

MIASTO WODY

Przemysław MARKIEWICZ-ZAHORSKI*

* Wydział Architektury, Katedra Projektowania Architektoniczno-Budowlanego A-04
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
ul. Podchorążych 1, 30-084 Kraków, Polska

E-mail: pmarkiewicz@pk.edu.pl URL: <http://a4.pk.edu.pl>

Słowa kluczowe: *architektura Wenecji, historyczne systemy konstrukcyjne*

ABSTRAKT

Wiele historycznych rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych bez żadnych wątpliwości możemy nazwać innowacyjnymi i to nawet w kontekście czasów współczesnych. Jednym z tego przykładów są budynki w Wenecji, pomimo że jej historia sięga aż do czasów średniowiecza [1].

Historyczna Wenecja nazywana jest „Miastem Wody”. Wyspy, na których położona jest Wenecja usytuowane są w centralnym punkcie laguny, nazywanej Zalewem Weneckim. Laguna, której wiek jest szacowany na około 6000 lat, powstała wokół ujścia trzech rzek: Piasve i Sile na północ od zalewu oraz Brenta na południu. Rzeki te nanosząc do płytkich wód przybrzeżnych ogromne ilości mułu powoli utworzyły dwa typy wysp – *barene*, czyli wyspy pokryte roślinnością trawiastą i *velme*, czyli piaszczyste łachy pozbawione jakiegokolwiek roślinności. Część z wysp ostatecznie przekształciła się w *lidi*, czyli długie wąskie mierzeje, które leżą tuż nad poziomem morza. Dzisiejszy ciąg mierzei odcinających spokojną lagunę od otwartego morza ma łączną długość 51 kilometrów.

Zalew Wenecki zasilany jest przez Morze Adriatyckie poprzez trzy przesmyki: od północy najszerszy Lido, centralny Malamocco i od południa Choggia. Amplituda pływów dla Adriatyku wynosi średnio około 90 cm. Wysokie poziomy wody wskutek fali przyływu z Adriatyku powodują cykliczne zalania miasta. Warunki wodno-gruntowe na wyspach na których powstała Wenecja są bardzo trudne. Górne warstwy tworzą nawodnione piaski przykrywające gliny i gliny piaszczyste o coraz większej spoistości, rosnącej wraz z głębokością. W podłożu, w zależności od konkretnej lokalizacji, występują często grunty organiczne, torfy i namuły. Lustro wody znajduje się około 1.0 metra poniżej powierzchni terenu, ale poziom ten ulega ciągłym wahaniom. Budowa

miasta na bagnistych wysepkach wymagała opracowania specjalnej, jedynej w swoim rodzaju techniki budowania.

Zanim rozpoczęto wznoszenie budynków w pierwszej kolejności przeprowadzone zostały wielkie roboty ziemne. W pierwszej kolejności wykopano sieć kanałów (Canal Grande i liczne mniejsze kanały), a ziemia z nich została zużyta do podwyższenia i wzmocnienia terenu. Drugim krokiem służącym wzmocnieniu podłoża było palowanie. Powstałe po przekopaniu kanałów wysepki umocniono wbiciem wielkiej ilości grubych pali dębowych i jodłowych, sprowadzanych z lasów Dalmacji. Na palach tych posadowiono później fundamenty domów i pałaców. Wbite gęsto drewniane pale tworzyły od góry solidną podstawę, którą stanowiła poziom posadowienia właściwych fundamentów budynków. Aby równomiernie przenieść obciążenia przenoszone poprzez fundamenty na tak specyficzne podłoże w pierwszej kolejności układano rodzaj podwójnego podkładu z krzyżujących się poziomo grubych desek, przypominający tratwę. Na nim następnie układano kamienne ławy fundamentowe, wykonywane najczęściej z bloków kamienia istrijskiego. Kamienne ławy fundamentowe tworzyły podbudowę ceglano-cokółu budowli [2],[3].

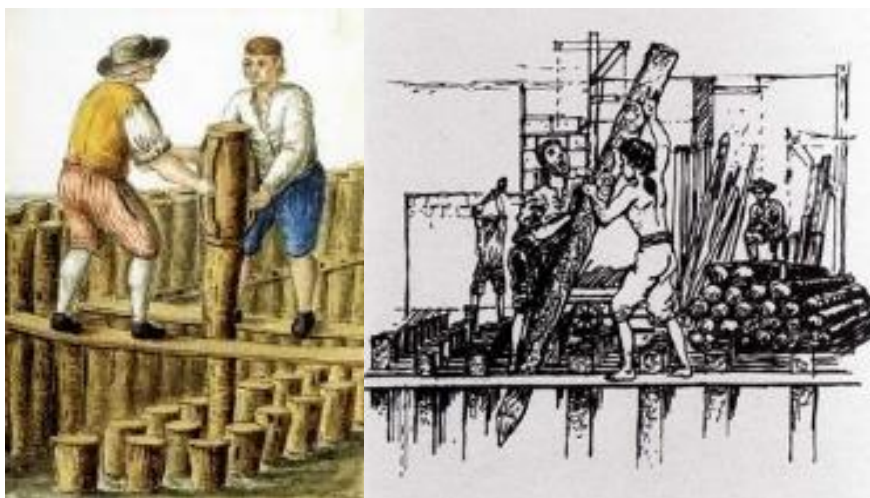


Fig. 1. Stare ryciny przedstawiające technologię palowania

Zastosowane rozwiązania budowlane domów i pałaców weneckich cechuje przede wszystkim lekkość. Zmniejszenie ciężaru budynków osiągnięto m.in. dzięki ażurowym loggiom i oknom wielodzielnym. Ze względu na problem nierównomiernego osiadania budynków ściany konstrukcyjne były pomiędzy sobą dylatowane. Umożliwiało to nierównomierne osiadanie (różnice dochodzące nawet do 20-30 cm) i wzajemne przemieszczenia bez powodowania niebezpiecznych naprężeń i pęknięć, w następstwie których powstają istotne szkody budowlane i naruszenie stabilności konstrukcyjnej. Całość budynków była stężana

jedynie na obwodzie z solidnymi połączeniami w narożach. Kluczową rolę dla stabilności całej konstrukcji odgrywały poziome drewniane stropy belkowe stężane ze ścianami za pomocą stalowych prętów. Dla usztywnienia stropów drewniane deski podłogowe były zbijane z belkami nośnymi i pełniły rolę wzmacniającego poszycia. Na deskach układane były posadzki z terrakoty, spoinowane cementową zaprawą. W przypadku obfitych opadów deszczu poziom wody gruntowej w poszczególnych kwartałach miasta, otoczonych szczelnymi murami oporowymi od strony kanałów i otwartych wód laguny, mógł się niebezpiecznie podnosić. Aby rozwiązać ten problem w murach oporowych wykonywano odpływy drenujące, mające za zadanie obniżyć lustro wody gruntowej. W murach oporowych znajdowały się również odpływy dla ścieków miejskich, gdyż pierwotnie w ten sposób rozwiązany był problem odprowadzenia kanalizacji [4].

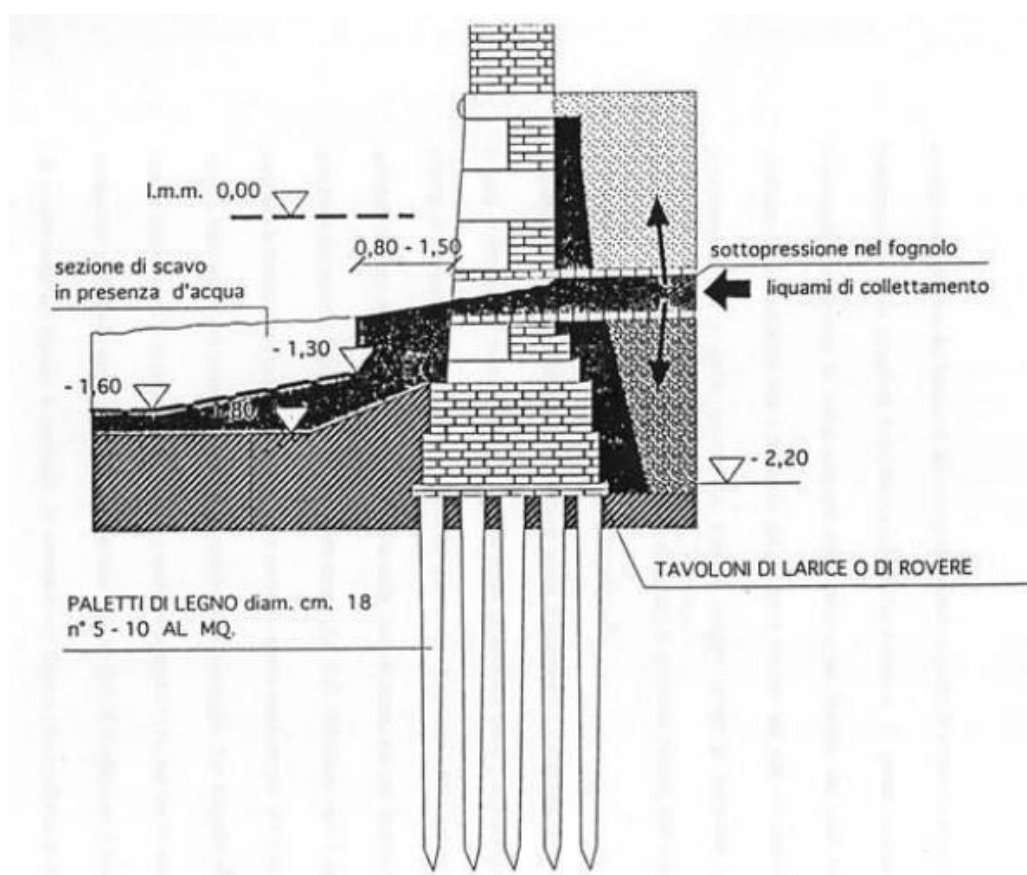


Fig. 2. Odpływy kanalizacji w murach oporowych okalających poszczególne kwartały miasta.

Bardzo dużym problemem w Wenecji, integralnie powiązany z problematyką budownictwa, było zapewnienie mieszkańcom miasta dostępu do ujęć słodkiej wody. Stworzony został bardzo złożony system zbierania, magazynowania i zaopatrzenia mieszkańców w słodką wodę. Był to system unikalny dla całego obszaru basenu morza śródziemnego.

Ze sposobem zaopatrzenia miasta w wodę słodką nieodłącznie łączył się problem odprowadzenia ścieków i usuwania odpadów. Korzystanie z kanałów ze słoną wodą morską, jako systemu oczyszczania ścieków w mieście, powodowało, że średniowieczna Wenecja była wówczas jednym z najczystszych miast w Europie.

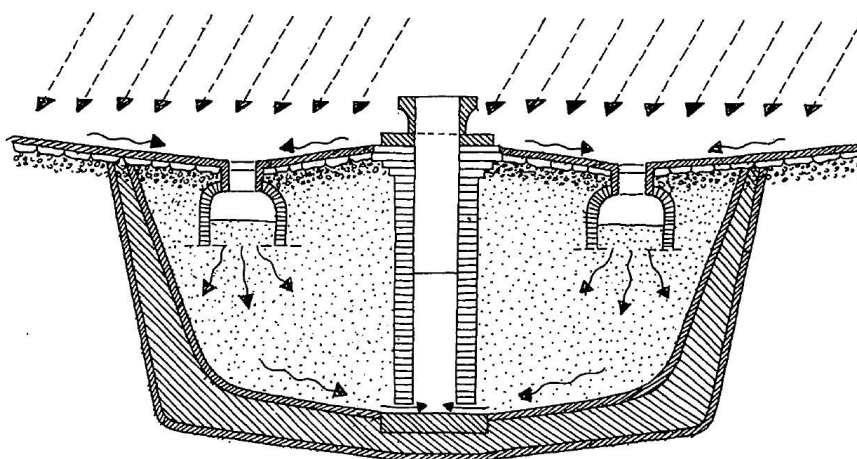


Fig. 3. Zasada działania cystern ze słodką wodą

Naukowcy i specjaliści z różnych dziedzin i różnych stron świata starają się uratować zabytkowe weneckie budynki [5]. Działania w skali konkretnych obiektów dotyczą przede wszystkim wzmocnienia fundamentów i zabezpieczenia stabilności konstrukcyjnej budynków. Integralnie powiązane z działaniami w celu wzmocnienia budynków są naprawy i uszczelnianie kanałów, ponieważ słona woda z kanałów ma bardzo destrukcyjny wpływ na praktycznie wszystkie budynki w Wenecji.

Na skutek ocieplenia klimatu podnosi się poziom morza. Niestety najnowsze prognozy są precyzyjne i jednocześnie bardzo pesymistyczne dla „Miasta Wody” [6].

LITERATURA

- [1] P. Markiewicz-Zahorski: *Zagrożenia Wenecji jako „Miasta Wody” i projekty ich rozwiązania*, rozdział monografii: *Wenecja : zagrożenia i perspektywy*, Kraków, Wydawnictwo PK, 2017
- [2] R. J. Goy, *Building Renaissance Venice: Patrons, Architects and Builders*, s. 1430, *Giovanni Grevembroch – XVIII w , Pile Drivers Venice and its lagoons – World Heritage*, [[:] <http://www.venicethefuture.com/schede/uk/177?aliusid=177>, [dostęp: 10.09.2021]
- [3] Traczyński K., *Wenecja - wezwanie dla geotechników*, 2004, [[:] <http://www.geotekst.pl/artykuly/geologia/wenecja-wezwanie-dla-geotechnikow> [dostęp: 10.09.2021]
- [4] Biscontin G., *Guidelines for the interventions of consolidation of foundations based in wooden poles*, Università Ca' Foscari di Venezia, 2012
- [5] Fletcher C., Da Masto J., *The Science of Saving Venice*, Paul Holberton Publishing, 2005
- [6] Piana M., *Logoon building and safeguarding problems, Venice and its lagoons – World Heritage*, [[:] <http://www.venicethefuture.com/schede/uk/338?aliusid=338>, [dostęp: 10.09.2021]