

2. ZAOPATRZENIE W WODĘ I USUWANIE NIECZYSTOŚCI W CZASACH ANTYCZNYCH – ZARYS PROBLEMU

2.1. STAROŻYTNOŚĆ

W niniejszym rozdziale przedstawiam system zaopatrzenia w wodę na terenach Cesarstwa Rzymskiego. Część ta może wydawać się obszerna, jednak uważam, iż dla ogólnego kontekstu istotne jest ukazanie zaawansowanego systemu, jaki funkcjonował w czasach rzymskich. Wiedza technologiczna antyku mogła przetrwać aż do czasów późnego średniowiecza i stać się podstawą wielu rozwiązań technologicznych.

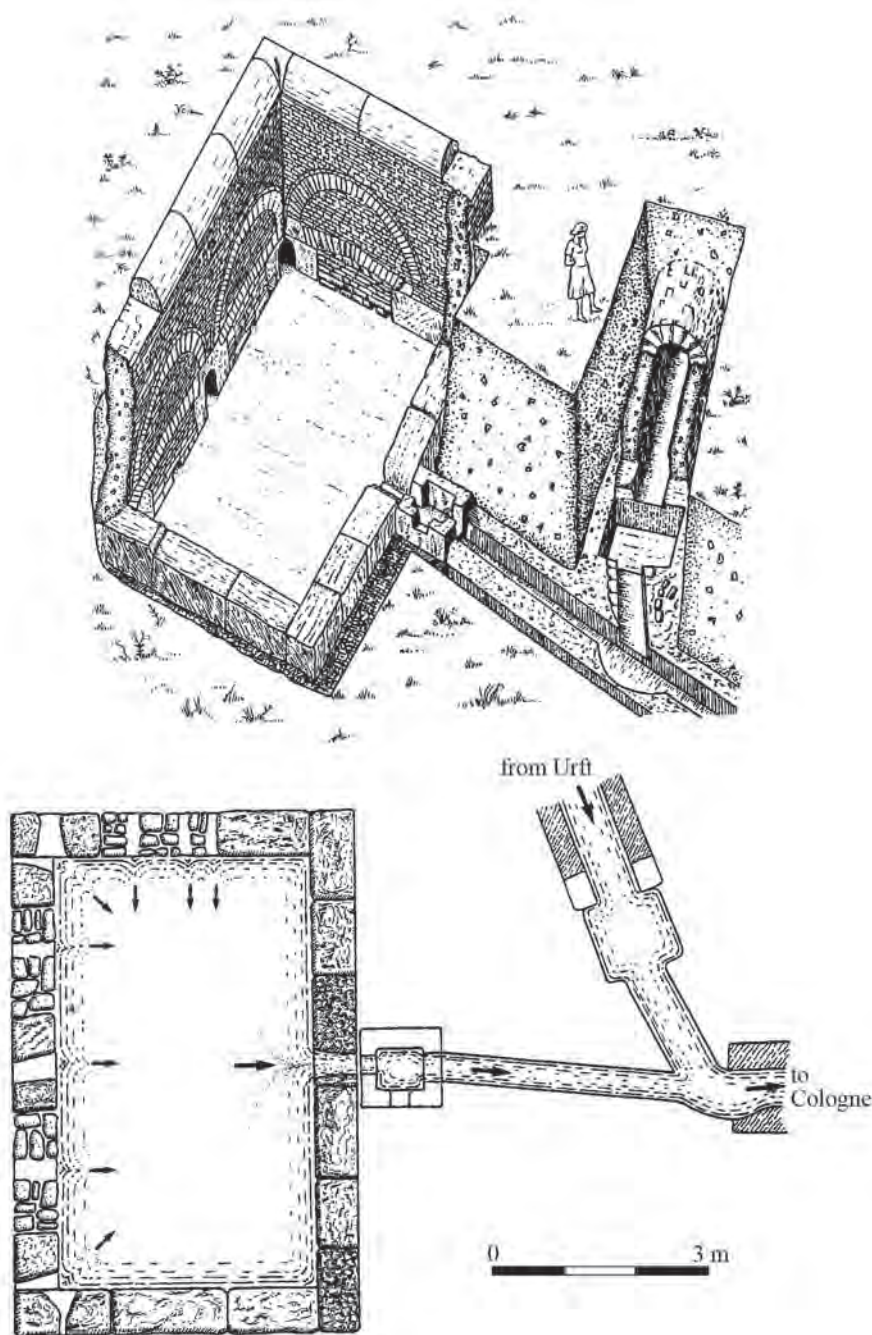
Podstawą zaopatrzenia w wodę w państwie rzymskim były studnie i cysterny umieszczane w podwórzach domów. Wznoszono je z kamienia i drewna. Trevor Hodge twierdzi, iż akwedukty nie były w rzymskich miastach niezbędne, ponieważ studnie i cysterny zaspokajały potrzeby mieszkańców. Akwedukty miały przede wszystkim zapewniać dopływ wody do term, które zużywały ogromne jej ilości. Były luksusem związanym z rzymskim stylem życia. Budowa akweduktu miała przynieść miastu prestiż, mogła też jednak doprowadzić fundatorów do bankructwa (Hodge 1992, s. 5–6).

Rzymianie nieczęsto korzystali z powierzchniowych zbiorników wodnych, jak rzeki czy jeziora. Czerpali wodę najchętniej z górskich źródeł i strumieni. Przy bezpośrednim ujęciu wody znajdował się zbiornik początkowy (ryc. 1), w którym zaczynał się kanał akweduktu.

Kanał biegł głównie przewodami nadziemnymi, umieszczonymi przeciętnie metr nad powierzchnią gruntu. W razie potrzeby, w celu zapewnienia stałego poziomu opadania, prowadzono go mostem lub podziemnym tunelem. W razie konieczności przekroczenia większych dolin most przybierał duże rozmiary, jak np. Pont-du-Gard w południowej Francji. Tunel miał przekrój prostokątny i rozmiary pozwalające na swobodne poruszanie się w jego wnętrzu człowieka.

W jego ciągu znajdowały się studzienki inspekcyjne, umożliwiające łatwy dostęp do odcinków wymagających oczyszczenia lub naprawy. Ściany kanału układano kilkoma warstwami wodoodpornej zaprawy zapewniającej szczelność i niskie tarcie. Po drodze umieszczano także zbiorniki osadnikowe, w których przelewająca się przez nie woda pozostawiała wszelkie niesione obiekty (Hodge 1992, s. 69–98). Akwedukty osiągały znaczne długości. Wodociąg Eifel, doprowadzający wodę do Kolonii, wraz ze swoimi bocznymi odnogami miał 130 km długości (najdłuższy odcinek miał 95,4 km) i przenosił dziennie 20 000 m³ wody (Grewe 1991, s. 15).

Po dotarciu do miasta akwedukt wpadał do zbiornika zwanego *castellum divisorum*. Zbiornik ten był położony w najwyższym punkcie miasta, tuż przy jego granicy. Stąd wodę rozprowadzano arkadowym akweduktem bądź podziemnymi rurociągami po mieście. Przy ujściu wody do miejskiej sieci znajdowały się drewniane ruchome przegrody pozwalające regulować przepływ i w razie potrzeby odciąć część sieci. Wodociągi umieszczano pod powierzchnią chodnika, gdzie zostawiano wolną przestrzeń w celu łatwiejszego dostępu w wypadku awarii. W mieście woda płynęła do kolejnych *castellów*, z których była rozprowadzana dalej. W rezultacie trafiała do publicznych fontann, łaźni oraz do prywatnych użytkowników. Liczne publiczne fontanny (w Pompejach rozmieszczono je tak, żeby nikt nie musiał chodzić po wodę dalej niż 50 m) miały postać niewielkich basenów, do których stale lała się woda. W razie przepełnienia woda wylewała się na ulicę, czyszcząc ją tym samym, i wpadała do miejskiego systemu kanałów. Prywatni użytkownicy byli podłączeni bezpośrednio do najbliższego *castellum*. Właściwie rzadko stosowano podłączenia do głównej rury, co



Ryc. 1. Zbiornik początkowy akweduktu Eifel (Hodge 1992, s. 77)

miało swoje uzasadnienie. Każde prywatne podłączenie zaczynało się w zbiorniku elementem zwanym *calix*. Była to wykonana z brązu niewielka rura, o odgórnie ustalonej średnicy, która regulowała ilość wody, jaką mógł pobrać użytkownik. Na tej podstawie liczone też przepustowości całej sieci (Hodge 1992, s. 280–306).

Rzymianie używali do konstrukcji przewodów kamienia, drewna, gliny i ołowiu. Rury kamienne są stosunkowo rzadkie, natomiast z materiału tego wykonywano elementy przykrycia wodociągu, części syfonów, wzmocnienia, rynny itp.

Przewody drewniane najpowszechniejsze były w północnych prowincjach, nad Renem i w Brytanii (gdzie mimo największego w imperium wydobycia ołowiu większość przewodów była właśnie z drewna). Najczęściej korzystano z powszechnie występującego drewna dębowego. Pliniusz zalecał także sosnę i olchę. Drewno stosowano częściej w lokalnych przewodach dystrybucyjnych niż w głównych akweduktach. Rury miały postać przewierconych pni, z zewnątrz z grubsza obrobionych, przy czym zostawiano im naturalny, okrągły kształt lub nadawano wieloboczny. Pnie były łączone za pomocą

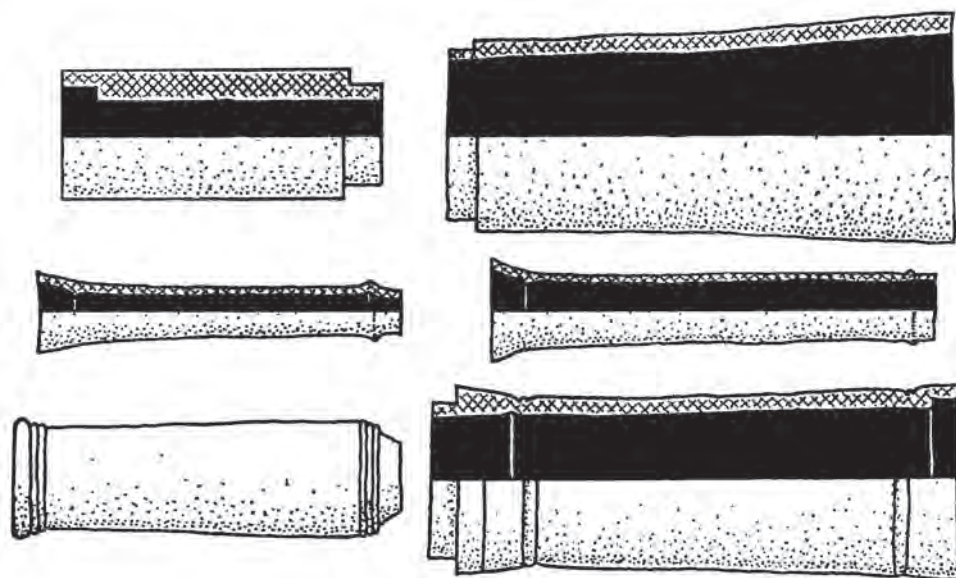


Ryc. 2. Rzymskie drewniane przewody wodociągowe z Akwizgranu (Hodge 1992, s. 109)

żelaznych pierścieni o zaokrąglonych krawędziach, które wbijano w zakończenia dwóch sąsiadujących członów (ryc. 2). Czasem łączono je za pomocą krótkiej rury zakończonej z każdej strony krzyż z otworami na gwoździe, którą przybijano do wyłotów rur. Miejsce łączenia niekiedy podpierano kamienną płytą, co miało zapobiegać przesuwaniu się elementów wodociągu. Wodociągi takie również zaopatrywano w studzienki inspekcyjne. Niewątpliwą zaletą wodociągów z drewna były stosunkowo niskie koszty ich wykonania, do czego przyczyniała się znaczna długość członów, mierzących od 1,5 do 7,5 m (Samersreuther 1938, s. 138; Hodge 1992, s. 110–113).

W powszechnym użyciu były rury ceramiczne (ryc. 3), które po wykonanych z cementu kanałach

były najczęściej spotykaną formą akweduktu. Tożono je na kole garncarskim i miały postać walców o jednym końcu kielichowato zakończonym. Na drugim końcu mogła znajdować się mufa w postaci uformowanego z gliny pierścienia. Długość rur wahała się od 40 do 70 cm, a średnica od 10 do 15 cm. Wiele różnorodnych znalezisk rur ceramicznych poświadcza, że – inaczej niż w wypadku rur ołowianych – nie było jednego z góry narzuconego typu. Używano ich zarówno w dalekobieżnych akweduktach, jak i w miejskich sieciach dystrybucyjnych. Wodociąg taki, w przeciwieństwie do kanału betonowego, wypełniony był w całości wodą, która płynęła pod lekkim ciśnieniem. Niewielkie nierówności terenu nie stanowiły dla takiego wodociągu przeszkody, nie trzeba było budować mostu ani drążyć tunelu.



Ryc. 3. Rzymskie rury ceramiczne z terenów Nadrenii (Hodge 1992, s. 111, wg Samersreuther 1938)

Jego wadą była natomiast mniejsza niż betonowego kanału przepustowość, przez co konieczne było umieszczanie więcej niż jednej linii rur (zwykle trzech). W rurach znajdowały się liczne otwory rewizyjne, ułatwiające uszczelnianie od środka, naprawy i czyszczenie rurociągu (Hodge 1992, s. 113–115).

Rury ołowiane wykorzystywano głównie w miejskich sieciach dystrybucyjnych, czasem także w syfonach. Ołów jako materiał do wykonania rur miał kilka podstawowych zalet: był dostępny w dużych ilościach, a ponadto jest plastyczny, wystarczająco odporny na ciśnienie wody i charakteryzuje się niską temperaturą topnienia. W celu wykonania rury roztopiony ołów wlewano do płaskiej formy. Używaną blachę zaginano na walcowatej formie, tak, że produkt w przekroju miał kształt gruszkowaty. Łączenie krawędzi blachy sklepywano lub zalewano ołowiem. Gotowe człony wkładano jeden w drugi (rozklepując wcześniej jeden z końców każdego członu) i uszczelniano płynnym ołowiem. Na przewodach umieszczano inskrypcje z imieniem cesarza, konsula bądź prywatnego fundatora, a często także przedsiębiorstwa, które wykonało rurę. Istniały normy określające wielkości przewodów (Samersreuther 1938, s. 139–142; Hodge 1992, s. 307–309).

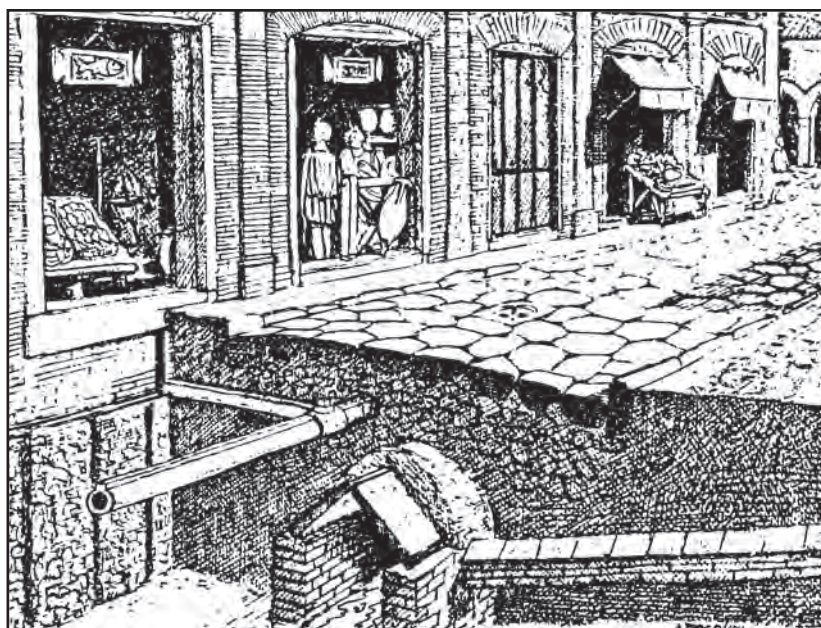
Najstarsze latryny pojawiły się na terenie Europy w Grecji. Początkowo miały postać bezodpływowego dołu, która to forma utrzymała się długo ze względu na prostotę wykonania. Najstarsze latryny spłukiwane bieżącą wodą pojawiły się w Grecji już w okresie egejskim (Biernacka-Lubańska 1977, s. 550). W okresie klasycznym, w IV w. p.n.e., ukształtowała się forma latryny konstruowanej w budynkach prywatnych i publicznych. Miała ona postać dołu wykopanego wzdłuż jednej lub kilku ścian, nad którym umieszczano marmurową płytę z otworami, służącą do siedzenia. W prywatnych latrynach było niewiele otworów, natomiast w publicznych ich liczba sięgała 10. Publiczne latryny bywały podłączane do odpływu zużytej wody z kuchni lub łaźni. Umieszczano je zwykle na obrzeżach budynku. Zostały przejęte przez Rzymian i upowszechnione na terenach ich państwa (Antoniou 2007, s. 156–159).

W Imperium Rzymskim poza zwykłymi dołami kloacznymi funkcjonowały też urządzenia o rozmiarach o wiele większych, których idea również została przejęta z Grecji. Umieszczano je zwykle przy termach, gdzie można było wykorzystać stały przepływ zużytej wody, zabierającej od razu wszelką treść do kanalizacji. Konstrukcje te miały postać czworokątnych budynków, w których przy trzech ścianach znajdowały się kamienne bądź drewniane ławy z otworami. Latryna na Agorze Rzymskiej

w Atenach miała takich otworów 62. Przed rzędem siedzeń znajdowała się rynna z bieżącą wodą do opłukania rąk. Prywatne toalety, wznoszone wewnątrz domu, umieszczano nad dołami kloacznymi. Gdy uzbierała się nadmierna ilość nieczystości, wzywano handlarza nawozem, który wywoził nieczystości poza miasto. Czasami toaleta była połączona kanałem ze zbiornikiem na tyłach domu. Zbiornik z kolei mógł mieć ujście do miejskiej sieci podziemnych kanałów (Hodge 1992, s. 271, 336).

Niektóre z miast rzymskich wyposażone były w systemy kanałów i ścieków. Kanały miały za zadanie odprowadzać nadmiar wody – czy to z podmokłych terenów, na których powstało miasto (jak *Cloaca Maxima* w Rzymie), czy z akweduktów – a także wodę deszczową i nieczystości z prywatnych domów, publicznych latryn i term. Niekiedy kanały miały formę podziemnych tuneli o szerokości około 0,5 m, nakrytych szczytowym dachem i umieszczonych 1 m pod powierzchnią drogi. W określonych odstępach znajdowały się otwory inspekcyjne. Woda i nieczystości wpadały do nich przez umieszczone z boku ulicy otwory (ryc. 4). Wydaje się jednak, że większość miast nie posiadała pełnego systemu podziemnych kanałów. Zamiast nich konstruowano naziemne rynsztoki biegnące ulicami. Nieczystości z miasta odprowadzane były do rzeki lub rozprowadzane systemem kanałów poza miastem, gdzie wsiąkały w ziemię (Hodge 1992, s. 332–340).

Wodociągi i ścieki istnieją równie długo jak rozwinięte ośrodki miejskie. Jak wiele osiągnięć cywilizacyjnych, tak i one narodziły się na Bliskim Wschodzie, gdzie odkryła je i zaadaptowała cywilizacja grecka. Podstawowy typ akweduktu, sieć dystrybucyjna z ceramicznych przewodów oraz „klasyczny” później typ toalety powstały na terenie Grecji. Wraz z kolonizacją grecką rozwiązania w tej dziedzinie rozprzestrzeniały się dalej na zachód. W wyniku licznych kontaktów z Grekami, a później ich ostatecznego podboju osiągnięcia te przejęli Rzymianie i, zgodnie ze swym pragmatycznym podejściem do techniki, znacznie je udoskonalili. Rzymianie, tworząc nowe prowincje, zakładali miasta, w których wprowadzali swoje zwyczaje, swoją architekturę i technikę. Miasta były zasiedlane przez rzymskich weteranów, którzy w nowym domu chcieli mieć takie same warunki, jakie pamiętali z Italii. Budowali termy i zaopatrujące je w wodę akwedukty, a także kanały i latryny. Znamienne, że na terenach całego imperium znajdujemy dokładnie te same rozwiązania techniczne. Tak samo budowane wodociągi odkrywamy w Bułgarii i w miastach nadreńskich. Właściwie zawsze woda do nich była doprowadzana z odległego



Ryc. 4. Rekonstrukcja umiejscowienia sieci wodno-kanalizacyjnej w ciągu ulicy w Ostii (Hodge 1992, s. 338)

źródła, a nie czerpana z najbliższej rzeki. O ile na wschodzie imperium rzeczywiście było to najlepsze rozwiązanie, o tyle na zachodzie, zwłaszcza w strefie północnej, obfitość cieków wodnych nie narzucała konieczności stosowania takiego rozwiązania. Jedyną formą przystosowania do lokalnych warunków było użycie drewnianych przewodów wodociągowych.

Rzymska technika wodno-kanalizacyjna osiągnęła bardzo wysoki poziom. Nadeszła jednak katastrofa – najazdy barbarzyńskie, które zniszczyły całą organizację państwa. Kolejnym etapem rozważań powinna być kwestia tego, co pozostało z antycznego dorobku w czasach średniowiecza.

2.2. CZASY PRZEŁOMU

Mieszkańcy środkowoeuropejskiej części *Barbaricum* nie wytworzyli w czasach antycznych tradycji budowy miast. Mimo mniej lub bardziej intensywnych kontaktów z Imperium Rzymskim nie przejęli też takiej tradycji od jego mieszkańców. Pierwsze osady o charakterze protomiejskim powstały dopiero we wczesnym średniowieczu. Na Renie i Dunaju stykały się ze sobą dwa skrajnie różne światy. Kryzys miast rzymskich, związany z ogólnym osłabieniem i rozpadem cesarstwa, miał miejsce już około przełomu III i IV w. i pociągnął za sobą stopniowe wyludnianie tych ośrodków. Najazdy plemion germańskich w IV i I. połowie V w. bardzo zniszczyły terytoria przylimesowe. Opuszczone miasta nie od razu zostały zajęte przez nową ludność. W rzymskich ośrodkach położonych przy limesie obserwujemy ślady osadnictwa germańskiego z V w., jednak panujące w tamtym okresie warunki społeczne i gospodarcze nie pozwalały na dalsze funkcjonowanie prowincjonalnorzymskich miast. Napływająca i zajmująca dawne kwitnące ośrodki ludność preferowała zupełnie inny model osadnictwa, który przeniosła na nowy grunt. Odkrywamy małe punkty osadnicze

luźno rozrzucone po terytorium dawnej *civitas* lub *castrum*. Dawne budowle i struktury miejskie zostały zniszczone. Niektóre z budowli antycznych adaptowano do nowych celów. Rzymskie martyria przekształcano w kościoły (np. w Bonn), w Trewirze monumentalna bazylika została zmniejszona i także przekształcona w kościół. Dawne budowle miejskie zmieniały swe funkcje, stając się m.in. kościołami (np. *Porta Nigra* w Trewirze) czy rezydencjami elit świeckich i kościelnych (*Porta Praetoria* w Ratyzbonie, *Termy Cesarskie* i *Termy Barbary* w Trewirze). Sporadycznie wykorzystywano rzymską zabudowę mieszkalną (Piekalski 1999, s. 49–63).

Ludność nieposiadająca miejskich tradycji, a co za tym idzie także tradycji budowy infrastruktury miejskiej, na terenach cesarstwa spotkała się z pełnym asortymentem urządzeń wodociągowych i kłocznych. W tym miejscu rodzi się pytanie o przetrwanie antycznych osiągnięć, ich przejęcie i rozpowszechnienie w głębi terenów dawnego *Barbaricum*. W najgorszej sytuacji znalazły się dalekosieźne akwedukty. Przebiegały w dużych odległościach od centrów osadniczych, co narażało ich nadziemne czę-

ści, trudne do upilnowania na całej długości, na zniszczenie w wyniku działań wojennych. Akwedukt Eifel w Trewirze przestał zaopatrywać miasto w wodę, być może, już około lat 70. i 80. III w. Z czasem akwedukty i inne antyczne budowle stawały się swego rodzaju kamieniołomami dla szybko rozwijającego się budownictwa, zwłaszcza sakralnego. Szczególne nasilenie pozyskiwania surowca w ten sposób następuje między wiekiem XI a XIII. Budulec pochodzący z akweduktu Eifel bywa znajdowany w budowlach z tego czasu nie tylko w Nadrenii, ale i w Niderlandach, Danii i Anglii (Grewe 1991, s. 14).

Więcej szans na przetrwanie miały krótsze wodociągi. Prawdopodobnie akwedukt biegnący z doliny Ruwer do Trewiru przeżył czasy antyku o kilka stuleci. Źródła pisane przynoszą wiadomości o funkcjonowaniu nie tylko wodociągu, ale i zbiornika końcowego, *castellum divisorum*. Według nowszych publikacji akwedukt w Trewirze funkcjonował aż do najazdu Normanów w 882 r. (Grewe 1991, s. 15). Wiemy także o funkcjonowaniu rzymskich akweduktów na terenie dzisiejszej Francji. Niektóre, zniszczone w czasach późnego antyku, służyły jako podstawa pod nową konstrukcję. I tak w 832 r. biskup Alderyk nakazał odnowienie akweduktu dostarczającego wodę do Le Mans, natomiast w Paryżu rzymski akwedukt funkcjonował aż do IX w. (Benoît, Rouillard 2000, s. 167). Wodociąg zaopatrujący w wodę *Castrum Bonna* (współczesne Bonn) wedle źródeł pisanych jeszcze w XVI w. miał być w dobrym stanie, wynika z tego, że we wczesnym średniowieczu nie był zapewne w gorszym, przy czym należy nadmienić, że w miejscu jego ujścia funkcjonowało najwcześniejsze frankijskie osadnictwo (Grewe 1991, s. 16).

We wczesnym średniowieczu akwedukty nie były już potrzebne, przestały funkcjonować termy, osadnictwo na terenie rzymskich miast było rozrzedzone, a ludzie potrzebną do zaspokojenia codziennych potrzeb wodę czerpali ze studni. Jednak wciąż zdarzało się, że wykorzystywano dawne instalacje. Już w czasach późnoantycznych przy chrześcijańskich baptysteriach funkcjonowały wodociągi. Wiązało się to być może z przekonaniem, iż chrzest powinien odbywać się w bieżącej wodzie, symbolizującej płynące wody Jordanu. Zwyczaj ten kontynuowano we wczesnym średniowieczu. Woda wpływała zwykle rurami do basenu umieszczonego we wnętrzu kościoła, następnie rurami odprowadzana była na zewnątrz. Tak było w Poitiers, w baptysterium św. Jana, które

powstało w IV w. w jedynym dostępnym, nieuszkodzonym miejscu, w którym dało się podłączyć je do rzymskiego systemu wodociągowego. W Bonn natomiast, w miejscu, gdzie kończył się wspomniany wcześniej akwedukt, już od antyku znajdowało się baptysterium (Grewe 1991, s. 19–21; 2000, s. 133).

Jeśli chodzi o bezpośrednią kontynuację techniki budowania wodociągów, poświadczona archeologicznie jest fundacja Teodoryka Wielkiego. W Rawnie znaleziono ołowiane przewody wodociągowe, na których znajdowała się inskrypcja „DN.REX. THEODORICUS.CIVITATI.REDDIDIT” – „król Teodoryk mieszkańcom miasta przywrócił”. Podczas swojego panowania Teodoryk niejednokrotnie nawiązywał do dorobku Cesarstwa Rzymskiego, czego wyrazem był zapewne również omawiany wodociąg. Jest on także świadectwem przetrwania wiedzy o antycznej inżynierii wodnej w otoczeniu tego barbarzyńskiego władcy. Zastanawiające jest, czy rzeczywiście owa wiedza poszła w zapomnienie wraz z upadkiem Cesarstwa Zachodniorzymskiego. W źródłach dotyczących czasów między schyłkiem antyku a rokiem 1000 znajdujemy wiele wzmianek o budowie wodociągów. I tak w 500 r. biskup Avitus funduje wodociąg w Viennes, a w roku 600 powstaje ołowiany wodociąg do baptysterium św. Juliana w Viviers. W czasach Merowingów powstają dwa wodociągi w Cahors i Hexham. Między VI a X w. zbudowano wodociągi w klasztorach Saint-Laurent i Saint-Martin-des-Champs w Paryżu (o długości odpowiednio 10 i 7 km). W X w. doprowadzono wodę do St. Gallen (Grewe 1991, s. 26).

Niezmiernie trudno udzielić odpowiedzi na pytanie o ciągłość stosowania techniki rzymskiej. Nieliczne źródła archeologiczne i pisane nie dają podstaw do formułowania zbyt daleko idących wniosków. W czasach przełomu między antykiem a średniowieczem zmieniły się potrzeby ludności, a upadek silnej i zorganizowanej władzy nie pozwalał na wielkie inwestycje. Wodociągi pojawiły się jednak tam, gdzie były przydatne: w baptysteriach, klasztorach i siedzibach elit. Z pewnością musiała przetrwać wiedza o technice konstruowania wodociągów. Niewątpliwie przetrwała we wschodniej części cesarstwa, a na terenach Półwyspu Iberyjskiego rzymskie akwedukty funkcjonowały i były rozbudowywane przez Arabów. Musiał istnieć dostęp do wiedzy. Kwestią zasadniczą pozostaje jednak wciąż pytanie, w jakim stopniu z tego dorobku korzystały miasta późnego średniowiecza.