsolidacja (prawie 10 lat) przeprowadzona została w badaniach edometrycznych, w warunkach stopniowego obciążenia (do maksymalnego ca 400 kPa) (Witkowski, Żurek-Pysz, 1992; Żurek-Pysz, 2002). Efektem długotrwałego obciążenia są zmiany w budowie wewnętrznej kredy jeziornej, które sygnalizują kompakcję: pojawia się zgrupowanie agregatów i mikroagregatów oraz zgrupowanie porów międzyziarnowych i międzyagregatowych (ryc. 3.1–3.5).

Widac wyraźne strefy ukierunkowanej mikrostruktury. Pory o charakterze szczelinowym otaczają agregaty, co jest bardzo ważne z punktu oceny właściwości fizycznych gruntów (Myślińska, 2004), np. filtracyjnych (Dobak, Wyrwicki, 2000). Ogólna przepuszczalność może być większa jako efekt wczesnej diagenety, gdyż tworzą się szczeliny ukierunkowane, często połączone, kształtujące drogi migracji. Istotna wydaje się analiza czynników, które mogą mieć wpływ na utratę pierwot-



Ryc. 3.4. i 3.5. Powierzchnie mikrostrukturalne osadu zmienionego długotrwałym obciążeniem, pow. 3000×

Fig. 3.4. & 3.5. SEM micrograph of lacustrine chalk after long-lasting loading, magn. 3000×

nych cech sedimentacyjnych i powstanie nowych cech postsedymentacyjnych omawianych osadów. Utrata natury żelowej może nastąpić w wyniku suszenia, obciążenia, a więc w wyniku wczesnych procesów diagenetycznych. Suszenie może powodować zmianę składu mineralnego osadu wapiennego: następuje krystalizacja gipsu, halitu, getytu i kalcytu z jonów zawartych w zmineralizowanej wodzie osadu (ryc. 1, Wyrwicki, 2002).

Powstawanie np. cementów może być związane z przeobrażeniami składników niestabilnych, w postaci koloidalnej, takich jak: węglany, minerały ilaste, uwodniona krzemionka, substancja humusowa. Efektem starzenia się koloidów może być wytrącanie pirytu, który jest poza agregatem, ale tkwi w żelu.

Po obciążeniu ze zmineralizowanej wody (faza rozpraszająca żelu – koloidalna) mogą wykrystalizować minerały ilaste. Żelowaty utwór organiczny, jakim jest holocenińska kreda jeziorna, zmienia się pod wpływem czynników zewnętrznych, np. temperatury, obciążenia w stosunkowo sztywny układ, którego szkielet tworzą ziarna i organiczno-mineralne agregaty. Szkielet gruntowy kredy jeziornej może być wzbogacony o produkty przemiany koloidalnych składników fazy płynnej w czasie. A więc, jeżeli potraktujemy kredę jeziorną jako ośrodek dwufazowy, to faza stała i faza płynna mogą wykazywać zmienność zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Ta hipoteza wymaga potwierdzenia przez prowadzenie dalszych specjalistycznych badań omawianych osadów.

Uwagi końcowe

Dyskusja nad zaprezentowanymi wynikami ma charakter otwarty. Wyniki badań wykazały, że istnieją wskaźniki litologiczne: mineralne i strukturalne, które mogą być uwzględnione przy ocenie stopnia zaawansowania procesów diagenetycznych w młodych węglanowych osadach jeziornych. Cenne z punktu widzenia geologii stosowanej jest akcentowanie tych zmian, które są istotne w ocenie gruntów dla potrzeb inżynierii środowiska czy budownictwa, a dotyczą np. właściwości filtracyjnych, wytrzymałościowych.

Grunty te są bardzo wrażliwe na naruszenie struktury, a więc istotny jest dla tych osadów dobór nie tylko odpowiedniej techniki badawczej, ale i właściwego obszaru do badań w obrębie próbek (Lechowicz, 2003). Wyjaśnienie mechanizmu i przyczyn procesów zachodzących w tego typu utworach należy szukać w poznaniu specyfiki ich natury, w zbadaniu fazy płynnej, szczególnie jej składników koloidalnych. Bardzo ważne jest, w przypadku osadów o naturze żelowej, określenie składu fazy rozproszonej i rozpraszającej oraz procesów zachodzących pomiędzy tymi fazami. Istotna jest analiza czynników, które mogą mieć wpływ na utratę pierwotnych cech sedimentacyjnych i powstanie nowych cech postsedimentacyjnych omawianych osadów. Charakter zmian zależy głównie od typu przemian substancji organicznej. Niestabilność substancji organicznej, zachodzące w niej przeobrażenia, powstające nowe związki, oddziałujące na pierwotnie zdeponowane składniki kredy jeziornej to prawdopodobnie przyczyna nietrwałości podstawowego elementu konstrukcyjnego osadu. Substancja organiczna, która jest głównym po wodzie składnikiem fazy płynnej, w postaci różnego typu kwasów humusowych oraz koloidalnych składników będącej w fazie przemian materii organicznej, jest elementem najbardziej aktywnym, niestabilnym stwarzającym warunki „niezrównoważone”, decydujące o dynamice procesów w osadzie (Myślińska, 2001, 2004; Żurek-Pysz, 2002). W odniesieniu do tych osadów słuszna wydaje się teza, że wczesne osady węglanowe są niestabilne strukturalnie i chemicznie (Maliszewska, 1996).

Wyniki szczegółowej analizy litologii kredy jeziornej w powiązaniu z wybranymi właściwościami fizycznymi mogą być podstawą do nowego spojrzenia na naturę osadu (Żurek-Pysz, 2005), a także na możliwość ich wykorzystania w różnych dziedzinach ochrony litosfery (Łuczak-Wilamowska, 2002; Wyrwicki, 2002; Żurek-Pysz, 2002; Wysokiński, 2004).

Literatura

- Dobak P., Wyrwicki R., 2000. Hydroizolacyjne właściwości kredy jeziornej. *Przegl. Geol.* 48, 5: 412–415.
- Lechowicz Z., 2003. Badania doświadczalne w geotechnice. *Inżynieria Morska i Geotechnika* 3–4: 111–118.
- Łuczak-Wilamowska B., 2002. Zdolność kredy jeziornej do zatrzymywania jonów ołowiu. *Górn. Odkrywk.* 2–3/2: 142–144.
- Myślińska E., 2001. *Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badania*. PWN, Warszawa.

- Myślińska E., 2004. Występowanie agregatów w gruntach spoistych i ich wpływ na ocenę niektórych właściwości tych gruntów. *Przeł. Geol.* 52, 8/1: 653–656.
- Witkowski A., Żurek-Pysz U., 1993. The longlasting consolidation of lacustrine chalk and its effect". X Polish National Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering", wol. I, s. 195–199.
- Wyrwicki R., 2001. Holocenijskie osady wapienne: właściwości i chemizm żelu, skład części płynnej i suchej. *Przeł. Geol.* 49, 6: 525–532.
- Wyrwicki R., 2002. Holocenijska kreda jeziorna źródłem nawozowej siarki. *Górn. Odkrywk.* 2–3: 126–128.
- Wyrwicki R., 2003. Czy holocenijska kreda jeziorna jest osadem słodkowodnym? *Przeł. Geol.* 51, 6: 483–488.
- Wysokiński L., 2004. Dokumentowanie geotechniczne na potrzeby obiektów budowlanych w gospodarce przestrzennej i infrastrukturze. *Mat. Sem. ITB, Warszawa.*
- Żurek-Pysz U., 1998. Wskaźniki litologiczne gytii w nawiązaniu do ich właściwości geologiczno-inżynierskich. *Mat. konf.: „Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce”, s. 173–180.*
- Żurek-Pysz U., 2001. Diagenetic microstructural changes in lacustrine chalk caused by long-lasting loading. *Min. Society of Poland, Sp. Papers.* 18: 230–233.
- Żurek-Pysz U., 2002. Zmiany fizyczne i chemiczne wybranych wskaźników litologicznych kredy jeziornej wywołane obciążeniem. *Górn. Odkrywk.* 2–3: 137–141.
- Żurek-Pysz U., Skalski G., 2003. Zmienność litologiczna osadów bio- i chemogenicznych na przykładzie wybranego profilu złoża Grabowo (Pomorze Środkowe). *Geologia i geomorfologia Półwyspu i Południowego Bałtyku* 5: 173–186.
- Żurek-Pysz U., 2005. Uwarunkowania litologicznej zmienności osadów wapienno-biogenicznych w dolinie Grabowej na Pomorzu Środkowym. *Górn. Odkrywk.* 5: 24–31.

