

PROBLEMY INŻYNIERSKO-GEOLOGICZNEJ OCENY MASYWÓW SKALNYCH W REALIZACJI „PROGRAMU WISŁA”

UKD 624.131.25'4+556.332.4+691.2:338.984.3(438):626/627(282.243.61)

Uaktywnienie w ostatnim okresie prac badawczych i projektowych związanych z realizacją „Programu Wisła”, którego celem jest właściwe zagospodarowanie doliny Wisły i jej dopływów, jak również uporządkowanie gospodarki wodnej w kraju wymaga zwrócenia szczególnej uwagi na masywy skalne, a zwłaszcza na problemy badawcze związane z ich inżyniersko-geologiczną charakterystyką i oceną, niezbędną dla podjęcia decyzji w zakresie właściwego wyboru lokalizacji i projektowania obiektów hydrotechnicznych lub budownictwa przemysłowego, czy wszelkiego typu inwestycji.

Analizując nawet pobieżnie budowę geologiczną obszaru, przez który przecina się Wisła w całym swym biegu, trzeba stwierdzić, że na odcinku od jej źródeł aż niemal po ujście Wieprza (a co najmniej do Puław) przecina ona cały kompleks niezmiernie zróżnicowanych pod względem wieku, genezy i wykształcenia litologicznego utworów skalnych, stanowiących tu w większości przypadków bezpośrednie podłoże budowlane wszelkich obiektów inwestycyj-

nych, których wpływ również dotyczy, czy też będzie dotyczyć masywu skalnego. Na pozostałym obszarze na ogół większą rolę w budowie geologicznej obszaru odgrywają utwory trzeciorzędu i czwartorzędu, głównie wykształcone jako grunty sypkie i spoiste. Utwory skalne występujące pod znacznym nakładem osadów młodszych schodzą tu na drugi plan, gdyż nie stanowią bezpośredniego podłoża budowlanego.

Wszelkie prace inwestycyjne związane z obszarem Karpat będą przebiegać w niezwykle zróżnicowanych warunkach inżyniersko-geologicznych, innych w obrębie Karpat Wewnętrznych, a zupełnie innych w Zewnętrznych. Ujawnić się tu mogą bardzo zróżnicowane litologicznie i genetycznie skały magmowe, metamorficzne i osadowe różnego wieku (poczynając od karbonu, triasu, jury i kredy aż po utwory trzeciorzędu wykształcone w postaci osadów fliszowych, reprezentowanych przez na przemian występujące serie piaskowców i łupków).

Poza Karpatami pozostały obszar zbudowany jest głównie przez skały osadowe różnego wieku, repre-

zentowane przez piaskowce, łupki, dolomity, wapie-
nie, margle, opoki, gezy lub kredę pisać. Jak wi-
dać więc zróżnicowanie litologiczne występujących
skał, które są i mogą stanowić bezpośrednie lub po-
średnie podłoże budowlane jest znaczne. Już samo
zróżnicowanie litologiczne utworów skalnych wska-
zuje na różne warunki powstawania ich w basenach
sedymenacyjnych, jak również podkreśla istnienie
wielu późniejszych procesów dia-, epi- i hipergene-
tycznych oraz procesów tektonicznych, które w osta-
teczności doprowadziły do takiego bądź innego wy-
kształcenia utworów, a mających decydujący wpływ
i znaczenie na inżyniersko-geologiczną ocenę utwo-
rów skalnych, jako podłoża budowlanego, czy też
materiału budowlanego albo wreszcie materiału nie-
zbędnego do regulacji rzek, a także materiału do
produkcji kruszywa lub materiałów wiążących takich,
jak cement i wapno.

Zasygnalizowane tu problemy nabierają szczegól-
nej wagi wobec na szeroką skalę zakrojonego pro-
gramu zagospodarowania doliny Wisły i jej dopły-
wów oraz związanego z tym rozwoju budownictwa
różnego typu, pociągającego za sobą nie tylko po-
trzebę rozpoznania maszyn skalnych jako podłoża
budowlanego, ale również rozpoznania ich jako miej-
scowej bazy materiałów budowlanych. Ze względu
na zróżnicowane potrzeby gospodarki narodowej oraz
konieczności prowadzenia badań ukierunkowanych i
ekonomicznie uzasadnionych, przy możliwie maksy-
malnej oszczędności sił i środków oraz czasu nale-
ży badania inżyniersko-geologiczne maszyn skal-
nych prowadzić w sposób umożliwiający uzyskiwanie
niezbędnych danych geologicznych, hydrogeologicz-
nych i inżyniersko-geologicznych, a nawet surowco-
wych w ujęciu kompleksowym.

Dla wszelkiego rodzaju poczyni inżynierskich
głównym, a zarazem podstawowym problemem, bez
względu na fazę projektowania inwestycji i jej ro-
dzaj, jest określenie modelu budowy geologicznej
masywu skalnego. Oczywiście, dokładność określenia
modelu budowy geologicznej, jak też głębokość jego
rozpoznania, wynikają z charakteru obiektu i fazy
projektowania, jednak zawsze zgodnie z ogólnie przy-
jętą zasadą: od ogółu do szczegółu.

Aby ustalić model budowy geologicznej masywu
skalnego należy określić:

— litologię utworów skalnych budujących masyw,
miąższość poszczególnych ławic lub warstw skalnych
oraz ich przestrzenne ułożenie w masywie wraz z
określeniem biegu i upadku warstw;

— sposób i charakter wietrzenia poszczególnych
typów litologicznych skał wraz z określeniem pro-
filu wietrzeniowego i jego zachowania w obrębie
badanego obszaru,

— fakty i zjawiska tektoniczne oraz szczelino-
wość masywu skalnego.

Prawidłowe określenie litologii utworów skalnych,
a więc ich składu mineralnego, struktury i tekstury
jest niezwykle ważne, gdyż bezpośrednio wpływa na
inżyniersko-geologiczną ocenę masywu. Jak wiado-
mo, nawet niewielkie różnice w składzie mineralnym
tych samych genetycznie i wiekowo utworów powo-
dują już znaczne zróżnicowanie wyników paramet-
rów inżyniersko-geologicznych, takich, jak: wytrzy-
małość skał na ściskanie, rozciąganie czy też ich
odkształcalność itp. Zawartość minerałów ilowych,
np. z grupy montmorylonitu powoduje, iż skały sta-
ją się bardziej podatne na działanie wody i łatwo
pęcznią.

Struktura i tekstura skał wpływa również na ich
własności fizyczno-mechaniczne, przede wszystkim
może ujawnić anizotropię skały, a tym samym zo-
rientowaną anizotropię masywu skalnego, co ma
ogromne znaczenie zarówno w pracy masywu skal-
nego jako podłoża budowlanego, jak też zachowania
się poszczególnych typów skał jako materiału budo-
wlanego.

Przestrzenne ułożenie w masywie skalnym po-
szczególnych typów litologicznych skał, a zatem ich
bieg, upad i miąższość są zagadnieniami oczywistymi
do ustalenia i nie wymagają komentarza oraz uzasa-
dnienia konieczności ich określania w badaniach ge-
ologicznych.

Drugim, niezwykle ważnym problemem dla po-
trzeby praktyki inżynierskiej jest problem wietrzenia
skał. Nie wnikając w złożone procesy wietrzenia i
ich genezę wiadomo jest, że poszczególne typy lito-
logiczne skał w wyniku procesów wietrzenia chemi-
cznego lub mechanicznego zmieniają swoje właściwo-
ści, przechodząc bądź to w zupełnie inną grupę lito-
logiczną (np. margle przechodzą w gliny zwietrzeli-
nowe), bądź zmieniają strukturę i teksturę skały.
Przed wszystkim w skałach, w wyniku działania
procesów wietrzeniowych, dochodzi do osłabienia
więzi krystalicznej pomiędzy poszczególnymi jej skła-
dnikami. Następuje dezintegracja, co w efekcie pro-
wadzi nie tylko do zmiany, ale i znacznego obni-
żenia parametrów wytrzymałościowych w stosunku
do skały macierzystej. W wyniku procesów wietrze-
niowych i stopnia ich rozwoju w masywie skalnym
wytwarza się kompleks utworów znacznie różnią-
cych się od skały macierzystej. Ten nowo powstały
kompleks utworów, reprezentowany przez właściwy
dla danego typu profil wietrzeniowy, jest również
zróżnicowany litologicznie w obrębie zwietrzalej par-
tii masywu, a zatem wykazuje też różne właściwo-
ści inżyniersko-geologiczne w poszczególnych strefach
profilu wietrzeniowego.

Najlepszym przykładem wpływu procesów wietrze-
niowych na masyw skalny zbudowany z utworów
kredowych wykształconych jako opoki, gezy, margle
jest podany przez A. Drągowskiego (1) syntetyczny
profil zwietrzeli „in situ”. Wyróżnia on w profilu
wietrzeniowym następujące strefy: 1) gliny zwietrze-
linowej, 2) gruzu drobnego, nieorientowanego, 3) gru-
zu płytkowego, zorientowanego, 4) zgruzowania, 5)
monolityczną.

Jak z powyższego wynika na podłożu skał ma-
cierzystych wykształciły się 4 strefy utworów o róż-
nych właściwościach inżyniersko-geologicznych w ob-
rębie każdej z wymienionych stref.

Na przykładzie wyżej opisanego profilu wietrze-
niowego widać wyraźnie, iż w wyniku działania pro-
cesów wietrzenia został przekształcony kredowy ma-
syw skalny. Na bazie skały macierzystej powstała
strefa 1 — gliny zwietrzelinowej, która pod wzglę-
dem inżyniersko-geologicznym może być zaliczona do
gruntów spoistych, a zatem badania własności fi-
zyczno-mechanicznych tej strefy powinny być pro-
wadzone odpowiednio, jak dla gruntów spoistych.
Kolejno analizując poszczególne strefy, stwierdzić na-
leży, iż jedynie strefa 5 — skały spękaną quasi mo-
nolityczną może być uważana za masyw skalny. Na-
tomiał strefy pośrednie — 2, 3 i 4, chociaż scharak-
teryzowane pod względem geologicznym nie docze-
kały się jeszcze ścisłego sprecyzowania zakresu i spo-
sobu ich badania w warunkach laboratoryjnych. Jest
to problem otwarty i nawet w obowiązujących nor-
mach nie uwzględniony.

Omówiony przykład profilu wietrzeniowego skał
kredowych wskazuje niezbicie na konieczność prowa-
dzenia badań wpływu procesów wietrzenia i wy-
kształcenia właściwego profilu wietrzeniowego w ob-
rębie poszczególnych typów litologicznych skał mag-
mowych, metamorficznych i osadowych. Jak dotych-
czas brak jest w literaturze uogólnionych opisów
profilów wietrzeniowych dla innych poza wymienio-
nymi (margle, gezy, opoki) typami skał.

Znajomość profilu wietrzeniowego i określenie li-
tologii poszczególnych stref ma doniosłe znaczenie
m. in. w budownictwie hydrotechnicznym, gdyż od-
powiednio wykształcona i zachowana strefa zwietrze-
liny gliniastej może spełnić rolę warstwy nieprzepu-
szczalnej lub też może zdecydować o wyborze ro-
dzaju zapory wodnej (betonowa czy ziemna), po-
zwalając przy tym na dokładne określenie sposo-
bu i głębokości posadowienia obiektu.

Pełne określenie modelu budowy geologicznej po-
winno również obejmować obserwacje i udokumen-

towany opis faktów oraz zjawisk tektonicznych takich, jak: wyróżnienie struktur tektonicznych (tj. fałdów, fleksur, struktur liniowych, uskoku), wysokości zrzutów, luster tektonicznych, a zwłaszcza laminacji, foliacji, złuszkowacenia, ciosu i ślizgów. Ponadto dla właściwej oceny warunków inżyniersko-geologicznych niezbędne jest określenie szczelinowości masywu skalnego, tj. zjawiska występowania sieci mikro-, mezo- i makrospekkań, a więc wszelkiego rodzaju powierzchni nieciągłości, zdecydowanie wpływających na nośność podłoża budowlanego zbudowanego ze spękanych skał.

O jego nośności decyduje nie tylko wytrzymałość samych skał, lecz również orientacja, rozwarcie, gęstość i szorstkość powierzchni spekkań. „Spękania naruszają ciągłość ośrodka skalnego i stanowią potencjalne płaszczyzny, powierzchnie lub strefy osłabienia, w których następuje koncentracja naprężeń pod obciążeniem obiektami budowlanymi” (3). Spękania są również potencjalnymi powierzchniami powstawania powierzchniowych ruchów masowych (obrywy, osuwiska). Odgrywają główną rolę w ocenie masywu skalnego jako wodonośca. Praktyka wykazała, iż spękania, ich wzajemne położenie w masywie skalnym, rozwarcie i gęstość decydują o możliwościach wykorzystania skał jako materiału budowlanego, a także decydują o urabialności skał, a więc mają również wpływ na postęp prac eksploatacyjnych lub budowlanych.

Omówione powyżej zagadnienia związane z problematyką szczelinowości masywów skalnych oraz jej wpływu na działalność geologiczno-budowlaną wyraźnie wskazują na potrzebę dokładnego rozpoznania tego zjawiska, a w szczególności jego ilościowej oceny. Metodyka oraz zasady przedstawiania wyników badań szczelinowości masywów skalnych obszernie i wyczerpująco opracowane są w książce pod redakcją J. Liszkowskiego i J. Stochlaka (3). W omówionym wyżej ujęciu rozpoznany model geologiczny masywu skalnego powinien być następnie przebadany pod względem inżyniersko-geologicznej charakterystyki, w celu uzyskania liczbowych parametrów własności fizyczno-mechanicznych w poszczególnych typach litologicznych występujących skał.

Zakres badań laboratoryjnych, ich ilość oraz głębokość strefy rozpoznania masywu skalnego wynikają z fazy projektowania inwestycji oraz charakteru poszczególnych obiektów. Projektowanie badań laboratoryjnych powinno uwzględniać zarówno zmienność litologiczno-facjalną masywu skalnego jak również

głębokość zalegania poszczególnych typów litologicznych skał, gdyż wraz z głębokością zmienia się stan naprężeń w masywie skalnym oraz zmieniają się wartości poszczególnych parametrów inżyniersko-geologicznych, nawet w obrębie tych samych typów litologicznych skał (4).

Badania laboratoryjne powinny być prowadzone na próbkach skalnych o naturalnej wilgotności oraz na próbkach doprowadzonych do takiego stanu naprężeń i wilgotności, w jakim badany masyw skalny będzie pracować. Chodzi tu o zwrócenie uwagi na konieczność prowadzenia badań laboratoryjnych, np. na próbkach nasyconych wodą, w przypadku gdy w przyszłości przewiduje się zawilgocenie masywu skalnego, pamiętając, że woda generalnie zmniejsza wytrzymałość skał. Nie wolno pominąć również wpływu odprężenia skał, które, jak podaje W. Fortunat (2), zwiększa wytrzymałość skał. Należy dążyć do prowadzenia badań wytrzymałościowych w specjalnych aparatach, pozwalających na prowadzenie badań w trójosiowym stanie naprężeń, stosując ciśnienia odpowiadające stanowi naprężeń w masywie skalnym oraz uwzględniające wpływ obiektu. Takie podejście do ustalenia modelu budowy geologicznej masywu skalnego oraz określenia liczbowych parametrów inżyniersko-geologicznych występujących skał gwarantuje prawidłowe rozpoznanie warunków inżyniersko-geologicznych masywu skalnego, dostarczając niezbędnych danych do projektowania obiektów inwestycyjnych, jak również danych do opracowania prognozy wpływu obiektu na badane środowisko geologiczne.

LITERATURA

1. Drągowski A. — Zwietrzelina skał kredowych Lubelszczyzny jako podłoże budowlane. IV Krajowy Zjazd Górniczy nt.: „Nowe Górnictwo”. Sekcja VII Geologia inżynierska w gospodarce narodowej. Maj 1965.
2. Fortunat W. — Własności techniczne skał z uwzględnieniem ich zmienności w procesie odprężania się oraz po wypaleniu. Biul. Inst. Geol. 1972 nr 234, Z badań geol.-inż. w Polsce t. VI.
3. Liszkowski J., Stochlak J. — Szczelinowość masywów skalnych. Wyd. Geol. 1976.
4. Łozińska-Stępień H. — Zmienność własności fizyczno-mechanicznych kredy pizającej Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Geol. Wyd. Geol. UW 1975 t. 18.

SUMMARY

РЕЗЮМЕ

Some problems connected with engineering-geological evaluations of rock massifs within the frame of the Wisła Programme are discussed. A special attention is paid to indispensable appropriate establishment of a model of geological structure of rock massif. Individual elements of such model and their influence on engineering-geological estimations of the massif are discussed. It is emphasized that the studies should be characterized by a complex approach which makes possible to obtain full engineering-geological characteristics of the massif as both the foundation soil and aquifer or construction material.

The problems discussed in the paper clearly prove differentiation of rock massifs and changes taking place in them in result of action of various processes which are reflected by differences in quantitative engineering-geological parameters characterizing the massifs.

В статье рассмотрены вопросы связанные с геолого-инженерной оценкой скальных массивов в аспекте выполнения программы Висла. Особое внимание обращено на необходимость правильного определения модели геологического строения скального массива. Описаны отдельные элементы этой модели и их влияние на геолого-инженерную оценку. Выказана необходимость ведения комплексных исследований для получения не только полной геолого-инженерной характеристики скального массива как строительного основания, но тоже как водоносного горизонта и строительного материала.

Вопросы описанные в статье указывают на дифференциацию скальных массивов и их изменения под влиянием разных процессов, что является причиной разности геолого-инженерных цифровых параметров характеризующих скальный массив.