

Barbara Grabowska-Olszewska

Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

ZACHOWANIE SIĘ GRUNTÓW SPOISTYCH W WARUNKACH POWODZI I SUSZY

THE BEHAVIOR OF COHESIVE SOILS IN THE FLOOD AND DROUGHT CONDITION

Słowa kluczowe: Ca i Na montmorillonit, kaolinit, właściwości hydrofilne, granica płynności metodą Casagrande i stożka, chemizm wody.

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości fizycznych gruntów modelowych i ich mieszanin (kaolinit, montmorillonit) wyrażających różną zdolność do wiązania wody (hydrofilność). Wykazano wpływ kationów wymiennych (Ca, Na) na uzyskane wartości. Udowodniono, że metoda Casagrande daje wyższe wartości granicy płynności (w_L) od metody stożka. Skład chemiczny wody oddziałującej na grunty spoiste w zasadniczy sposób wpływa na ich właściwości fizyczne i mechaniczne.

Key words: Ca and Na montmorillonite, hydrophilic properties, Casagrande and cone penetrometer tests, the chemical composition of water.

Summary: The paper presents the results of physical property tests expressing hydrophilic properties of a mixture of the model clays (kaolinite and montmorillonite). It is shown that these properties are influenced by exchangeable cations (Ca, Na). The Casagrande method for determination of the liquid limit (w_L) produces higher values than those obtained using the cone method. The chemical composition of water is responsible for physical and mechanical properties.

Spośród gruntów mineralnych rodzimych jedynie grunty spoiste są tymi, które pod wpływem wody, zmieniają swoje właściwości, przy czym dynamika tych zmian, wzrasta w kierunku wzrostu procentowej zawartości frakcji ilowej w danym gruncie.

Zmiany te są efektem interakcji wody ze szkieletem mineralnym, reprezentowanym głównie przez minerały ilaste o określonym składzie kompleksu sorpcyjnego. To one sprawiają, iż ten sam grunt w warunkach suszy osiąga minimalną objętość przy wilgotności odpowiadającej granicy skurczalności i maksymalną przy nasyceniu wodą odpowiadającą wilgotności granicy płynności.

Dalsza penetracja wody w przestrzeń porową może doprowadzić już tylko do zniszczenia struktury, wywołując przejście w stan płynny. Jest to związane z procesem

określanym terminem „rozmakanie” i w przybliżeniu może odpowiadać stanom powodziowym. Przy zmieniającej się dynamice oddziaływania wody na grunty spoiste w warunkach powodzi i suszy, prognoza dotycząca właściwości tych gruntów musi uwzględnić (na ile jest to możliwe) dynamikę tych zmian. W okresie gdy Normy „Polskie Grunty Budowlane” były obowiązujące, badanie właściwości gruntów, wyrażające współdziałanie szkieletu mineralnego z wodą, wymagały stosowania wody destylowanej.

Autorka w swych publikacjach niejednokrotnie zwracała uwagę na fakt, iż właściwości fizyczne układu dwu fazowego grunt-woda, winny być badane z zastosowaniem wody o chemizmie odpowiadającym naturalnemu dla danego terenu, a nie wody destylowanej. Prognozowanie zmian właściwości fizycznych gruntów spoistych komplikuje się, gdy na grunty budujące wały przeciw-powodziowe oddziałuje woda rzeczna, której chemizm podlega niezmiernie dynamicznym zmianom, najczęściej nie przewidywalnym.

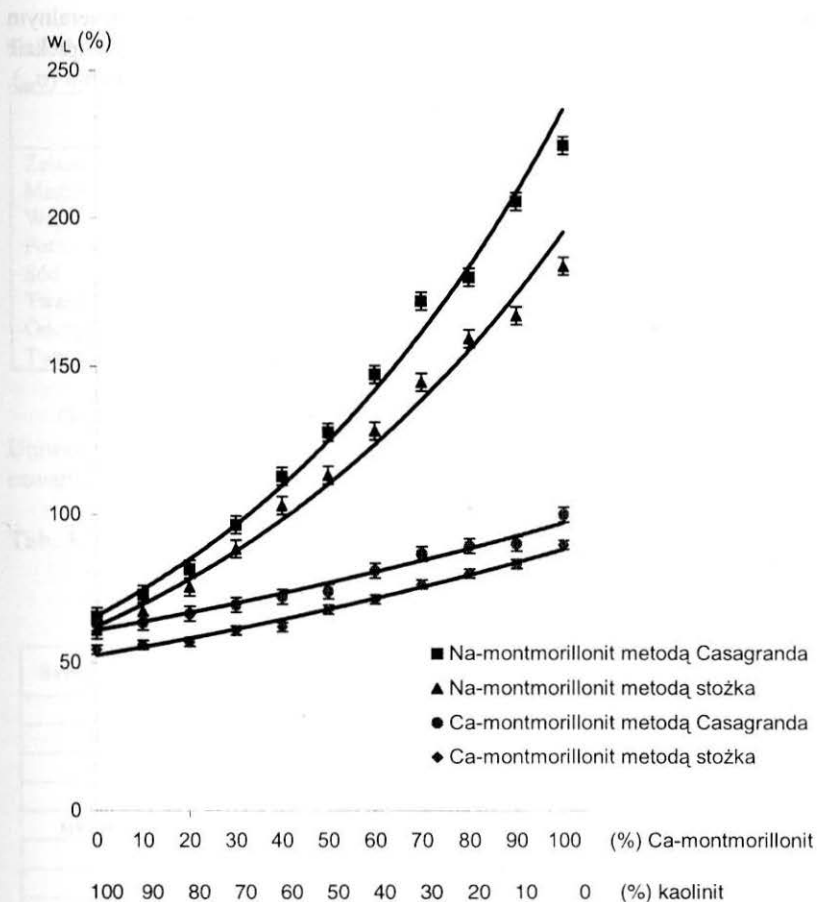
Godnym podkreślenia jest też fakt, iż wartości parametrów wyrażających hydrofilność gruntów spoistych zawsze uzyskują wyższe wartości przy oddziaływaniu wody destylowanej, niż te same parametry badane z zastosowaniem wody o naturalnym chemizmie. Prawidłowości te, wynikają z różnej energii oddziaływania sił Van der Waasla, warunkujących zmienną grubość warstwy podwójnej, która maleje w kierunku wzrostu stopnia mineralizacji wody [van Olphen, 1963] ograniczając tym samym energię współdziałania gruntu z wodą.

Metodyka badań również odgrywa ważną rolę: np. granica płynności gruntu obciążanego dynamicznie może być badana metodą Casagrandy, gdy grunt zaś będzie poddawany obciążeniom statycznym – metodą stożka. Tę prawidłowość w odniesieniu do czystych minerałów ilastych o sodowym i wapniowym kompleksie sorpcyjnym oraz ich mieszanin badanych dwoma wymienionymi wyżej metodami ilustruje rys. 1.

Dalsze przykłady o wpływie składu mineralnego i kompleksu sorpcyjnego (wapniowego i sodowego) na właściwości hydrofilne montmorillonitu i kaolinitu przedstawiono w publikacji Grabowskiej-Olszewskiej [2002].

Prawidłowości zilustrowane na rys. 1 nie będą tak czytelne, gdy na wały przeciw-powodziowe zbudowane z gruntów spoistych, lub przy ich udziale, oddziaływać będą wody zanieczyszczone metalami ciężkimi oraz związkami organicznymi (polarnymi i niepolarnymi).

Jak wykazała Helios-Rybicka [1986] w wodach rzek zanieczyszczonych ściekami przemysłowymi lub komunalnymi obecne są najczęściej takie metale ciężkie jak: Hg, Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni, As. Ich zróżnicowane wartościowości od 2-6 będą modyfikowały kompleksy sorpcyjne minerałów ilastych i tym samym ich hydrofilność, która będzie kolejno maleć w kierunku wzrostu wartościowości metali ciężkich związanych przez minerały ilaste. W wodach rzek stanów powodziowych zmienia się także ich chemizm, wyrażany przez pH, który oddziałuje na zdolność do pęcznienia. Wyniki przedstawione w tabeli 1 są tego jednym z wielu przykładów.

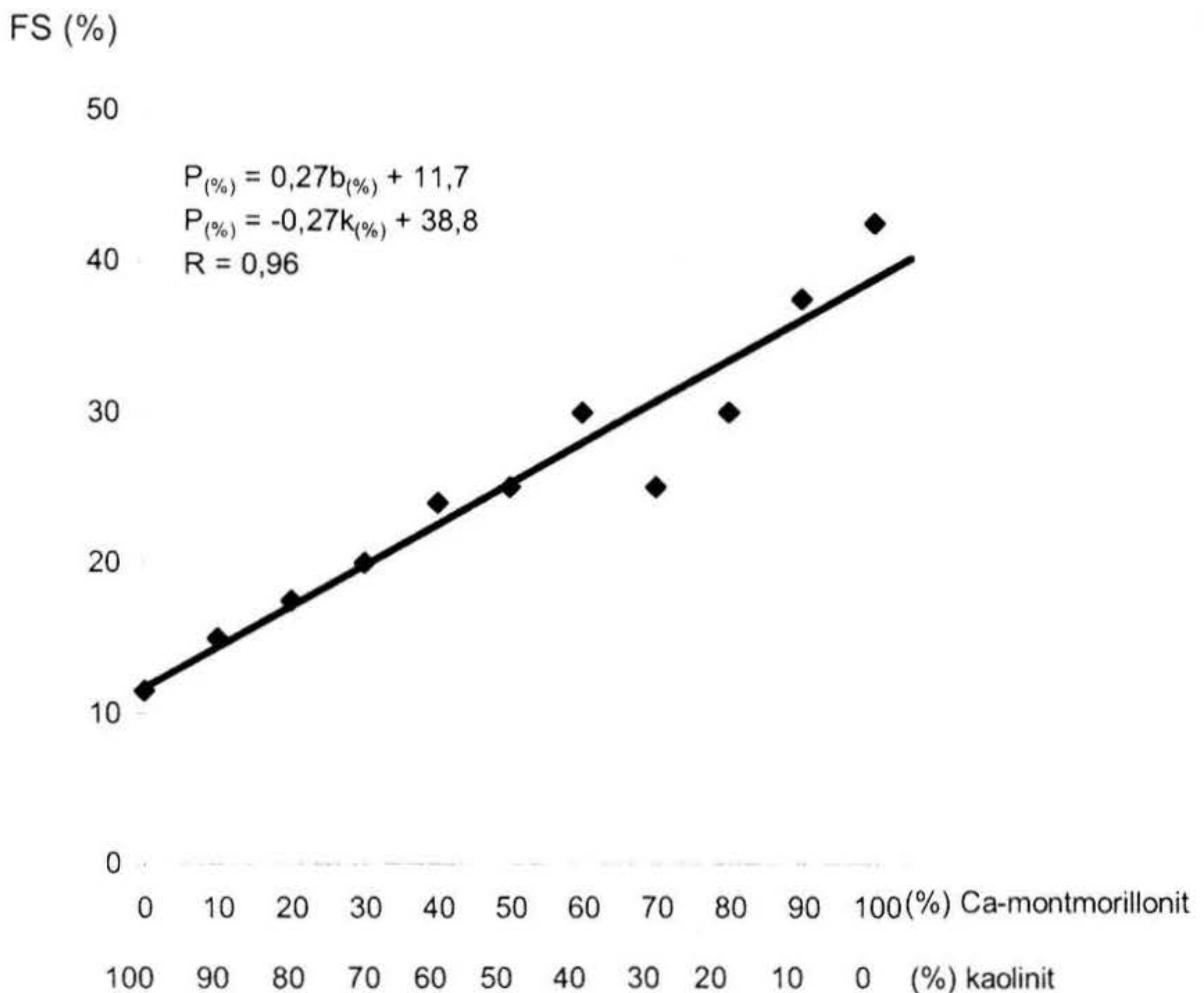


Rys. 1. Zależność między wartościami granicy płynności (w_L) a procentową zawartością mineralów ilastych i ich mieszanin o różnym kompleksie sorpcyjnym [Grabowska-Olszewska, 2002]

Tab. 1. Pęcznienie swobodne (FS) bentonitów z Radzionkowa nasycanego roztworami o różnym pH wg ASTM D4546-90 [Grabowska-Olszewska, 1994]

Typ litologiczny	Gęstość objętościowa, ρ_d Mg/m ³	FS (%)		
		pH		
		2	7	13
A	1,50	23 - 33	38 - 53	53 - 68
B	1,50	33 - 95	58 - 110	70 - 138

Innym przykładem wskazującym istnienie zależności między składem mineralnym i chemizmem wody a potencjalną możliwością zmian deformacyjnych w kompleksie gruntowym wyrażonym poprzez pęcznienie swobodne (FS) i ciśnienie pęcznienia (σ_{sp}), są dane przedstawione na rys. 2 oraz w tabelach 2, 3.



Rys. 2. Zależność między pęcznieniem swobodnym (FS) a procentową zawartością mineralów ilastych i ich mieszanin [Grabowska-Olszewska, 2002]

Zmiany deformacyjne jak wspomniano na wstępie to także skurcz, który zachodzić będzie w warunkach suszy. Znana prawidłowość mówiąca o tym, że im intensywniej grunt wiąże wodę przy jego nasyceniu tym intensywniej ją „oddaje” przy wysychaniu, prowadzi do powstawania szczelin, które stają się naturalnymi drogami migracji wody w głąb np. wałów powodziowych. Projektant i wykonawca muszą zdawać sobie z tego sprawę.

Tab. 2 Skład chemiczny wód [Gawriuczenkow, Krzynówek, 1998]

Oznaczenie	Oligoceńska [mg/dm ³]	Czwartorzędowa [mg/dm ³]
Żelazo ogólne	9,8	5,3
Magnez	15,3	28,1
Wapń	41,2	216,3
Potas	7,9	3,1
Sód	71,1	55,2
Twardość ogólna	165,7	655,6
Odczyn pH	7,4	7,1
Twardość węglanowa	260,0	351,0

Obie wody pobrano ze studni znajdującej się na terenie Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Woda oligoceńska z głębokości 221 m p.p.t., woda czwartorzędowa z głębokości 18 m p.p.t.

Tab. 3. Wyniki badań bentonitów nasyconych różnymi roztworami ρ_d - gęstość objętościowa szkieletu gruntowego, σ_{sp} - ciśnienie pęcznienia (Gawriuczenkow, Krzynówek, 1998)

Symbol próbki	Rodzaj wody nasycającej	ρ_d [Mg/m ³]	σ_{sp} [kPa]
R ₇	woda destylowana	1,57	412
R ₇	woda oligoceńska	1,57	315
R ₇	woda czwartorzędowa	1,49	233
R ₄	woda destylowana	1,53	538
R ₄	woda oligoceńska	1,55	521
R ₄	woda czwartorzędowa	1,55	479
S ₄	woda destylowana	1,48	674
S ₄	woda oligoceńska	1,53	585
S ₄	woda czwartorzędowa	1,50	515

WNIOSKI

W artykule autorka starała się udowodnić tezę, iż laboratoryjne badania gruntów spoistych, które w rzeczywistości będą poddawane ekstremalnym stanom nasycenia wodą rzeczną (powódź – susza) winne być zaprojektowane w taki sposób, aby na szkielet mineralny oddziaływała woda o zbliżonym chemizmie do rzeczywistego, a metodyka badań w możliwie największym stopniu uwzględniała rodzaj obciążeń przekazywanych na grunt. Przeniesienie, bowiem wyników uzyskanych zgodnie np. z PN-88/B-04481 do oceny zachowania się w terenie wałów przeciw-powodziowych obarczone będzie zbyt wielkim błędem. Ogólnie można stwierdzić, iż wody rzek, ze względu na zanieczyszczenia chemiczne w rzeczywistości stają się „sprzymierzeńcem

człowieka” powodując mniej intensywne intereareakcje z wodą. Gwarantuje to podwyższoną stabilność wałów.

LITERATURA

- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B., 1994: Free swell of bentonite from Radzionków (Poland). Proceedings Seventh International Congress International Association of Engineering Geology, 5-9 September 1994 Lisboa/Portugal.
- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B., 2002: Modelling physical properties of mixtures of clays: example of a two-component mixture of kaolinite and montmorillonite. Applied Clay Science, Elsevier, Vol. 22, No 5, pp. 251-259.
- GAWRIUCZENKOW I. KRZYNÓWEK M., 1998: Ciśnienia pęcznienia badane w aparacie Firmy Geonor - wybrane czynniki wpływające na uzyskane wartości. Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce. Materiały II Ogólnopolskiego Sympozjum w Kiekrzu k/Poznania, 28-30 maj 1998, 133-138.
- HELIOS-RYBICKA E., 1986: Rola minerałów ilastych w wiązaniu metali ciężkich przez osady górnej Wisły. Zeszyty naukowe AGH, z. 32, Kraków.
- OLPHEN VAN H., 1963: Structural bonds and the properties of clays. Bull. IAEG nr 12, Krefeld, 30-43.