

POZYCJA GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ W SYSTEMIE NAUK

Wartykule opublikowanym w „Przeglądzie Geologicznym” nr 1 z 1960 r. podając główne problemy współczesnej geologii inżynierskiej w Polsce, wykazano, że geologia inżynierska jest samodzielnym działem nauk geologicznych, a nie częścią sztuki inżynierskiej. W ten sposób określono, jak najogólniej, pozycję geologii inżynierskiej w systemie nauk. Jednak w niektórych środowiskach spotyka się — odbiegające od ogólnie przyjętych — poglądy na temat definicji i pozycji geologii inżynierskiej.

W środowiskach tych ujawniają się następujące nieprawidłowe tendencje:

1. Zawężanie geologii inżynierskiej tylko do badań dla bliżej niesprecyzowanych przedsięwzięć inwestycyjnych (np. dla planów zagospodarowania, przedwstępnych studiów itp.) z wykluczeniem badań dla konkretnych obiektów budowlanych, ale z jednoczesnym włączeniem badań wszystkich innych działów nauk geologicznych;
2. Zawężania geologii inżynierskiej tylko do niektórych jej działów (jak np. do gruntoznawstwa, geodynamiki inżynierskiej, regionalnej geologii inżynierskiej);
3. Uprawiania geologii inżynierskiej pod nazwą jednego z jej działów (np. geotechniki).

W tej sytuacji w niektórych środowiskach — zwłaszcza niespecjalistów — może powstać zamieszanie, co do pozycji geologii inżynierskiej w systemie nauk.

Oczywiście pozycję każdego działu nauki w ich ogólnym systemie określają właściwe temu działowi — przedmiot i metodyka badań oraz własny system zawsze sprawdzalnych uogólnień i teorii. Definiując geologię inżynierską jako dział nauk geologicznych zajmujący się ba-

daniem środowiska geologicznego, jego zmienności i ewolucji dla potrzeb planowania przestrzennego i regionalnego oraz projektowania, wykonawstwa i eksploatacji obiektów budowlanych wyklucza się z jednej strony możliwość wszelkich wymienionych wyżej zawężeń jej pojmowania, z drugiej zaś określa się wyraźnie, że przedmiotem badań geologii inżynierskiej jest środowisko geologiczne i jego ewolucja. Zatem przedmiotem badań geologii inżynierskiej jest przedmiotem badań nauk geologicznych. Przedmiot ten bada się metodami geologicznymi i — dostosowanymi do konkretnych potrzeb gospodarki narodowej oraz techniki budowlanej — metodami inżyniersko-geologicznymi. Ponieważ geologia inżynierska ma właściwy sobie sprawdzalny system uogólnień i teorii, którego główną cechą jest rozbudowanie systemu prognoz inżyniersko-geologicznych, jest więc niewątpliwie samodzielną gałęzią nauk geologicznych, które są jednocześnie głównymi naukami podstawowymi dla geologii inżynierskiej (tab. I).

Dokonując analizy całokształtu problematyki badań inżyniersko-geologicznych, wyróżnić można następujące działy geologii inżynierskiej: regionalną geologię inżynierską, geodynamikę inżynierską, gruntoznawstwo, mechanikę skał (gruntów) i geotechnikę (tab. I). Ponieważ geologia inżynierska bada środowisko geologiczne pod kątem jego rozpoznania i postawienia prognozy dla rozwiązań gospodarczych i technicznych uwzględnić musi ona również ekonomiczne podstawy zagospodarowania regionalnego i budownictwa oraz techniczne możliwości rozwiązań fundamentowania wszelkiego typu budownictwa. Stąd też w ogólnych podstawach korzysta ona z wyni-

Geologia inżynierska	
Definicja geologii inżynierskiej	dział nauk geologicznych zajmujących się badaniem środowiska geologicznego, jego zmienności i ewolucji dla potrzeb planowania przestrzennego i regionalnego oraz projektowania, wykonawstwa i eksploatacji obiektów budowlanych
Działy geologii inżynierskiej	<p style="text-align: center;">Regionalna geologia inżynierska</p> <p>O kryteriach wydzielenia i oceny jednorodnych, pod względem inżyniersko-geologicznym, jednostek terenu; o prawidłowości ich rozmieszczenia i ich systematyce wraz z ich monograficznym opisem z uwzględnieniem różnych potrzeb, różnych sposobów zagospodarowania terenu, m.in. jego zabudowy.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p>Geodynamika inżynierska O zjawiskach geologicznych i inżyniersko-geologicznych, ich ewolucji; strefowości i charakterystyce ze wskazaniem wpływu na gospodarkę narodową i ekonomikę budownictwa</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p>Gruntoznawstwo O pochodzeniu, ewolucji i własnościach (zwłaszcza mechanicznych) gruntów (skał) oraz o sposobach poprawiania ich własności.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p>Mechanika skał (gruntów) O siłach działających oraz o naprężeniach i odkształceniach w środowisku geologiczno-geologicznego (skalnego, gruntowego).</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p>Geotechnika Opracowywanie i urzeczywistnianie sposobów przeciwdziałania szkodliwym zjawiskom i nasilaniu pożytecznych zjawisk geologicznych i inżyniersko-geologicznych.</p> </div> </div>
Nauki podstawowe	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 12%;"> <p>Ekonomiczne podstawy zagospodarowania regionalnego i budownictwa</p> </div> <div style="width: 12%;"> <p>Geologia stratygraficzna i geologia czwartorzędu Paleozoologia Paleobotanika Geochronologia</p> </div> <div style="width: 12%;"> <p>Geologia regionalna Tektonika Paleogeografia Geomorfologia</p> </div> <div style="width: 12%;"> <p>Hydrogeologia Meteorologia Klimatologia Hydrologia</p> </div> <div style="width: 12%;"> <p>Geologia dynamiczna i geofizyka</p> </div> <div style="width: 12%;"> <p>Petrografia Mineralogia Krystalografia</p> </div> <div style="width: 12%;"> <p>Mechanika i wytrzymałość materiałów</p> </div> <div style="width: 12%;"> <p>Fundamentowanie, budownictwo i technologia eksploatacji obiektu</p> </div> </div>
Podstawy ogólne	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;">Nauki ekonomiczne</div> <div style="width: 60%;">Nauki przyrodnicze w szerokim sensie</div> <div style="width: 15%;">Nauki techniczne</div> </div>

ków nauk ekonomicznych i technicznych. Uwzględnianie wyników badań ekonomicznych i możliwości technicznych jest szczególnie ważne w regionalnej geologii inżynierskiej (w której z wymienionych tu dwóch elementów większą rolę odgrywają elementy ogólnoeconomiczne) i w geotechnice (w której nad elementami ekonomicznymi często przeważają elementy techniczne).

Geotechnika, jako dział geologii inżynierskiej, zajmujący się opracowywaniem i urzeczywistnianiem sposobów przeciwdziałania szkodliwym zjawiskom i nasilaniu pożytecznych zjawisk geologicznych i inżyniersko-geologicznych, chociaż niewątpliwie wiąże się ściśle z fundamentowaniem, nie może być jednak działem nauk technicznych. Bez poznania środowiska geologicznego i bez uwzględnienia nie tylko obecnie działających procesów geologicznych i inżyniersko-geologicznych, ale również i tych, które mogą powstać w przyszłości, niemożliwe jest ekonomicznie i technicznie uzasadnione rozwiązywanie rzeczywistej problematyki geotechnicznej. W każdym razie geotechnika nie jest i nie może być ani pojęciem szerszym, ani synonimem geologii inżynierskiej.

Zakres badań inżyniersko-geologicznych zależy od inżynierskiej działalności człowieka,

kóra w zależności od typu budownictwa w różny sposób wpływa na różne strefy środowiska geologicznego, powodując powstanie różnych zjawisk inżyniersko-geologicznych i wymagając różnej charakterystyki środowiska geologicznego. Najogólniejszy schemat wpływu podstawowych typów budownictwa przedstawia tab. II.

Wreszcie należy podkreślić, że wskutek inżynierskiej działalności człowieka powstają w środowisku geologicznym procesy inżyniersko-geologiczne, które można i należy traktować jako specyficzną grupę procesów geologicznych. Wszystkie bowiem procesy inżyniersko-geologiczne mają swoje odpowiedniki w naturalnych procesach geologicznych, co przedstawiono na tab. III.

Sprecyzowanie pozycji geologii inżynierskiej w systemie nauk — oprócz znaczenia formalno-metodologicznego — stwarza możliwości zapewnienia pełnego, harmonijnego rozwoju, właściwego tej nauce systemu uogólnień i teorii. Takie sprecyzowanie pozycji geologii inżynierskiej ma również pośrednio duże znaczenie praktyczne, zwłaszcza w zakresie ustalania i poszukiwania ekonomicznie uzasadnionego i technicznie najlepszego wykorzystania środowiska geologicznego dla potrzeb gospodarki narodowej.

PROCESY SPOWODOWANE INŻYNIERSKĄ DZIAŁALNOŚCIĄ CZŁOWIEKA
(Z NIEWIELKIMI ZMIANAMI WG W. A. PRIKŁOŃSKIEGO — 1949)

Tabela II

Rodzaj budownictwa	Oddziaływanie na warunki naturalne	Strefy pionowe i ich charakterystyka	Charakter zjawisk inżyniersko-geologicznych	Ważniejsze, podlegające badaniom cechy i własności skał
Powierzchniowe: drogowe, lotniskowe itp.	Zmiana wodnego i cieplnego reżimu skały. Oddziaływanie dynamiczne z możliwością bocznego wypierania gruntu spod kół	I Głębokość rzędu 1—2 m zazwyczaj strefa aeracji. Wilgotność zmienna. Sezonowe i dobowe wahania temperatury — znaczne. Obiektem badania są przede wszystkim gleby (i podglebia)*	Deformacje powierzchni drogi i torowiska podczas zamarzania i odmarzania — wysadziny. Powstawanie wgnieceń i kolein.	Wysadzinowość. Wytrzymałość na zgniatanie z możliwością wypierania na boki. Plastyczność. Lepkość. Rozmakalność. Włoskowatość. Wodoprzepuszczalność.
Zagłębione: przemysłowe, miejskie, hydrotechniczne, i kolejowe.	Statyczne obciążenie fundamentami. Wykonywanie wykopów fundamentowych. Naruszenie reżimu hydrogeologicznego, czasami nawet znaczne; naruszenie reżimu cieplnego (praktyczne znaczenie ma tylko w strefie wiecznej zmarzłoci).	II Głębokość ok. 2 m i ponad 2 m** czasami do 10—20 m. Zwykle strefa aktywnego wietrzenia i wahań wody podziemnej: sezonowe wahania temperatury zanikające z głębokością. Wilgotność zmienna lub stała. Obiektem badań są skały (grunty) w strefie aktywnego wietrzenia, przede wszystkim przeważnie nieilite.	Komprymacja gruntów (osiadanie dosiadanę). Deformacja skarp (osypiska, zsuwy, obrywy). Zmiana reżimu wód gruntowych (obniżenie i podniesienie zwierciadła, zwiększenie lub zmniejszenie prędkości przepływu, zmiana chemizmu). Wylugowywanie.	Wytrzymałość na zgniatanie bez możliwości wypierania na boki. Wytrzymałość na ściskanie. Wodoprzepuszczalność. Wodoodporność.
Głębokie: tunele, metro, kopalnie.	Miejscowe obciążenie z osłabieniem całego górotworu. Naruszenie reżimu: hydrogeologicznego, gazowego i cieplnego.	III Głębokość znaczna — zwykle dziesiątki i setki metrów. Zwykle strefa pełnego nasycenia wodą. Większe ciśnienie. Temperatura stała i podwyższona. Obiektem badania są różne skały (grunty) częścię lite.	Ciśnienie górotworu. Wpływ strzelania. Zaciśkanie wyrobisk górniczych. Osiadanie i zawały na powierzchni terenu — zmiany reżimu wód podziemnych z przerywaniem się do wyrobisk. Wydzielanie gazów.	Ogólne warunki występowania, dyslokacje, szczelinowatość. Wytrzymałość — rozciąganie i odpajanie. Wodo- i gazoprzepuszczalność. Własności plastyczne przy zwiększonym ciśnieniu.

* W. A. Priklonński pisze tylko o glebach.

** W. A. Priklonński pisze, że tylko ponad 2 m.

PORÓWNANIE PROCESÓW GEOLOGICZNYCH I INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNYCH

Tabela III

Procesy geologiczne		Procesy inżyniersko-geologiczne	
Główna przyczyna	Rodzaj procesu	Przyczyny	Skutki
1	2	3	4
Energia słoneczna	Wietrzenie	Wykonanie i pozostawienie na czas dłuższy odsłoniętych skarp i dna wykopów oraz przekopów zbyt płytkie posadowienie obiektu w strefie przemarzania, posadowienie chłodni lub pieców dających wysoką temperaturę bez odpowiedniej izolacji cieplnej, złe odwodnienie, zła melioracja lub brak pokryw ochronnych przy gruntach wysadzinowych, użycie materiałów budowlanych podlegających wietrzeniu, zwłaszcza przy agresywnym działaniu przenikających wód,	Zmniejszenie nośności gruntu (specjalnie ważne w budownictwie ciężkim, wielkoprzestrzennym), deformacje obiektu pod wpływem nierównomiernego zamrażania i odmarzania podłoża, pęknięcie przewodów wodociagowych itp., deformacje obiektu wskutek nierównomiernych zmian termicznych podłoża, wysadziny i pęcznienie (specjalnie ważne w budownictwie drogowym i lotniskowym), niszczenie zewnętrznych powierzchni oraz elementów podziemnych specjalnie niebezpieczne w przypadku konstrukcji nośnych.

1	2	3	4
Energia słoneczna i siła ciężkości	Denudacja, której poszczególne rodzaje wymieniono niżej	Odciążenie gruntu przy wykonywaniu wykopów, przekopów, wyrównywaniu (plantowaniu) terenu itd.	Odpężenie (dekomprymacja) gruntu.
Energia słoneczna i siła ciężkości	Akumulacja, której poszczególne rodzaje wymieniono niżej	Wykonywanie nasypów, tam, grobli itd. plantowanie terenu przez zasypianie obniżzeń, wznoszenie obiektów budowlanych,	Osiadanie gruntu wskutek jego zagęszczenia (komprymacja).
Energia słoneczna i siła ciężkości	Procesy eoliczne	Usunięcie pokrywy ochronnej suchych piasów (np. usunięcie pokrywy roślinnej)	Zasypywanie piaskiem ruchomym terenów zagospodarowanych, korazja eoliczna widoczna zwłaszcza na starych budynkach i pomnikach, niszczenie maszyn przez pył kwarcowy unoszony w powietrzu.
Energia słoneczna i siła ciężkości	Abrazja	Budowa zapory tworzącej dużą wolną powierzchnię wodną zbiornika.	Przekształcanie brzegów — niszczenie zbczy
Siła ciężkości	Powierzchniowe ruchy masowe	Podcięcie dolnej części skarpy, obciążenie górnej części skarpy lub terenu na wysoczyźnie wzdłuż górnej krawędzi skarpy. spiętrzenie wód podziemnych w skarpie (np. wskutek budowy zapory), zwiększenie spadku hydraulicznego skierowanego zgodnie ze skarpą (co prowadzi do zwiększenia ciśnienia spływowego, do sufozji), zniszczenie pokryw ochronnych (np. roślinności), niewłaściwe zaprojektowanie skarpy, wykopu lub przekopu (tj. bez uwzględnienia rodzaju gruntów i warunków występowania), dynamiczne obciążenie skarp będących w warunkach bliskich równowagi granicznej.	Osunięcie lub oberwanie skarpy naturalnej lub sztucznej, połączone ze zniszczeniem obiektów w zarysie obniżającej się masy gruntowej i na terenie przylegającym do dolnej krawędzi skarpy.
Siła ciężkości	Przepływ wody podziemnej przez skały (grunty) powodujący ciśnienie spływowe, sufozje, kras itp.	Niewłaściwe obniżanie poziomu wód podziemnych w celu wykonania wyrobiska (wykopu, sztolni, tunelu itp.). Spiętrzenie wody podziemnej (np. wskutek budowy zapory, budowy kanału i rowu nawadniającego, uszkodzenie przewodu, zahamowanie przepływu wody gruntowej przez fundamenty itp.).	Naruszenie stateczności skarp wyrobiska (wykopu) dzięki zwiększeniu ciśnienia spływowego, upłynnienie gruntów kurzawkowych, rozwój zjawisk sufozyjnych, częściowo krasowych powodujących deformacje terenu, ewentualne podtopienie niższych terenów przyległych do obiektu (zbiornika, kanału itp.), ewentualne zawilgocenie suchych obiektów dzięki podniesieniu wyżej strefy podniesienia kapilarnego, zmiana własności gruntów wskutek nasycenia ich wodą, dosiadanie gruntów makroporowatych, powstawanie procesów sufozyjnych, zwiększenie prędkości rozwoju krasu na terenie przyległym do obiektu, które doprowadzić może do niemożliwości spiętrzenia wody w zbiorniku, powierzchniowe ruchy masowe (np. w przyczółkach zapory i wokół zbiornika, a przy podziemnym przepływie do niżej leżącej doliny sąsiedniej również na zboczu tej doliny przy ewentualnym, jednoczesnym tworzeniu tam wypływów źródeł, sufozji, krasu itd.).

1	2	3	4
Siła ciężkości	Ablacja deszczowa i akumulacja deluwialna	Orka wzdłuż spadku terenu, wykonanie wykopu, przekopu lub nasypu bez wykonania pokrywy ochronnej skarp.	Erozja gleb, niszczenie skarp, wykopów, przekopów i nasypów, zamulanie rowów, kanałów i urządzeń melioracyjnych.
Siła ciężkości	Erozja boczna Erozja denna	Budowa na terenie przy brzegu rzeki nieuwzględniająca jej erozji bocznej, niewłaściwa regulacja rzeki, zwiększenie spadku rzeki wskutek jej regulacji lub kanalizacji, przez co zwiększa się jej erozja denna.	Podmywanie brzegów i wymywanie gruntu spod fundamentu obiektu, wymywanie gruntu spod filarów mostowych, prowadzące do niszczenia mostu.
Siła ciężkości	Akumulacja rzeczna	Szybka zmiana nurtu i tworzenie się na jego miejscu płycizny przy braku lub przy złej regulacji rzeki nie odpowiadającej jej reżimowi.	Utrudnia lub uniemożliwia żeglugę, utrudnia lub uniemożliwia wykorzystanie kanałów, portów, ujęć wodociągowych itp.
Siła ciężkości	Akumulacja jeziora	Budowa na rzece zapory, tworzącej zbiornik wody praktycznie stagnującej.	Kolmatacja dna zbiornika, zmniejszenie jego objętości wskutek wypełnienia osadem.
Siła ciężkości i energia chemiczna	Diagenеза	Obciążenie ciężarem obiektu (budynku, zapory, nasypu itp.), melioracja gruntów.	Zagęszczenie (komprymacja) gruntu, poprawienie własności i stanu gruntów prowadzące często do ich zeskalenia przejściowego (np. zamrożenie) lub trwałego.
Siły endogeniczne	Drgania sejsmiczne Trzęsienie ziemi	Wibracja maszyn, Stosowanie środków wybuchowych.	W zależności od warunków: rozluźnienie gruntów, zagęszczenie gruntów, bezpośredni wpływ na obiekt.
Siły endogeniczne	Ruchy tektoniczne	Obciążenie gruntu powyżej obciążeń granicznych.	Ścięcie w ośrodku gruntowym oraz przemieszczenie jego części względem siebie.

SUMMARY

РЕЗЮМЕ

The engineering geology relies upon the fundamental sciences, to wit: petrography, dynamic geology, geophysics, geohydrology, stratigraphy and Quaternary geology, regional geology, founding and architecture, as well as on the economical bases of regional constructing. Having characteristic and typical area of study and its own research methods, the engineering geology represents an independent branch of geological sciences. The engineering geology is engaged in studies of geological environment, its changeability and evolution for the regional planning, as well as in projecting the performance and exploitation of building objects. Regional engineering geology, engineering geodynamics, soil science, soil mechanics and geotechnics are sections of the engineering geology. The geotechnics — being engaged in making practical the results of engineering-geological investigations or elaboration and realization of means necessary for counteracting against the injurious phenomena, as well as of increasing the useful geological and engineering-geological phenomena — cannot be regarded as a synonym of the engineering geology there.

Инженерная геология основывается на таких науках, как петрография, динамическая геология, геофизика, гидрогеология, стратиграфия, четвертичная геология, региональная геология, фундаментостроение, строительство, экономические основы регионального строительного освоения. Располагая характерным специфическим объектом исследований и собственными методами исследований, инженерная геология является самостоятельной отраслью геологических наук.

Инженерная геология занимается изучением геологической среды, ее эволюцией и процессами, влияющими на ее изменения, для целей пространственного и регионального планирования и проектирования строительных объектов и их эксплуатации. Отделами инженерной геологии являются региональная инженерная геология, инженерная геодинамика, грунтоведение, механика грунтов и геотехника. Последняя отрасль, занимающаяся практическим применением результатов инженерно-геологических исследований, т.е. разработкой и применением способов предотвращения разрушительных и усиления полезных геологических и инженерно-геологических явлений, не может рассматриваться, как синоним инженерной геологии.