

## PROCESY DIAGENETYCZNE W HOLOCEŃSKIEJ KREDZIE JEZIORNEJ WYWOŁANE OBCIĄŻENIEM – ARTYKUŁ DYSKUSYJNY

### DIAGENETIC PROCESSES OF HOLOCENE LACUSTRINE CHALK CAUSED BY LOADING – DISCUSSION ARTICLE

URSZULA ŻUREK-PYSZ<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Holocenne osady węglanowe (kreda jeziorna i gytie) są żelami zawierającymi 55–60% wody, mikrokrystaliczny kalcyt i zróżnicowaną substancję organiczną. W artykule omówiono wpływ długotrwałej konsolidacji na procesy diagenetyczne w kredzie jeziornej. Analiza powierzchni mikrostrukturalnych dostarczyła wielu cennych informacji o wczesnej diagenезie w holocennych osadach wapiennych.

**Słowa kluczowe:** kreda jeziorna, długotrwała konsolidacja, diagenезa, holocen.

**Abstract.** Holocene carbonate sediments (lacustrine chalk, gyttja) constitute gel, containing 55–60% of water, microcrystalline calcite and diverse organic matter. The long-lasting consolidation of lacustrine chalk and its effect are discussed. It can eventually have an influence on diagenetic processes of sediments. Microstructural analysis of lacustrine chalk provided interesting information about early diagenesis on Holocene calcareous sediment.

**Key words:** lacustrine chalk, long-lasting consolidation, diagenesis, Holocene.

### WSTĘP

Holocenna kreda jeziorna to utwór o budowie żelowej. Głównymi składnikami osadu są: kalcyt, substancja organiczna oraz akcesorycznie występujące związki żelaza, kwarc, czasem minerały ilaste oraz bardzo ważny, integralny, chemicznie związany z pozostałymi składnikami, jakim jest zmineralizowana woda (fig. 1). Czy holocenna kreda jeziorna w świetle przedstawionego schematu to zmineralizowana woda czy uwodniony grunt? Tym niekonwencjonalnym tytułem autor pragnie zwrócić uwagę na geologiczny fenomen, jakim niewątpliwie są osady wapienne wieku holocennego, znane pod obiegową nazwą kredy jeziornej.

Procesy zachodzące w holocennych organicznych osadach węglanowych pod wpływem czynnika zewnętrznego, np. obciążenia, mogą mieć wpływ na utratę pierwotnych litologicznych cech sedymentacyjnych i powstanie nowych cech postsedymentacyjnych, mogą wskazywać na wczesną diagenезę, efektem czego jest między innymi wzmocnienie osadu. Specyficzne właściwości litologiczne, chemiczne i fizyczne osadów, m.in. kredy jeziornej, przedstawione zostały obszernie w wielu wcześniejszych pracach autora (Żurek-Pysz, 1983, 1990, 1992, 1998, 2001, 2002).

---

<sup>1</sup> Politechnika Koszalińska, ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin; urszula.zurek-pysz@tu.koszalin.pl

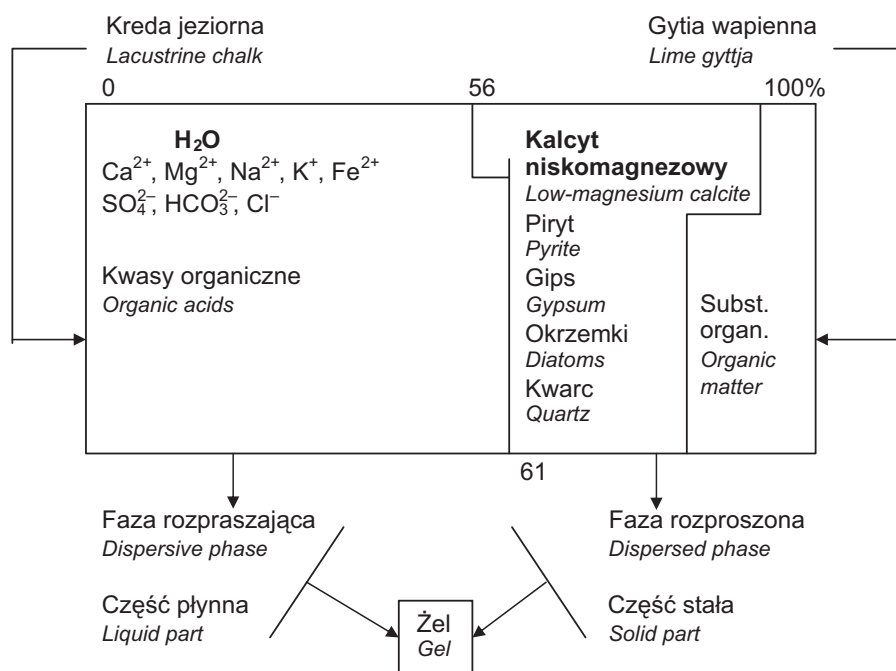


Fig. 1. Skład holocenijskiej kredy jeziornej (według Wyrwickiego, 2001)

Composition of Holocene lacustrine chalk (after Wyrwicki, 2001)

## DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ

Artykuł stanowi kontynuację rozważań, dotyczących oceny charakteru zmian niektórych wskaźników litologicznych, głównie mikrostrukturalnych holocenijskiej kredy jeziornej, poddanej działaniu czynnika zewnętrznego, jakim jest obciążenie. Długotrwała konsolidacja (prawie dziesięć lat) przeprowadzona została w badaniach edometrycznych, w warunkach stopniowego wzrostu obciążenia aż do wartości ca 400 kPa. Badania wykonano na próbkach kredy jeziornej ze złoża Marcecin (Pomorze Środkowe). W stanie naturalnym kreda jeziorna ma barwę szarą, z ciemnoszarymi wtrąceniami substancji roślinnej. Zawiera 82% węgla wapnia i 3,4% substancji organicznej oraz bezwęglanowe składniki mineralne, wśród nich kwarc i minerały ilaste. Początkowa zawartość wody w osadzie wynosiła 60% (wilgotność naturalna 149,6%) a końcowa (po 10 latach obciążenia) 40% (wilgotność końcowa 64,5%). Dokładny opis badań przedstawiono w kilku pracach (Witkowski, Żurek-Pysz, 1993, Żurek-Pysz, 1992, 1998, 1990, 2001, 2002). Analiza mikroobszarów w mikroskopie polaryzacyjnym w świetle przechodzącym oraz w mikroskopie elektronowym SEM, pozwala wstępnie ocenić charakter wczesnych procesów diagenetycznych w holocenijskiej kredzie jeziornej (Żurek-Pysz, 2001). Obserwacje mikroskopowe przeprowadzono na powierzchniach świeżych przelamów próbek. W pracy porównano wybrane powierzchnie mikrostrukturalne kredy jeziornej naturalnej (fig. 2, 3a) z charakterystycznymi dla osadu po długotrwałym obciążeniu (fig. 3b, 4b, 5, 6).

W stanie naturalnym kreda jeziorna charakteryzuje się niejednorodnością litologiczną, przede wszystkim struktu-

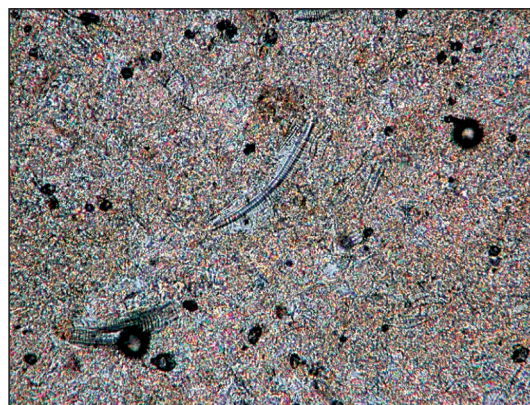
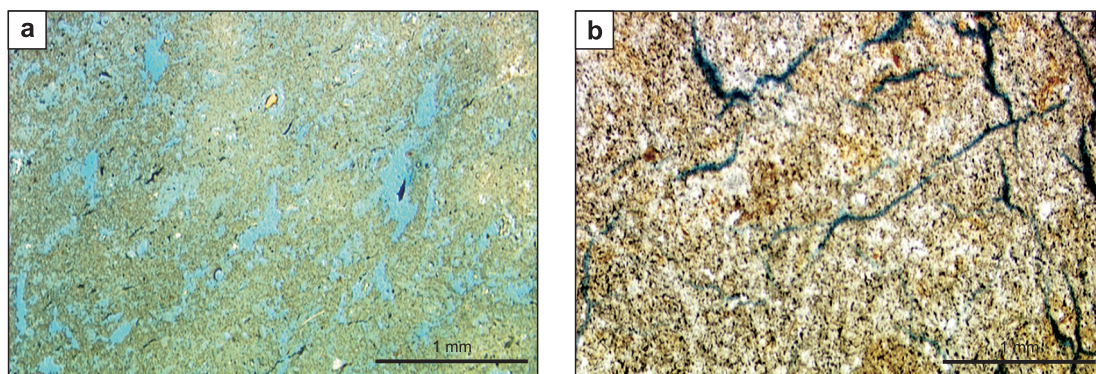


Fig. 2. Powierzchnia mikrostrukturalna kredy jeziornej, mikroskop polaryzacyjny, pow. 20×

Microstructural surface of lacustrine chalk, polarizing microscope, magn. 20×

ralną (Rybiński, Żurek-Pysz, 1989, Żurek-Pysz, 1983, 1990). Głównym elementem konstrukcyjnym osadu jest agregat mineralno-organiczny. Średni skład chemiczny agregatu wynosi 84,1% węgla wapnia i 15,9% substancji organicznej, co wyznaczono na podstawie analizy punktowej SEM-EDS (fig. 5, 6), Żurek-Pysz, 2002.

Kreda jeziorna jest zbudowana z „grudek”, które tkwią w koloidalnym roztworze (fig. 2). Te grudki to głównie agregaty i mikroagregaty organiczno-mineralne, różniące się

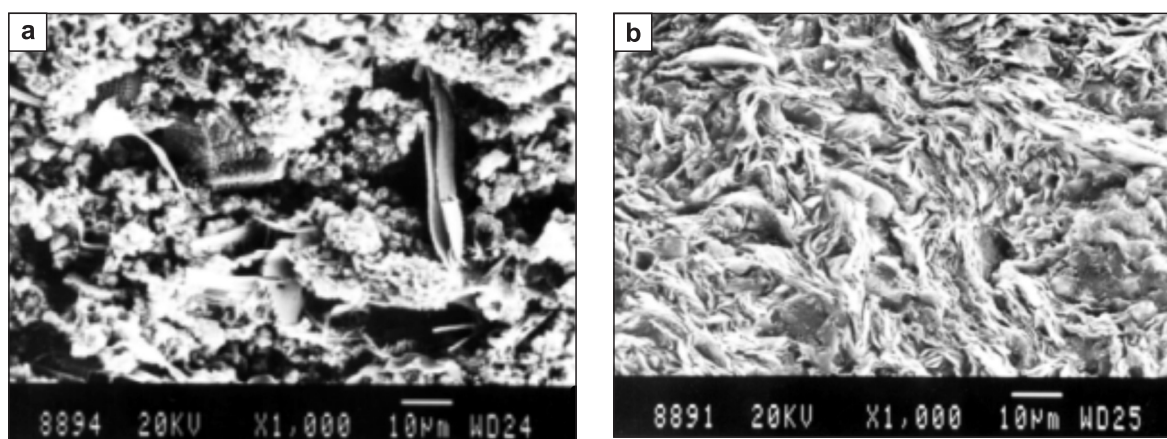


**Fig. 3. Obraz przestrzeni porowej, mikroskop polaryzacyjny**

a – kreda jeziorna przed obciążeniem, b – kreda jeziorna po długotrwałym obciążeniu

Image of pore space of lacustrine chalk, polarizing microscope

a – lacustrine chalk before long-lasting loading, b – lacustrine chalk after long-lasting loading



**Fig. 4. Powierzchnia mikrostrukturalna kredy jeziornej (SEM)**

a – przed długotrwałym obciążeniem (mikrostruktura szkieletowa), b – po długotrwałym obciążeniu (mikrostruktura turbulenta)

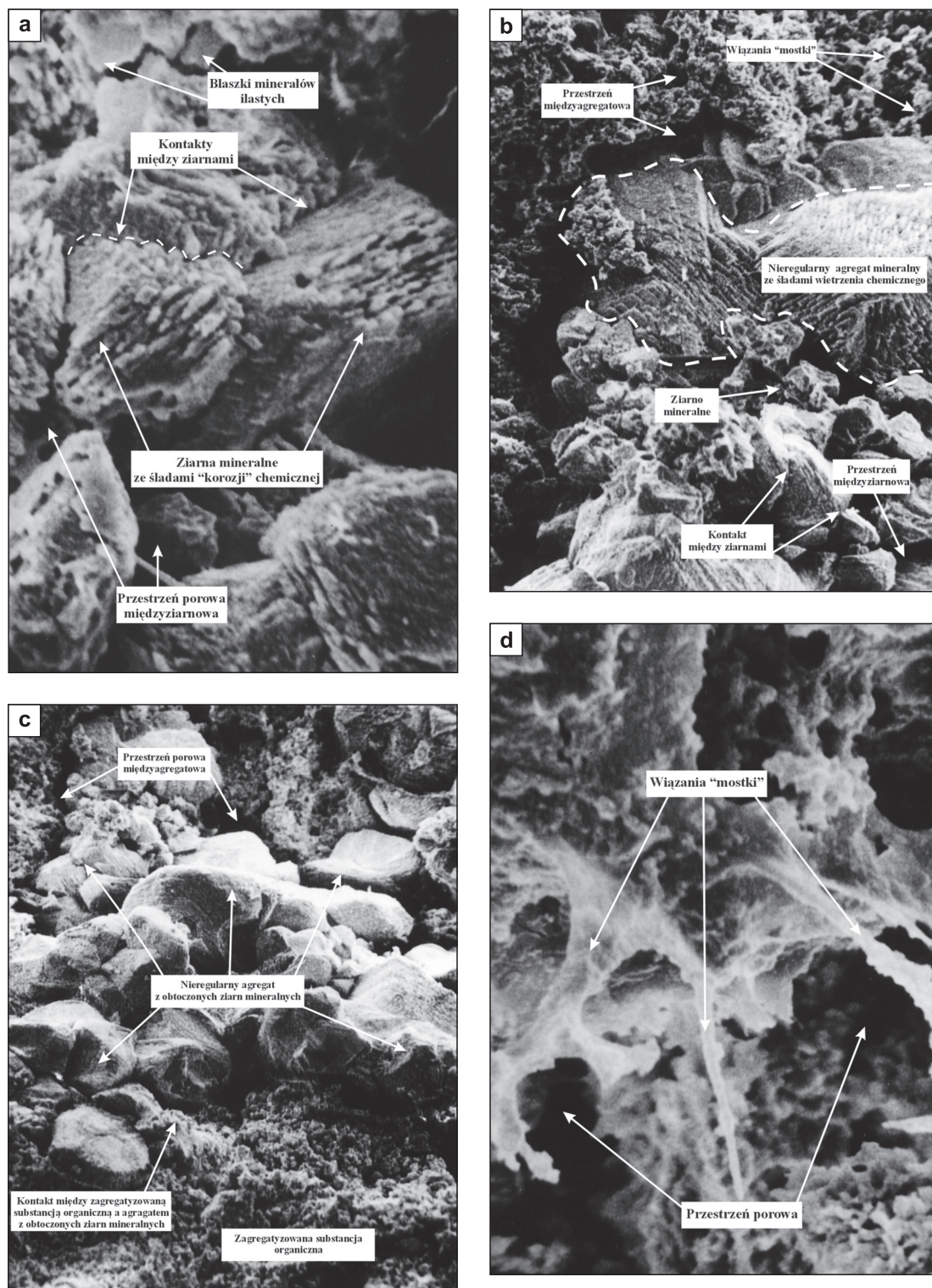
Microstructural surface of lacustrine chalk (SEM)

a – before long-lasting loading (skeletal microstructure), b – after long-lasting loading (turbulent microstructure)

procentową zawartością głównych składników (fito- i zooklastów oraz pirytu i sparytu kalcytowego), czasem otoczonych powłokami związków żelaza. Grudki mają kształt owalny lub nieregularny, a przestrzenie międzygruzelkowe (międzyagregatowe) są wypełnione substancją ilasto-humusową, koloidalną. W niej tkwi detrytus organiczny – zooklasty i fitoklasty oraz pojedyncze dobrze wykształcone ziarna kalcytu, kwarcu, gipsu czy pirytu (fig. 7).

Przeobrażenia zachodzące w kredzie jeziornej pod wpływem długotrwałego obciążenia można zakwalifikować do fizycznych, mechanicznych (fig. 3b, 4b, 5a) i chemicznych, krystalizacyjnych (fig. 5b, 6). Ta pierwsza grupa ujawnia się znaczną zmianą i redukcją porowatości, co może sygnalizować kompaktację (Osipov, Sokolov, 1978). Przemiany typu chemicznego (krystalizacyjne), sygnalizujące cementację, wydają się bardziej złożone i skomplikowane oraz wymaga-

ją dalszych specjalistycznych badań. Dotyczą one głównie ważnego składnika kredy jeziornej, jakim jest substancja organiczna. Niestabilność substancji organicznej, zachodzące w niej przeobrażenia, powstające nowe związki, oddziałujące na pierwotnie zdeponowane składniki kredy jeziornej to prawdopodobnie przyczyna nietrwałości głównego elementu konstrukcyjnego osadu. Przemiany materii organicznej (butwienie, gnienie w obecności bakterii) przyczyniają się do powstania kleistych związków, które mogą wychwytywać składniki detrytyczne, allogeniczne i w konsekwencji okresowo wzbogacać fazę stałą osadu. Ponadto w próżniach będących efektem procesów depozycyjnych oraz wtórnych, związanych z przeobrażeniem substancji organicznej lub powstających w trakcie odwodnienia osadu mogą krystalizować minerały autogeniczne np. gips czy framboidalny piryt (Maćkowska, 2011, Sawłowicz, 2000). Wytrącanie pirytu może

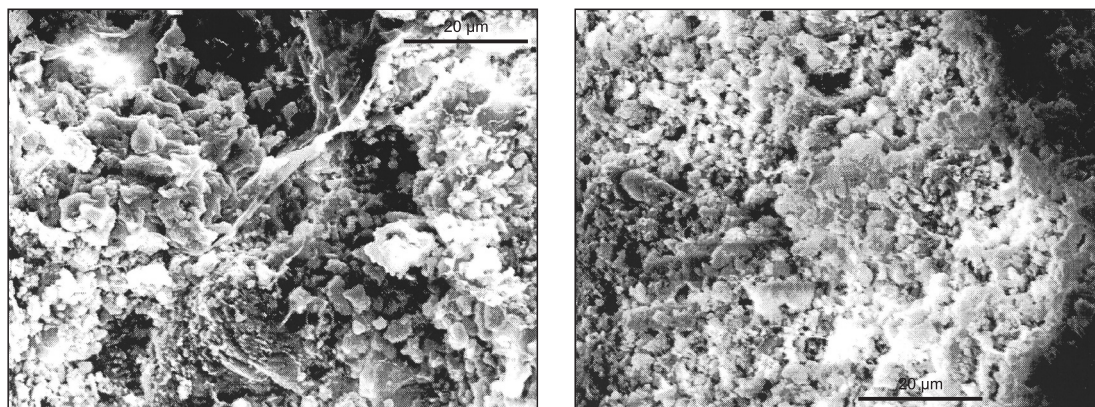


**Fig. 5. Powierzchnia mikrostrukturalna po długotrwałym obciążeniu, SEM, pow. 3000×**

a–c – zmiany fizyczne i chemiczne, d – zmiany chemiczne

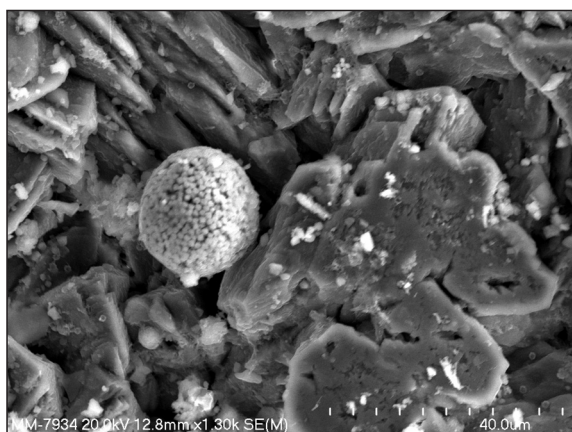
Microstructural surface after long-lasting loading, SEM, magn. 3000×

a–c – physical and chemical changes, d – chemical changes



**Fig. 6. Powierzchnia mikrostrukturalna kredy jeziornej po długotrwałym obciążeniu, SEM-EDS**

Microstructural surface of lacustrine chalk after long-lasting loading, SEM-EDS



**Fig. 7. Powierzchnia mikrostrukturalna kredy jeziornej z framboidami pirytu, SEM**

Microstructural surface of lacustrine chalk with pyrite framboids, SEM

być jest efektem starzenia się osadu. Mniej wody w osadzie implikuje zwiększenie mineralizacji (Wyrwicki, 2001). W wyniku obciążenia może nastąpić utrata natury żelowej osadu, jako efekt wczesnych procesów diagenetycznych.

Czy można powiedzieć, że żelowaty węglanowy utwór organiczny jakim jest holocenijska kreda jeziorna zmienia się w wyniku długotrwałego obciążenia w stosunkowo sztywny scementowany utwór, którego szkielet tworzą ziarna i organiczno-mineralne agregaty (fig. 3b, 6)? Zmiany w budowie wewnętrznej, zatarcie pierwotnych cech strukturalno-teksturalnych, sygnalizują ważne etapy diagenety, takie jak kompaktacja i cementacja (Lorenc, 1996). Słuszna wydaje się sugestia, że wczesne osady węglanowe, do których na-

leży kreda jeziorna, są niestabilne strukturalnie i chemicznie (Maliszewska, 1996), czego nie można powiedzieć o gruntach mineralnych (Mitchell, 1993).

Czy zatem zasadnicza różnica między kredą jeziorną, reprezentującą węglanowe grunty organiczne a gruntami mineralnymi tkwi w tym, że jej szkielet mineralny nie jest elementem stałym? Kreda jeziorna jako ośrodek dwufazowy cechuje się tym, że faza stała i faza płynna są zmienne w czasie zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym (fig. 1). Bardzo ważne w przypadku osadów o naturze żelowej, w ocenie procesów wczesnodiatagenetycznych, jest określenie składu fazy rozproszonej i rozpraszającej oraz procesów zachodzących pomiędzy tymi fazami. Powstawanie cementów może być związane z przeobrażeniami składników niestabilnych w postaci koloidalnej, takich jak: węglany, minerały ilaste, uwodniona krzemionka, substancja humusowa. Efektem starzenia może być wytrącanie pirytu, który jest wyrzucony poza agregat, ale tkwi w żelu.

Dyskusja zaprezentowanych wyników ma charakter wstępny. Można sugerować, że istnieją wskaźniki litologiczne – mineralne i strukturalne, które mogą być uwzględnione przy ocenie stopnia zaawansowania procesów diagenetycznych młodych węglanowych osadów jeziornych. Cenne z punktu widzenia geologii stosowanej jest akcentowanie tych zmian, które są istotne w ocenie węglanowych gruntów organicznych dla potrzeb inżynierii środowiska czy budownictwa, a dotyczą np. właściwości filtracyjnych (Wyrwicki, Dobak, 2000) i wytrzymałościowych (Żurek-Pysz, 1992).

Uzyskane wyniki umożliwiają ukierunkowanie badań, zmierzających do interpretacji procesów, które mogą zachodzić w holocenijskich osadach węglanowych pod wpływem czynnika zewnętrznego, z uwzględnieniem czasu geologicznego.

## LITERATURA

- LORENC S., 1996 — Diagenезa osadów (wprowadzenie do rozważań szczegółowych). *Prz. Geol.*, **44**, 6: 585.
- MAĆKOWSKA R., 2011 — Diagenезa kredy jeziornej i gytii w osadach holocenijskich północno-zachodniej Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **444**: 149–156.
- MALISZEWSKA A., 1996 — Wybrane zagadnienia diagenезy skał klastycznych. *Prz. Geol.*, **44**, 6: 586–595.
- MITCHELL J., 1993 — Fundamentals of soil behavior. University of California, Berkeley.
- OSIPOV V.I., SOKOLOV V.N., 1978 — Relation between the microfabric of clay soils and their origin and degree of compaction. *Bull. IAEГ*, **18**: 73–81.
- RYBICKI St., ŻUREK-PYSZ U., 1989 — Inżyniersko-geologiczna charakterystyka kredy jeziornej i gytii ze złóż środkowego Pomorza. *Kwart. Geol.*, 2: 313–328.
- SAWŁOWICZ Z., 2000 — Framboids, from their origin to application. Framboids: od ich genezy do zastosowania. *Pr. Miner. Kom. Nauk. Miner. PAN*, **88**: 1–80.
- WITKOWSKI A., ŻUREK-PYSZ U., 1993 — Długotrwała konsolidacja kredy jeziornej i jej efekty. *Mat. Konf. X Kraj. Konf. Mech. Grunt. Fund.*, Warszawa, t. 1: 195–199.
- WYRWICKI R., 2001 — Holocenijskie osady wapienne: właściwości i chemizm żelu, skład części płynnej i suchej. *Prz. Geol.*, **49**, 6: 525–532.
- WYRWICKI R., DOBAK P., 2000 — Hydroizolacyjne właściwości kredy jeziornej. *Prz. Geol.*, **48**, 5: 412–415.
- ŻUREK-PYSZ U., 1983 — Mikrostruktury i mikrotekstury biogenicznych gruntów węglanowych. *Prz. Geol.*, **31**, 8–9: 485–490.
- ŻUREK-PYSZ U., 1990 — Mikrostrukturalne zmiany kredy jeziornej i gytii spowodowane konsolidacją i ścinaniem. *Mat. IX Kraj. Konf. Mech. Grunt. Fund.*, t. II, Kraków, 267–272.
- ŻUREK-PYSZ U., 1992 — Strength and deformability of an organic calcareous lacustrine deposit (gyttja) in relation to its water content and colloid content. *Bull. IAEГ*, **45**: 117–126.
- ŻUREK-PYSZ U., 1998 — Wskaźniki litologiczne gytii w nawiązaniu do ich właściwości geologiczno-inżynierskich. *Mat. Konf. Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce*. J. Liszkowski (red.): 173–180.
- ŻUREK-PYSZ U., 2001 — Diagenetic microstructural changes in lacustrine chalk caused by long-lasting loading. *Min. Soc. Poland, Sp. Papers* **5**, 18: 230–233.
- ŻUREK-PYSZ U., 2002 — Zmiany fizyczne i chemiczne wybranych wskaźników litologicznych kredy jeziornej wywołane obciążeniem. *Górn. Odkr.*, 2–3: 137–141.
- ŻUREK-PYSZ U., 2007 — Specyficzne właściwości litologiczne holocenijskiej kredy jeziornej. *Geologos*, *Mat. Konf. Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce*. R. Radaszewski (red.): 321–329.