

AKWEDUKTY RZYMSKIE - czysta woda od 2000 lat jak starożytni Rzymianie zapewniali czystą wodę bez filtrów i chemii



Podczas lektury książki Roberta Harrisa **Pompeje** (polecam też inne tytuły tego autora, takie jak *Monachium*, *Wielka ucieczka*, *V2*, czy ostatnio *sfilmowane Konklawe*), z ogromnym zainteresowaniem czytałem o kluczowym znaczeniu dostaw wody do rzymskich miast. To skłoniło mnie do pogłębienia mojej wiedzy. Sięgnąłem więc po dzieło Sextusa Juliusa Frontinusa „**O akweduktach miasta Rzym**” z około 100 r.n.e. i sięgnąłem do innych źródeł - książek, opracowań oraz artykułów historycznych i archeologicznych, gdzie poszukiwałem informacji na temat zarówno budowy, jak też zarządzania dystrybucją i jakością wody w rzymskich akweduktach.

Fascynujące jest to, że Rzymianie pili wodę bezpośrednio z kranów lub po przegotowaniu, jak my w dzisiejszych czasach. Z tą różnicą, że dziś, w odróżnieniu od rzymian, korzystamy z nowoczesnych technologii filtrowania, uzdatniania i kontroli wody.

Oczywiście niektórzy z nas pamiętają wodę źródlaną w kranach w swoich rodzinnych miejscowościach, co opisałem w swoim tekście „Woda źródłana w kranach”. Jednak ze względu na rozwój cywilizacyjny, zanieczyszczenie i antropogeniczną ingerencję w przyrodę, woda z większości ujęć, musi być poddana skomplikowanym i kosztownym procesom filtracji i uzdatniania w Zakładach Wodociągowych.

Akwedukty rzymskie - historia

Akwedukty rzymskie to jedne z najbardziej imponujących osiągnięć inżynierii starożytnej. **Aqua Appia (16 km), zbudowany w 312 r. p.n.e.** dostarczał wodę do Rzymu kanałami podziemnymi z okolic wzgórz Colli Albani. Ale dopiero Aqua Marcia (91 km), zbudowany w 144 r.p.n.e., dostarczał do Rzymu wodę zdatną do picia ze źródeł górskich Simbruini. Później powstały również Aqua Claudia czy Aqua Virgo czerpiące czystą wodę z doliny Aniene i źródeł Salone. Woda z niektórych akweduktów takich jak Aqua Alsietina czy Aqua Tepula nie nadawały się do spożycia.

Tak, woda doprowadzana do rzymskich miast siecią akweduktów o łącznej długości **ponad 500 km**, tylko w części nadawała się bezpośrednio do picia. Różnice w jakości wody z poszczególnych ujęć miały wpływ na jej zastosowanie. Część wody była przeznaczona bezpośrednio do picia i ulicznych źródeł, a reszta była przeznaczona do łaźni publicznych, fontann, napełniania cystern, pojenia zwierząt oraz do zasilania młynów i zakładów rzemieślniczych.

Analizy geologiczne i archeologiczne wykazały, że niektóre akwedukty funkcjonowały nawet kilkaset lat, pod warunkiem prowadzenia systematycznych prac czyszczących i remontowych. Akwedukt Aqua Claudia pracował przez ponad 400 lat zanim zniszczyli go Goci w 537 r.n.e. Potem jeszcze papież Sykstus V odbudował część Aqua Marcia pod nową nazwą Aqua Felice w 1586 r. Współcześnie, wiele tras dawnych akweduktów, pokrywa się z dzisiejszą infrastrukturą gazową, kanalizacyjną i wodociągową.

Akwedukty rzymskie - zarządzanie i organizacja dystrybucji wody

Akwedukty zbudowane z myślą o doprowadzaniu wody z górskich źródeł do miast, stanowiły złożone systemy kanałów grawitacyjnych prowadzonych w tunelach skalnych, na łukowych podporach, oraz w syfonach pod rzekami i przeszkodami. Ich sprawne funkcjonowanie wymagało nie tylko precyzyjnego projektu, ale także zorganizowanego systemu zarządzania, nadzoru i eksploatacji. Już od czasów republikańskich istniały struktury odpowiedzialne za dostawy wody, jednak pełne ukształtowanie organizacyjne nastąpiło w I wieku n.e., za panowania cesarza Augusta.

Za sprawne funkcjonowanie akweduktów odpowiadała rozbudowana struktura zarządzania, która obejmowała zarówno poziom centralny, jak i lokalny. Na szczycie hierarchii stał **Curator Aquarum**, powoływany przez cesarza urzędnik o wysokim statusie społecznym (często senator lub konsul). Miał on pełne uprawnienia nadzorujące: odpowiadał za budowę, utrzymanie, modernizację, kontrolę i bezpieczeństwo całej sieci wodociągowej. Zarządzał budżetem, zatrudniał personel techniczny i raportował bezpośrednio do cesarza. Curator aquarum korzystał z pomocy zespołu specjalistów: architecti (inżynierowie), aquarii (hydraulicy), castellarii (strażnicy zbiorników), vilici (nadzorcy odcinków), servi publici (niewolnicy państwowi zajmujący się czyszczeniem, naprawami i konserwacją).

Woda w fontannach, źródłach i łaźniach była bezpłatna ale woda dostarczana do przyłączy podlegała cesarskim regulacjom. Redystrybucja wody była oparta na systemie uprawnień i przydziałów określonych przez prawo lub specjalne nadania (na przykład dla świątyń). Wydajność przyłączy była limitowana przez średnicę rury doprowadzającej (calix), co ograniczało nielegalny pobór. Nielegalne podłączenia, większy niż zadeklarowany przekrój rury lub ukryte rozgałęzienia były uznawane za kradzież mienia publicznego, a winni podlegali grzywnom, konfiskacie rur i mienia lub nawet karze więzienia.

Akwedukty rzymskie - konstrukcja i działanie

Rzymskie akwedukty działały na prostej, ale genialnej zasadzie grawitacji. Woda płynęła samoczynnie od źródła położonego wyżej ku miastu, korzystając z łagodnego spadku terenu – zwykle ok. 0,5–1% nachylenia (czyli 0,5–1 metra na każde 100 metrów długości). Ujęcia były budowane bezpośrednio przy górskich źródłach, rzekach lub zbiornikach retencyjnych. Kanały prowadzące wodę w większości były budowane jako podziemne i tylko w dolinach budowano, do dziś znane we fragmentach, kanały naziemne oparte na imponujących mostach i arkadach. W głębokich dolinach lub pod przeszkodami, gdzie nie dało się zbudować mostu, stosowano syfony: zamknięte rury wykorzystujące zasadę naczyń połączonych. Ze względu na powstające ciśnienie stosowano w tych przypadkach uszczelnienia i rury ołowiane. Kanały były zamknięte i osłonięte, by chronić wodę przed zanieczyszczeniami. Ściany wykładano zaprawą wodoodporną (opus signinum), a u góry pozostawiano otwierane pokrywy rewizyjne.

Ze względu na sposób działania akweduktów bardzo ważne w ich eksploatacji było zachowanie ich drożności na całej długości. **Ponieważ to właśnie stały przepływ warunkował utrzymanie czystości wody.** Każdy zastój lub spowolnienie przepływu był zagrożeniem dla dystrybucji i czystości wody. Dlatego głównym zajęciem nadzoru i pracowników odpowiedzialnych za prawidłowe działanie akweduktów było usuwanie zatorów i czyszczenie kanałów z zanieczyszczeń i osadów.

Akwedukty rzymskie - osady i ich usuwanie

Woda doprowadzana do miast rzymskich często pochodziła z górskich źródeł bogatych w minerały, zwłaszcza węglan wapnia (CaCO_3). Długotrwały kontakt wody z tynkiem hydraulicznym, którym wykładano wnętrze kanałów, prowadził do wytrącania się osadów węglanowych. Zjawisko to jest znane jako proces tworzenia się sintru. Osady te przylegały do ścian wewnętrznych akweduktu, powodując stopniowe zawężanie przekroju hydraulicznego. Dlatego w dbałości o niezakłócone dostawy wody prowadzono okresowe czyszczenia kanałów wodnych z zalegającego osadu. Robili to wspomniani wyżej niewolnicy państwowi w okresach niższego zapotrzebowania na wodę, często przekierowaniem dopływu na inne odcinki systemu i jego częściowym osuszaniem. Osady usuwano ręcznie przy pomocy dłut i młotków, czasem z pomocą octu rozpuszczającego węglan wapnia. Poza usunięciem osadu prowadzono również systematyczne naprawy powierzchni wewnętrznej kanałów oraz kontrolowano i naprawiano wycieki.

Starożytni Rzymianie wykazali się głębokim zrozumieniem zasad eksploatacji infrastruktury wodociągowej. Ich działania potwierdzają, że nawet najtrwalszy system nie może funkcjonować bez ciągłego nadzoru, inspekcji, okresowego usuwania osadów i dbałości o stan przewodów.

Współczesna eksploatacja wodociągów stoi dziś przed analogicznymi wyzwaniami. Różnica polega na zastosowanych narzędziach: zamiast dłut i octu oraz ludzi penetrujących z pochodniami wnętrza akweduktów, korzystamy z urządzeń hydrodynamicznych, tłoków czyszczących i inteligentnych, kamer inspekcyjnych i elektronicznych urządzeń diagnostycznych.

Przesłanie pozostaje niezmiennie od dwóch tysięcy lat:

utrzymanie szczelności i czystości przewodu jest warunkiem koniecznym dla niezawodności systemu.

Bogusław Wójtowicz

TUKANY - czyszczenie wodociągów

Jelenia Góra, 2025-08-04