

HYDROGEOLOGIA i GEOLOGIA INŻYNIERSKA



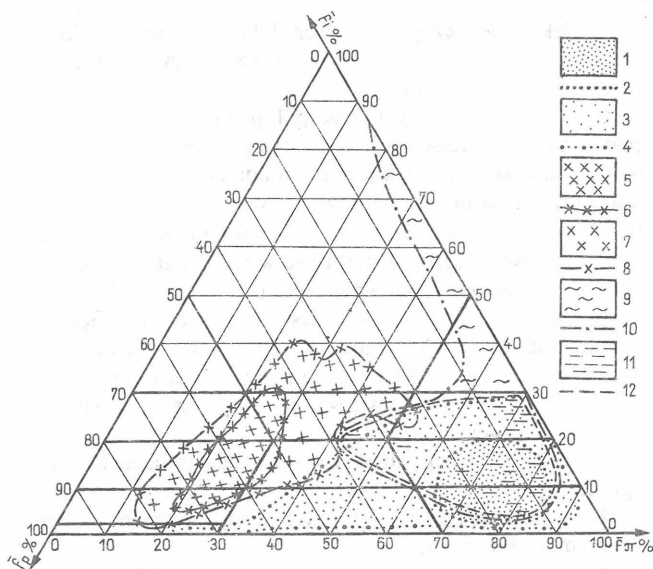
WITOLD CEZARIUSZ KOWALSKI

Uniwersytet Warszawski

POZYCJA LESSÓW I INNYCH SKAŁ SŁABO- I ŚREDNIOŚPOISTYCH W KLASYFIKACJI PETROGRAFICZNEJ

Na temat lessu, jego własności i zmienności napisano już wiele rozpraw i wypowiedziano wiele bardzo różnych, często kontrowersyjnych, a nie zawsze podpartych konkretnymi dowodami poglądów. Lessy badane były różnymi metodami przez specjalistów wielu dyscyplin nauk o Ziemi. W różny również sposób określano ich pozycję w syste-

mach klasyfikacyjnych. Zgodnie z poglądami, panującymi we współczesnej petrografii skał osadowych, less jest drobnookruchową skałą osadową, a w przyjętej przez A. Bolewskiego i M. Turnau-Morawską (1) klasyfikacji skał umieszczany jest wraz z innymi aleurytami oraz psamitami i psefitami w klasie I – Okruchowych skał osado-



Zestawienie wyników analizy granulometrycznej badanych utworów

Utwory lessowe i lessopodobne (typowe lessy: 1 – pole składu granulometrycznego, 2 – granice tego pola; utwory lessopodobne łącznie z lessowymi: 3 – pole składu granulometrycznego, 4 – granice tego pola), gliny zwałowe (typowe gliny zwałowe: 5 – pole składu granulometrycznego, 6 – granice tego pola); gliny zwałowe w całości: 7 – pole składu granulometrycznego całości glin zwałowych, 8 – granice tego pola, ily warwowe (9 – pole składu granulometrycznego warw ciemnych, 10 – granica pola składu granulometrycznego iłów warwowych, 11 – pole składu granulometrycznego warw jasnych, 12 – granica tego pola)

Comparison of results of granulometric analyses of the studied deposits

Loess and loess-like deposits (typical loesses: 1 – field of granulometric composition, 2 – boundaries of this field; loess-like and loess deposits: 3 – field of granulometric composition, 4 – boundaries of this field), tills (typical tills: 5 – field of granulometric composition, 6 – boundaries of this field; undifferentiated tills: 7 – field of granulometric composition for all the tills, 8 – boundaries of this field), varved clays (9 – field of granulometric composition of dark varves, 10 – boundary of field of granulometric composition of varved clays, 11 – field of granulometric composition of light varves, 12 – boundary of this field)

wych. Natomiast w przyjętej w geologii inżynierskiej – a wraz z nią i w geotechnice – klasyfikacji gruntów, przyjmującej jako jednoznacznie sprecyzowane ilościowe kryterium wydzielenia procentowe zawartości frakcji piaskowej, pyłowej i iłowej, lessy w Polsce reprezentują grunty średnio- i słabospoiste, a więc gliny pylaste o zawartości frakcji iłowej od 10% do ponad 16% i pyły o zawartości tejże frakcji od 3% do 16%. Wynika to z wieloletnich badań i publikacji J. Malinowskiego (20–22), B. Grabowskiej i W.C. Kowalskiego (7), B. Grabowskiej-Olszewskiej (3–6), M. Kolasy (8), A. Kühna (17), W.C. Kowalskiego (10, 11), W.C. Kowalskiego i zespołu (14, 15) i innych (ryc.).

Oczywiście we frakcji iłowej, składającej się z cząstek o wymiarach mniejszych niż 0,002 mm, występują nie tylko „krzemiany pakietowe, ogólnie określone nazwą minerały ilaste lub iłowe” (1), lecz także inne minerały. Jednak minerały iłowe, jak wynika z cytowanych tu prac, stanowią główny składnik tej frakcji. W omawianych tu utworach lessowych, glinach warwowych i glinach zwałowych stwierdza się wprawdzie pewne zróżnicowanie składu minerałów iłowych, jednak głównymi składnikami po-

zostają w omawianych skałach zawsze: hydromiki – illity i smektyty – montmoryllonity, a reszta minerałów iłowych stanowi tylko niewielką domieszkę. W tej sytuacji procentowa zawartość frakcji iłowej może być uznana za ilościowy wskaźnik „ilastości” skały. Nie jest to wskaźnik doskonały, gdyż z jednej strony we frakcji iłowej występują również minerały nie iłowe, z drugiej zaś część minerałów iłowych może być związana w agregatach o wymiarach cząstek frakcji pyłowej, a nawet frakcji piaskowej. Nie dysponujemy jednak dotychczas lepszym wskaźnikiem w tym zakresie.

W klasyfikacji petrograficznej do skał ilastych włącza się bez najmniejszych zastrzeżeń „gliny zastoiskowe (ily warwowe, warwy, ily wstęgowe)”. Jednak część tych utworów prezentuje – zwłaszcza w warwach jasnych – pyły i gliny pylaste o składzie granulometrycznym, odpowiadającym typowym lessom. Jako przykład mogą tu służyć opisane przez E. Myślińską (23) jasne warwy z Zielonki pod Warszawą, będące pyłami i glinami pylastymi o procentowej zawartości frakcji piaskowej – od 10% do 19%, pyłowej od – 72% do 78% i iłowej – od 6% do 13,5%. E. Myślińska (23) podaje również skład granulometryczny próbki średniej (brudzowej) z Pogorzeli o procentowej zawartości frakcji piaskowej 12%, pyłowej 72,5% i iłowej 12,5% przy warwach jasnych o procentowych zawartościach tychże frakcji kolejno: piaskowej – 11%, pyłowej – 78% i iłowej 11%. Z danych tych wynika, że cała masa „iłów warwowych” z Pogorzeli cechuje się składem granulometrycznym zbliżonym do lessowych glin pylastych i nie jest w stosunku do nich bardziej „ilasta”.

Wątpliwości odnośnie do większej „ilastości” między gruntami słabo- i średniospoistymi pogłębiają się, jeśli zauważymy, że gliny zwałowe, chociaż zawierają taką samą, jak less procentową zawartość frakcji iłowej i wraz z nią podobną, lub identyczną zawartość minerałów iłowych często o identycznym ich składzie umieszcza się według wspomnianej klasyfikacji petrograficznej w klasie II – skał ilastych. Gliny zwałowe według inżyniersko-geologicznej i geotechnicznej klasyfikacji gruntów prezentują w przeważającej masie również grunty średnio- i słabospoiste, a więc gliny piaszczyste o zawartości frakcji iłowej w przedziale od 10% do ponad 16% i piaski gliniaste o zawartości tejże frakcji w granicach od 3% do 10%. Dane te wynikają z wieloletnich badań i publikacji A. Falkiewiczowej (2, 3), W.C. Kowalskiego i N. Lipińskiej (13), N. Lipińskiej (18, 19), W.C. Kowalskiego i A. Kowalskiego (12), W.C. Kowalskiego (9). Nie są więc lessy mniej „ilaste”, niż niektóre „gliny warwowe” i gliny zwałowe, chociaż znajdują się w różnych klasach klasyfikacji petrograficznej (ryc. 1). Co więcej większa zawartość frakcji pyłowej – w tym również drobnopyłowej w lessach, niż w glinach zwałowych, i znacznie mniejsza zawartość frakcji piaskowej mogłaby wskazywać, że bardziej uzasadnione mogłoby być przypisanie lessów do klasy II, a większa zawartość frakcji piaskowej, niż pyłowej w glinach zwałowych, zwłaszcza wobec obecności żwirów i głazów wskazywałaby raczej na słuszność przypisania ich do klasy I, jako utworów bardziej okrucowych. Zatem kryterium sklasyfikowania lessów oraz niektórych „iłów” warwowych i glin zwałowych do różnych klas nie jest różnica w zawartości jako głównych składników minerałów iłowych, a inne czynniki, wpływające na wyraźne zróżnicowanie cech tych utworów.

Przed wszystkim należy zauważyć, że cechujące się pozornie większą „ilastością” gliny zwałowe zawierają w jednostce objętości mniejszą liczbę ziarn i cząstek, niż lessy. Przeciętne zwałowe gliny piaszczyste – Gp zawie-

rają frakcji piaszkowej od 50% do 90%, a przeciętne zwałowe piaski gliniaste – P_g od 60% do 98%, gdy przeciętne lessowe gliny pylaste – G_π i pyły – π frakcji tej zawierać mogą maksimum 30%. Przy rozważaniach na temat zawartości frakcji pyłowej sytuacja jest odwrotna. Przeciętne lessowe gliny pylaste – G_π zawierają frakcji pyłowej od 50% do 90%, a przeciętne pyły lessowe – π od 60% do 100%, gdy przeciętne zwałowe gliny piaszczyste – G_p i piaski gliniaste – P_g zawierać mogą maksymalnie 30% tej frakcji. Z przedstawionych tu różnic procentowych zawartości granulometrycznych frakcji: piaszkowej i pyłowej w przeciętnych polskich lessach i glinach zwałowych wynika, że przy tej samej procentowej zawartości granulometrycznej frakcji ilowej w obu tych utworach różnice procentowych zawartości frakcji piaszkowej i pyłowej ujawniają istotne różnice strukturalne między lessami i glinami zwałowymi.

Z prostego wyliczenia wypada, że z jednego ziarna o średnicy 1 mm (a więc ziarna frakcji piaszkowej) teoretycznie można by otrzymać: 8000 cząstek o średnicy 0,05 mm (tj. o wymiarach na granicy frakcji piaszkowej i pyłowej); 125 000 000 cząstek o średnicy 0,002 mm (tj. o wymiarach na granicy frakcji pyłowej i ilowej). Zatem, większa procentowa zawartość frakcji pyłowej w lessach, niż w glinach zwałowych oznacza znacznie większą liczbę cząstek, występujących w takiej samej masie szkieletu mineralnego gruntu. Zwiększeniu liczby cząstek towarzyszy zwiększenie sumarycznej wartości ich granicznych powierzchni, jeszcze bardziej, komplikując złożony stan pól fizycznych między cząstkami i ziarnami gruntu, a zatem i intensywność oddziaływania sił międzycząsteczkowych, co ujawnia się m. in. w zwiększeniu kapilarności lessu oraz w natężeniu zjawisk przyciągania i odpychania między poszczególnymi cząstkami, posiadającymi z reguły różny ładunek elektryczny w różnych ich częściach.

Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że we frakcjach piaszkowej i pyłowej, a częściowo i ilowej gruntów słabo- i średniospoistych (w tym utworów lessowych i glin zwałowych) występują nie tylko zindywidualizowane cząstki i ziarna, lecz także ich agregaty. Interesujące jest, że w przypadku glin zwałowych obserwuje się znaczną przewagę makroagregatów, tj. agregatów o wymiarach od 0,05 mm do 2 mm, tworzących jeden system – megaagregatu, za jaki uważać należy badaną warstwę gliny zwałowej. Przy dużej procentowej zawartości frakcji piaszkowej i względnie małej frakcji pyłowej w glinach zwałowych liczba poszczególnych ziarn (a więc i liczba powierzchni kontaktowych między nimi) jest względnie nieduża i nawet niewielka procentowa zawartość frakcji ilowej, a z nią i minerałów ilowych może ułatwić połączenie tych ziarn w jeden spoisty twór – megaagregat. Wiadomo jest bowiem, jak istotną rolę w powstawaniu agregatów odgrywają minerały ilowe, jak też substancje koloidalne, występujące w najdrobniejszych podfrakcjach frakcji ilowej.

Przy względnie małej zawartości frakcji piaszkowej i dużej procentowej zawartości frakcji pyłowej, jak to ma miejsce w utworach lessowych, liczba poszczególnych ziarn i cząstek (a więc i liczba powierzchni kontaktowych) jest bez porównania większa tak, że przy tej samej, jak w glinach zwałowych, procentowej zawartości frakcji ilowej i wraz z nią minerałów ilowych brakować może do agregacji ziarn i cząstek wiążących je minerałów ilowych i substancji koloidalnych z najdrobniejszych podfrakcji frakcji ilowej.

Jednocześnie należy pamiętać, że ze zwiększeniem się liczby ziarn i cząstek przy tej samej masie szkieletu mineralnego następuje w konsekwencji nie tylko odpowied-

nie zwiększenie liczby powierzchni kontaktowych między sąsiadującymi ze sobą ziarnami i cząstkami, lecz także jednoczesna tendencja do zmniejszania wielkości powierzchni kontaktowych. Cały ten zespół powoduje, że w przypadku utworów lessowych powstające agregaty i tworzące jeden megaagregat, jakim jest badana warstwa lessu, jest przy tej samej procentowej zawartości frakcji ilowej (i minerałów ilowych) mniej sztywnie powiązany przez mniejsze powierzchnie kontaktowe w jedną całość, a zatem sprawia wrażenie mniej spoistego (mniej „ilastego”) niż odpowiednia glina zwałowa. Jest to przyczyna większej wrażliwości lessu na działanie czynników odkształcających – zwłaszcza wody – i pozorne, megaskopowe odczucie jego mniejszej „ilastości”, a większej „pylastości” i „piaszczystości”.

Z powyższych rozważań wynikają następujące wnioski ogólne:

1. Klasyfikacja skał osadowych jest problemem bardzo trudnym i złożonym;

2. Aktualnie uznana klasyfikacja nie odpowiada obecnemu nagromadzeniu danych o naturze skał osadowych;

3. Postęp w zakresie dopracowania się naturalnej klasyfikacji skał osadowych, odzwierciedlającej różnicowanie ich natury wymaga nie tylko dalszych, szczegółowych badań nad ich składem mineralnym, strukturą i teksturą w dzisiejszym rozumieniu tych pojęć, lecz także wnikliwych, ilościowych, gruntoznawczych badań nad zjawiskami zachodzącymi na granicy wielofazowego układu, jaki stanowi każda skała osadowa, studiów nad stanem tego układu w różnych warunkach, oraz jego zmian w czasie i przestrzeni.

L I T E R A T U R A

1. Bolewski A., Turnau-Morawska M. – Petrografia. Wyd. Geol. 1963.
2. Falkiewicz A. – Główne typy glin zwałowych środkowego Mazowsza. Biul. Geol. UW Wydz. Geol. 1961 t. 1, cz. 1.
3. Falkiewicz A. – Własności fizyczno-mechaniczne glin zwałowych środkowego Mazowsza. Ibidem 1962 t. 2.
4. Grabowska-Olszewska B. – Własności fizyczno-mechaniczne utworów lessowych północnej i północno-wschodniej świętokrzyskiej strefy lessowej na tle ich litologii i stratygrafii oraz warunków występowania. Ibidem 1963, t. 3.
5. Grabowska-Olszewska B. – SEM analysis of microstructures of loess deposits. Bull. Intern. Assoc.-Eng. Geol. 1975 nr 11.
6. Grabowska-Olszewska B. – Mikrostruktury utworów lessowych badane za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM). Biul. Inst. Geol. 1976 nr 297.
7. Grabowska B., Kowalski W.C. – Obszcza-ja charakteristika lessow w Polsce i ich stroitielnyje swoistwa. Dokł. Mież. Naucz. Konf., Woroneż 1961.
8. Kolaszka M. – Geotechniczne własności lessów okolic Krakowa. Wyd. Geol. 1963.
9. Kowalski W.C. – Regionalna geologia inżynierska Polski. T. I, Wyd. UW, 1978.
10. Kowalski W.C. – Megascopic aggregation paradox of loess deposits [W:] Hommage a Leon Calembert Ed. G. Thone. Liège 1980.
11. Kowalski W.C. – Makroskopowy paradoks agregacji utworów lessowych i lessopodobnych. Prz. Geol. 1980 nr 12.

12. Kowalski W.C., Kowalski A. — Analiza czynnikowa — sposób R w zastosowaniu do środkowo- i północnopolskich glin zwałowych regionu warszawskiego, białostockiego i olsztyńsko-białostockiego. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW 1975 t. 20.
13. Kowalski W.C., Lipińska N. — Rodzaje gruntów serii glin zwałowych Warszawy. Prz. Geol. 1963 nr 9.
14. Kowalski W.C., Myślińska E. i in. — Kierunki zmian składu granulometrycznego lessu w wyniku wielokrotnego nasycenia wodą kapilarną i wielokrotnego zamrażania. Prz. Geol. (w druku).
15. Kowalski W.C., Myślińska E., Kulesza-Wiewióra K., Hoffmann E. — Kierunki zmian składu agregatowego lessu w wyniku wielokrotnego nasycenia wodą kapilarną i wielokrotnego zamrażania. Ibidem (w druku).
16. Krajewska-Pinińska J. — Inżyniersko-geologiczna charakterystyka glin zwałowych w nadkładzie węgla brunatnego okolic Turka. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW 1967 t. 11.
17. Kühn A. — Geologiczno-inżynierska charakterystyka obszaru katastrofalnych szkód budowlanych w Kłodzku. Biul. Inst. Geol. 1963 t. 182.
18. Lipińska N. — Application of differentiating two horizons of boulder clays on the area of Szczecin and its vicinity. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW 1974 t. 16.
19. Lipińska N. — Testowanie przydatności analizy czynnikowej — sposób R zastosowanej do populacji geologicznej glin zwałowych z obszaru m. Szczecina i okolic. Ibidem 1975 t. 20.
20. Malinowski J. — Wyniki badań geotechnicznych lessu między Kazimierzem Dolnym a Nałęczowem. Kwart. Geol. 1959 t. 3.
21. Malinowski J. — Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczepieszynem i Turobinem. Pr. Inst. Geol. 1964 t. 41.
22. Malinowski J. — Badania geologiczno-inżynierskie lessów. Wyd. Geol. 1971.
23. Myślińska E. — Wpływ warunków sedymentacji i diagenety ilów warwowych zlodowacenia środkowo-polskiego na obszarze Mazowsza i ich własności inżyniersko-geologiczne. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW 1965 t. 7.
24. Wysockiński L. — Wpływ spękań w glinach zwałowych na stateczność skarpy wiślanej w Płocku na tle analizy aktualnych powierzchniowych ruchów masowych. Ibidem 1965 t. 9.

SUMMARY

In the light of results of analyses of granulometric and mineral composition of Polish loesses and loess-like soils, tills and varved clays it appears unjustified to assign loesses and loess-like soils to detrital rocks, and tills and varved clays to the clay ones as it is accepted in petrographic classification. Although the share (in %) of clay fraction is the same, similarly as the content of more or less uniform clay minerals, corresponding to it, there may be found differences in number and surface of contacts of grains and particles. Similarly, the degree of aggregation may

vary depending on the ratios of contents of other fractions in rocks despite of lack of differences in mass of the rocks. The number of contact surfaces in tills with large share of sand size grains is markedly smaller than in loesses with markedly higher share of silt size particles. Therefore, under conditions of the same share of clay fraction (from a few to about a dozen per cents), aggregation of large grains of sand fraction in tills will be more advanced than in the case of more numerous and smaller silt-size particles in loess and loess-like deposits. This results in megascopic differentiation: tills seem to be apparently more "clay", and loesses — less "clay" and more "silty" or even "sandy". It was found that in order to achieve natural classification of sedimentary rocks, i.e. classification reflecting their nature, it is necessary to carry out further detailed studies on their mineral composition, structure and texture, as well as discriminative, qualitative studies on phenomena taking place at phase boundaries in multiphase system (as which every sedimentary rock should be regarded) and on the state of this system under various conditions and its changes in time and space.

РЕЗЮМЕ

В свете результатов анализов granulометрического и минерального состава польских лёссов и лёссоподобных грунтов, а также валунных и ленточных глин, необоснованным кажется причисление лёссов и лёссоподобных грунтов в обломочным породам, а валунных и ленточных глин — к глинистым породам, как это принято в петрографической классификации. При том же самом процентном содержании глинистой фракции и соответствующим ему содержанию приблизительно одинаковых глинистых минералов — разными являются числа и величины поверхностей контакта зерн и частиц, а также степень их агрегации при таких же самых массах пород в зависимости от отношения содержания остальных фракций в этих породах. В случае валунных глин с большим содержанием зерн песчаной фракции число поверхностей контакта значительно меньше чем в случае лёссов со значительно большим содержанием пылевой фракции. И потому при том же самом содержании глинистой фракции (с нескольких до более десяти процентов) более сильной агрегации будут подвергнуты большие зерна песчаной фракции в случае валунных глин, а более слабой — значительно большее число меньших частиц пылевой фракции в случае лёссов и лёссоподобных частиц. Это вызывает мегаскопическую дифференциацию: валунные глины имеют большую „глинистость”, а лёсы мнимо меньшую „глинистость”, мнимо большую „пылистость”, а даже „песчаность”. Автор констатирует, что для составления естественной классификации осадочных пород, отражающей дифференциацию их свойств, необходимые не только подробные исследования их минерального состава, структуры и текстуры но также количественные исследования по грунтоведению — явлений происходящих на границе фаз многофазной системы, которой является каждая осадочная порода, а также изучение состояния этой системы в разных условиях и её изменений во времени и пространстве.