

Alhambra okiem geologa widziana

Krystyna Wołkowicz¹, Stanisław Wołkowicz¹



K. Wołkowicz S. Wołkowicz

Pomieszkując w Grenadzie, np. jako uczestnik konferencji ECROFI 2009, nie sposób oprzeć się odwiedzeniu jednego z najpiękniejszych zabytków Hiszpanii — Alhambry. Ten zespół pałacowy został wzniesiony przez władców dynastii Nasrydów, która rządziła

ostatnim muzułmańskim królestwem na terenie obecnej Hiszpanii — Królestwem Grenady w okresie od 1236 r. do końca XV w. Specyficzny sposób patrzenia na świat przez geologów skłania do napisania, że pałace Alhambry zbudowano w szczytowej partii wzgórza będącego stożkiem nasypowym o miąższości 200 m, powstałym na przedpolu pasma górskiego Sierra Nevada, złożonym z materiału skalnego pochodzącego z erozji tego masywu i zdeponowanego w basenie Grenady (formacja z Alhambry) (ryc. 1).

Skały te, wieku górny pliocen-dolny plejstocen, są reprezentowane głównie przez zlepieńce i składają się z otoczków dość dobrze obtoczonych, słabo wysortowanych, o przeciętnej średnicy 10 cm. Spoiwem jest muł piaszczysty, partiami zailony. W zlepieńcu występują strefy mułowca o miąższości do 1 m (ryc. 2).

Uwagę turystów spacerujących wąwozem biegnącym po północno-wschodniej stronie Alhambry do arabskiej dzielnicy Grenady — Albacin przykuwa wysoka na 65,5 m skarpa San Pedro Cliff, u podnóża której płynie rzeka Darro. Znajdują się w niej strefy uskokowe o amplitudzie co najmniej kilku metrów. Uskoki te są efektem trzęsień ziemi, które dość często nawiedzają basen Grenady. Według danych hiszpańskiego Instytutu Geograficznego w okresie od 1431 r. na obszarze tym wystąpiły 23 trzęsienia Ziemi o sile nie mniejszej niż 6° w skali Gutenberga-Richtera. Są one odpowiedzialne za częściowe zawalenie się murów arabskich w 1431 r. oraz murów chrześcijańskich, które runęły w latach 1775–1804. Oprócz trzęsień Ziemi istotny wpływ na wzmożoną erozję wzgórz i skarpy San Pedro ma uprzywilejowana infiltracja wód z terenu zespołu pałacowego wzdłuż powierzchni uskokowych i progresywna erozja skarpy związana z okresami wzmożonych opadów atmosferycznych i powodzi w dolinie rzeki Darro. Wielkość przepływu, wynosząca zwykle około 0,4 m³/s, potrafi wzrosnąć w okresach powodziowych do 90 m³/s (Ayala-Carcedo i in., 1986).

O ile trzęsienia Ziemi mają niewątpliwie dominujący wpływ na zniszczenia o gwałtownym charakterze, jak zawalenie się fragmentów murów obronnych, o tyle liczne spękania, obserwowane na murach wież fortyfikacji Alcazaba, na portykach i sklepieniach zabudowań Alhambry, układają się zwykle zgodnie z kierunkiem przebiegu skarpy San Pedro (ryc. 3 i 4). W procesie powolnej destrukcji zabudowań



Ryc. 1. Pałace Alhambry posadowione na stożku nasypowym na tle gór Sierra Nevada. Wszystkie fot. A. Wołkowicz

Alhambry znaczący udział ma bowiem progresywna erozja skarpy. Na szybkość tego procesu wpływa dość słabe skonsolidowanie skał formacji z Alhambry oraz samo obciążenie górotworu rozbudowanym zespołem architektonicznym. Delikatność i lekkość filigranowo rzeźbionych sklepień alabastrowych w Pałacu Nasrydów nie ma większego znaczenia.

Oczywiście niebezpieczeństwa grożące Alhambrze są dobrze znane Hiszpanom. Rozważanych jest wiele rozwiązań



Ryc. 2. Odszparcie kolejnych partii zlepieńców formacji z Alhambry

¹Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; krystyna.wolkowicz@pgi.gov.pl, stanislaw.wolkowicz@pgi.gov.pl



Ryc. 3. Pęknięte ściany wieży fortyfikacji Alcazaba

technicznych, których celem byłoby ocalenie tego unikatowego zespołu pałacowego. Każde z nich ma swoje wady i zalety.

Dawniej proponowano drastyczne sposoby zabezpieczenia murów Alhambry przed osuwaniem się klifu, w niektórych przypadkach zostały one wykonane. Należą do nich: obwarowania zabezpieczające klif przed erozją, zakaz nawadniania lasów Alhambry, ekologiczny mur skojarzony z drenażem, wzmocniony mikrokolumnami i akrylową obróbką stoku oraz narzutka murarska na szereg stalowych rur prawie równoległych do stoku, połączona z regulacją rzeki.

Rozwiązania możliwe do zaakceptowania powinny być efektywne, mieć minimalny wpływ na środowisko i charakteryzować się niskimi kosztami. Budowanie nowych umocnień przy niewielkim obecnie zagrożeniu powodziowym nie jest wskazane. Lasy Alhambry muszą



Ryc. 4. Pęknięcie detalu architektonicznego w Pałacu Nasrydów



Ryc. 5. Grożące zawaleniem ściany w Pałacu Nasrydów spięte kotwami

być nawadniane, gdyż inaczej zgina. Odwrócenie biegu rzeki Daro jest nie do zaakceptowania, gdyż rzeka jest ważnym składnikiem miejskiego krajobrazu. Ewentualne umocnienia ziemne, mury ekologiczne, drenaż i pokrywa akrylowa mogłyby drastycznie zmienić obecną scenografię lub okazać się mało efektywnymi. Pokrycie stoku rzadkim betonem mogłoby indukować nowe osuwanie się warstw, a klif San Pedro, jako unikatowy geologicznie, powinien być chroniony (Justo i in., 2008).

Proponowane rozwiązania powinny charakteryzować się minimalnymi zmianami wizualnymi. Rozważane jest pokrycie stoku głęboko zakotwioną, wysoko odporną na nacisk siatką drucianą (*op.cit.*). Siatka ta powinna zostać odpowiednio pomalowana, by zlewała się ze stokiem, a także obsadzona roślinami. Zabezpieczenie to, niewidoczne ze wzgórza Alhambry, może być jednak zauważane z występujących na przeciwko wzgórz Albacin i Sacromonte.

Dyskusja na temat właściwych zabezpieczeń unikatowego zespołu Alhambry powinna jak najszybciej doprowadzić do zastosowania proponowanych rozwiązań, gdyż samo spinanie kotwami rozsuwających się ścian pomieszczeń pałacowych nie uchroni obiektu przed zniszczeniem (ryc. 5).

Wiele wspaniałych dzieł będących wytworem człowieka legło w gruzach. Najboleśniej odczuwane są straty wynikające z agresji ludzkiej, ukierunkowanej na zniszczenie dorobku rywalizujących ze sobą państw, nacji i kultur. Przykładów można mnożyć wiele: doprowadzenie do zupełnej ruiny Kartaginy przez Rzymian, celowe zniszczenie Akropolu przez Wenecjan w czasie wojny w 1687 r. czy wysadzenie przez talibów posągów Buddy w Afganistanie. Zniszczenia powodowane siłami natury są łatwiejsze do zaakceptowania, bo możliwość przeciwdziałania im jest przeważnie niewielka. Legenda mówi, że *nic, nawet 100 wrogich wojsk, nigdy nie zniszczy Alhambry*. Alhambra może unicestwić jedynie natura.

Literatura

- JUSTO J.L., AZAÑÓN J.M., AZOR A., SAURA J., DURAND P., VILLALOBOS M., MORALES A. & JUSTO E. 2008 — Neotectonics and slope stabilization at the Alhambra, Granada, Spain. *Engineering Geology*, 100: 1001–1019.
- AYALA-CARCEDO F.J., RODRÍGUEZ-ORTIZ J.M., PRIETO ALCOLEA C., DURÁN VALSERO J.J., LAMAS ROMERO J.L. & RUBIO-AMO J. 1986 — Mapa previsor de riesgos por inundaciones en núcleos urbanos de Andalucía y Extremadura, IGME, Madrid.