

WITOLD CEZARIUSZ KÓWALSKI

Uniwersytet Warszawski

PROBLEMY REGIONALNEJ INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNEJ CHARAKTERYSTYKI PRZEŁOMOWEGO ODCINKA WISŁY ŚRODKOWEJ

UKD 624.431.3(438.13-11+438.14-15)

Badania przeprowadzone w dolinie Wisły środkowej i na przyległych do niej wyżynach pozwoliły na uzyskanie inżyniersko-geologicznej charakterystyki tego regionu w takim stopniu, że zbędne – lub co najmniej ograniczone – mogą być w tym regionie dalsze inżyniersko-geologiczne badania określonych terenów dla określonych faz projektowania obiektów inżynierskich.

Aby taka charakterystyka mogła powstać niezbędne były badania w różnych działach geologii inżynierskiej. Wykonane w tym regionie prace w zakresie geologii inżynierskiej wchodzi w zakres wszystkich jej działów, a więc: gruntoznawstwa, geodynamiki inżynierskiej, regionalnej geologii inżynierskiej, mechaniki gruntów i geotechniki (rozumianej prawidłowo, jako

zastosowanie odpowiednich środków technicznych w celu spowodowania zmian naturalnych warunków środowiska inżyniersko-geologicznego).

W zakresie gruntoznawstwa scharakteryzowano szeroko rozprzestrzenione w omawianym regionie grupy gruntów. Charakterystyce fizyczno-mechanicznych własności sypkich gruntów czwartorzędowych poświęcona jest praca J. Stochlaka. Autor ten klasyfikuje grunty sypkie zależnie od ich genezy i wieku, a następnie charakteryzuje wydzielone grupy stratygraficzno-genetyczne na podstawie głównie analizy granulometrycznej (z uwzględnieniem statystycznych wskaźników uziarnienia), analizy petrograficznej (wraz z morfologią ziarn piasku) oraz analizy wyników

badan ciężaru właściwego, objętościowego, porowatości i stopnia zagęszczenia. Autor we wnioskach w szczególności podkreśla, że chociaż analiza składu granulometrycznego pozwala na przybliżone określenie modelu własności fizyczno-mechanicznych gruntów sypkich, to w istotnych szczegółach model ten jest różny w zależności od składu petrograficznego, profilu geologicznego, warunków wodnych i od stopnia obciążenia ziarn, który determinuje zagęszczalność, wilgotność optymalną, graniczne wartości kąta tarcia wewnętrznego, wrażliwość na obciążenia dynamiczne itd. Niektóre interesujące z inżyniersko-geologicznego punktu widzenia parametry gruntów sypkich z badanego regionu zawarte są również w pracach T. Musiała i G. Kociszewskiej-Musiał.

Charakterystyce utworów lessowych rejonu Wisły środkowej poświęcona jest praca B. Grabowskiej-Olszewskiej, która stanowi regionalną syntezę inżyniersko-geologicznych badań nad gruntami lessowymi. Analizując zmienność własności fizycznych i mechanicznych gruntów lessowych na tle różnic ich wykształcenia litologicznego, genezy, pozycji stratygraficznej i obecnych warunków występowania, autorka wydzieliła w badanym regionie 5 typów utworów lessowych wraz z 10 podtypami. Charakteryzuje wydzielone typy i podtypy wykazując, że poprawna inżyniersko-geologiczna ocena utworów lessowych wymaga dobrej znajomości stratygrafii i litologii tych utworów. Autorka wykazuje, że od tekstury gruntów lessowych zależą takie podstawowe parametry obliczeniowe, jak: ciężar objętościowy, wskaźnik porowatości, moduł ściśliwości, współczynnik dosiadczenia oraz graniczna wartość kąta tarcia wewnętrznego.

Własności fizyczno-mechaniczne utworów spoiстых omawianego regionu opracowała D. Szyszko, podając liczbowe parametry charakteryzujące ility kimerydzkie, ility wstęgowe, gliny zwalowe i mady. Potwierdzając istnienie korelacji między składem granulometrycznym tych gruntów a określonymi własnościami fizycznymi i mechanicznymi, podkreśla ona, że również w przypadku określonych gruntów spoiстых zróżnicowanie ich własności fizyczno-mechanicznych wiąże się w istotny sposób z genezą i litologią tych gruntów.

W zakresie charakterystyki skał litych w pracach dotyczących omawianego regionu znajduje się praca W. C. Kowalskiego i H. Łozińskiej-Stępień, w której wykazano zależność między ciężarem właściwym a składem mineralnym oraz zmienność porowatości jako cechy teksturalnej w trakcie formowania się skały w procesie sedimentacji, diagenetyki, epi- i tektonogenezy. Należy pamiętać, iż jak wykazał W. C. Kowalski między różnymi rodzajami wytrzymałości a ciężarem objętościowym — a więc i porowatością — istnieją określone funkcjami wykładniczymi zależności. Dlatego też, znając te zależności można wnioskować o wytrzymałości określonych skał na podstawie znajomości ich ciężaru objętościowego i porowatości. Interesujące dane dla inżyniersko-geologicznej charakterystyki skał kredowych z Kazimierza nad Wisłą przedstawia praca W. Fortunata. Również w pracy T. Musiała i R. Wyrwickiego podano kilka interesujących parametrów dla inżyniersko-geologicznej charakterystyki kwarcytów, piaskowców, wapieni i doloemitów występujących na obszarze między Sandomierzem a Puławami.

W zakresie geodynamiki inżynierskiej prace dotyczące omawianego regionu obejmują problemy fluwiodynamiki, krasu, wietrzenia i odprężenia skał w strefie hipergenezy oraz stateczności zboczy w skałach litych. Oczywiście w symposium poświęconemu geologicznym problemom zagospodarowania Wisły środkowej szczególną uwagę zwrócono na zachodzące w tej rzecze procesy fluwiodynamiczne i ich skutki. Problemy te poruszała nadszybczą interesująca, ważna z teoretycznego i praktycznego punktu widzenia, praca E. Falkowskiego o holocenijskiej historii i prognozie rozwoju Wisły środkowej. Również z problematyką tą wiąże się praca G. Kociszewskiej-Musiał, J. Wierzbickiego oraz J. Brańskiego i J. Skibińskiego. Problematyka procesów fluwiodynamicznych jest bardzo szeroko

rozwinęta i przedstawia oryginalne oparte na własnych badaniach wyniki, naświetlające wszechstronnie problemy fluwiodynamiki z różnych pozycji wyjściowych.

O krasie rozwijającym się w utworach jurajskich i kredowych oraz o hydrodynamicznej charakterystyce krążących w nich wód szczelinowych i krasowych pisze J. Liszkowski. Autor ten po zanalizowaniu podstawowych czynników wpływających na rozwój krasu (takich, jak: litologia i stratygrafia, tektonika i warunki hydrogeologiczne) dokonuje przeglądu form krasowych, klasyfikuje je uwzględniając ich charakter, wiek i genezę. Następnie omawia metody inżyniersko-geologicznej charakterystyki aktywności procesów krasowych, analizuje istniejące szkody budowlane uwarunkowane procesami krasowymi, omawia wpływ krasu na warunki zagospodarowania terenu oraz możliwe i celowe środki zabezpieczające i zaradcze. We wnioskach J. Liszkowski stwierdza, że w omawianym regionie kras nie ma większego wpływu na realizację planowanych inwestycji ani obecnie, ani po ewentualnej budowie stopni piętrzących — poza bardzo niewielkimi obszarami, na których już obecnie wymagane są dalsze szczegółowe, inżyniersko-geologiczne badania krasu oraz stosowanie odpowiednich technicznych środków zabezpieczających.

Chociaż w praktyce budowlanej, najczęściej w mniejszym lub większym stopniu, mamy do czynienia z gruntami podległymi procesom wietrzenia, na fakt ten nie zwrócono dotychczas właściwej uwagi. Lukę tę wypełniają badania A. Dragowskiego, który przedstawił inżyniersko-geologiczną charakterystykę zwietrzelin skał dolnomastrychckich omawianego regionu. A. Dragowski słusznie wyróżnia zwietrzeliny „in situ” i zwietrzeliny zboczowe. Wydzielił on w profilu zwietrzelin „in situ” 5 stref (licząc od dołu: 1 — monolityczną, 2 — zgruzowania, 3 — gruzu płytkowego zorientowanego, 4 — gruzu płytkowego niezorientowanego i 5 — gliniastą). Podział taki jest istotnym rozwinięciem schematu wydzielonych stref przez N. W. Kołomińskiego. Słusznie A. Dragowski zwrócił uwagę na cechy teksturalne zwietrzelin. W profilach zwietrzelin zboczowych autor ten wydzielił tylko 3 strefy (monolityczną, zgruzowania i gruzowo-gliniastą). Każdą z wydzielonych stref stara się A. Dragowski scharakteryzować pod względem wytrzymałościowym.

Z hipergenicznymi procesami wietrzenia, ułatwiającego denudację, a przez to odciążenie warstw niżej leżących, wiąże się — podane już w 1961 r. przez W. C. Kowalskiego i potwierdzone w pracy W. C. Kowalskiego i H. Łozińskiej-Stępień — zwiększenie porowatości skał związane z odprężeniem. O interesujących badaniach nad stopniowym wzrostem wytrzymałości próbki skały z biegiem czasu po jej wydobyciu pisze W. Fortunat. Dyskusyjny jest tu jednak wyłączny udział procesów odprężania w obserwowanym wzroście wytrzymałości po wydobyciu próbki.

Stateczność zboczy w skałach litych omawia L. Wysokiński, zwracając uwagę na fakt, że większość skał litych w strefie działalności inżynierskiej jest spękana i często szczelinowata. L. Wysokiński analizuje wpływ na stateczność zboczy płaszczyzn spękań (płaszczyzn osłabień), których bieg jest równoległy do biegu zbocza.

Przechodząc do regionalnej syntezy inżyniersko-geologicznej, należy omówić poruszone przez zespół autorów (W. C. Kowalski, E. Falkowski, J. Liszkowski, H. Łozińska-Stępień, J. Muchowski i J. Stochlak) metodyczne problemy oceny warunków inżyniersko-geologicznych regionu.

Każda ocena warunków inżyniersko-geologicznych jest niewątpliwie pojęciem względnym, zależnym od wielu czynników naturalnych, ekonomicznych i technicznych. Ocena warunków inżyniersko-geologicznych rozległego i zróżnicowanego terenu z konieczności prowadzi do jego podziału na jednostki przestrzenne różnego rzędu, różniące się między sobą sumą warunków geologicznych, hydrogeologicznych, inżyniersko-geologicznych i zagospodarowania. Suma warunków

inżyniersko-geologicznych i zagospodarowania jest wynikiem wielu czynników, stąd też kryteria wydzielenia są zróżnicowane, a ranga poszczególnych kryteriów dla poszczególnych jednostek jest też różna.

Z powyższego wynika konieczność dokonania systematyki dających się wydzielić inżyniersko-geologicznych jednostek przestrzennych. Metoda rejonizacji inżyniersko-geologicznej powinna polegać na kolejnym, stopniowym syntetyzowaniu materiałów analitycznych przy jednoczesnym uwzględnieniu praw geologicznych, rządzących powstawaniem i ewolucją gruntów oraz działających w nich procesów geodynamicznych i inżyniersko-geodynamicznych.

Po zanalizowaniu wszystkich istniejących materiałów dotyczących danego terenu, ze szczególnym uwzględnieniem inżyniersko-geologicznej analizy zdjęć lotniczych, oraz po jego odpowiednim rozpoznaniu pracami polowymi należy dokonać zestawienia profili geologicznych wszystkich podstawowych punktów obserwacyjnych. Każdy profil geologiczny powinien być traktowany jako odrębny samodzielny punkt, charakteryzujący przestrzennie warunki geologiczne, a po wykonaniu badań laboratoryjnych własności fizyczno-mechanicznych, jako odrębny przestrzenny model geomechaniczny.

Biorąc pod uwagę określoną powierzchnię porównawczą należy sporządzić zestawienie wszystkich stwierdzonych punktowych profili geologicznych jako podstawowy materiał analityczny. Opierając się na znajomości rozwoju sedimentacji oraz rozwoju paleogeograficznego danego terenu należy stwierdzić kombinacje profili geologicznych (w odniesieniu do danej powierzchni porównawczej), uzupełnić profilami nie stwierdzonymi, lecz jak wynika z teorii geologicznych, możliwymi. Ilość kombinacji jest w pierwszym rzędzie funkcją zróżnicowania budowy geologicznej jakiegos obszaru. W przypadku przyjmowania kilku głębszych poziomów porównawczych dla danego terenu ilość kombinacji odpowiednio wzrasta.

Szczegółowa charakterystyka geomechaniczna powinna dotyczyć gruntów na głębokości ustalonej powierzchni porównawczej. Wyżej i niżej leżące warstwy należy charakteryzować bardziej ogólnie. O ich cechach można również pośrednio wnioskować z ich charakterystyki w tych profilach, w których występuje ona na ustalonej powierzchni porównawczej. Przy analizie wyników badań laboratoryjnych należy stosować rachunek korelacyjny, statystyczny i prawdopodobieństwa. Otrzymane w ten sposób średnie wyniki, nawet przy niezbyt dużej ilości badań, są reprezentatywne i mogą stanowić podstawę dla projektowania obiektów.

Profil geologiczny wraz z pełną geomechaniczną charakterystyką gruntów na poziomie porównawczym stanowi podstawowe kryterium wydzielenia inżyniersko-geologicznych jednostek przestrzennych. Zarówno profil geologiczny, jak i własności fizyczno-mechaniczne gruntów są podobne lub identyczne w całej jednostce; tak więc jednostka inżyniersko-geologiczna jest homogeniczna i z geologicznego oraz z geomechanicznego punktu widzenia.

Wspomniany wyżej zespół autorski proponuje nazywać tę podstawową inżyniersko-geologiczną jednostkę przestrzenną **rejonem**. Zespół ten dokonuje podziału rejonu na podrejon, przyjmując jako kryterium stosunki wodne. Podrejon dzieli na obszary, stosując jako kryterium aktywność procesów geodynamicznych. Obszar zaś dzieli na wycinki na podstawie kryterium morfologicznego.

Z drugiej strony podstawowe inżyniersko-geologiczne jednostki przestrzenne (rejon) można w miarę potrzeby (zwłaszcza przy ocenie dużych obszarów w małych podziałkach) łączyć w jednostki wyższego rzędu (nadrejon, podrejon, regiony, nadregiony). Łączenia w jednostki wyższego rzędu dokonuje się uwzględniając w odpowiednim stopniu analogię warunków inżyniersko-geologicznych, wynikających z przeszłości geologicznej terenu i jego kierunków ewolucyjnych.

Każda z wydzielonych jednostek wyższego rzędu daje ocenę coraz bardziej ogólną, przy coraz więk-

szych zakresach zmienności warunków inżyniersko-geologicznych.

W przeciwieństwie do jednostek wyższego rzędu jednostki niższego rzędu niż rejon, scharakteryzowane są ściślej z dążeniem do określenia warunków inżyniersko-geologicznych parametrami liczbowymi o stosunkowo niewielkim zakresie zmienności, tak że nie tylko określony zostaje ich aktualny stan, lecz również powstaje możliwość prognozowania zmian tych warunków w określonych przypadkach.

Przykładem opracowania kartograficznego opartego na nieco innym uporządkowaniu klasyfikacyjnych kryteriów inżyniersko-geologicznych jednostek przestrzennych różnego rzędu jest przedstawiona przez W. Łodzińską mapa geologiczno-inżynierska opracowana zgodnie z wewnętrzną instrukcją Instytutu Geologicznego. Niezgodność z tą instrukcją polega jedynie na odmiennym sposobie przeprowadzenia geologiczno-inżynierskiej klasyfikacji terenu na mapie rejonizacji. Przedstawiona mapa w sposób przejrzysty ogólnie obrazuje warunki inżyniersko-geologiczne.

Przechodząc do oceny znaczenia omówionych wyżej prac dla potrzeb regionu należy stwierdzić, iż prace te będące rezultatem wieloletnich badań dużego zespołu ludzi:

1) stanowią cenny wkład w rozpoznanie budowy geologicznej doliny Wisły środkowej, jej dopływów i wyżyn przyległych;

2) charakteryzują warunki inżyniersko-geologiczne tych terenów w ten sposób, że zbędne wydają się badania geologiczne, dla potrzeb dokumentacji zagospodarowania terenu i planowania budownictwa na etapie założeń projektowych;

3) pozwalają dla wielu typów budownictwa na wyznaczenie znacznych terenów, na których zbędne będą badania geologiczne dla potrzeb projektowych na etapie projektu wstępnego;

4) pozwalają dla pewnych typów budownictwa na wyznaczenie terenów, na których zbędne mogą być badania geologiczne nawet dla projektu podstawowego;

5) stanowią bardzo cenny materiał dokumentacyjny, który może być podstawą do sporządzania wymaganych dokumentacji geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych w wielu przypadkach bez konieczności wykonywania badań terenowych, a tylko przy właściwym wykorzystaniu materiału przez doświadczonego geologa inżynierskiego;

6) mogą przyczynić się zatem do przyspieszenia wykonywania dokumentacji inżyniersko-geologicznych i geotechnicznych oraz ograniczenia ich kosztów do minimum.

Prace dotyczące omawianego regionu wskazują na pewne ogólne prawidłowości, których ujawnienie może mieć znaczenie dla działalności inżyniersko-geologicznej w całym kraju i dlatego zostały przedstawione na ogólnopolskim forum. Z tych ogólnych wniosków wymienić należy konieczność:

a) unikania fragmentaryczności w badaniach inżyniersko-geologicznych, gdyż każdy teren budowlany, każdy problem inżyniersko-geologiczny oddzielnie badany wymaga odrębnego rozwiązania, a zatem często stwierdzania wielokrotnie tych samych zależności, które są charakterystyczne dla całego regionu, a więc dla każdego terenu budowy w tym regionie;

b) intensyfikacji prowadzonych przez katedry szkół wyższych i Instytut Geologiczny kompleksowych regionalnych badań inżyniersko-geologicznych w kolejności regionów ustalonej potrzebami Narodowego Planu Gospodarczego kraju tak, aby badania te wyprzedzały nieco w czasie przyjęcie koncepcji rozwiązań technicznych, co umożliwi uniknięcie stale stwierdzonego braku możliwości przeprowadzania, często długotrwałych badań terenowych, laboratoryjnych i kameratealnych;

c) wprowadzenia bezwzględnego wymogu wykorzystywania i oceny nagromadzonych w publikacjach i archiwach materiałów geologicznych przy sporządza-

niu projektów badań inżyniersko-geologicznych i geotechnicznych oraz odpowiednich dokumentacji (z analizy wykorzystywania tych materiałów w odpowiednich jednostkach wynika, że w skali krajowej materiały takie są w minimalnym stopniu wykorzystywane, co odbija się na kosztach badań);

d) kontynuowania zjazdów poświęconych inżyniersko-geologicznej charakterystyce poszczególnych regionów;

SUMMARY

The research works made within the areas of the Middle Vistula River valley and of the adjacent uplands permitted to obtain such an engineering-geological characteristics of the region considered that additional engineering-geological examinations of the given terrains for the given projection phases of the given constructional objects are superfluous or must be limited, at least.

Taking this into consideration we may draw a conclusion that the complex, regional, engineering-geological researches permit to:

1) obtain more complete characteristics of the individual terrains seen against the conditions of the whole region; a fact allowing to apply the best projects of utilizing the terrain and to locate the individual constructional objects, as well as to solve their technical principles, particularly in the first phases of projecting works,

2) accelerate and to decrease the costs of engineering-geological documentations for projected objects.

Each engineering-geological problem investigated in a given region requires always an individual solution, thus often an ascertainment of numerous parameters characteristic of the whole region, consequently also of each building terrain in this area. In consequence of this, the fragmentary engineering-geological examinations are not substantiated.

e) kontynuowanie w ciągu najbliższego roku ogólnopolskiego problemu inżyniersko-geologicznej charakterystyki naszej głównej rzeki — Wisły (prosić przy tym należy dysponujący olbrzymim materiałem Instytut Geologiczny i jego Koło NOT-u, aby podjęli się trudu zorganizowania sympozjum na temat geologicznych problemów zagospodarowania dolnej Wisły);

f) opracowania szybkich i tanich metod określania warunków inżyniersko-geologicznych dowolnego środowiska geologicznego na terenie kraju.

РЕЗЮМЕ

В итоге исследований, проведенных в долине Средней Вислы и на смежных возвышенностях, была составлена настолько детальная инженерно-геологическая характеристика этого региона, что в дальнейшем не будет потребности, или только в ограниченном масштабе, проведения дополнительных инженерно-геологических работ на некоторых участках в определенных фазах проектирования различных инженерных объектов.

Вышепредставленный опыт показывает, что комплексные инженерно-геологические работы регионального масштаба обладают следующими преимуществами:

1) дают довольно детальную характеристику отдельных районов на фоне общих условий всего региона, что позволяет выбрать наиболее рациональный способ проектирования освоения района и мест основания различных инженерных объектов, и их технических решений, особенно на первых этапах проектирования;

2) ускоряют реализацию и значительно снижают стоимость инженерно-геологических работ для целей проектирования.

Каждая инженерно-геологическая проблема, исследуемая в данном регионе отдельно, требует отдельного решения и, следовательно, многократного часто определения одних и тех же данных, на различных строительных участках, в пределах региона с одинаковыми условиями. Таким образом, частное исследование инженерно-геологических проблем является нерациональным.