

Początki gruntoznawstwa w naukach geologicznych i technicznych

Elżbieta Myślińska*

Gruntoznawstwem nazywamy dyscyplinę, której zadaniem jest badanie właściwości gruntów budowlanych. Stanowi ono dział geologii inżynierskiej. Przedmiotem badań gruntoznawstwa są właściwości fizyczne, właściwości mechaniczne oraz fizykochemiczne gruntów i ocena ich zmienności w zależności od składu mineralnego, chemicznego, struktury i tekstury oraz chemizmu wód porowych i powietrza porowego, a wynikających z genezy, warunków sedymentacji, diagenety i wywieranych na te grunty obciążeń.

Tradycyjnie gruntoznawstwo zajmuje się badaniem właściwości gruntów nieskalistych. Badaniem właściwości gruntów skalistych zajmuje się mechanika skał. Istnieje ścisłe powiązanie gruntoznawstwa z takimi działami geologii inżynierskiej (ryc. 1), jak geodynamika inżynierska, regionalna geologia inżynierska, a zwłaszcza mechanika gruntów, a także geotechnika (ryc. 2).

Wyniki badań gruntoznawczych są wykorzystywane do projektowania i wykonawstwa obiektów budowlanych oraz prognozy zmian właściwości gruntów i środowiska geologi-

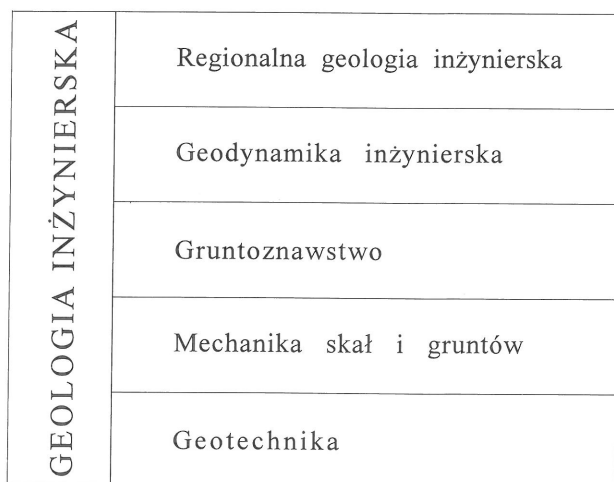
cznego przy zmianie warunków w trakcie wykonywania tych obiektów. Dlatego też bardzo często, głównie w środowisku inżynierów budowlanych, gruntoznawstwo bywało i nadal bywa mylnie utożsamiane z geotechniką, zwłaszcza w jego części dotyczącej bezpośrednio badań fizycznych i mechanicznych gruntów.

Gruntoznawstwo jako nauka przyrodnicza jest powiązana z licznymi innymi naukami — między innymi z hydrogeologią, hydrologią, mineralogią, petrografią, chemią, a także gleboznawstwem. Gleboznawstwo i gruntoznawstwo zajmują się podobnymi, sąsiadującymi ze sobą ośrodkami (gleba-grunt), a metodyka badań wielu parametrów fizycznych i fizykochemicznych jest identyczna w obydwu tych dyscyplinach. Wiele metod badania fizycznych i mechanicznych właściwości gleb zostało przystosowanych i wprowadzonych do badań gruntów. Do takich badań należą m.in. badania składu granulometrycznego gruntów, rozpoczęte do celów gleboznawczych w 1867 r. przez Schönego (*vide* Kollis i in., 1966). Granice konsystencji, do celów rolniczej klasyfikacji gleb, zostały po raz pierwszy zdefiniowane przez Atterberga w 1911 r. Atterberg opracował też w latach 1905–1913 podział cząstek i ziarn na frakcje granulometryczne. Jeden z pierwszych trójkątów Fereta do klasyfikacji materiału ziarnistego, na podstawie procentowej zawartości frakcji piaskowej, pyłowej i ilowej został sporządzony w USA do klasyfikacji gleb (*vide* Casagrande, 1947).

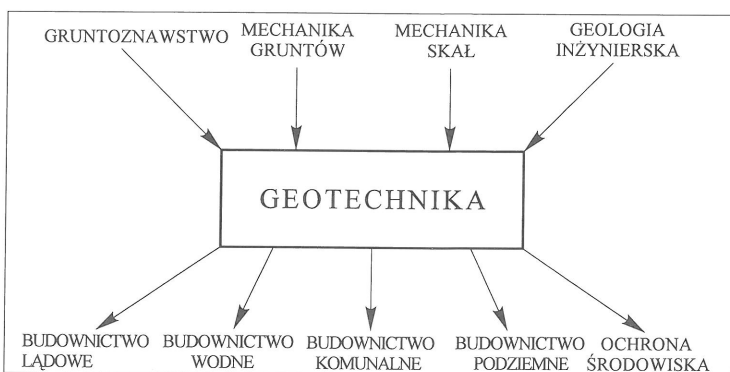
Gruntoznawstwo a mechanika gruntów i geologia inżynierska

Początki badań gruntów na świecie — zarówno ich cech fizycznych, fizykochemicznych, jak i mechanicznych — są ściśle związane z mechaniką gruntów. Laboratoria mechaniki gruntów, w których prowadzono badania zarówno cech fizycznych, jak i mechanicznych gruntów, powstały w pierwszej połowie XX wieku w wielu krajach, np. w Niemczech w Berlinie, w Austrii w Wiedniu, w Holandii w Delft, w Anglii w Garston oraz w USA m.in. w Cambridge, w laboratorium założonym przez Casagrande'a (Spawozdanie z konferencji..., 1956).

W 1925 r. ukazała się praca Therzaghiego o mechanice gruntów opartej na ich właściwościach fizycznych, która została uznana za dzieło dające początek nowoczesnej mechanice gruntów. Autor przedstawił w niej zasadniczy podział gruntów pod względem ich składu granulometrycznego: na grunty piaszczyste — niespoiste i na grunty gliniaste — spoiste, stwierdzając że każdy z tych rodzajów wykazuje odrębne cechy, między innymi przy reakcji z wodą i pod wpływem obciążeń. Podał też m.in., w sposób usystematyzowany, metody badań fizycznych i mechanicznych właściwości gruntów oraz teorię konsolidacji. Pod koniec lat dwudziestych ukazała się praca: Redlich, Terzaghi & Kampe: *Ingenieurogeologie* (Redlich i in., 1929), która z kolei dała początek wyodrębnieniu jako samodzielnej nauki i szybkiemu rozwojowi geologii inżynierskiej. Nie oznacza to, że wcześniej, już na przełomie XIX i



Ryc. 1. Pozycja gruntoznawstwa na tle innych działów geologii inżynierskiej (Kowalski, 1988)



Ryc. 2. Pozycja gruntoznawstwa w stosunku do geotechniki (Glazer & Malinowski, 1991)

*Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Uniwersytet Warszawski, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

XX wieku nie prowadzono badań inżyniersko-geologicznych (określanych czasami jako tzw. geologia stosowana), w ramach geologicznych ocen obszarów, zwłaszcza przy budowie dróg i kolei żelaznej. Jednocześnie rozwój chemii fizycznej i koloidalnej spowodował bardziej przyrodnicze spojrzenie na właściwości gruntów oraz pozwolił na podjęcie badań nad oceną przyczyn ich kształtowania i zmienności. Przykładem mogą być prace Casagrande'a wykonywane w latach trzydziestych i czterdziestych naszego stulecia, dotyczące między innymi klasyfikacji gruntów, a zwłaszcza gruntów spoistych (Casagrande, 1947), które po wielu dyskusjach, prowadzonych m.in. w 1948 r. na forum *American Society of Civil Engineers*, doprowadziły do powstania tzw. „ujednoliconej klasyfikacji gruntów”, opartej na ich uziarnieniu i plastyczności. Klasyfikacja ta, opracowana ostatecznie w USA w 1952 r. przez Korpus Inżynierów oraz *Bureau of Reclamation* i uściślona w 1957 r. przez Wagnera (1957) — z niewielkimi modyfikacjami — jest stosowana do dziś w USA, W. Brytanii i wielu innych krajach oraz zalecana przez Międzynarodową Komisję IAEG (IAEG Commission..., 1981). Nie została ona do tej pory wprowadzona przez polskie normy.

Przyrodnicze spojrzenie na grunt i jego właściwości stało się podstawą do rozwoju dziedziny, którą określamy jako gruntoznawstwo. Według Kleczkowskiego (1956), literatura zachodnia traktowała w owym czasie całą geologię inżynierską, a w tym i gruntoznawstwo bardziej „mechanistycznie” (pojmując je jako dział mechaniki gruntów), natomiast literatura radziecka bardziej przyrodniczo (uznając gruntoznawstwo jako samodzielną część geologii inżynierskiej). W literaturze, zwłaszcza zachodniej, do dziś gruntoznawstwo i mechanika gruntów bywają łączone razem jako gałąź wiedzy inżynierskiej (Lambe & Withman, 1969; Kezdi, 1980). W wielu krajach, w tym i w Polsce, gruntoznawstwo stanowi często dział w podręcznikach geologii inżynierskiej (Siergiejew, 1978; Kowalski, 1988; Bell, 1993 i inne). Ukazują się też podręczniki dotyczące wyłącznie lub w przeważającej części badań gruntoznawczych (np. Lambe, 1951; Bowles, 1978; Bell, 1981; Head, 1992). Gruntoznawstwo jako dział geologii inżynierskiej zostało dość wcześniej wyodrębnione w Związku Radzieckim, m.in. w 1938 r. na Wydziale Geologiczno-Gleboznawczym Uniwersytetu Moskiewskiego powstała Katedra Gruntoznawstwa, w której szkolono studentów i prowadzono prace naukowe w zakresie gruntoznawstwa, mechaniki gruntów i geologii inżynierskiej. W 1954 r. katedra ta została przekształcona w Katedrę Gruntoznawstwa i Geologii Inżynierskiej. Prawie jednocześnie w Moskiewskim Instytucie Geologiczno-Poszukiwawczym została utworzona Katedra Geologii Inżynierskiej, prowadząca także badania z zakresu gruntoznawstwa. W placówkach tych powstało wiele podręczników z dziedziny gruntoznawstwa (m.in. Fiłatow, 1932; Priłkoński, 1949; Siergiejew, 1946; Kołomieński, 1951).

Początki gruntoznawstwa w Polsce

W Polsce gruntoznawstwo rozwinęło się w ramach mechaniki gruntów w okresie międzywojennym. W roku 1936, z inicjatywy Związku Polskich Inżynierów Budowlanych, powstał Komitet Badania Gruntów (*vide* Głazaer & Malinowski, 1991). W referacie na II Zjeździe Polskich Inżynierów Budowlanych, odbywającym się w Katowicach w 1936 r., Piętkowski (1936) — podkreślając konieczność nowego, bardziej wszechstronnego badania gruntów, uwzględniającego środowisko w jakim występują, a zwłaszcza warunki

wodne — przytaczał za Terzaghim, że zaklasyfikowanie gruntów pod względem inżynierskim wymaga ustalenia następujących danych:

- 1) zawartości wody w stanie rodzimym,
- 2) wilgotności granic plastyczności,
- 3) „ciężaru gatunkowego”,
- 4) wykresu krzywej ścisłości,
- 5) współczynnika przepuszczalności wody oraz
- 6) wskaźnika pęcznienia.

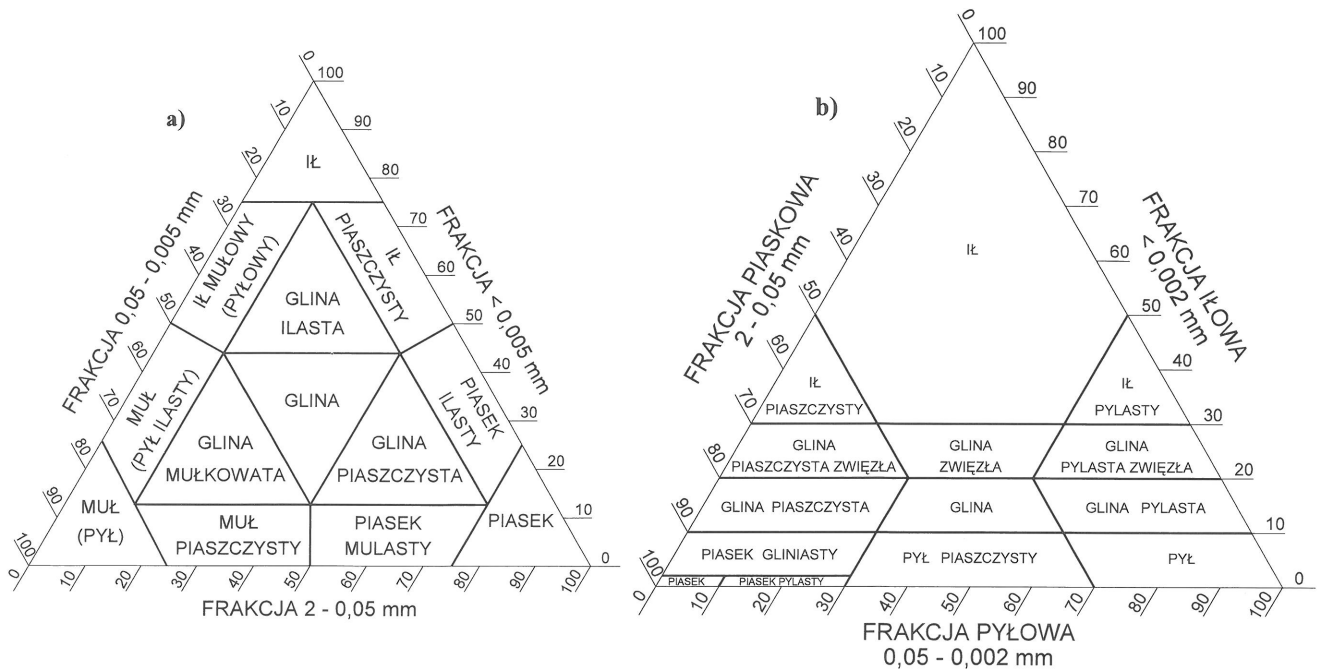
W sprawozdaniu z konferencji międzynarodowej w sprawie mechaniki gruntów i fundamentowania w Harvard University (Cambridge, Mass. USA), która odbyła się w 1936 r., Piętkowski (1937) relacjonuje, że mechanika gruntów ma za zadanie badania oraz określanie fizycznych i mechanicznych właściwości gruntów, oznaczanie rozkładu i wielkości naprężeń w gruntach przy różnych rodzajach obciążeń oraz badanie gruntów jako materiału budowlanego.

W końcu 1936 r., z inicjatywy prof. J. Nowaka, powstał ośrodek badania gruntów związany z Zakładem Geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, który miał zajmować się zarówno geologią jak i mechaniką gruntów oraz gruntoznawstwem (*vide* Kleczkowski, 1956). W Warszawie pierwsze prace gruntoznawcze rozpoczęły się w Drogowym Instytucie Badawczym Politechniki Warszawskiej, założonym przez M. Nestorowicza. W 1937 r. Rychłowski z Państwowego Instytutu Geologicznego uznaje, że niezbędne jest prowadzenie badań gruntu pod projektowane budowle. Definiuje on gruntoznawstwo jako dział wiedzy techniczno-geologicznej, której zadaniem jest *poznanie fizycznych, mechanicznych, chemicznych i mineralogicznych właściwości gruntu z jednej strony i zapoznanie się z warunkami naturalnymi przyrodniczo-historycznymi w jakich się znajdują i wpływem tych stosunków na warunki budowlane z drugiej*. Stwierdza, że *gruntoznawstwo jest anatomią Ziemi*.

W 1939 r. Rusin opublikował pracę doktorską, obronioną na Politechnice Warszawskiej, dotyczącą wprawdzie głównie mechaniki gruntów, jednak znajduje się tam część poświęcona takim tematom gruntoznawczym, jak definicja gruntu (*ta część skorupy ziemskiej, która: 1) nie podlega: a) bezpośredniemu wpływowi zjawisk meteorologicznych, b) działaniu mikroorganizmów, c) działaniu korzeni roślin; 2) posiada zdolność przenoszenia sił przekazywanych jej przez konstrukcję fundamentów budowli; 3) znajduje się poniżej pasa ziemi podlegającego przemarzaniu*), podział gruntów (na twory skaliste, twory ziarniste, twory plastyczne i twory próchnicowe) oraz klasyfikacja granulometryczna gruntu i opis jego niektórych właściwości fizycznych (wilgotność, porowatość, plastyczność, ciężar objętościowy i właściwy). Na ryc. 3 przedstawiono jeden z pierwszych publikowanych (Rusin, 1939) w Polsce podział gruntów na tle trójkąta Fereta, a obok — dla porównania — podział stosowany obecnie.

Gruntoznawstwo w Polsce po roku 1945

Po drugiej wojnie światowej ukazały się w Polsce dalsze publikacje zawierające w tytule termin gruntoznawstwo. W roku 1947 ukazał się podręcznik Wiłuna, m.in. zawierający zarówno opis właściwości fizyczno-chemicznych fizycznych i mechanicznych gruntów, ich badań, jak i ogólne wiadomości na temat pochodzenia gruntów oraz wpływu takich czynników, jak skład mineralny czy woda na te właściwości. We wstępie do książki Wiłun napisał: *Najważ-*



Ryc. 3. Jeden z pierwszych (a) publikowanych w Polsce (Rusin, 1939) trójkątów Fereta, stosowanych do klasyfikacji gruntów, oraz (b) trójkąt stosowany obecnie (wg PN-86/B-02480) (Myślińska, 1992)

niejszą rzeczą jest poznać istotę gruntów, a więc ich pochodzenie, budowę i właściwości. Stwierdzenie to można do dziś wpisywać jako motto każdej pracy z zakresu gruntoznawstwa. W wydanej w 1949 r. książce Różycki podaje m.in. krótką ...charakterystykę niektórych rodzajów gruntów występujących w Polsce (żwiry, piaski, ropy, lessy, torfy). Badania właściwości gruntów prowadzono już także w Instytucie Techniki Budowlanej w Warszawie. W latach 1954–1955 ukazała się w Polsce większość norm budowlanych, regulujących metody badań gruntów oraz jego klasyfikację. W 1955 r. we wnioskach z konferencji, dotyczącej mechaniki gruntów i fundamentowania (Sprawozdanie z konferencji..., 1956) stwierdzono ze: w celu umożliwienia jednoznacznego określenia gruntów budowlanych konieczne jest powszechne stosowanie jednolitej klasyfikacji budowlanych gruntów według kryteriów gruntoznawczych z uwzględnieniem kryteriów geologicznych. Stanowiło to znaczny postęp w pojmowaniu gruntoznawstwa jako nauki przyrodniczej przez niektóre środowiska. Normy budowlane, dotyczące metod badań i klasyfikacji gruntów były wiele razy zmieniane i modyfikowane. Stosowanie tych norm do celów dokumentacji inżyniersko-geologicznych było do 1993 r. obowiązkowe. Od 1993 r., zgodnie z ustawą 251 (Dz.U. nr 55) jest dobrowolne, z wyjątkiem normy dotyczącej określeń, symboli i podziału gruntów. Analogiczne normy istnieją prawie we wszystkich krajach (np. w USA — ASTM; w Wielkiej Brytanii — BS). Metodyka badań gruntów, określona przez te normy, w większości przypadków jest zbieżna z metodyką stosowaną w Polsce.

W 1954 r. Kollis napisał *Gruntoznawstwo*, skrypt dla studentów SGGW, obejmujący zarówno zagadnienia gruntoznawstwa, jak i geotechniki. W roku 1956 ukazał się pierwszy w Polsce podręcznik z geologii inżynierskiej *Zarys geologii inżynierskiej* Kleczkowskiego. W książce tej autor przedstawia szeroki rys historyczny rozwoju geologii inżynierskiej na świecie i w Polsce, stan badań geologiczno-inżynierskich oraz podstawowe pojęcia z tej dziedziny. Omawiając działy geologii inżynierskiej, wymieniał także grun-

toznawstwo, ...czyli naukę o skałach uznawanych za grunt budowlany, o ich właściwościach i genezie, zaznaczając że niektóre działy gruntoznawstwa włącza się do mechaniki gruntów. Wielu autorów w tym okresie wyróżniało pojęcie: „gruntoznawstwo ogólne” — zajmujące się badaniem właściwości gruntów i warunkami ich kształtowania pod wpływem wyłącznie procesów geologicznych (naturalnych), który to termin odpowiadałby dzisiejszemu pojęciu gruntoznawstwa oraz „gruntoznawstwo techniczne”, zajmujące się badaniem zmian właściwości gruntów w związku z przebiegiem w nich zjawisk technicznych oraz prognozowanie skutków, które mogą wywołać te zjawiska w gruncie, co odpowiadałoby dzisiejszemu pojęciu geotechniki (Kollis i in., 1966). Pierwszym skryptem dla studentów ściśle z zakresu gruntoznawstwa w dzisiejszym pojęciu (oparty zarówno na literaturze, jak i normach budowlanych) była *Pracownia gruntoznawcza* (Falkiewicz & Kowalski, 1957). Pierwszymi podręcznikami z gruntoznawstwa są tłumaczone z języka rosyjskiego książki *Gruntoznawstwo* (Prikłonski, 1955) oraz *Geologia Inżynierska* Kołomieńskiego (1951), w całości poświęcona problematyce gruntoznawczej. Kolejnym podręcznikiem w języku polskim było *Gruntoznawstwo* (1977), praca zbiorowa autorów polskich i rosyjskich pod redakcją Grabowskiej-Olszewskiej i Siergiejewa. Ukazało się także wiele prac monograficznych, dotyczących wszechstronnej oceny gruntoznawczej gruntów o określonej genezie (takich jak: gliny zwałowe, lessy, ropy zastoiskowe, mady, ropy poznańskie, gytie) lub konkretnych właściwości gruntów o różnej genezie (właściwości sorpcyjne i hydrofilność, właściwości wód porowych, ciepło zwilżania), które na ogół były podstawą dysertacji doktorskich lub habilitacyjnych (m.in. Falkiewicz, 1962; Piaskowski, 1963; Grabowska-Olszewska, 1963, 1968; Myślińska, 1965, 1974; Szyszło, 1967; Budziosz, 1975; Długaszek, 1988 i inne). Część tych prac dała podstawy do opracowania podręcznika *Metody badań gruntów spoistych*, pracy zbiorowej pod redakcją Grabowskiej-Olszewskiej (1975). Książka ta zawiera opis metod badawczych (z wpro-

wadzeniem teoretycznym), stosowanych do określenia składu mineralnego frakcji ilowej gruntów oraz takich jego cech, jak mikrostruktury, kompleks sorpcyjny, zawartość substancji organicznej, chemizm wód porowych, potencjał elektrokinetyczny i ocenę ich wpływu na właściwości fizyczno-mechaniczne gruntu. Daje ona podstawy do rozwiązywania wielu zagadnień teoretycznych i praktycznych, dotyczących właściwości gruntów jako układów trójfazowych. W roku 1992 ukazał się także podręcznik autorstwa Myślińskiej *Laboratoryjne badania gruntów*, którego celem jest ułatwienie studentom i geologom pracującym w laboratoriach gruntoznawczych oraz korzystającym z wyników ich badań, doboru odpowiednich metod badawczych, praktycznego wykonywania oznaczeń i oceny uzyskanych wyników oraz zrozumienia podstawowych praw rządzących kształtowaniem właściwości gruntów. Wymienione prace powstały w Zakładzie Gruntoznawstwa Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Gruntoznawstwo jest uprawiane w ramach geologii inżynierskiej, mechaniki gruntów lub jako geotechnika w wielu ośrodkach w Polsce, m.in. w Instytucie Techniki Budowlanej oraz na uczelniach: Akademii Górniczo-Hutniczej, Akademii Rolniczej w Warszawie, Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytecie Wrocławskim, Uniwersytecie Śląskim, Politechnice Warszawskiej, Politechnice Krakowskiej, Politechnice Gdańskiej, Politechnice Szczecińskiej i innych. Ośrodki te wydają też swoje skrypty, często oddzielnie z zakresu gruntoznawstwa lub zawierające rozdziały poświęcone badaniom gruntów (np. Śliwa i in., 1974; Lenczewska-Samotyja i in., 1992; Pałka & Sanecki, 1993; Pisarczyk & Rymsza, 1993 i inne).

Jednak jedynie na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego od 1957 r. istnieje wyodrębniony Zakład Gruntoznawstwa, który powstał z inicjatywy W.C. Kowalskiego w Katedrze Geologii Inżynierskiej (obecnie w Instytucie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej).

L i t e r a t u r a

BELL F.G. 1981 — Engineering properties of soils and rocks. Butterworths, London.
 BELL F.G. 1993 — Engineering geology. Blackwell Scientific Publication, London.
 BOWLES J.E. 1978 — Engineering properties of soils and their measurement. McGraw Hill Book Company, New York.
 BUDZIOSZ B. 1975 — Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 18: 97–167.
 CASAGRANDE A. 1947 — Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 73: 783–810.
 DŁUGASZEK M. 1988 — Pr. dokt. Arch. UW: 1–181.
 FALKIEWICZ A. 1962 — Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 2: 3–128.
 FALKIEWICZ A. & KOWALSKI W. 1957 — Pracownia Gruntoznawcza. Skrypt, UW, Dział Wydawnictw.
 FIŁATOW M.M. 1932 — Grunty i poczwy w drożnym dziele. Izdatielstwo Moskowskiego Uniwersytetu.
 GLAZER Z. & MALINOWSKI J. 1991 — Geologia i geotechnika dla inżynierów budownictwa. PWN.
 GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. 1963 — Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 3: 68–181.
 GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. 1968 — Ibidem, 10: 5–114.
 Gruntoznawstwo 1977 — Pr. zbior. pod red. B. Grabowskiej-Olszewskiej i E.M. Siergiejewa. Wyd. Geol.
 HEAD K.H. 1992 — Manual of soil laboratory testing. 1. Soil classification and compaction tests. Pentech Press, London.
 IAEG Commission on Engineering Geological Mapping. 1981 — Bull. Intern. Assoc. Eng. Geol. (IAEG), 24: 235–274.

KEZDI A. 1980 — Handbook of Soil Mechanics. 2. Soil testing. Elsevier, Amsterdam.
 KLECZKOWSKI A. 1956 — Zarys geologii inżynierskiej. Wyd. Geol.
 KOLLIS W. 1954 — Gruntoznawstwo. Skrypt. PWN.
 KOLLIS W., HERFURT S., KOWALSKI W.C., MIKUCKI Z. (kier. zespołu autorskiego), MIODUSZEWSKI W., POŹNIAK R., SOMOROWSKI G., TUREK S., WOLSKI W. & ŻBIKOWSKI A. 1966 — Gruntoznawstwo techniczne. Arkady.
 KOŁOMIENSKI N.W. 1951 — Inżynierska geologia. Cz. I Gruntowiedzenie. Gosgizolizdat, Moskwa.
 KOŁOMIENSKI N.W. 1955 — Geologia Inżynierska (tłum. z rosyjskiego). Wyd. Geol.
 KOWALSKI W.C. 1988 — Geologia Inżynierska. Wyd. Geol.
 LAMBE T.W. 1951 — Soil testing for Engineers. John Wiley and Sons, New York.
 LAMBE T.W. & WITHMAN R.V. 1969 — Soil mechanics. Massachusetts Institute of Technology, New York.
 LENCZEWSKA-SAMOTYJA E., ŁOWKIS A. & ZDROJEWSKA N. 1992 — Zarys geologii z elementami geologii inżynierskiej i hydrogeologii. Skrypt. Wyd. Pol. Warsz.: 108–117.
 METODY badań gruntów spoistych. 1975, wyd. 1, 1990, wyd. 3 — Pr. zbior. pod red. B. Grabowskiej-Olszewskiej, Wyd. Geol.
 MYŚLIŃSKA E. 1965 — Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 7: 3–104.
 MYŚLIŃSKA E. 1974 — Ibidem, 17: 73–167.
 MYŚLIŃSKA E. 1992 — Laboratoryjne badania gruntów. PWN.
 PAŁKA J. & SANECKI L. 1993 — Laboratoryjne badania fizycznych cech gruntów. Skrypt. Wyd. Pol. Krak.
 PIASKOWSKI A. 1963 — Fizyczne, fizyko-chemiczne i chemiczne właściwości budowlanych gruntów spoistych. Pr. Inst. Techn. Bud. Arkady.
 PIĘTKOWSKI R. 1936 — Grunty budowlane w świetle nowych badań. Referat na II Zjazd Polskich Inżynierów Budowlanych w Katowicach, 15–17.02.1936: 1–5.
 PIĘTKOWSKI R. 1937 — Konferencja międzynarodowa w sprawie mechaniki gruntów i fundamentowania w Harvard University (Cambridge, Mass. USA). Pr. Bud. 4: 1–4.
 PISARCZYK S. & RYMSZA B. 1993 — Badania laboratoryjne i polowe gruntów. Skrypt. Ofic. Wyd. Pol. Warsz.: 137–423.
 PRIKŁOŃSKI W.A. 1949 — Gruntowiedzenie. Gosgizolizdat, Moskwa.
 PRIKŁOŃSKI A.W. 1955 — Gruntoznawstwo (tłum. z rosyjskiego). Wyd. Geol.
 REDLICH K.A., TERZAGHI K. & KAMPER. 1929 — Ingenieur-geologie. Verlag von Julius Springer, Wien.
 RÓŻYCKI S.Z. — Geologia inżynierska. Odb. z Podręcznika inżynierii. Trzaska, Evert i Michalski, Warszawa: 31–38.
 RUSIN Cz. 1939 — Badania teoretyczne i laboratoryjne gruntu jako elementu budowli. Drukprasa, Warszawa.
 RYCHŁOWSKI B. 1937 — Badania gruntoznawczo-budowlane. ABC, J. Tymieniecka, Warszawa: 1–24.
 SIERGIEJEW E.M. 1946 — Izbrannye glawy obszczego gruntowiedienija. Izdatielstwo Moskowskiego Uniwersytetu.
 SIERGIEJEW E.M. 1978 — Inżynierska geologia. Ibidem.
 SPRAWOZDANIE z konferencji dotyczącej mechaniki gruntów i fundamentowania. 1956 — Gdańsk, 25–28.05.1955. PAN, Warszawa: 5–9.
 SZYŚŁO D. 1967 — Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 9: 51–127.
 ŚLIWA J., BELA M., GRYMCAŃSKI M. & LITWINOWICZ L. 1974 — Geotechnika, gruntoznawstwo. Skrypt. Wyd. Pol. Śl. im. Pstrowskiego, Gliwice.
 TERZAGHI K. 1925 — Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage. Leipzig.
 WAGNER A.A. 1957 — Proceedings 4th. International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. London, 1: 125–134.
 WIŁUN Z. 1947 — Gruntoznawstwo drogowe. Inst. Bad. Bud., Warszawa.