

Projekt rzeki Arno Leonarda da Vinci i Niccolò Machiavellego

*XX Liceum Ogólnokształcące w Gdańsku
**Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki, Uniwersytet Warszawski

Stanisław KORDEK*, Grzegorz ŁUKASZEWICZ**



Rys. 1. Leonardo da Vinci (1452–1519)



Rys. 2. Niccolò Machiavelli (1469–1527)



Rys. 4. Arno zalewa Florencję, 1966

Wydaje mi się, że spośród wszystkich przyczyn niszczenia mienia ludzkiego rzeki zajmują pierwsze miejsce ze względu na ich nadmierne i gwałtowne wylewy. . . Rzekę, która ma zostać przeniesiona z jednego miejsca na drugie, należy nakłaniać, a nie traktować brutalnie lub z użyciem przemocy; w tym celu należy zbudować na rzece rodzaj tamy, a następnie poniżej kolejną, sięgającą dalej i w podobny sposób trzecią, czwartą i piątą, aby rzeka mogła spływać do wyznaczonego jej kanału. . . (Leonardo da Vinci, Notatniki)

W artykule *Leonardo da Vinci i hydrodynamika* (Δ_{24}^4) rozważane były wybrane teoretyczne aspekty badań hydrodynamicznych Leonarda da Vinci opartych na wnikliwych obserwacjach ruchu wody. Tym razem przedstawimy konkretny projekt wdrożony w ramach eksperymentu hydraulicznego Leonarda da Vinci, podjętego wraz z Niccolò Machiavellim. Projekt łączył w sobie aspekty hydrauliczne, inżynierskie, polityczne i militarne. Przedmiotem operacji była rzeka Arno, a całość miała służyć potędze i dobru Florencji.



Rys. 3. Mapa fragmentu średniowiecznej Toskanii

Projekt inżynierski Leonarda zakładał skierowanie Arno do Morza Liguryjskiego kanałem – w pewnych miejscach oddalonym nawet o 35 km od koryta rzeki. Niccolò Machiavelli, administrator odpowiedzialny za politykę militarną i zagraniczną Florencji, w latach 1503–1504 próbował go zrealizować w celu odwrócenia rzeki od Pizy, pozbawienia tego miasta wody i w ten sposób wygrania bez strat wojskowych ciągnącej się od dekady wojny. Istotną zaletą tego projektu było także polepszenie przepływu wody i zmniejszenie liczby powodzi. Arno była i jest znana z wylewania podczas jesiennych deszczów oraz wiosennych odwilży (rys. 4).

Druga część projektu miała polegać na uczynieniu Arno rzeką żeglowną od Florencji do morza, tak aby miasto mogło być portem morskim. Projekt zakładał skierowanie wód Arno kanałem przez Prato i tunelem przez górę Serravalle. Inne aspekty projektu, widoczne na mapach i szkicach Leonarda, obejmowały wyprostowanie rzeki w samej Florencji, wprowadzenie śluz, użycie wód rzeki Arno do poruszania młynów i irygacji oraz umożliwienie jej żeglowności.

Zrealizowanie projektu wzmocniłoby i przekształciło ekonomiczną podstawę Republiki Florencji, pozwalając na dalekomorską wymianę handlową. Już od 1493 roku, kiedy to opublikowany został we Florencji opis pierwszej wyprawy Kolumba, lokalni kupcy wyrażali zainteresowanie morskimi podróżami eksploracyjnymi. W roku 1503 było już zupełnie jasne, że Florencja mogłaby uczestniczyć w tych odkryciach, gdyby tylko była portem morskim.

Niestety szereg problemów uniemożliwiło realizację pierwszej części projektu, i w rezultacie całe przedsięwzięcie upadło.

Historia projektu Arno. Po wielu konfliktach w 1406 roku Florencja uzyskała kontrolę nad Pizą. W 1494 roku, na zaproszenie Ludovica Sforzy z Mediolanu, król Francji Karol VIII najechał Italię, odbił Pizę od Florencji i umożliwił jej odzyskanie niezależności. Florencja przez cały czas próbowała zdobyć władzę w Pizie. Dostęp do morza był jedyną szansą florentczyków na stworzenie szybkiej drogi handlowej. Pragnęli, aby Florencja stała się miastem portowym pełnym życia i różnorodności. Dyskutowano o wyprawach z lat 1499 i 1501 opisywanych w listach Amerigo Vespucciego do jego florenckiego patrona Lorenza di Pierfrancesco. Jednakże Piza była mocno wspierana przez Francuzów, którzy nie chcieli oddać miasta będącego jednym z ważniejszych miejsc na szlakach handlowych. W tej sytuacji powstał niecodzienny projekt Leonarda da Vinci i Niccolò Machiavellego, mający na celu pokonanie Pizy.

Przypomnijmy, że już w 1434 roku, a więc kilkadziesiąt lat wcześniej, architekt Filippo Brunelleschi, sławny dzięki wspaniałej kopule Duomo we Florencji, opracował plan zalania Lukki wodami rzeki Serchio. Realizacja projektu okazała się klęską, o której tak napisał Machiavelli w swoich *Istorie fiorentine* [Historie florenckie] (1532).

W tamtych czasach [1434] żył najznakomitszy architekt Filippo Brunelleschi, którego dzieł jest pełne nasze miasto. . . Pokazał, jak można zalać Lukkę, biorąc pod uwagę położenie miasta i koryto rzeki Serchio, i tak nalegał przede wszystkim, aby Dziesiątka [Rada Dziesięciu] zleciła przeprowadzenie eksperymentów. Ale nic z tego nie wynikło poza nieporządkiem w naszym obozie i bezpieczeństwem wroga, gdyż lukkańczycy podnieśli ziemię groblą od strony, przez którą prowadzono Serchio, a potem pewnej nocy przełamali groblę rowu, przez który woda płynęła. Tym samym woda zablokowała drogę do Lukki i otworzyła wał kanału, po czym zalała równinę, tak że armia nie tylko nie mogła zbliżyć się do miasta, ale musiała się wycofać.

Wprawdzie zalanie miasta a odwrócenie od niego wód to dwie różne rzeczy, jednak niepowodzenie planu Brunelleschiego, które przyniosło straty finansowe i militarne, w przyszłości skutkowało sceptycyzmem Signorii (rządu miasta Florencji) co do tego typu projektów.

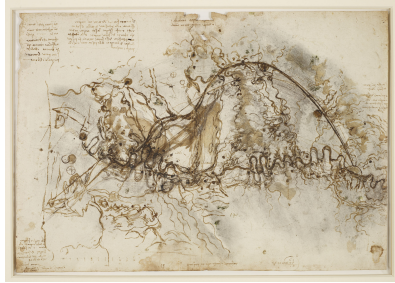
Tym niemniej już w latach 1490. Leonardo da Vinci, przebywający wtedy w Mediolanie, planował przekształcenie Arno w rzekę żeglowną aż do Florencji oraz budowę kanałów redukujących niebezpieczeństwo powodzi i podnoszących plony. O planach przebudowy Arno świadczą jego zapiski z tych lat w *Notatnikach*.



Śluzę należy zbudować w dolinie Chiany pod Arezzo, żeby w lecie, kiedy w Arno braknie wody, kanał nie wysechł. Winien on mieć 20 braccia [1 braccio = 58,3 cm] szerokości na dnie, 30 na górze i być na 2 lub 4 braccia głęboki, tak żeby 2 braccia służyły młynom i łąkom, na czym skorzysta region, a Prato, Pistoia i Piza zyskają 200 000 dukatów rocznie, wspomagając ten użyteczny cel pieniędzmi i siłą roboczą. To samo zrobią mieszkańcy Lukki, gdyż żeglowne stanie się jezioro Sesto. Puszczę kanał przez Prato i Pistoię, przebiję go przez Serravalle i wpadnie do jeziora, więc nie będą potrzebne śluzy.

Powstały wtedy pierwsze szkice do tego rozwiązania (znajdują się one w *Kodeksie Madryckim*).

Początek realizacji pierwszej części projektu Arno. W marcu 1503 roku Leonardo da Vinci wrócił do Florencji z Imoli, wędrownego dworu Cesare Borgii, gdzie przebywał od października 1502 roku, pracując jako inżynier wojskowy. W międzyczasie przybył tam także Niccolò Machiavelli, poseł i mediator polityczny. Signoria chciała go mieć w Imoli, aby także donosił „o rachubach księcia”. Liczne poszlaki wskazują, że Leonardo i Niccolò omawiali w Imoli projekt Arno i realizację jego pierwszej części. Mówią o tym rozmaite szkice, mapy i napomknienia w *Notatnikach* Leonarda z tamtego okresu, a przede wszystkim rozpoczęcie realizacji projektu już latem 1503 roku, a więc wkrótce po



Rys. 5. Sporządzona przez Leonarda mapa rzeki Arno ze schematem kanału, około 1503–1504

powrocie obu panów do Florencji. Brak bezpośrednich dowodów ich współpracy w Imoli powinien być oczywisty, jeśli zna się realia miejsca i czasu zdarzeń. Korespondencja i dokumenty mogły być przechwycone przez „księcia-renegata”, a wymienianie kogoś z nazwiska było niebezpieczne wobec łatwych oskarżeń, dajmy na to, o szpiegostwo. W jednej chwili można było stracić wszystko, także głowę. Tak było zresztą w owym czasie w całych Włoszech. We Florencji istniał proceder anonimowych oskarżeń, czego doświadczyli zarówno Leonardo, jak i Niccolò (1510), oskarżeni o przestępstwa seksualne. Przypomina się anegdota o innym wielkim Leonardzie, Leonhardzie Eulerze, który spytany po powrocie z Rosji do Niemiec, dlaczego nic nie mówi, odpowiedział: *Wracam z kraju, w którym mówienie groziło powieszeniem.*

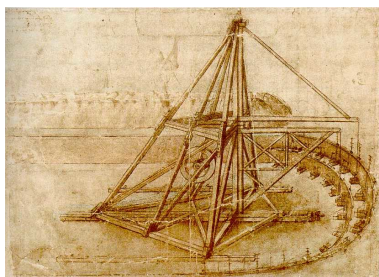
Projekt opierał się na skierowaniu wód Arno przez jazy, zbudowane na długim na półtora kilometra i głębokim na 16 braccia kanale rozwidlającym się na dwa mniejsze (rys. 5 i 6). Da Vinci oszacował, że potrzeba usunąć ponad milion ton ziemi, a biorąc pod uwagę, że w wydobyciu jednego wiadra musiałyby uczestniczyć czternastu robotników, przyjął, że na wykonanie całej pracy należy przeznaczyć około pięćdziesięciu czterech tysięcy dni roboczych. Zaprojektował w związku z tym specjalne maszyny, które pozwoliłyby znacznie skrócić czas prac. Niestety żadna nie została zbudowana. Jedną z nich była prawdopodobnie koparka mechaniczna, której projekt zawarty był w *Kodeksie Atlantyckim* (rys. 7). Jej wymiary odpowiadałyby omawianemu zastosowaniu, dlatego powstały przypuszczenia, że została zaprojektowana specjalnie do wykorzystania jej przy regulacji Arno.



Rys. 6. Mapa rzeki Arno z planami jej wyprostowania i niemilitarnymi ulepszeniami hydraulicznymi Leonarda, 1504

Zmiana planu i katastrofa. Prace rozpoczęły się 22 sierpnia 1504 roku i były prowadzone przez inżyniera Columbino. Na nieszczęście dla całego projektu zmienił on plany Leonarda i Niccolò. Chcąc zyskać na czasie i zaoszczędzić pieniądze, zdecydował się na stworzenie dwóch płytszych kanałów, które jego zdaniem mogły przejąć rolę jednego, ale głębszego. Pomysł ten powinien być zostać od razu odrzucony, ponieważ wymiary nowych kanałów były niewystarczające. Ich głębokość miała wynosić około 4 metrów, a szerokość około 18 metrów, co nie dawało szansy na zmianę kierunku rzeki bez umocnień wspomagających, w tym tamy, której celem byłoby utrzymywanie stałego i odpowiedniego przepływu rzeki. Columbino nie przewidział także czasu potrzebnego na przewożenie ziemi i inne prace transportowe, a w dodatku pizańczycy ciągle atakowali miejsce pracy, aby już w zarodku uniemożliwić realizację tego przedsięwzięcia. Ostatecznym nieszczęściem pieczętującym fiasko projektu była burza przechodząca nad Arno. Spowodowała ona wylew rzeki i w rezultacie groźną powódź, która zalała wykonane dotychczas prace i zatopiła osiemdziesięciu robotników. Po burzy zorientowano się również, że żaden z powstałych rowów, zaprojektowanych przez Columbina, nie przetrwał napływu wezbranej wody. Tak oto projekt wielkiego Leonarda realizowany pod wodzą Columbina zakończył się niepowodzeniem.

W 1509 roku Piza została w końcu podbita przez Florencję poprzez zwykłe użycie siły militarnej.



Rys. 7. Koparka Mechaniczna (*Kodeks Atlantycki*). Leonardo da Vinci prawdopodobnie zaprojektował ją do wykorzystania przy budowie kanału

Wyciszenie nieudanego przedsięwzięcia. Florentczycy nie wspominali dobrze tych wielkich i dalekosiężnych planów, które nigdy nie zostały spełnione i które przyniosły straty finansowe i militarne. Tłumaczy to także brak jakichkolwiek późniejszych notatek o wspólnym projekcie w zachowanych dokumentach i pismach Leonarda lub Niccolò. Leonardo nie zniechęcił się jednak fiaskiem tej inicjatywy. Gdy przebywał w Mediolanie, zaprojektował kanały, które zostały wybudowane i pokazywały potęgę jego możliwości w zakresie hydrodynamiki – dziedziny zawsze bliskiej jego sercu.

Literatura

Fritjof Capra, *Learning from Leonardo: Decoding the Notebooks of a Genius*, Berrett-Koehler Publishers, Inc., 2013.

Roger D. Masters, *Fortune is a River*, The Free Press, 1998.

Charles Nicholl, *Leonardo da Vinci. Lot wyobraźni*, WAB, 2006.