

**BOLESŁAW ORŁOWSKI**

***NAJKRÓTSZA  
HISTORIA WYNALEZKÓW***

**Wydanie II**

**PZSWiR**

**WARSZAWA 1993**

## ROZDZIAŁ I

### Jak człowiek wynalazł sam siebie

Należymy do gatunku wyjątkowego. Spośród istot zamieszkujących Ziemię tylko człowiek potrafi dokonywać wynalazków.

Cóż to oznacza? Otóż wynajdywanie polega na tworzeniu czegoś nowego, czegoś, co nie istniało przedtem. Może to być jakiś nowy przedmiot codziennego użytku, narzędzie czy urządzenie – na przykład telefon, samolot czy choćby guzik (tak, tak – guzik też musiał zostać kiedyś wynaleziony!). Może to być także nowy sposób wytwarzania stali, ogrzewania domów czy uprawy roli.

Wielu ludzi myśli, że wynajdywanie i odkrywanie to jedno i to samo. To nieprawda. Odkrywa się zjawiska czy prawa istniejące w przyrodzie niezależnie od nas, bez względu na to czy je znamy, czy nie. Odkrycie nie jest, więc tworzeniem czegoś nowego, tylko poznaniem czegoś przedtem nieznanego – wzbogaceniem ludzkiej wiedzy o świecie. Obie te umiejętności, właściwe człowiekowi, mają zresztą wiele ze sobą wspólnego – nowe odkrycia prowadzą do nowych wynalazków, a nowe wynalazki do nowych odkryć. Na przykład odkrycie praw załamywania się promieni świetlnych w soczewkach stało się podstawą wynalezienia mikroskopu i teleskopu, a te instrumenty z kolei pozwoliły odkryć niewidoczne gołym okiem bakterie i ciała niebieskie.

Dzięki wynalazkom nasze życie różni się tak bardzo od życia naszych przodków. Dzięki wynalazkom możemy dzisiaj korzystać na co dzień z urządzeń i udogodnień, o jakich nie śniło się nawet najbogatszym i najpotężniejszym ludziom sprzed kilkuset czy choćby kilkudziesięciu lat. W naszych czasach pojawia się więcej nowych wynalazków niż kiedykolwiek przedtem. Każde pokolenie jest świadkiem narodzin wielu ważnych nowości, które niespostrzeżenie zmieniają nasze życie i nieustannie rozszerzają możliwości techniczne człowieka na wszelkich polach, od łązienki po kosmos.

W czasach dzieciństwa mojego dziadka nie było jeszcze ani kina, ani samochodów, ani telefonów. Mój ojciec, jako chłopiec, obserwował początki radia i lotnictwa. Ja i moi rówieśnicy obywaliśmy się w najmłodszych latach bez telewizji, która dla was jest czymś normalnym, jak dawno sięgacie pamięcią. Na naszych oczach dokonuje się więc w zawrotnym tempie coś, co nazywamy postępowaniem technicznym.

Nie zawsze jednak tak było. Dawno, dawno temu, w gubiących się w pomroce dziejów początkach ludzkości, ów postęp przebiegał niesłychanie powoli. Najpierw małpoludy zaczęły posługiwać się w potrzebie znajdowanymi przypadkowo przedmiotami, na przykład kijem czy kamieniem. Ułatwiło to im obronę przed niebezpieczeństwami, a także zdobywanie pożywienia. Nie było w tym jeszcze niczego nadzwyczajnego – podobnie postępują niekiedy i niektóre inne zwierzęta, przede wszystkim małpy.

Z czasem jednak nasi pradziadkowie posunęli się o krok dalej – zaczęli celowo gromadzić takie przydatne przedmioty, by mieć je pod ręką w razie potrzeby. Wreszcie, zapewne po upływie niesłychanie długiego czasu, zaczęli owe znalezione przedmioty świadomie przystosowywać do własnych celów, starając się im nadać najbardziej użyteczny kształt. Zapoczątkowali w ten sposób działalność techniczną, a zarazem i wynalazczość. Uważamy to za moment przełomowy w wydzwiganiu się małpoluda ze świata zwierzęcego na wyższy szczebel – za prapoczątek ludzkości. Prawdę mówiąc, nie wiemy dokładnie, kiedy to nastąpiło. Najdawniejsze, prymitywne obłupane takie pranazędzia kamienne (drewniane, oczywiście, nie dochowały się do naszych czasów) wydają się pochodzić sprzed blisko dwóch milionów lat. Tak stara jest ludzkość.

## ROZDZIAŁ II

### *Wynalazki epoki kamiennej*

Najdawniejszy okres dziejów ludzkości nazywamy epoką kamienną, gdyż nie umiano jeszcze wówczas wytwarzać metali. Epoka kamienna trwała niesłychanie długo – niemal przez całą dotychczasową historię naszego gatunku.

Żeby lepiej to sobie wyobrazić, przedstawmy to w skali – w sposób zbliżony do tego, w jaki wykonuje się mapy. Rysując mapę przyjmujemy, że centymetr na papierze odpowiada dwudziestu, pięćdziesięciu czy stu kilometrom w rzeczywistości. Zależnie od przyjętej skali, otrzymujemy mapę rozmaitej wielkości – możemy na małej kartce zmieścić nawet cały kraj. Natomiast dla naszych celów przyjmijmy skalę czasową, w której jedna godzina odpowiada dwustu minionym latom. Przy takim założeniu, od prapoczątków ludzkości upłynął zaledwie jeden rok, a epoka kamienna skończyła się dopiero wczoraj rano !

Przez pierwszy milion lat z tego okresu nic się właściwie nie działo. Gdyby ktoś – na przykład wysłannicy jakiejś cywilizacji z głębi Kosmosu – obserwował w tym czasie ludzkość, nie zauważyłby zapewne żadnych oznak jej rozwoju. Uznałby prawdopodobnie, że ludzie są szczególnym gatunkiem zwierząt, posiadającym interesujące, odróżniające ich od innych istot umiejętności, przekazywane z pokolenia na pokolenie – podobnie jak mrówki czy pszczoły.

A jednak setki tysięcy lat prób i doświadczeń doprowadziły w końcu do tego, że powstało narzędzie kamienne najlepiej nadające się do wszystkich właściwie ówczesnych celów. Był to podługowaty kamień, tak obłupany, by można go było wygodnie trzymać w dłoni, zaostrzony na jednym końcu. Nazywamy go pięściakiem albo tłukiem pięściowym. Pięściaków używano do rozłupywania kości (aby wyssać z nich smaczkowy szpik), do wygrzebywania z ziemi jadalnych korzonków, do wytwarzania innych narzędzi, wreszcie do zabijania zwierząt i ... ludzi. Stosowano je powszechnie wszędzie, gdzie tylko żyli nasi ówcześni nasi przodkowie. Królowanie pięściaka trwało kilkaset tysięcy lat, mniej więcej przez ostatnie cztery miesiące na naszej skali czasowej.

Najpoważniejszą – obok umiejętności wytwarzania narzędzi – zdobyczą epoki kamiennej było opanowanie ognia. Praludzie musieli od czasu do czasu stykać się z ogniem powstałym w sposób naturalny – z pożarem lasu lub stepu. Prędzej czy później zaobserwowali, że źródłem takiego ognia bywa uderzenie pioruna, wybuch wulkanu czy też upadek meteorytu. Wszystkie te zjawiska są na tyle efektowne i budzące grozę, iż bez wątpienia kojarzyły im się z gniewem jakichś potężnych, nadprzyrodzonych mocy.

Mimo to znalazł się kiedyś śmiałek, który zwalczył w sobie przemożny lęk przed ogniem – wspólny całemu światu zwierzęcemu – i zaczął się nim posługiwać. Był to na pewno jeden z najważniejszych, przełomowych momentów w procesie ucłowieczania się małpoluda. Wspomnienie o tym nadzwyczajnym wyczynie zachowało się w starożytnym micie o Prometeuszu, bohaterze, który wykradł ogień bogom i uszczęśliwił nim ludzkość. Nie wiemy, kiedy doszło do opanowania ognia. Najprawdopodobniej co najmniej pół miliona, a może i milion lat temu. Najstarsze zachowane ślady użytkowania ognia pochodzą sprzed trzystu tysięcy lat (dwóch miesięcy na naszej skali czasowej).

Ogień zapewnił praludziom ciepło, światło i ochronę przed drapieżnikami. Umożliwił im też pieczenie, a z czasem i gotowanie pożywienia, które przedtem zjadano wyłącznie w stanie surowym. Stał się czymś niezwykle ważnym w ówczesnym życiu.

Człowiek nauczył się posługiwać ogniem, ale długo jeszcze nie umiał go rozniecać, poprzestając na nieustannym podtrzymywaniu płomienia uzyskanego z naturalnego źródła. Piecza nad ogniskiem była wówczas zajęciem niezwykle odpowiedzialnym – gdyby zgasło cała gromada zostałaby pozbawiona dobrodziejstw ognia nie wiadomo na jak długo, gdyż naturalny ogień spotyka się w

przyrodzie niezmiernie rzadko. Dalekim echem tamtych dni jest zachowane do dziś powiedzenie „wpaść jak po ogień” – kiedy ognisko wygasło, trzeba było szybko „pożyczać” (a często pewnie zdobywać siłą lub wykradać) ogień od innej, pobliskiej gromady. O związanych z tym perypetiach opowiada film „Walka o ogień”, wyświetlany niedawno na ekranach naszych kin. Umiejętność rozniecania ognia liczy sobie przypuszczalnie dopiero około stu tysięcy lat (trzy tygodnie na naszej skali czasowej).

Ludzie z epoki kamiennej byli myśliwymi, koczującymi w pogoni za zwierzyną. Żywili się głównie mięsem – jedynym „witaminowym” uzupełnieniem ich jadłospisu były leśne jagody i korzonki. Ponieważ nie umiano wówczas przechowywać mięsa, każde niepowodzenie w łowach oznaczało głód. Mając do dyspozycji bardzo prymitywne środki (kamień, maczugę, a w późniejszym okresie także drewniany oszczep), owi pradawni łowcy musieli więc poświęcać w praktyce cały swój czas na zdobywanie pożywienia – przez długie godziny mozolnie wygrzebywali w ziemi doły – pułapki lub czatowali bez ruchu w zasadzce. Sytuacja całkowicie się zmieniła, kiedy wynaleziono pierwszą w dziejach maszynę – łuk. Wydarzyło się to kilkadziesiąt tysięcy lat temu (na naszej skali mniej więcej przed tygodniem). Powiększając znakomicie siłę i zasięg rażenia, łuk uczynił polowanie zajęciem o wiele łatwiejszym. Dzięki skuteczności tej nowej, cudownej broni łowcy epoki kamiennej znacznie szybciej zdobywali codzienną porcję pożywienia dla swej gromady. Mieli więc sporo wolnego czasu. Wywołało to wielkie zmiany w życiu ówczesnych ludzi. Przyzwyczajeni do nieustannej aktywności, zaczęli zajmować się rozwijaniem rozmaitych nowych umiejętności. Wytwarzali przeróżne, coraz doskonalsze narzędzia i przedmioty. Zapoczątkowali też sztukę – z tych czasów pochodzą najdawniejsze malowidła, wykonane przy użyciu barwników naturalnych, zachowane w zamieszkiwanych przez nich niegdyś jaskiniach.

## ROZDZIAŁ III

### Przez rolnictwo do cywilizacji

Przez setki tysięcy lat nieustannych łowów myśliwi epoki kamiennej dobrze poznali zwyczaje zwierząt, na które polowali. Doszło z czasem do specjalizacji – poszczególne gromady tropiły najbardziej im odpowiadający gatunek zwierzyny. Podążały w ślad za stadem, trasą jego sezonowych wędrówek, ubijając w miarę potrzeby po kilka sztuk. Stopniowo stado przyzwyczajało się do stałego sąsiedztwa ludzi i popadało w coraz większą od nich zależność. Ludzie chwytali obłaskawiali młode zwierzęta. Z czasem oswojeniu ulegało całe stado, a wspólne koczowanie przekształcało się w pasterstwo.

Mniej więcej w tym samym czasie zaobserwowano, że porzucone przypadkowo ziarno po pewnym czasie kiełkuje i wschodzi jako nowa roślina. Być może dopomógł w tym przypadek, na przykład powrót na miejsce dawnego obozowiska. Prawie na pewno odkrycia tego dokonała kobieta, gdyż zbieranie jadalnych owoców, korzonków i ziaren należało wówczas do zajęć kobiet i pozostających pod ich opieką dzieci. Oczywiście, upłynęło wiele czasu, zanim ludzie zaczęli celowo siać ziarno, by w odpowiednim czasie powracać na to samo miejsce dla zebrania plonów. W ten sposób zapoczątkowano rolnictwo.

Najdawniejsze początki hodowli roślin i zwierząt miały miejsce przeszło dziesięć tysięcy lat temu w południowo – zachodniej Azji (na obszarze dzisiejszej Turcji, Iraku i Iranu). Tereny te były ojczyzną dzikich owiec i kóz – pierwszych zwierząt gospodarskich człowieka. Na tym samym w przybliżeniu obszarze rosły dziko pszenica i jęczmień, najważniejsze z pierwszych uprawianych przez człowieka roślin.

Tak, więc człowiek zaprzestał pasożytowania na przyrodzie i od tego momentu zaczął z nią współdziałać w wytwarzaniu żywności. Rolnictwo okazało się niebawem znacznie pewniejszym i bardziej opłacalnym sposobem zdobywania pożywienia niż myślistwo – zapasy ziarna można było gromadzić i przechowywana „chude lata”. A hodowla zwierząt zapewniała obfitość mięsa i skór. Przystano więc lękać się głodu i niedostatku.

Uprawne pola stanowiły wymarzone wprost pastwiska dla zwierząt roślinożernych. Nęciły okoliczne żyjące dziko stada. „Wchodząc w szkodę” ulegały one stopniowo udomowieniu. Tą drogą pozyskał człowiek świnie, a następnie krowę, najważniejsze ze swych zwierząt gospodarskich. Od początku ludzie dążyli do rozwijania najbardziej dla nich korzystnych i pożądanых cech swej trzódki. Z czasem udało im się wyhodować „chorobliwie otyłe” odmiany świń oraz owce o nienaturalnie bujnej i gęstej wełnie.

Decydując się na uprawę roli, człowiek musiał porzucić dotychczasowy koczowniczy tryb życia. Osiedlał się w miejscach gdzie gleba była żyzna i zapewniała obfite plony. Przejście na osiadły tryb życia było niesłychanie ważnym momentem w dziejach ludzkości – pociągnęło za sobą ogromnie istotne następstwa, których skutki odczuwamy do dziś. Zaczęto wznosić pierwsze trwałe domostwa, zapoczątkowując budownictwo. Nie ruszając się z miejsca, można było gromadzić pokaźny dobytek – liczne narzędzia, ozdoby, zapasy, sprzęt i przedmioty codziennego użytku.

Wkrótce rolnicy nauczyli się wytwarzać więcej ziarna, niż sami potrzebowali. Część ludności mogła się więc poświęcić innym zajęciom. Zapoczątkowany został społeczny podział pracy, stanowiący podstawę cywilizacji. Podział pracy polega na tym, że każdy wytwarza dla wspólnego dobra to, co umie najlepiej, a w zamian za to otrzymuje od innych – w drodze wymiany – to, co jest mu potrzebne do życia.

Rolnicy osiedlali się głównie w żyznych dolinach wielkich rzek. Z czasem, gdy korzyści związane z nowym, rolniczo – osiadłym trybem życia stały się oczywiste, coraz więcej ludzi szukało lepszego losu napływając na takie tereny. Mnożyły się osady. Wzrastała ich zasobność. Nowe, dogodniejsze warunki życia sprzyjały powiększaniu się liczby ludności. Niektóre z osiedli przekształciły się niebawem w pierwsze miasta.

Znaczne skupiska ludzkie ułatwiały wymianę doświadczeń i pomysłów. Rezultatem tego było pojawienie się w stosunkowo krótkim czasie wielu podstawowych, niezwykle ważnych wynalazków – takich jak pismo, umiejętność wytopu metali z rud, żagiel, koło i mnóstwo innych, składających się w sumie na powstanie pierwszych cywilizacji.

Wśród tych zdobyczy szczególne, wyjątkowe wprost znaczenie miało pismo. Dzięki niemu można było odtąd w nieporównanie większym stopniu korzystać z doświadczeń poprzednich pokoleń. Dzięki niemu ludzkość mogła gromadzić stale rosnący w miarę upływu stuleci i tysiącleci zasób wiedzy. Dzięki niemu wreszcie – zapoczątkowana została niezwykła więź pomiędzy tymi, którzy odeszli, a nami, którzy jeszcze żyjemy. Wiele z zapisanych przed wiekami myśli owych dawno zmarłych ludzi stało się – właśnie dzięki pismu – trwałą częścią wspólnej im i nam, ogólnoludzkiej kultury.

## ROZDZIAŁ IV

### Nad Nilem

Rolnicy mieszkający w dolinie wielkiej rzeki mieli wspólne cele i potrzeby. Główne ich problemy związane były z wodą. Musiało jej być pod dostatkiem, jeśli chcieli zbierać obfite plony (zwłaszcza w tak ciepłych krajach, w jakich powstawały najdawniejsze cywilizacje). Ale nadmiar wody groził zniszczeniem zasiewów, a nawet i dobytku. Z jednej strony dobrze było mieć pola blisko rzeki z uwagi na łatwość dostępu do życiodajnej wody, z drugiej zwiększało to niebezpieczeństwa związane z powodzią.

Dość szybko mieszkańcy żyznych dolin zdali sobie sprawę, że wspólnym wysiłkiem mogą doprowadzać wodę do oddalonych od rzeki pól uprawnych – kopiać kanały, a przed powodzią zabezpieczać się sypaniem grobli i tam. Zabiegi te okazywały się skuteczne, jeśli obejmowały znaczny obszar wzdłuż biegu rzeki – powstał wówczas cały system współdziałających ze sobą budowli wodnych. Żeby to osiągnąć, trzeba było dobrze wszystko zaplanować, a następnie pokierować wielką liczbą ludzi pracujących dla wspólnego dobra. Wymagało to więc jednolitego, energicznego kierownictwa, któremu podlegałby znaczny obszar, najlepiej cała dolina rzeki.

Tak to wspólne potrzeby mieszkańców sprzyjały tworzeniu się silnej władzy królewskiej, obejmującej rozległe tereny. Stało się to przyczyną narodzin najdawniejszych monarchii starożytnego Wschodu. W dolinie Nilu powstało państwo egipskie rządzone przez faraonów, nad Tygrysem i Eufratem (na terenie dzisiejszego Iraku) dwa nieustannie walczące ze sobą mocarstwa – Babilon i Assyria, a niewiele później podobne im królestwa w dolinach Indusu (w dzisiejszym Pakistanie) oraz Huangho, czyli Żółtej Rzeki, w Chinach.

Najstarsze z tych państw powstały sześć tysięcy lat temu (trzydzieści godzin na naszej skali czasowej). We wszystkich najwyższym prawem była wola władcy, uważanego przez poddanych za równego bogom lub wręcz za jednego z bogów. We wszystkich ważną rolę odgrywali kapłani, posiadający sztukę pisania i czytania, zajmujący się między innymi rozwijaniem i gromadzeniem wiedzy oraz przekazywaniem jej następnym pokoleniom. Obserwując stale powtarzające się zjawiska w przyrodzie i na niebie, wynaleźli oni kalendarz – zaczęli liczyć upływ czasu w latach, a rok podzielili na miesiące, czyli okresy pomiędzy kolejnymi jednakowymi fazami księżyca.

Jak już wiemy, jedną z owych najstarszych cywilizacji był Egipt. Starożytnym Egipcjanom zawdzięczamy kilka podstawowych dla dalszego rozwoju ludzkości wynalazków. Przede wszystkim – wynaleźli geometrię. Zmusiła ich do tego potrzeba, która – jak głosi znane porzekadło – jest matką wynalazków.

Życie Egipcjan było ściśle związane z płynącą przez ich kraj wielką rzeką – Nilem. Nil corocznie wzbierał, wówczas jego wody zalewały okoliczne pola, osadzając na nich żyzny namuł. Dzięki temu Egipcjanie zbierali wspaniałe plony, a ich kraj stał się z czasem prawdziwym spichlerzem starożytnego świata. Ale pożyteczny wylew Nilu sprawiał też pewne kłopoty. Kiedy wody opadły, trzeba było na nowo rozmierzać pola należące przecież do rozmaitych właścicieli. Musieli więc Egipcjanie z konieczności nauczyć się podstaw tej sztuki, którą potem przejęli od nich i rozwinęli Grecy. Im właśnie zawdzięcza ona swą nazwę, która po grecku znaczy: sztuka mierzenia ziemi. Tak oto w nazwie jednego z naszych szkolnych przedmiotów zaklęta jest pamięć o śniadoskórych mierniczych sprzed tysięcy lat i o corocznym wylewie Nilu.

Egipcjanie zapoczątkowali też prawdziwą żeglugę. To także wynikało z warunków, w jakich żyli. Całe życie w Egipcie od tamtej epoki aż po dziś dzień skupia się na wąskim pasie biegnącym wzdłuż Nilu. Rzeka ta stanowi więc naturalną drogę, którą wszędzie można dotrzeć. Wprawdzie już dawniej, zanim jeszcze doszło do powstania cywilizacji, koczownicy epoki kamiennej podejmowali

prymitywne próby żeglowania, kiedy zmuszały ich do tego okoliczności, na przykład podczas powodzi czy przeprawy na pobliską wyspę. Posługiwali się wówczas pniami drzew, które z czasem – w okresie przechodzenia na osiadły tryb życia – zaczęto wydrążyć, przekształcając w czółna zwane dżubankami. Ale dopiero Egipcjanie budowali pierwsze prawdziwe łodzie, a niebawem i duże statki, którymi podróżowali po Nilu i przewozili towary. Oni też wynaleźli wiosło, a następnie – ponad pięć tysięcy lat temu – żagiel.

Żagiel był wspaniałym wynalazkiem, pierwszym wielkim osiągnięciem ludzkości na drodze wykorzystywania sił przyrody. Żaglowce egipskie poczęły się niebawem zapuszczać na morza. Po Morzu Śródziemnym pływały do Fenicji (dzisiejszego Libanu), skąd przywoziły wspaniałe cedry. Po Morzu Czerwonym docierały do leżącej daleko na południu Krainy Punt (zapewne dzisiejszej Somalii), powracając z pachnidłami, złotem i kością słoniową.

Podejmując owe wyprawy, żeglowano wzdłuż wybrzeży, w niewielkiej od nich odległości. Czyniono tak z kilku powodów. Po pierwsze, by się nie zgubić, gdyż słabo się jeszcze wówczas orientowano w geografii i każda dalsza podróż wiodła w nieznaną; straciwszy z oczu ląd trudno byłoby odnaleźć drogę powrotną, zwłaszcza że podstawą ówczesnej nawigacji była jedynie obserwacja słońca i gwiazd. Po drugie, pobliski brzeg zapewniał bezpieczne schronienie podczas burzy. Po trzecie, stosowane w starożytności urządzenia sterownicze (dwa większe wiosła umieszczone po obu stronach rufy) były bardzo niedoskonałe i nie nadawały się do użytku na pełnym, zwłaszcza wzburzonej morzu. Ale cóż owe słabości i niedogodności ówczesnej żeglugi znaczyły wobec faktu, że człowiek potrafił już podróżować po bezkresnej toni, że morza – zamiast dzielić – zaczęły ludzi łączyć.

Egipcjanie wynaleźli również sztukę murowania. Egipt jest krajem zasobnym w kamień. Boscyc władcy, faraonowie, wznosili sobie z niego ogromne grobowce – piramidy, mające świadczyć o ich potędze, a przede wszystkim zapewnić im, zgodnie z ówczesnymi wierzeniami, wiekiastą nieśmiertelność w życiu pozagrobowym. Ponieważ Egipcjanie znali pismo, dochowało się do naszych czasów imię człowieka, który zbudował pierwszą taką piramidę z kamiennych bloków. Był to mędrzec Imhotep, żyjący prawie pięć tysięcy lat temu.

Aby uzyskać potrzebny budulec, Egipcjanie rozsadzali skały rozgrzewając je ogniem, a następnie polewając wodą. W miększych skałach wierceili otwory i wbijali w nie kliny drewniane, które potem tak długo polewali wodą, aż od ich spęcznienia pękał kamień. Wyłamywanie bloków i nadawanie im regularnych kształtów było niesłychanie pracochłonne, ponieważ mieli do dyspozycji tylko bardzo prymitywne narzędzia kamienne.

Niełatwy problem stanowił transport. Egipcjanie przeciągali owe bloki, ważące niekiedy wiele ton, na drewnianych saniach (w owych czasach nie znali jeszcze koła), lejąc pod płoży wodę, by zmniejszyć tarcie. Doszli w tym z upływem wieków do takiej wprawy, że potrafili przeciągać kilkusettonowe posągi na odległość wieluset kilometrów. Wznosząc piramidy, wciągałi bloki po usypanych z ziemi pochyłych rampach. Wszystko to było niezmiernie żmudne i okupione ciężkim, morderczym wysiłkiem tysięcy ludzi. Sporo piramid przetrwało aż do naszych czasów. Nadal – podobnie jak w starożytności – budzą podziw zarówno swym ogromem, jak i solidnością wykonania. Wzniesienie tych wspaniałych budowli tak prostymi środkami było możliwe tylko dzięki znakomitej organizacji pracy; stanowią one chlubne świadectwo umiejętności egipskich kapłanów – inżynierów.

## ROZDZIAŁ V

### W kraju między rzekami

Na wielu obszarach rolniczych brak było naturalnych budulców – drewna i kamienia. A ponieważ, jak wiemy, potrzeba jest matką wynalazków – ludzie potrafili temu zaradzić, wykorzystując glinę i muł, których w urodzajnych dolinach rzecznych było pod dostatkiem. Mieszano glinę z drobno posiekaną słomą i kształtowano z niej cegły za pomocą prostokątnej drewnianej formy otwartej od góry i od dołu (po prostu ramki). Następnie suszono zwykle takie cegły przez kilka miesięcy na słońcu, żeby stwardniały. Najdawniejsze ślady użycia owej cegły suszonej pochodzą sprzed ośmiu tysięcy lat; zachowały się w Jerychu, najstarszym prawdopodobnie mieście, jakie kiedykolwiek wznosił człowiek, dobrze znanym z Biblii, a leżącym na terenie dzisiejszej Jordanii.

W krajach Bliskiego Wschodu, gdzie narodziła się cywilizacja, jest zazwyczaj bardzo ciepło, nawet upalnie i niemal zawsze pogodnie. Ale i tam od czasu do czasu zdarza się ulewa. Podczas silnego deszczu budowle wzniesione z suszonej cegły po prostu się rozplwały i trzeba było stawiać je na nowo. Zaradzili temu Sumerowie, twórcy pierwszej cywilizacji w Mezopotamii, czyli na terenie dzisiejszego Iraku, w przybliżeniu równie starej jak egipska. Nazwa Mezopotamia oznacza po grecku „Kraj Między Rzekami”, czyli dolinę którą płyną Tygrys i Eufrat.

Mniej więcej pięć tysięcy lat temu Sumerowie zaczęli wypalać cegły, podobnie jak już wcześniej robiono to z glinianymi garnkami. Cegła palona jest nieporównanie trwalsza i wytrzymalsza od surowej. Ale w Mezopotamii prawie wcale nie było lasów, brakło więc i opału. Nie można zatem było wypalać wszystkich cegieł. Używano więc cegły palonej tylko do najważniejszych budowli – świątyń i pałaców królewskich. A i w nich wykonywano z niej jedynie zewnętrzną powłokę murów, zabezpieczającą przed deszczem ich zasadniczy rdzeń, który nadal stanowiła znacznie tańsza cegła suszona.

Mieszkańcy Mezopotamii – Sumerowie, a w późniejszych czasach Babilończycy i Asyryjczycy – wznosili z cegły wyniosłe „schockowe” budowle, składające się z ustawionych jedno na drugim, coraz mniejszych ku górze prostopadłościanów (podobne stawiają dzieci z klocków). Były to ich najważniejsze świątynie, których ruiny zachowały się tu i ówdzie, a pamięć o nich przetrwała w biblijnej legendzie o Wieży Babel. Zewnętrzną warstwę tych budowli stanowiły palone cegły powleczone kolorową polewą.

Sumerowie należeli również do najdawniejszych pionierów metalurgii. Już sześć tysięcy lat temu, a może jeszcze dawniej, wytapiali z rud miedź – pierwszy metal wykorzystywany przez człowieka. Miedź jest zbyt miękka, by można z niej było sporządzać narzędzia. Dlatego za właściwy początek epoki metali wypada uznać wynalezienie brązu, czyli stopu miedzi z cyną. Dokonali tego Sumerowie mniej więcej pięć tysięcy lat temu, prawdopodobnie dzięki szczęśliwemu przypadkowi, gdyż rudy miedzi i cyny często występują wspólnie.

Brąz nadawał się znakomicie na narzędzia i broń. Był dostatecznie twardy i wytrzymały, a nieporównanie łatwiejszy w obróbce od kamienia. W stosunku do niego miał tylko jedną wadę – był znacznie droższy, ponieważ jego składniki występują o wiele rzadziej w przyrodzie. Z uwagi na wysoką cenę brązu wykonywano z niego przede wszystkim oręż, ozdoby i przedmioty zbytku. Miecze, hełmy i pancerze kuto, pozostałe wytwory odlewano. W tym celu sporządzano z wosku ich modele naturalnej wielkości i oblepiano gliną. Podczas wypalania takiej formy wosk roztapiał się i wyciekał przez specjalnie pozostawiony otwór. Kiedy forma ostygła wypełniano ją płynnym metalem.

W Mezopotamii dokonano jeszcze jednego ogromnie ważnego wynalazku, stanowiącego po dziś dzień podstawowy element wielu dziedzin techniki. Wynaleziono koło. Było ono nadzwyczaj



trudne do wymyślenia, gdyż w otaczającej nas przyrodzie brak przykładów zarówno koła, jak i ruchu obrotowego. Warto przypomnieć, że stosunkowo wysoko rozwinięte cywilizacje Ameryki nie znały koła przed przybyciem tam Europejczyków.

Pierwsze pojawiło się koło jezdne, ponad pięć tysięcy lat temu. Najstarsze wozy miały koła pełne, tarczowe, obracające się razem z osią. Dopiero w tysiąc lat później oś unieruchomiono i przytwierdzono do pudła pojazdu. Po następnych kilku wiekach zaczęto stosować koła szprychowe. Wiązało się to z wykorzystywaniem wozów do celów wojennych. Chodziło o to, by rydwany – z których wojownicy razili wroga pociskami – były jak najłżejsze, by rozwijać możliwie jak największą szybkość.

W kilkaset lat po kole jezdnym pojawiło się, również w Mezopotamii, koło garncarskie. Dzięki jego obrotowi łatwiej było formować naczynia. Była to więc pierwsza maszyna produkcyjna, znacznie przyspieszająca proces wytwarzania. Jej zastosowanie doprowadziło do powstania zawodu garncarza, najstarszej obok kowala – specjalności technicznej. Koło i ruch obrotowy znalazły następnie wiele najrozmaitszych zastosowań. Jeszcze w starożytności wynaleziono kołowrotek, tokarkę, żarna obrotowe, krążek linowy, koła zębate, koło wodne – żeby wymienić tylko najważniejsze.

Wynalezienie koła zbiegło się z początkami wykorzystywania siły pociągowej zwierząt. Pierwsze tego rodzaju próby wiązały się z rolnictwem, od czasu gdy jakieś sześć tysięcy lat temu Sumerowie wynaleźli radło (prymitywny drewniany pierwowzór pługa) i zaczęli po raz pierwszy orać pola w sposób zbliżony do stosowanego po dziś dzień (wcześniej wruszano tylko ziemię motykami). Pierwszymi zwierzętami pociągowymi były woły, zaprzęgane parami, początkowo po prostu za rogi, a z czasem za pomocą drewnianego jarzma. Kiedy pojawiło się koło zaprzęcono woły do pierwszych wozów. Ale wół nadawał się tylko do transportu tylko na niewielkie odległości zarówno z uwagi na swą przysłowiową powolność, jak i na szybkie ścieranie się kopyt. A już zupełnie nie wchodził w rachubę jako „napęd” wozu bojowego. Do tego celu starożytni Sumerowie próbowali oswoić dzikiego osła górskiego – ongara, jednak bez powodzenia. W pełni udało się natomiast wykorzystać do tych zadań konia, którego cztery tysiące lat temu oswoiły ludy koczujące po stepach Azji środkowej i Europy wschodniej.

## ROZDZIAŁ VI

### Cywilizacja śródziemnomorska

Początkowo poszczególne ośrodki cywilizacji stanowiły jakby odrębne światy, prawie się ze sobą nie kontaktujące. Każdy z nich rozwijał się w znacznym stopniu niezależnie od innych. Wiele spraw rozwiązywano podobnie, ponieważ zbliżone były potrzeby i możliwości owych dawnych społeczeństw. Na przykład wznosząc wysokie budowle nadawano im zawsze kształt zbliżony do ostrosłupa, względnie graniastosłupa, który można by nazwać „ściętym ostrosłupem”. Była to konieczność wynikająca z ówczesnego poziomu techniki budowlanej, z materiałów i urządzeń, jakimi dysponowali egipcscy czy sumeryjscy inżynierowie. Podobnie zresztą postępowały i inne ludy znajdujące się na zbliżonym poziomie cywilizacji – także w innych epokach i innych regionach. Na przykład Majowie, Aztekowie i Inkowie w Ameryce przed odkryciem jej przez Kolumba wznosili również własne „piramidy”. Niektórzy chcą się w tym fakcie dopatrzeć dowodu na wcześniejsze kontakty pomiędzy Starym i Nowym Światem. W istocie sprawa polega na podobieństwie w dochodzeniu (czasem po wielu nieudanych próbach) do najwłaściwszych w danych warunkach

rozwiązań. Prawdę mówiąc, budowniczowie starożytnego Wschodu i Ameryki mieli niewielki wybór – pomiędzy ostrosłupem i stożkiem.

Oczywiście, dokonywanie niezależnie podobnych wynalazków było zbędną stratą czasu i energii (także z punktu widzenia ludzkości jako całości). Dlatego też najchętniej korzystano z łatwiejszej drogi – naśladowania cudzych osiągnięć. Dzieje się tak i dzisiaj. Właśnie dzięki naśladownictwu i zapożyczeniom każdy ważny wynalazek w naszej epoce znany jest i stosowany już po kilku latach na całym świecie. Wymiana informacji i doświadczeń dokonuje się obecnie błyskawicznie. W czasach, o których mówimy – w głębokiej starożytności – procesy te zachodziły jeszcze bardzo powoli. Przyпускаjemy na przykład, że tak wspaniałe i potrzebny wynalazek, jakim było koło potrzebował aż tysiąca lat, by dotrzeć z Mezopotamii do niezbyt przecież oddalonego od niej Egiptu.

Z upływem wieków stopniowo rosła liczba ośrodków cywilizacji, a kontakty pomiędzy nimi stawały się coraz bardziej ożywione. Torowali im drogę przede wszystkim kupcy – przedstawiciele nowego podówczas zawodu, którego rola polegała na organizowaniu wymiany wszelkich wytworów. Dochodziło też do zbliżeń i wzajemnego poznawania się poprzez wojny i podboje – bowiem władcy każdej z urodzajnych dolin, wrósłszy w potęgę i bogactwo, starali się rozszerzać granice swych państw i narzucać swe panowanie okolicznym ludom. Z czasem owe strefy wpływów ówczesnych mocarstw zaczęły się stykać, a nawet zająć. Dochodziło do starć. Egipcjanie wojowali z Babilończykami, a potem z Asyryjczykami o zwierzchnictwo nad Syrią i Fenicją. A w czasie owych zmagani nie brakło okazji do wzajemnego przyswajania sobie osiągnięć przeciwników.

W rezultacie, w ostatnim tysiącleciu dawnej ery obszary wokół wschodniej części Morza Śródziemnego, aż po wyżyny Iran na wschodzie, stały się już dość jednolitym pod względem cywilizacyjnym światem starożytnych. Wewnątrz owego świata kwitła wymiana handlowa, a bardziej przedsiębiorcze, „młodsze” cywilizacyjne ludy – Fenicjanie i Grecy – organizowały dalekie morskie wyprawy i zakładały na „niczyich” wybrzeżach własne miasta – kolonie, utrzymujące związki z ojczyzną i bogacące się na wymianie, a przy okazji cywilizujące miejscową „barbarzyńską” ludność. Właśnie Fenicjanie i Grecy bardzo przyczynili się do upowszechnienia cywilizacji. Dzięki nim zdobycze strzeżone dotąd zazdrośnie w „zamkniętych”, żyjących własnym życiem państwach starożytnego Wschodu docierały do najdalszych rubieży owego świata. Otworzyli oni dostęp do cywilizacji wielu ludom, pozostającym przedtem na uboczu od głównych nurtów rozwoju ludzkości.

Oba te „młodsze” przedsiębiorcze ludy nie ograniczały się do roli pośredników przenoszących cudze osiągnięcia na nowe obszary. Wzięły też twórczy udział w dokonującym się postępie. Największym osiągnięciem Fenicjan było wynalezienie alfabetu. Miało to znaczenie przełomowe. Używane bowiem do tego czasu pisma – wywodzące się z najprostszego zapisu obrazkowego – posiadały ozdobne symbole dla każdego przedmiotu czy pojęcia. Trudno dziś sobie wyobrazić, jak uciążliwa była sztuka pisania i czytania na starożytnym Wschodzie – wymagała pamiętania setek, a nawet tysięcy znaków (posługujący się nadal tego rodzaju pismem Chińczycy mają ich obecnie około osiemdziesięciu tysięcy!). alfabet był rozwiązaniem znakomitym. Niesłychanie uprościł sprawę. Wystarczyło nauczyć się dwudziestu paru liter, by móc składać z nich wszelkie wyrazy. Dzięki temu umiejętność znana przedtem nielicznym stała się znacznie bardziej dostępna.

Grecy uczynili jeszcze więcej dla postępu ludzkości. Przyswoiwszy sobie dorobek swoich wielkich nauczycieli znad Nilu i Eufratu, poszli o krok dalej. Wiedza kapłanów egipskich i babilońskich ograniczała się na ogół do praktycznych recept podających, jak należy postępować w konkretnych wypadkach. Nie kusili się oni, by dojść przyczyn zjawisk zachodzących w otaczającym świecie, uważając, że wszystko, co się dzieje wypływa z woli bogów. Grekom nie wystarczały już takie wyjaśnienia. Chcieli poznać mechanizm zjawisk i zrozumieć, dlaczego przebiegają właśnie tak, a nie inaczej. Stawiając takie pytania zapoczątkowali naukę – najpotężniejszy instrument poznawania rzeczywistości, jakim dysponuje człowiek.

Wprawdzie wiele spraw wyjaśnili błędnie, gdyż znali jeszcze zbyt mało faktów i nie zdawali sobie sprawy ze złożoności świata. Wprawdzie często dochodzili do fałszywych wniosków. Ale nie

umniejsza to ich głównej zasługi, polegającej na stworzeniu podstawowych zasad naukowego myślenia.

Dzięki kolonizacji, a w ostatnich stuleciach dawnej ery w wyniku podboju całego niemal znanego wówczas świata, dokonanego przez Aleksandra Macedońskiego, Grecy dotarli do najdalszych jego zakątków i przemieszczali się z ludami rozmaitych regionów. Mieli oczy szeroko otwarte i łatwo przyswajali sobie wszystko, co uznali za pożyteczne lub choćby tylko interesujące. A jednocześnie zaszczepiali innym własne, nowe podejście do otaczającej rzeczywistości.

Dzięki tym zabiegom powstała wspólna kultura i cywilizacja śródziemnomorska, na którą złożyły się najbardziej twórcze osiągnięcia wszystkich uczestniczących w niej ludów. Ostateczny kształt nadali jej Grecy, toteż nosi ona zdecydowanie ich piętno. Oni też rozwijali ją w ciągu kilku następnych stuleci, kładąc w wielu dziedzinach podwaliny, na których po dziś dzień opiera się ludzkość. Ich osiągnięcia w zakresie filozofii, logiki czy matematyki należą do szczytowych, nadal aktualnych zdobyczy umysłu ludzkiego. A największym ich wynalazkiem w dziedzinie życia praktycznego była demokracja, czyli system rządów, w którym społeczeństwo samo decyduje o swych prawach i obowiązkach. Mimo upływu tysięcy lat nikt dotychczas nie wymyślił lepszej recepty na wolność i dobrobyt.

## ROZDZIAŁ VII

### Pod przewodem Greków

Nie tylko Grecy i Fenicjanie wnieśli w tym okresie ogromny wkład do postępu ludzkości. Przyczyniły się do niego w pewnym stopniu także inne ludy ówczesnego cywilizowanego świata. Mieszkańcy pogranicza Armenii i Azji Mniejszej (dzisiejszej Turcji) pierwsi nauczyli się wytapiać z rud żelazo i wykuwać z niego broń i narzędzia. Umiejętność tę przejęli niebawem od nich ich sąsiedzi i po kilku wiekach – mniej więcej trzy tysiące lat temu – upowszechniła się ona w krajach śródziemnomorskich.

Żelazne wyroby tylko pod jednym względem ustępowały brązowym : ulegały korozji pod wpływem czynników atmosferycznych, czyli mówiąc po prostu – rdzewiały. Miały natomiast ogromną w porównaniu z nimi zaletę: były znacznie tańsze, gdyż nadające się do wykorzystania rudy żelaza występują w tej części świata znacznie obficie od rud metali będących składnikami brązu. Tak więc dopiero w epoce żelaza narzędzia metalowe znalazły szerokie zastosowanie w produkcji, między innymi w rolnictwie. Brąz służył niemal wyłącznie wielmożom i wojownikom, żelazo także ludowi. Dlatego też niektórzy historycy nazywają je „metalem demokratycznym”.

W ostatnim tysiącleciu dawnej ery uczyniono wiele dla ułatwienia i udogodnienia życia, podniesienia jego poziomu. Jednym z ważniejszych rozwiązanych wówczas problemów było zaopatrywanie miast w dobrą, nadającą się do picia wodę. Najchętniej doprowadzano ją – o ile tylko było to możliwe – ze źródeł i potoków górskich. Pierwsi dokonali tego Asyryjczycy, sprowadzając do swej stolicy – Ninwy – wodę z pobliskiej górskiej rzeki, którą w tym celu piętrzyli tamą. Spływała ona stamtąd obmurowanym korytem, które poprowadzono nad przepaściami i innymi przeszkodami (między innymi także potokami) po kamiennych mostkach. Takie urządzenie, którym woda płynie grawitacyjnie (to znaczy z góry na dół), nazywamy akweduktem.

W tym samym mniej więcej czasie Żydzi doprowadzili wodę do Jerozolimy. W przeciwieństwie do Asyryjczyków, będących podówczas potęgą i nie obawiających się najazdu na swój kraj, Żydzi żyli w stałym zagrożeniu ze strony pobliskich mocarstw, przede wszystkim z resztą Asyrii. Obawiając się, by w razie oblężenia nieprzyjaciel nie odciął dopływu wody do miasta, poprowadzili ją potajemnie pod ziemią. W tym celu zbudowali pierwszy znacznych rozmiarów tunel, o jakim wiemy (miał on półtora

kilometra długości). Watro dodać, że tunel jerozolimski nie biegł prosto – był kręty, wydrążono go bowiem poprzez miększe partie skały.

W niecałe dwa wieki później inżynier grecki Eupalinos z Megary zbudował na wyspie Samos pierwszy tunel w pełni zasługujący na swą nazwę wedle dzisiejszych pojęć. Doszło do tego również w związku z doprowadzeniem wody do miasta. Trzeba było w tym celu przebić masywną górę, piętrzącą się na drodze akweduktu. Tunel, mający przeszło kilometr długości, drążono jednocześnie z obu końców. Biegł on w zasadzie prosto, z wyjątkiem niewielkiego załamania w miejscu, gdzie spotkały się obie ekipy budowniczych. Wodę poprowadzono nim w rurach z wypalanej gliny. Później, w ostatnich wiekach dawnej ery, coraz częściej stosowano w wodociągach miejskich rury metalowe, zazwyczaj z ołowiu. Te ostatnie musiały mieć niewątpliwie fatalny wpływ na zdrowie użytkowników, ale z trujących własności ołowiu nie zdawano sobie sprawy aż do ostatnich stuleci. W greckim mieście Sybaris był nawet rurociąg, którym doprowadzano z portu przywożone statkami wino.

Zaopatrzenie w wodę bieżącą przyczyniło się do poprawy warunków higieny. Grecy dość powszechnie korzystali z natrysków. W pałacach w Asyrii i na Krete pojawiły się pierwsze ustępy spłukiwane stałym przepływem bieżącej wody. Oczywiście, z tak wymyślnych udogodnień korzystały tylko wyższe warstwy ludności. Szary człowiek mógł jedynie zaczerpnąć wody w dostępnym publicznie miejscu, dokąd dostarczał ją akwedukt. Ale i to stanowiło wówczas nie lada wygodę.

Nie zawsze jednak można było doprowadzać wodę grawitacyjnie, z wyżej położonych źródeł. Często trzeba ją było czerpać z płynącej doliną rzeki. Szczególny problem stanowiło to dla rolników, zwłaszcza w krajach tak gorących jak Egipt i Mezopotamia – nawadnianie pól uprawnych wymagało tam bowiem tak ogromnych ilości wody, że jej dostarczenie przez ludzi czy nawet juczne zwierzęta było porostu niepodobieństwem. To też już starożytni Egipcjanie posługiwali się różnymi, ułatwiającymi to zadanie urządzeniami. Od niepamiętnych czasów przelewali wodę do wyżej biegnących kanałów za pomocą szadufów, urządzeń zbliżonych do żurawi studziennych. W ostatnim tysiącleciu dawnej ery stosowali także inne, wydajniejsze podnośniki, głównie specjalne koła ( albo łańcuchy rozpięte na dwóch kręcących się wałach) z czerpakami. Kiedy ludzie obracali takie koło, przymocowane do niego czerpaki napelniały się wodą na dole, a wylewały ją na górze. Pod koniec dawnej ery dwóch ważnych wynalazków w tej dziedzinie dokonali Grecy. Uczony Archimedes, żyjący w Syrakuzach na Sycylii (wówczas jednej z głównych kolonii greckich), skonstruował pomysłowy podnośnik wody w kształcie śruby, stosowany do dziś i nadal zwany śrubą Archimedesa. A jego rodak Ktesibios, mieszkający w Aleksandrii w Egipcie (będącej wówczas miastem na wpół greckim), zbudował pompę tłokową, z której również wciąż korzystamy.

W ostatnich wiekach dawnej ery zaczęto do napędu owych podnośników wodnych i innych urządzeń produkcyjnych, głównie młynów zbożowych, zaprzęgać zwierzęta – przede wszystkim osły i muły. Obracały one, chodząc w kółko, tak zwany kierat, który można tu i ówdzie jeszcze dzisiaj zobaczyć na naszej wsi. Zastąpienie ludzi zwierzętami przy tej wyczerpującej i monotonnej pracy było istotnym krokiem na przód. Poza tym, opłacało się, ponieważ osioł jest wytrzymalszy od człowieka i ma o wiele mniejsze potrzeby i wymagania – można go zatem znacznie taniej utrzymać.

Już najdawniejsze osiedla zabezpieczano obwarowaniami przed napadem. Z czasem, kiedy wyrosły wielkie i bogate miasta – otaczano je odpowiednimi, często imponującymi fortyfikacjami. Mury Babilonu – zaliczane do starożytnych „cudów świata” – miały podobno ponad dwadzieścia metrów wysokości i taką grubość, że na ich szczycie mogły by się bez trudu wyminąć cztery rydwany.

Skoro wznoszono fortyfikacje, ci, którzy chcieli je zdobywać, musieli wynaleźć nadający się do tego sprzęt. Pierwsze świadectwa pomysłowości w tej dziedzinie pochodzą sprzed blisko trzech tysięcy lat. Wtedy to wojowniczy i zaborczy Asyryjczycy zaczęli się posługiwać machinami oblężniczymi – wysokimi wieżami na kołach, zbliżonymi do znanych Wam z „Trylogii” Sienkiewicza hulajgrodów.

Ruchoma wieża oblężnicza spełniała kilka zadań. Chroniła w swym wnętrzu wojowników podczas zbliżania się do murów, ułatwiała wdarcie się na nie podczas szturmów, a znajdujący się na jej szczycie łucznicy zasypywali pociskami oblężonych, utrudniając im obronę. Dodatkowo, przez otwór w

dolnej części wieży wysuwano ciężką, okutą belkę – czyli tak zwany taran – usiłując nią uczynić wylom w murze, a przede wszystkim wyłamać bramę.

W ostatnich wiekach dawnej ery Grecy posługiwali się tak wielkimi i ciężkimi wieżami oblężniczymi, że podtaczanie ich do nieprzyjacielskich umocnień trwało całymi tygodniami i wymagało niekiedy pracy tysięcy ludzi. Najpotężniejsza z nich, użyta podczas oblężenia Rodos, miała – wedle ówczesnych świadectw – około czterdziestu metrów wysokości i musiała ważyć blisko dwieście ton.

W tym czasie Grecy konstruowali także inne maszyny wojenne, głównie rozmaite miotacze kamieni i innych pocisków, zwane katapultami. Podczas bitwy morskiej wyrzucano z nich sieci wypełnione kamieniami – celne trafienie w żagiel powodował wywrócenie się nieprzyjacielskiego okrętu. Zachowały się wieści o szczególnie wymyślnych i skutecznych maszynach wojennych, które wspomniany już Archimedes miał konstruować dla obrony swych rodzinnych Syrakuz, kiedy oblegli je Rzymianie.

## ROZDZIAŁ VIII

### *Pod panowaniem Rzymu*

Na przełomie dawnej i nowej ery świat śródziemnomorski podporządkowali sobie Rzymianie. Dokonali tego dzięki znakomitej organizacji i skuteczności swego wojska – słynnych rzymskich legionów. Zalety wojenne Rzymian były w znacznej mierze rezultatem odpowiedniego wychowania. Ustępowali jednak cywilizacyjnie i kulturalnie części ludów, które znalazły się pod ich panowaniem, a zwłaszcza Wschodowi, gdzie nadal rozkwitała myśl grecka.

Trzeba przyznać, że Rzymianie szybko nauczyli się wiele od swych bardziej ucywilizowanych poddanych, przyswoili sobie ich osiągnięcia i wybitnie przyczynili się do upowszechnienia tych zdobyczy na całym obszarze swego ogromnego imperium. Wnieśli też własne, nowe podejście do działalności technicznej. Ich poprzednicy poprzestawali zazwyczaj na osiągnięciu swych celów poprzez „delikatne” korygowanie natury. Na przykład prowadząc drogę dostosowywali jej przebieg do ukształtowania terenu, dokonując niezbędnych prac tylko tam, gdzie to było konieczne. Rzymianie postępowali inaczej. Wytyczali swe drogi prosto, nie bacząc na przeszkody. Dolinami wiedli je po nasypach, by górowały nad okolicą, w terenie pofałdowanym wyrąbywali przejścia przez stojące na zawadzie wzgórza.

Rzymianie byli pierwszymi wielkimi budowniczymi prawdziwych dróg. Przedtem używano niemal wyłącznie naturalnych traktów, a brukowano je tylko gdzieś tam, w pobliżu wielkich miast. Rzymianie budowali swe drogi nadzwyczaj solidnie – układali w tym celu kilka warstw kamieni rozmaitej wielkości, spojonych zaprawą wapienną, betonem lub ołowiem, mających łącznie około metra grubości. Był to więc właściwie leżący na ziemi, częściowo w nią zagłębiony mur. Chodziło im o to, by nawierzchnia była trwała, by nie trzeba jej było naprawiać częściej niż raz na stulecie.

Powiodło im się zrealizować ten cel, można by rzec, iż z niejaką przesadą. Wiele z ich dróg nadal znajduje się w znakomitym stanie jeszcze dzisiaj, po dwóch tys. lat, choć na ogół niezbyt je konserwowano. Co więcej, niektóre z nich doskonale zniosły przejazd setek wielotonowych czołgów podczas ostatniej wojny światowej. A przecież Rzymianie budowali je przede wszystkim dla swojej

armii, złożonej głównie z piechoty i nie posiadającej ciężkiego sprzętu. Nie przewidywali nawet ruchu kołowego, który odbywał się tylko na skalę lokalną – poważniejszych przewozów towarowych dokonywano bowiem w owej epoce wyłącznie drogą morską.

Zachowało się z tamtych czasów porzekadło, że „wszystkie drogi prowadzą do Rzymu”. W jakimś sensie tak było istotnie. Gdziekolwiek biegła rzymska droga, można było na jej kamieniach milowych odczytać odległość od stolicy. Sieć drogowa stanowiła coś rodzaju układu krwionośnego (a zarazem i nerwowego) ogromnego imperium, który zapewniał jego prawidłowe funkcjonowanie. Kursowali po niej kurierzy, dostarczając do Rzymu informacje i rozwożąc po prowincjach rozkazy. W razie potrzeby przerzucano nią szybko i sprawnie waleczne legiony z jednego krańca państwa na drugi. Dlatego ważne było, by drogi biegły prosto i – jeśli to było możliwe – górowały nad terenem. Dążono w ten sposób jednocześnie do zaoszczędzenia czasu i uchronienia wojska przed zasadzkami.

Budując swą imponującą sieć drogową, Rzymianie nie zapomnieli o mostach. I w tej dziedzinie byli pionierami na skalę światową. Wcześniej istniał tylko jeden wielki most na kamiennych filarach – przez Eufrat w Babilonie. Rzymianie zbudowali ich setki. Były to kamienne mosty łukowe. Niektóre z nich przetrwały, przynajmniej częściowo do dziś. Cywilizacje starożytnego Wschodu umiały wprawdzie konstruować łuki kamienne, ale dopiero Rzymianie czynili to na tak wielką skalę.

Konstrukcję tę wykorzystywali nie tylko w mostach. Również akwedukty prowadzili po kamiennych arkadach, niekiedy ustawionych w kilku kondygnacjach, jedne na drugich. W tej dziedzinie także zdecydowanie przewyższyli swych poprzedników, zapewniając zaopatrzenie w wodę wielu miastom na terenie całego imperium. Akwedukty rzymskie nierzadko miały po kilkadziesiąt kilometrów długości. Dziewięć z nich dostarczało wodę do stolicy, która w momencie największego rozkwitu liczyła przeszło milion ludności. Rzym miał wody pod dostatkiem, nawet wedle dzisiejszych pojęć. Był też pierwszym w dziejach miastem skanalizowanym; funkcjonowało w nim sporo ustępów publicznych, a niektóre domy były nawet wyposażone we własne ubikacje. Akwedukty rzymskie okazały się również

o wiele trwalsze od imperium. Zachowało się do dziś niemało ich fragmentów, a pewne odcinki w Rzymie, w Atenach i w hiszpańskim mieście Segowii funkcjonowały jeszcze w naszym stuleciu.

Chociaż główną zasługą Rzymian było upowszechnianie i stosowanie na wielką skalę cudzych zdobyczy technicznych, sami też dokonywania wynalazków. Jednym z nich był system powietrznego centralnego ogrzewania domów – stworzył go kupiec z Neapolu, Sergiusz Orata. Drugim niezwykle ważnym i szeroko wykorzystywanym przy wznoszeniu licznych budowli, był beton. W tym wypadku dopomogła Rzymianom natura – w Italii mieli do dyspozycji złoża tak zwanych pucolanów, czyli specjalnego gatunku popiołu wulkanicznego, mającego właściwości zbliżone do cementu.

W czasach rzymskich pojawiła się również ogromnie ważny dla dalszego rozwoju techniki wynalazek – koło wodne. Po raz pierwszy zastosowano je w Azji Mniejszej. Początkowo wykorzystywano je wyłącznie w młynach zbożowych. Szybko upowszechniło się w całym imperium. Zaprzężenie energii bieżącej wody do pracy produkcyjnej stanowiło istotny krok naprzód w podporządkowywaniu sobie przez człowieka sił przyrody.

W tym samym czasie w Fenicji zapoczątkowano dmuchanie szkła. Szkło było pierwszym materiałem wytworzonym sztucznie przez człowieka. Znali je już starożytni Egipcjanie i Sumerowie sześć tysięcy lat temu, ale wytwarzali z niego niemal wyłącznie ozdoby w postaci paciorków. Dopiero jednak umiejętność dmuchania szkła pozwoliła na masową produkcję naczyń szklanych, które znalazły dość szerokie zastosowanie.

Ważnym ośrodkiem życia umysłowego w imperium rzymskim była nadal na wprost grecka Aleksandria w Egipcie. Dokonywano w niej między innymi wynalazków. Najwybitniejszym spośród tamtejszych twórców w tej dziedzinie był Grek Heron, konstruktor sikawki strażackiej napędzanej ręczną pompą (stosowanej aż do zeszłego stulecia), organów wodnych, rozmaitych przyrządów mierniczych, a także pomysłowych automatów, dzięki którym zyskał znaczny rozgłos.

Dzięki przemysłnym, ukrytym mechanizmom automaty owe zadziwiała obserwatorów. Były wśród nich samoczynnie napełniające się i opróżniające naczynia, drzwi, które otwierały się same po

rozpaleniu ognia na ołtarzu, urządzenia wydzielające porcję płynu po wrzuceniu do nich monety i wiele innych. Służyły one rozrywce, a prawdopodobnie także pokazywaniu „cudów” w świątyniach. Jedną z mechanicznych zabawek Herona zasługuje na szczególną uwagę – była to kula obracająca się pod wpływem odrzutu wydobywającej się z niej pary, stanowiąca w istocie prototyp turbiny parowej.

Na przykładzie Herona widać, jak znaczne były możliwości ówczesnych konstruktorów. Właściwie był on w stanie obdarować ludzkość napędem parowym ponad półtora tysiąca lat wcześniej, nim do tego doszło.

Dlaczego tak się nie stało? Czyżby nie dostrzegł kryjących się w swej zabawce możliwości? Trudno, oczywiście, odpowiedzieć na takie pytanie. Ale nie w tym tkwi sedno sprawy. Po prostu nie było jeszcze potrzeby zastosowania takiego napędu. Ówczesne zakłady produkcyjne – odpowiadające dzisiejszemu przemysłowi – były maleńkie w porównaniu z naszymi fabrykami i stosunkowo nieliczne. Była to epoka niewolnictwa i taniej siły roboczej było pod dostatkiem. A tam, gdzie najbardziej opłacało się wyręczyć człowieka, stosowano siłę zwierząt oraz świeżo opanowaną energię wodną, która mogła z nadkładem zaspokoić wszelkie ówczesne potrzeby.

Jest to przykład bardzo pouczający. Widać z niego jasno, że nie wystarczy najgenialniejszy nawet pomysł i biegłość konstruktora by doszło do praktycznego urzeczywistnienia wynalazku, do jego zastosowania. Muszą jeszcze istnieć sprzyjające temu warunki, dostatecznie silne konkretne potrzeby. Trzeba też, by kierujący produkcją ludzie zdawali sobie sprawę, że wykorzystanie nowości technicznej opaci się im bardziej niż poleganie na dotychczasowych metodach czy urządzeniach.

## ROZDZIAŁ IX

### *Światło z Dalekiego Wschodu*

Przez parę stuleci Rzymianie władali światłem cywilizowanym, który w tym czasie powiększył się – w znacznej mierze dzięki ich działalności – o kraje leżące wokół zachodniej części Morza Śródziemnego i przyległe do nich obszary Europy zachodniej aż po Brytanię na północy. Potem ich biurokratyzowane, rozdarłe wewnętrznymi sprzecznościami i walkami imperium zaczęło się chylić ku upadkowi. Przez pewien czas z najwyższym trudem przeciwstawiało się naporowi „barbarzyńców”, którzy w tym czasie wykazywali się większą do Rzymian inwencją w dziedzinie wynalazczości.

Warto owym osiągnięciom ludów, nie związanych lub tylko słabo związanych z imperium rzymskim i cywilizacją śródziemnomorską, poświęcić chwilę uwagi, tym bardziej, że rzadko się o nich wspomina w książkach o historii tej epoki. A więc Celtowie wynaleźli mydło, o czym mało kto dziś pamięta. Już sam fakt, że nadal z niego korzystamy świadczy o randze tego wynalazku. Podstawowa zaleta mydła polega na tym, że rozpuszcza ono brud i tłuszcze, a przy tym samo daje się zmywać wodą. Przedtem naprawdę ubrudzony człowiek miał tylko jeden sposób, by się oczyścić – musiał się namaścić oliwą, a następnie zeskrobać ją z całego ciała. Był to zabieg wielce dokuczliwy.

Natomiast ludy koczujące po stepach Europy wschodniej i Azji środkowej wynalazły strzemień i udoskonaliły siodło, co znakomicie udogodziło jazdę wierzchem i ogromnie zwiększyło znaczenie kawalerii, nie odgrywającej przedtem poważniejszej roli na polach bitew. Dzisiaj wynalazki te mogą się wydawać niezbyt ważne, jednak wówczas stanowiły istotne osiągnięcia. Szczególnie strzemień, dzięki któremu jeździec poczuł się pewnie w siodle i przestał nieustannie obawiać się upadku na ziemię (w starożytności niemało potyczek, które rozpoczynało się jako starcia kawalerii, kończyło się jako walka

piechoty, ponieważ w ich trakcie wszyscy pospadali z koni!). Są historycy, którzy twierdzą, że właśnie strzemię walnie przyczyniło się do powstania feudalizmu, bo dzięki niemu ciężkozbrojni konni rycerze stali się siłą, której nikt nie był w stanie się oprzeć. Jest w tym z pewnością ziarno prawdy. Dlatego nie należy lekceważyć wynalazku strzemia.

Wreszcie, półtora tysiąca lat temu, zachodnia część imperium rzymskiego upadła pod ciosami najeżdżających ją ludów. Na kilka stuleci w niemal całej Europie zapanował chaos, a wspaniałe drogi, mosty i akwedukty – pozbawione napraw – stopniowo niszczały i przestawały funkcjonować. Część z nich „Barbarzyńcy” zrujnowali celowo, wydlubując ołów, którym Rzymianie spajali kamienie w niektórych ze swych budowli.

Wschodnia część imperium istniała wprawdzie nadal, ale traciła wciąż na znaczeniu ograniczając się głównie do obrony swego stale zmniejszającego się obszaru przed najazdami sąsiadujących z nią ludów. Wkrótce też utraciła większość swych posiadłości w Azji i w Afryce na rzecz Arabów, fanatycznych wyznawców nowo powstałej religii – islamu – stworzonej w tym czasie przez Mahometa.

Wszystkie te wydarzenia zahamowały na kilkaset lat postęp techniki w Europie i poważnie osłabiły go na pobliskich jej obszarach. Nie znaczy to jednak, że ludzkość w tym czasie w ogóle przestała się rozwijać. Wcale tak nie było. Zmieniła się tylko rola, jaką w tym procesie odgrywały poszczególne ośrodki cywilizacji. Punkt ciężkości przesunął się na wschód. Kiedy świat śródziemnomorski przeżywał głęboki kryzys, przodownictwo objęły Chiny. One to nadawały ton postępowi ludzkości przez następnych kilkaset lat, dokonując najważniejszych wynalazków, z którymi Europa zapoznawała się dopiero po pewnym czasie, zazwyczaj za pośrednictwem Arabów.

Pierwszym ważnym wynalazkiem chińskim tego okresu był nowoczesny zaprzęg, pozwalający wykorzystywać w pełni siłę i szybkość konia. Chociaż starożytni posługiwali się już koniem jako zwierzęciem pociągowym, stosowana przez nich uprzęż była wadliwa – uciskała mu tchawicę. Toteż używano go wyłącznie do ciągnięcia lekkich bojowych rydwanów. Zaprzęg chiński – którego zasadniczą część stanowiło chomąto – potrzebował trzystu lat, aby dotrzeć przez Persję i Bliski Wschód do Europy. Przetrwał, prawie bez zmian, aż do naszych czasów. Dzięki niemu koń stał się podstawowym zwierzęciem roboczym i przez następnych tysiąc lat z górą odgrywał kluczową rolę w komunikacji, transporcie, rolnictwie, przemyśle i górnictwie (gdzie z czasem masowo stosowano go do napędu urządzeń wyciągowych i pomp).

Chińczycy wynaleźli również, jeszcze w starożytności, papier – praktyczny, stosunkowo trwały, a przy tym tani (wytwarzany z miazgi drzewnej, konopi i szmat) materiał piśmienny. Przez ponad sześćset lat papier był monopolem chińskim. Potem, dość przypadkowo, zapoznali się z nim Arabowie – w bitwie stoczonej w Turkiestanie wzięli chińskich jeńców, wśród których znaleźli się specjaliści od produkcji papieru. Ludzie ci zostali osadzeni w Samarkandzie, gdzie niebawem zaczęli wytwarzać papier. W ciągu następnych stuleci umiejętność ta stopniowo rozprzestrzeniła się na kraje arabskie, poprzez Egipt zawędrowała wzdłuż północnych wybrzeży Afryki do Maroka, skąd mniej więcej osiemset lat temu przedostała się do południowej Hiszpanii, którą władali podówczas Arabowie.

Stamtąd, w ciągu dalszych dwóch wieków, umiejętność wytwarzania papieru rozpowszechniła się na Francję, Włochy i Niemcy. Była to cenna, potrzebna nowość, wykazująca sporo zalet w porównaniu z materiałami piśmiennymi używanymi od czasów starożytnych w świecie i śródziemnomorskim. Najdawniejszym z nich był papirus, wytwarzany w Egipcie z włókien rośliny o tej samej nazwie. Był to materiał nietrwały, a przy tym dość drogi, gdyż trzeba go było sprowadzać z Nilu. Trwały, ale nieporównanie bardziej kosztowny był pergamin, sporządzany ze specjalnie wyprawionej skóry młodych jagniąt, cieląt lub kozłąt (potrzeba ich było około tuzina na książkę o dwustu stronicach!). Po upowszechnieniu się papieru, pergaminu używano jedynie do spisywania bardzo ważnych dokumentów.

Chiny były także ojczyzną druku. Już półtora tysiąca lat temu odbijano tam na kartkach papieru za pomocą drewnianych, powleczonych tuszem pieczęci magiczne zaklęcia, modlitwy oraz "święte" obrazki. Stopniowo nauczono się powielać coraz dłuższe teksty, aż wreszcie doszło do wydrukowania



owym prymitywnym sposobem pierwszej książki. Stało się to na sto lat przed powstaniem Państwa Polskiego! A w czasach gdy Mieszko chrzcił Polskę, na cesarskim dworze w Chinach grano już papierowymi drukowanymi kartami, zaś w obiegu znajdowały się pierwsze drukowane papierowe banknoty.

Przez sześćset lat Chińczycy stosowali wyłącznie druk drzeworytowy, odbijając teksty i obrazki wyrżnięte na drewnianych klockach. Mniej więcej tysiąc lat temu kowal Pi Szeng wpadł na pomysł, że rozsądnie jest używać pojedynczych czcionek drukarskich (u nas odpowiadają one poszczególnym literom czy znakom, w języku chińskim symbolom oznaczającym całe wyrazy), z których można wielokrotnie składać rozmaite teksty. Pi Szeng stosował czcionki z wypalanej gliny, jego następcy próbowali drewnianych i cynowych. Wreszcie, po dwustu latach okładem, w Korei zaczęto drukować książki przy pomocy czcionek brązowych.

Europa zawdzięcza prawdopodobnie Chinom pomysł druku, z którym zapoznała się jakieś siedemset lat temu. Dalszych udoskonaleń w tej dziedzinie dokonała sama, na własną rękę. Przypuszczalnie znajomość druku nie dotarła na Zachód naturalną drogą, wiodącą przez kraje arabskie. Arabowie bowiem zaczęli się nim posługiwać znacznie później – wiązało się to z niechęcią ich konserwatywnie nastawionego duchowieństwa do drukowania Koranu.

Ze źródeł chińskich wiemy, że już tysiąc lat temu znano tam proch. Początkowo stosowano go wyłącznie do ogni sztucznych. Na pole bitwy trafił dopiero po dwóch wiekach z górą. W walkach z Mongołami użyto wówczas żelaznych, napełnionych nim rakiet. Rakiety wykształciły się zapewne ze strzał zapalających – miotanych za pomocą łuku rurek bambusowych wypełnionych płonącym prochem. Musiano zauważyć, że odrzut wydobywających się z wylotu takiej rurki gazów dodaje strzale szybkości, już wówczas, podobnie jak dzisiaj, wynalazki wojskowe rozprzestrzeniały się znacznie szybciej niż inne zdobycze techniki. W niespełna pół wieku o nowych chińskich środkach bojowych wiedzieli Arabowie, a w sto lat po Chińczykach Europejczycy zaczęli się posługiwać prochem na polach bitew w znacznie wymyślniejszy sposób, przy użyciu wynalezionych przez siebie armat.

Jeszcze jednym ważnym wynalazkiem chińskim był kompas magnetyczny. Znajomość zasady działania igły magnetycznej sięgała w Chinach czasów starożytnych, a tysiąc lat temu wykorzystywaną ją do wskazywania stron świata, umieszczając na pływaku unoszącym się w naczyniu napełnionym wodą. Niewiele później zaczęli Chińczycy stosować kompas w nawigacji morskiej. Nie wiemy, jaką drogą ta nowość dotarła do Europy, trwało to jednak niezbyt długo, zaledwie kilkadziesiąt lat. W każdym razie Arabowie zapoznali się z kompasem nieco później od Europejczyków.

Obok tych podstawowych osiągnięć, które z czasem miały zostać udoskonalone i wykorzystane na większą skalę przez Zachód, dokonali Chińczycy i innych, wartych wzmianki. Niesłychanie dawno, być może już cztery tysiące lat temu, nauczyli się wytwarzać jedwab, który w czasach rzymskich docierał w niewielkich ilościach nad Morze Śródziemne, gdzie był ogromnie ceniony. Jedwabne szaty nosiła Kleopatra, a cesarza Marka Aureliusza podobno nie stać było na sprawienie takiej sukni swojej żonie! W sto lat po upadku Rzymu monopol chiński w tej dziedzinie został przełamany. Jedwab zaczęto wytwarzać w Bizancjum (dzisiejszym Stambule). Stało się tak podobno za sprawą dwóch mnichów irańskich, którzy przesznułowali tam jajeczka jedwabnika we wnętrzu swych pielgrzymich kosturów.

Chińskim wynalazkiem były taczki – stworzył je w czasach rzymskich Czuko Liang, a mniej więcej tysiąc trzysta lat temu zaczęto w Państwie Środka wytwarzać porcelanę, której produkcja przez tysiąc lat stanowiła chińską tajemnicę. Monopol ten przynosić musiał Chinom znaczne dochody, gdyż porcelanę wielce ceniono w Europie. Można sobie tylko wyobrazić, jak ogromna część tego kruchego towaru ulegała zniszczeniu podczas transportu po ówczesnych bezdrożach na tak długim szlaku.

Już tysiąc lat temu Chińczycy, jako pierwsi, posługiwali się soczewkami, a w trzysta lat później używali okularów (prawie w tym samym czasie wynaleziono je również, niezależnie, we Włoszech). Wznosili też imponujące budowle. Któż nie słyszał o słynnym Wielkim Murze Chińskim, zbudowanym w starożytności wzdłuż północnej granicy państwa dla powstrzymania najazdów mongolskich. Miał ponad cztery tysiące kilometrów długości – więcej niż wynosi odległość pomiędzy Lizboną, a Moskwą. W znacznej części przetrwał do naszych czasów. Bardzo poważne osiągnięcia mieli też od

niepamiętnych czasów Chińczycy w budowie kanałów.

## ROZDZIAŁ X

### *Dla większej chwały Bożej*

Po paru "ciemnych" wiekach Europa powoli zaczęła się podnosić z upadku. Znekani długotrwałym chaosem ludzie próbowali zaprowadzić na nowo ład i porządek społeczny. Ukoronowaniem owych pragnień i wysiłków stało się zjednoczenie przez króla Franków Karola Wielkiego znacznej części Europy (Francji, Niemiec i północnych Włoch). Uważał się on za spadkobiercę rzymskich cesarzy. Władza Karola sięgała na wschodzie po Odrę, sława jeszcze dalej, o czym świadczy na wyraz "król", wywodzący się od jego właśnie imienia. Jednym z nielicznych własnych osiągnięć ówczesnej Europy było użycie po raz pierwszy prawdziwego pługa, przystosowanego do uprawy ciężkich wilgotnych gleb europejskich.

Pamięć o dawnej świetności cywilizacji rzymskiej pozostawała wciąż żywa. Z podziwem oglądano ruiny starożytnych budowli i z czasem pokuszono się, by je naśladować, mniej lub bardziej udolnie. Przykładem takich prób były kamienne mosty łukowe na Rodanie w Awinionie i na Tamizie w Londynie. Jednakże przez cały okres średniowiecza starożytni pozostali dla żyjących wówczas ludzi niedoścignionym wzorem, a ich dzieła niezrównaną miarą doskonałości.

Była to więc epoka przeniknięta poczuciem niższości. Nie ma ona zbyt dobrej opinii również i dzisiaj. Ustępowała starożytności zarówno poziomem życia, jak i stanem wiedzy. W wielu sprawach nie kierowała się rozumem, dając wiarę najrozmaitszym przesądom i nadmiernie polegając na poglądach starożytnego filozofa greckiego Arystotelesa, którego nauki popierał wszechpotężny wówczas Kościół.

Jednakże w drugiej połowie średniowiecza uczyniono wiele dla rozwijania i upowszechniania techniki. W czasach rzymskich używano kół wodnych wyłącznie do mielenia ziarna. W Europie średniowiecznej zaczęto napędzać nimi tartaki, miechy i młoty w kuźnicach (czyli ówczesnych zakładach metalowych), urządzenia w garbarniach i wytwórniach sukna, szlifierki, a z czasem także specjalne młyny w papierniach. Na długie stulecia energia wodna stała się podstawowym środkiem napędu w przemyśle.

Własnym osiągnięciem średniowiecza było zaprzęgnięcie do pracy także energii wiatru. Pierwsi uczynili to Persowie, mniej więcej tysiąc lat temu. Ich wiatraki miały pionową oś obrotu – przypominały wyglądem drzwi obrotowe. W dwieście lat później pojawiły się we Francji wiatraki europejskie odmiennego typu, jakie można jeszcze gdzieś spotkać na naszej wsi. Albo powstały one całkiem niezależnie, albo w oparciu o niedokładne wieści przywiezione, być może, przez uczestników wypraw krzyżowych.

Wiatrak europejski był znacznie wydajniejszy od perskiego. Początkowo stanowił niewielką budkę obracaną na słupie tak, by wiatr działał na całą powierzchnię skrzydeł. Przepuszczalnie stał się pierwowzorem chatki na kurzej stopce, występującej w wielu dawnych bajkach. Nic w tym dziwnego – wykorzystywanie energii wiatru musiało ciemnym wieśniakom ówczesnym kojarzyć się z czarami. Pod koniec średniowiecza pojawił się udoskonalony wiatrak holenderski. Był to już solidny, murowany

budynek, obracała się tylko wieżyczka, na której zawieszono były skrzydła. Wiatraków używano w średniowieczu niemal wyłącznie do mielenia ziarna. Jedynie Holendrzy, wydzierający morzu zalane przez nie tereny, napędzali przy ich pomocy koła czerpakowe i pompy.

Średniowiecznym wynalazkiem europejskim była armata. Początkowo działa były niewielkie. Najdawniejsze z nich, tak zwane bombardy, miały lufy ze spojonych ze sobą i opasanych obręczami sztabek żelaznych. Pod koniec średniowiecza odlewano już z brązu wielkie armaty, których ciężar dochodził do piętnastu ton. Początkowo strzelano kulami kamiennymi, później ołowianymi i żelaznymi. Skuteczność owych wczesnych dział była niewielka, ale huk ich wystrzałów niewątpliwie oddziaływał demoralizująco na nieprzyjaciela. W średniowieczu używano armat głównie przy oblężeniu warownych zamków i miast – starano się przy ich pomocy wyłamać bramę lub dokonać wyłomu w murach. Arabowie, Hiszpanie, Portugalczycy i Włosi pierwsi zaczęli również wyposażać swe floty w działa okrętowe.

W średniowiecznej Europie narodził się także zegar mechaniczny. Tego rodzaju ówczesne czasomierze były stosunkowo dużymi, niezgrabnymi i prymitywnymi konstrukcjami. Nie odznaczały się zbytnią dokładnością. Napęd ich stanowiły ciężarki zawieszono na sznurach lub łańcuchach nawiniętych na wał, który obracały opuszczając się pod wpływem siły ciężenia. Tarcze ich wyposażone były tylko w jedną wskazówkę, pokazującą godziny. Zegary takie umieszczano na wieżach ratuszowych lub kościelnych – korzystało z nich całe miasto. Pierwsze zegary wieżowe zainstalowano w Mediolanie, Modenie, Padwie, Brugii, Genewie, Strasburgu i Wrocławiu.

Pod koniec średniowiecza Europejczycy udoskonalili i rozwinęli drukarstwo. Najwybitniejszym pionierem w tej dziedzinie był Niemiec Johannes Gutenberg, który jako pierwszy posługiwał się prasą drukarską (dociskaną przez obrót śruby) i używał metalowych czcionek. Jego największym dziełem było wydanie drukiem Biblii. Sukces tej publikacji przyczynił się do szybkiego upowszechnienia się druku w Europie. Rozwojowi czytelnictwa dopomogły również wielce produkowane już wówczas na skalę handlową i coraz szerzej używane okulary. Najdawniejsze miały wypukłe soczewki i były przeznaczone dla dalekowidzów, którymi stają się na starość prawie wszyscy ludzie obdarzeni normalnym wzrokiem. Pod koniec średniowiecza pojawiły się także okulary dla krótkowidzów.

Ludzie średniowiecza wzniesli wiele budowli. Najbardziej imponującymi spośród nich były wielkie katedry gotyckie o ostrołukowych sklepieniach i oknach. Ówczesni budowniczowie opierali się jedynie na intuicji i doświadczeniu – sporo ich konstrukcji zawaliło się, zanim doszli do prawdziwego mistrzostwa w tej dziedzinie. Nieomalże każde szanujące się miasto średniowieczne starało się wznieść katedrę większą i piękniejszą od innych. Niekiedy taka budowa trwała przez parę stuleci. Wiele z nich było przedsięwzięciami ponad stan i musiało fatalnie się odbijać na stopie życiowej całej ludności. Owe budowle, których wielkość przetrwała do dziś, są świadectwem triumfu potrzeb duchowych nad praktycznym, racjonalnym podejściem do życia. Pod tym względem są zbliżone do piramid egipskich.

Chociaż w średniowieczu uczyniono niemało dla rozwoju techniki, prawie nie znamy imion jej ówczesnych pionierów. Ludziom tej epoki z reguły nie zależało na rozgłosie – wystarczało im, że są pożyteczni, pracując dla większej chwały Bożej ...

## ROZDZIAŁ XI

### *Odrodzenie*

Mniej więcej pięćset lat temu sposób myślenia ludzi w Europie uległ wyraźnej przemianie. Średniowieczne poglądy – głoszące, że życie doczesne jest nieistotne i mało ważne, a jedynym jego

celem powinno być dążenie do zbawienia wiecznego – przestały ludziom wystarczać. Zaczęto dostrzegać i cenić piękno życia i otaczającego świata. Przestano wierzyć bez zastrzeżeń w prawdy uznawane od stuleci za niepodważalne. Chciano, na wzór starożytnych, cieszyć się życiem, a dążenie do sławy i bogactwa stało się czymś naturalnym i zrozumiałym.

Oczywiście, owe przemiany były wynikiem narastających już wcześniej wątpliwości. Część z nich wiązała się z religią. Nie kwestionując tego, że Pismo Święte stanowi Boże objawienie, wysuwano zastrzeżenia do sposobu, w jaki wykladał je Kościół, i domagano się, by każdy miał prawo rozumieć je na swój sposób. Nadto drażniła ludzi rozbieżność pomiędzy zasadami ewangelicznymi głoszonymi oficjalnie przez Kościół a jego postępowaniem – dążeniem do pomnażania swej potęgi i bogactwa, a zwłaszcza prześladowaniem ludzi nie chcących mu się podporządkować. Najdobitniej wyraził nowe poglądy na ten temat Marcin Luter. Po nim przyszli inni. W rezultacie doszło do powstania w Europie kilku kościołów nie uznających zwierzchnictwa papieża, które nazwano protestanckimi.

Drugą sprawą, która wywołała sprzeciw ludzi myślących, był średniowieczny stosunek do otaczającej rzeczywistości. Nie chcieli oni dłużej polegać na ustaleniach dokonanych przed blisko dwoma tysiącami lat przez Arystotelesa, ale badać przyrodę doświadczalnie, posługując się własnym rozumem. Największego przełomu w tej dziedzinie dokonał Mikołaj Kopernik, dowodząc, że Ziemia jest w istocie niewielką planetą, krążącą wokół Słońca. Odkrycie – którego długo nie chcieli uznać zwolennicy dawnego, średniowiecznego sposobu myślenia – wywołało prawdziwą rewolucję w poglądach na rolę i znaczenie ludzkości. Nic dziwnego. Inne jest przecież samopoczucie istoty, której Bóg dał we władanie centralny punkt świata (jak do tego czasu myślano), a inne mieszkańca drobinki pędzącej przez przeraźliwą pustkę bezmiernego Kosmosu.

Wspólną cechą nowych poglądów było dążenie do niezależności w myśleniu i uważanie jej za podstawowe prawo człowieka. Świadczyło to o odzyskiwaniu przez ludzkość wiary we własne siły. Rozprzestrzenianiu się nowych myśli sprzyjał druk, dzięki któremu mogły one szybko docierać do znacznej liczby ludzi w różnych krajach. Był to w istocie nawrót do dawnego, przed średniowiecznego sposobu myślenia, właściwego starożytnym, nie uznającego rygorystycznych ograniczeń. Dlatego nową epokę, którą zapoczątkowały owe "buntownicze" prądy, nazwano odrodzeniem.

Dla ludzi odrodzenia życie stało się interesującą przygodą, której starali się dodać blasku. A najważniejszą ich cechą była ciekawość świata. Podejście to stało się źródłem nowoczesnego sposobu myślenia, podstawą całego dorobku ludzkości w ciągu ostatnich pięciu wieków – wielkiego rozwoju nauki i techniki, a także wzrostu znaczenia i roli państwa w życiu społecznym. Chociaż odrodzenie narodziło się we Włoszech, najlepsze warunki dla postępu powstały niebawem przede wszystkim w krajach protestanckich – Niemczech i Francji. Toteż one właśnie wyszły wówczas na czoło.

Początkiem tego okresu była epoka wielkich odkryć geograficznych. Mocarstwa morskie podejmowały dalekie wyprawy, najpierw w celach handlowych (aby uzyskać dostęp do poszukiwanych w Europie towarów Wschodu, na których bogacili się do tego czasu arabscy pośrednicy), a następnie po to, by obejmować w posiadanie i eksploatować zamorskie kraje. Zaczęły się tworzyć pierwsze imperia kolonialne.

Pokonanie oceanów, przejmujących zabobonną trwogą żeglarzy starożytności średniowiecza, stało się możliwe dzięki łącznemu wykorzystaniu kilku ważnych zdobyczy technicznych. Polegały one na udoskonaleniach w konstrukcji okrętów (między innymi wzmocnieniu jej i uodpornieniu na wstrząsy), na odpowiednim ich ożaglowaniu (dzięki czemu stały się zdolne do swobodnego manewrowania, łącznie z żeglugą pod wiatr), a zwłaszcza na zastosowaniu nowego, doskonalszego typu steru, znacznie sprawniejszego od starożytnych wiosł sterowniczych. Nowy ster, zwany zawiasowym, stanowił przedłużenie kliu i mógł sprostać wymogom żeglugi po pełnym, wzburzonym morzu. Wiemy, że już dwa wieki wcześniej używano go na Morzu Północnym i Bałtyku (być może, został zapożyczony z Chin, gdzie znano go jeszcze dawniej).

Ważnym czynnikiem umożliwiającym wyprawy oceaniczne był też stosunkowo wysoki poziom nawigacji, czyli orientowania się na pełnym morzu. Korzystano powszechnie z kompasu oraz rozmaitych przyrządów pozwalających dokładnie określić położenie słońca i gwiazd. Same wyprawy

również przyczyniły się do dalszego udoskonalenia techniki morskiej, w czym prym wiodli Holendrzy, wynajdując między innymi kliwer, czyli trójkątny żagiel przedni.

Pierwsi wyruszyli jednak na oceany Portugalczycy, a w ślad za nimi Hiszpanie. Anglicy i Holendrzy włączyli się do kolonizowania świata nieco później. Przy okazji odkryto nowy kontynent – Amerykę. Stwierdzono też, że Ziemia naprawdę jest kulista – o czym wprawdzie wiedzieli już starożytni filozofowie greccy, ale w co mało kto wierzył serio, zwłaszcza w średniowieczu.

## ROZDZIAŁ XII

### *Nowe wspaniałe możliwości*

W epoce odrodzenia toczono wiele wojen. Wyrzynano się ze względów religijnych, walczono także o podział coraz większego, stale rozszerzającego się w wyniku nowych odkryć świata. Nastąpił kolosalny rozwój broni palnej, która zaczęła odgrywać coraz bardziej znaczącą rolę na polach bitew. Udoskonalone armaty umożliwiały zdobycie każdej warowni, a niebawem nauczono się także podkopywać pod umocnienia i wysadzać je minami prochowymi. Feudalni wielmoże przestali się czuć bezpiecznie za murami swych zamków. Nowa technika wojenna położyła kres ich samowoli, bowiem władca dysponował już dostatecznymi środkami, by wymusić posłuch. Nastąpiła epoka monarchii absolutnej.

Również bitwy w otwartym polu coraz rzadziej rozstrzygano starciem wręcz. Często w ogóle do niego nie dochodziło – decydowała siła ognia. Zaczęto tworzyć regularne oddziały piechoty uzbrojone w broń palną, strzelające salwami. Pierwsi uczynili to Turcy. Po pewnym czasie pojawiły się muszkiety o długich lufach, tak długich, że trzeba je było opierać na specjalnych podpórkach w formie widełek. Długa lufa ułatwiała celowanie. W długiej lufie pocisk nabierał większej prędkości początkowej, a więc trafiał w cel z większą siłą.

W powszechnym mniemaniu zakuci w zbroje rycerze kojarzą się ze średniowieczem. W rzeczywistości średniowieczni rycerze walczyli w drucianych kolczugach – dopiero rozwój broni palnej zmusił wojowników do okrywania się, coraz szczelniej, żelaznymi blachami. Zbroja płatowa stanowiła dość dobrą osłonę. Wprawdzie kula z muszkietu, wystrzelona z niewielkiej odległości, przebijała ją przy prostym trafieniu, ale pociski z dalszych odległości odbijały się od niej, a trafiające pod kątem ześlizgiwały się z niej. W miarę jak doskonalono broń palną, rosła grubość, a wraz z nią ciężar zbroi. Ponieważ przywdziewali ją wyłącznie jeźdźcy, do pewnego momentu nie stanowiło to poważniejszego problemu. Kiedy jednak zbroje stały się tak ciężkie, że dotkliwie krępowały swobodę ruchów rycerzy, w końcu z nich zrezygnowano, choć długo jeszcze korzystano z pancerzy (napierśników), a po dziś dzień zachowano hełmy.

Zakuwanie ludzi w żelazo stało się możliwe, gdyż pod koniec średniowiecza poważnie wzrosła europejska produkcja hutnicza dzięki wynalezieniu i rozpowszechnieniu wielkich pieców. Żelazo potaniało i coraz częściej wytwarzano z niego narzędzia. Rozkwit hutnictwa doprowadził w niektórych krajach (na przykład w Anglii) do wytrzebienia lasów. Sięgnięto więc pod ziemię po nowe paliwo – węgiel. Zwiększyło się też zapotrzebowanie na kruszce (rudę metali) i inne bogactwa mineralne, co zmusiło górników do eksploatacji pokładów zalegających głęboko pod ziemią, nierzadko na sto kilkadziesiąt metrów. Wymagało to znacznie intensywniejszego odpompowywania wody podziemnej

nieustannie napływającej do chodników i sztolni i grożącej ich zalaniem. W dużych kopalniach setki koni obracały dzień i noc kieraty, napędzając różnego rodzaju urządzenia czerpakowe.

Rozwijał się przemysł. Wzrastała liczba kół wodnych. Zyskały one dalsze zastosowania, napędzając urządzenia produkcyjne w papierniach, olejarniach, hutach szkła, wytwórniach prochu, kopalniach, a nawet zasilając wodą ponownie powstające, pierwsze od czasów rzymskich wodociągi miejskie. Jeden z takich nowoczesnych naówczas wodociągów powstał we Fromborku. Koło wodne podnosiło w nim wodę na przeszło dwadzieścia metrów. Nawiasem mówiąc, niesłusznie uważano za jego twórcę Kopernika – został zbudowany już po jego śmierci.

Prawdziwe odrodzenie nastąpiło w dziedzinie budownictwa i architektury. Porzucono "barbarzyński" gotyk i zaczęto naśladować klasyczne, czyli starożytne wzory, starając się im dorównać tak pod względem piękna, jak i inżynierskiego kunsztu. Wkrótce okazało się, że jest to wykonalne. Włoscy mistrzowie wznosili wspaniałe kopuły o wielkich rozpiętościach, przerzucali ponad rzekami mosty, z upodobaniem zajmowali się organizowaniem miejskiej przestrzeni – urządzając piękne place i parki. Ponieważ dawne mury warowne nie stanowiły już dostatecznie pewnej obrony wobec rozwoju artylerii, zaczęto stosować nowy system fortyfikacji : otaczano miasta wielobokiem potężnych wałów ziemnych, wzmocnionym dodatkowo na narożach wysuniętymi obmurowanymi bastionami. Z bastionów tych, gęsto obsadzonych działami i doborowymi muszkietierami, można było wziąć w krzyżowy ogień idącego do szturm nieprzyjaciela.

Inżynierowie epoki odrodzenia zaczęli też porządkować gospodarkę wodną. Budowali pierwsze nowoczesne kanały, wyposażone w śluzy. Osuszali bagniste, podmokłe tereny – zdając sobie sprawę z ich szkodliwego wpływu na zdrowotność okolicy, a przy okazji starając się powiększyć obszar pól uprawnych. Szczególnie wiele dokonali w tym okresie Holendrzy, wydzierając morzu znaczne tereny.

Coraz racjonalniej podchodzono też do rolnictwa, stale ulepszając stosowaną od czasów średniowiecza trójpolówkę, czyli system, w którym obszar rolny dzielono na trzy pola kolejno obsiewane zbożem ozimym (posianym jesienią), zbożem jarym (sianym wiosną), a następnie pozostawiano nie obsiane (jako ugór). W epoce odrodzenia zaczęto uprawiać na nich na przemian zboża oraz rośliny okopowe i pastewne. Dbano też bardziej o obfite nawożenie. Kiedy w wyniku rozmaitych prób ustalono najkorzystniejsze kombinacje owych upraw – doszło do powstania nowego, doskonalszego systemu zwanego płodozmianem (narodził się on w XVIII wieku). Nowością były przywiezione z Ameryki ziemniaki; początkowo traktowano je jednak z rezerwą, upowszechniły się na dobre dopiero w XVIII stuleciu. Dostatek żywności i wyraźna poprawa warunków życia doprowadziły do znacznego wzrostu liczby ludności, która w pewnych krajach uległa w ciągu stu lat podwojeniu.

W miastach, cieszących się znaczną swobodą (niektóre z nich rządziły się same jako niezależne republiki), kwitło rzemiosło. Mistrzowie epoki odrodzenia osiągnęli w wielu dziedzinach kunsztu o wiele wyższy niż starożytni. Szczególnie wysoki był poziom produkcji szkła. Na wyspie Murano, koło Wenecji, wytwarzano wspaniałe lustra. Sztuka ta, przynosząca ogromne dochody, stanowiła sekret przestrzegany pod karą śmierci. Holenderscy szlifierze soczewek do okularów doszli do prawdziwego mistrzostwa. Mając stale do czynienia z wielką ilością rozmaitych soczewek i zapewne posługując się jednymi z nich, odkryli – być może przypadkowo – że pewne zestawy soczewek mają wyjątkowe właściwości.

Tak doszło do wynalezienia mikroskopu i lunety, instrumentów, które odsłoniły nam tajemnice dwóch światów – świata rzeczy niewyobrażalnie małych i świata rzeczy niewyobrażalnie wielkich – niedostępne wzrokowi ludzkiemu. Używając mikroskopu, uczeni wkrótce odkryli komórkową budowę roślin oraz drobnoustroje, tworząc podstawy nowoczesnych nauk przyrodniczych. Obracając lunetę na niebo, astronomowie poczynili pierwsze podstawowe obserwacje, zmieniające dotychczasowe wyobrażenia o przestrzeni pozaziemskiej i potwierdzające słuszność teorii Kopernika.

Wysoki kunszt osiągnęli także konstruktorzy wszelkiego rodzaju mechanizmów. Wśród nich prym wiedli zegarmistrzowie. Zastosowali on do napędu zegara sprężynę, dzięki czemu mógł on mierzyć czas nawet będąc transportowany. Pierwsze zegarki sprężynowe miały dość pokaźne rozmiary i nie mieściły się jeszcze w kieszeni; noszono je wówczas na szyi. Z produkcji tego rodzaju najdawniejszych

zegarków zasłynęło niemieckie miasto Norymberga.

Włoski uczyony Galileusz, przyglądając się kołysaniu zyrandola w katedrze w Pizie, zaobserwował, że każde z jego wahnięć trwa tyle samo czasu. Dokonał w ten sposób odkrycia podstawowego prawa ruchu wahadła, które następnie starał się wykorzystać w praktyce do regulacji odmierzania czasu. Osiągnął tylko częściowy sukces. Praktyczny zegar wahadłowy skonstruował nieco później uczyony holenderski, Christian Huygens.

Wybitni ludzie epoki odrodzenia często bywali bardzo wszechstronni, chętnie próbowali, i to z powodzeniem, swych sił na wielu polach. Na przykład wspomniany Galileusz był wynalazcą i innych przyrządów (między innymi termometru), stworzył podstawy nowoczesnej mechaniki, czyli nauki o ruchu ciał, zapoczątkował nauki inżynierskie (badał doświadczalnie wytrzymałość rozmaitych materiałów i próbował projektować konstrukcje w oparciu o obliczenia), był też pierwszym, który skierował lunetę na niebo i dokonał wielu odkryć astronomicznych. Huygens natomiast uczynił wiele dla rozwoju matematyki i fizyki, między innymi odkrył falową naturę światła; dokonał też innych odkryć, a wśród nich kilku astronomicznych – najważniejszym z nich było pierwsze zaobserwowanie pierścieni otaczających Saturn.

Prawdziwym jednak geniuszem wszechstronności był żyjący nieco wcześniej od obu wymienionych Włoch Leonardo da Vinci. Zasłynął jako malarz, którego obrazy nadal są podziwiane. Prowadził rozległe badania naukowe w wielu dziedzinach, dochodząc często do rewelacyjnych wyników. Opracował projekty niezliczonych wynalazków, znacznie wyprzedzających jego epokę – zachowały się liczne rysunki i notatki przedstawiające między innymi maszyny latające, opancerzone pojazdy bojowe (pierwowzory czołgów), łódź podwodną, maszyny włókiennicze, walcarkę, tokarkę, rozmaite przekładnie, zawory, pompy i wiele innych urządzeń, na których realizację ludzkość miała jeszcze czekać dziesiątki, a nierzadko i setki lat.

Leonardo był zapewne najwybitniejszym geniuszem epoki odrodzenia, a może i wszystkich czasów. Ale pożytek z jego twórczej działalności był żaden. Uprawiał ją bowiem niemal wyłącznie jako sztukę dla sztuki, nikogo nie informując o uzyskanych rezultatach. Toteż prawie nie wywarł wpływu na rozwój nauki i techniki. Jego spisane szyfrem notatki odnaleziono dopiero po stuleciach, kiedy już utraciły niemal całkowicie swą wartość praktyczną. Stały się więc jedynie sensacją historyczną, ukazującą jak wiele może zdziałać wybitny umysł pomimo ograniczeń swej epoki, jak daleko jest w stanie wybiec w przyszłość w twórczym wizjonerstwie.

A prawdziwy postęp techniczny był dziełem ludzi mniejszej wprawdzie miary, ale bliżej związanych z praktyką dnia codziennego, z jego potrzebami i dążeniami. Pojawiło się niebawem wiele pierwowzorów urządzeń, które w przyszłości odegrać miały ogromną rolę w rozwoju techniki.

Francuz Jacques Besson skonstruował nowoczesną tokarkę, a duchowny angielski William Lee dziewiarę mechaniczną, czyli pierwszą maszynę włókienniczą, wyręczającą człowieka w większości czynności związanych z wytwarzaniem pończoch. Były to pierwsze jaskółki mechanizacji przemysłu, jaka miała nastąpić w nadchodzących stuleciach.

W tym czasie zdano sobie sprawę z istnienia ciśnienia atmosferycznego i przeprowadzono wiele pomysłowych doświadczeń w celu zmierzenia jego siły. Niektóre z owych eksperymentów – dokonywane publicznie – stały się sensacją dnia. Celował w nich zwłaszcza burmistrz Magdeburga, Otto von Guericke, który pewnego razu wypompował powietrze pomiędzy dwóch dokładnie dopasowanych miedzianych półkul, tworzących razem kulę o średnicy około pół metra, a następnie zaprzął do każdej z nich po cztery pary silnych koni. Mimo poganiania zwierzęta nie mogły oderwać od siebie owych półkul. Ważnym rezultatem badań Guerickego był wynalazek pompy próżniowej. Inny eksperymentator w tej dziedzinie, Włoch Evangelista Torricelli, skonstruował barometr.

Dziewiętnastoletni Francuz Blaise Pascal, syn poborcy podatkowego, pragnąc ułatwić ojcu związane z jego pracą żmudne warunki, skonstruował arymometr – pierwszą maszynę do liczenia, na której można było wykonywać cztery podstawowe działania.

Podjęto też pierwsze próby opanowania niedostępnych jeszcze penetracji człowieka obszarów. W Londynie przepłynęła Tamizę w zanurzeniu pierwsza łódź podwodna, poruszana wiosłami,

zbudowana przez Holendra Corneliusa van Drebbela. A w Warszawie spolonizowany Włoch, Tytus Liwiusz Boratyni, przeprowadził głośne podówczas próby z modelem maszyny latającej w kształcie smoka (był to zapewne rodzaj latawca).

Tak to nowy sposób myślenia zaczął wydawać pierwsze owoce.

## ROZDZIAŁ XIII

### *Rewolucja przemysłowa*

Pierwsze dwa wieki od nastania epoki odrodzenia – którym poświęcono dwa poprzednie rozdziały – były, jak wiemy, okresem wielkich zmaganiań pomiędzy europejskimi mocarstwami o panowanie nad światem. Początkowo dominowała w nich Hiszpania, która najwcześniej zagarnęła olbrzymie obszary zamorskie, głównie w Ameryce, i niesłychanie się wzbogaciła zwożonymi stamtąd w ogromnych ilościach bogactwami, przede wszystkim złotem. Potem doszło do kilku decydujących starć, z których najważniejsze zakończyło się klęską zadaną przez Anglików słynnej hiszpańskiej Wielkiej Armadzie.

Jednocześnie w życiu społeczeństw europejskich zachodziły – mniej na pozór widoczne, ale jeszcze istotniejsze dla dalszego rozwoju – przemiany. Najkorzystniej i najpełniej przebiegały one w krajach, w których najpowszechniej ugruntował się nowy, nowoczesny już sposób myślenia, a więc przede wszystkim tam, gdzie znaczącą rolę odgrywali protestanci. W dziedzinie techniki polegały one na zainteresowaniu pracą i rzetelnym do niej stosunku. Dostrzegano też i coraz pełniej wykorzystywano możliwości, jakie wynikały dla postępu techniki z rozwoju badań naukowych.

W rezultacie owych wydarzeń politycznych oraz przemian społecznych powstał w XVIII wieku nowy układ sił. Najpotężniejszym i najbardziej zasobnym mocarstwem stała się Francja, a drugie miejsce zajmowała ustępująca jej dość wyraźnie pod wieloma względami Anglia. A jednak istniały ważne powody, dla których właśnie w Anglii, a nie we Francji, doszło wówczas do przemian, które nazywamy rewolucją przemysłową. Narodził się tam nowoczesny przemysł i powstały zaczątki nowego, znacznie doskonalszego systemu gospodarczego – kapitalizmu.

Złożyło się na to kilka przyczyn. W Anglii wcześniej zniesiono poddaństwo i chłopci nie byli już zobowiązani do dożywotnich świadczeń na rzecz panów feudalnych. Ale nie mieli własnej ziemi i tylko część ich mogła znaleźć pracę w wielkich majątkach, które nie potrzebowały zbyt wielu robotników rolnych. W ówczesnej Anglii bowiem stosowano płodozmian oraz udoskonalone narzędzia, a nawet pierwsze maszyny rolnicze. Powstała zatem na wsi poważna nadwyżka siły roboczej, nie mającej środków utrzymania. Ludziom tym dosłownie groziła klęska głodu, gotowi więc byli przyjąć każde zajęcie – także w mieście – po prostu aby przeżyć.

Równocześnie bardzo szybko rozwijały się niektóre dziedziny wytwórczości, mające nieograniczone rynki zbytu w zamorskich koloniach – przede wszystkim włókiennictwo, a także hutnictwo i związane z nim górnictwo. Sprzyjała temu rozwojowi przemysłu polityka władz, przychylnych wolnej konkurencji. Ludzie bogaci chętnie lokowali w nim kapitały, gdyż przynosiło to im duże zyski.

Produkcja włókiennicza w tym okresie opierała się początkowo na chałupniczej pracy licznych przedsiębiorców i tkaczy. Do wzmoczenia jej wydajności można było dążyć przede wszystkim poprzez usprawnienia organizacyjne. Doszło niebawem do tego, że zgromadzono owych fachowców pod



jednym dachem, w zakładach zwanych manufakturami (czyli rękodzielniami), gdzie łatwiej było kierować ich pracą, kontrolować jej rezultaty i zmuszać ludzi do najwyższego wysiłku. Nie była to jeszcze fabryka w dzisiejszym rozumieniu, przede wszystkim dlatego, że nie stosowano w niej maszyn; jej personel stanowili wyłącznie rękodzielnicy.

Nieustanne dążenie do zwiększenia produkcji tkanin sprzyjało wynalazczości. Pierwszym ważnym krokiem naprzód w tej dziedzinie było mechaniczne czółenko tkackie, wprowadzone w 1733 roku przez Johna Kaya. Pozwoliło ono na podwojenie wydajności pracy i umożliwiło wyrób tkanin o większej szerokości. Nowość ta upowszechniła się w ciągu paru dziesięcioleci.

Przyspieszenie procesu tkania wzmogło zapotrzebowanie na przędzę, któremu nie mogli podołać wytwarzający ją ręko dzielnicy. A ponieważ, jak wiemy, potrzeba jest matką wynalazków – w latach sześćdziesiątych XVIII wieku pojawiły się pierwsze przędzarki mechaniczne. Ich twórcami byli tkacz James Hargreaves i fryzjer Richard Arkwright. Druga z nich była już maszyną o pracy ciągłej, napędzano ją kołem wodnym lub kieratem. Zalety obu tych przędzarek połączył mechanik Samuel Crompton, konstruując w 1779 roku bardzo wydajną maszynę przędzalniczą, która szybko się upowszechniła.

Tera z kolei tkactwo nie mogło dotrzymać kroku przędzalnictwu. Sytuację uratowało dopiero krosno mechaniczne, wynalezione w 1787 roku przez duchownego Edmunda Cartwrighta, które – po pewnych ulepszeniach – stało się na długi czas jedną z podstawowych maszyn przemysłowych. Ówczesne włókiennictwo angielskie stanowi więc klasyczny przykład działania nowoczesnego mechanizmu rozwojowego, w którym wynalazki powstające w jednej dziedzinie niejako wymuszają rodzenie się wynalazków w drugiej, z nią współzależnej.

Wszystkie te maszyny stale doskonalono, starając się przy tym uprościć ich obsługę. Dzięki temu mogli przy nich pracować, po krótkim przeszkoleniu, ludzie zupełnie niewykwalifikowani. Otworzyło to drogę do przemysłu setkom tysięcy "nadliczbowych" chłopów z przeludnionej angielskiej wsi. Można powiedzieć, że rewolucja przemysłowa przyszła w samą porę, by uchronić lud angielski od kłeski głodu, a państwo od związanych z tego rodzaju katastrofą napięć i zaburzeń.

Najważniejsze wszakże dla dalszego rozwoju techniki przemiany dokonały się w związku z potrzebami hutnictwa żelaza i górnictwa węgla kamiennego. Z jednej strony, motorem rozwoju hutnictwa, podobnie jak włókiennictwa, były nieograniczone praktycznie kolonialne rynki zbytu. Z drugiej, rosnące na samych Wyspach Brytyjskich zapotrzebowanie na żelazne narzędzia i konstrukcje, tak z uwagi na ich zalety, jak i po prostu z konieczności. Od dawna bowiem stosunkowo rozwinięte hutnictwo angielskie przetrzebiło krajowe lasy i dawał się odczuć brak drewna. Już w poprzednim stuleciu podejmowano w Anglii próby stosowania w hutnictwie jako opału koksu z węgla kamiennego. Na pełną skalę zrealizowano to w latach trzydziestych XVIII wieku w przodującym wówczas ośrodku metalurgicznym w Coalbrookdale, w pobliżu Birmingham.

Miejscowość ta stała się w owym stuleciu kolebką i poligonem wielu nowości technicznych. Było to zasługą władającej tamtymi zakładami "dynastii" Darbych – ojca, syna i wnuka, noszących to samo imię: Abraham – odznaczającej się przedsiębiorczością i przychylnie nastawionej do twórczych pomysłów. Dla rozróżnienia numerujemy owych pionierów, niby królów (od których w rzeczywistości większą odegrali rolę), liczbami rzymskimi. I tak wspomnianych pierwszych wytopów wielkopieczowych przy użyciu wyłącznie koksu dokonał Abraham Darby I. Natomiast jego wnuk, Abraham Darby III, zasłynął wznosząc Coalbrookdale, ponad rzeką Severn, pierwszy w dziejach most żelazny (odlany z żeliwa) w 1779 roku. W Anglii dokonano wówczas wielu jeszcze udoskonaleń procesu hutniczego. W niezwykłym tempie rosła tam w końcu XVIII wieku produkcja żelaza, podwajając się co osiem lat.

W związku ze stale powiększającym się – wobec braku drewna – zapotrzebowaniem na węgiel, już w poprzednim stuleciu górnicy angielscy zmuszeni byli sięgnąć do głębszych jego pokładów. Ale penetracja ta napotkała na przeszkodę nie do przezwyciężenia – doszło bowiem do tego, że nawet pompując dzień i noc tradycyjnymi sposobami nie dawało się uchronić najniższych poziomów kopalń przed zalaniem przez wodę podziemną. Trzeba więc było wymyślić coś nowego, bardziej skutecznego.

Możliwość rozwiązywania tego problemu stwarzała energia pary. Choć od dawna już zapomniano o turbinie – zabawce Herona, w wieku XVII przeprowadzano rozmaite eksperymenty w tej dziedzinie, na przykład wykorzystano ciśnienie pary do wyrzucania strumienia wody w fontannie. Pierwszej poważnej próby dokonał jednak dopiero kapitan marynarki Thomas Savery w 1698 roku. Skonstruował on atmosferyczną pompę parową, którą nazwał "przyjacielem górnik". Stosowano ją w praktyce, ale bez większego powodzenia, gdyż była mało wydajna i mogła podnosić wodę tylko na niewielką, kilkumetrową wysokość.

Pierwszą naprawdę użyteczną maszyną parową rozpoczęła pracę w 1712 roku. Twórcą a jej był ślusarz Thomas Newcomen. Ciśnienie pary powodowało przesuwanie się tłoka w jej cylindrze w górę i w dół. Ruch ten, za pośrednictwem dźwigni, przekazywany był pompie. Maszyna Newcomena spisywała się całkiem dobrze i bardzo szybko znalazła powszechne zastosowanie w górnictwie brytyjskim, a niebawem i w innych krajach. Tego typu właśnie była pierwsza maszyna parowa zainstalowana w Polsce, w Tarnowskich Górach, w roku 1788. Jak widać, długo korzystano z silnika Newcomena.

Kiedy zalety napędu parowego stały się oczywiste, zaczęto przemyśliwać nad wykorzystaniem go do poruszania maszyn w innych działach przemysłu. Nie była to wcale sprawa prosta, wymagała bowiem zamiany posuwistego ruchu tłoka na ruch obrotowy. Po raz pierwszy rozwiązano to w nader prymitywny sposób : maszyna parowa pompowała wodę, ta obracała koło wodne, a ono z kolei nadawało ruch maszynie.

Szerokie użycie energii pary umożliwił dopiero parowy silnik przemysłowy, skonstruowany przez szkockiego mechanika Jamesa Watta. Zainteresował się on tym problemem, naprawiając jedną z maszyn Newcomena, a następnie w latach 1769 – 1785 wprowadził do niej kilka nadzwyczaj ważnych udoskonaleń podnoszących znacznie jej wydajność, zapewniających równomierny rytm pracy oraz umożliwiających bezpośredni napęd maszyn obrotowych. Do końca XVIII stulecia Watt zbudował około pięciuset takich silników. Około dwustu z nich napędzało pompy w kopalniach, a pozostałe znalazły zastosowanie w innych dziedzinach przemysłu.

Inni brytyjscy konstruktorzy dokonali w tym czasie wielu wynalazków mających istotne znaczenie dla przyszłego rozwoju przemysłu maszynowego. Pojawiły się rozmaite obrabiarki (walcarki, wiertarki, prasy itp.), przy użyciu których można było wytwarzać coraz precyzyjniejsze mechanizmy i urządzenia. Powstały w ten sposób podstawy nowoczesnego przemysłu.

Rewolucja przemysłowa wywarła potężny wpływ na dalsze losy ludzkości. Przyspieszyła proces pojawiania się wciąż nowych wynalazków, którego tempo daje się nam ostatnio coraz bardziej we znaki. Jednakże, krytykując przesadną – zdaniem wielu – technizację życia, do której doprowadziły następstwa rewolucji przemysłowej, nie można zapominać i o jej pozytywnych skutkach. Możliwość, jakie stworzyła, zaowocowały dobroczynnie w wielu ważnych dziedzinach. Na obszarach objętych jej działaniem liczba ludności powiększyła się w ciągu ostatnich trzech wieków dziesięciokrotnie, a średnia długość życia ludzkiego "skoczyła" z trzydziestu na siedemdziesiąt lat. Nieporównanie wzrósł dobrobyt – dzisiaj na jednego człowieka przypada średnio osiem razy więcej rozmaitych dóbr niżw czasach poprzedzających rewolucję przemysłową. Zwiększyła się też znacznie ich różnorodność.

## ROZDZIAŁ XIV

### *Technika nabiera impetu*

Już od XVII wieku najwięcej twórczych myśli i wynalazków rodziło się w Europie zachodniej. Wydarzenia XVIII stulecia, a zwłaszcza rewolucja przemysłowa, umocniły na długie lata przodujące znaczenie tego obszaru, który objął swym wpływem również Europę środkową. W ostatniej ćwierci owego wieku pomyślnie warunki rozwojowe powstały także po drugiej stronie Oceanu Atlantyckiego, w Ameryce Północnej. Tamtejsze kolonie brytyjskie ogłosiły w 1776 roku, a następnie wywalczyły sobie niepodległości utworzyły demokratyczne państwo nowego typu – Stany Zjednoczone. Społeczne i polityczne stosunki w tym kraju sprzyjały nieskrępowanemu szerzeniu się kapitalizmu oraz przyswajaniu zdobyczy rewolucji przemysłowej. Sprzyjały do tego stopnia, że już pod koniec XVIII stulecia Amerykanie zaczęli uczestniczyć w tworzeniu nowoczesnej cywilizacji technicznej. Z upływem dziesięcioleci ich rola na tym polu nieustannie rosła, tak że w połowie XIX wieku Stany Zjednoczone wyrosły już na równorzędnego rywala Europy zachodniej.

Najważniejszym wydarzeniem technicznym pierwszej połowy ubiegłego stulecia było praktyczne zastosowanie energii pary do napędu w transporcie. Już od początku XVIII wieku podejmowano w Europie zachodniej i w Ameryce Północnej próby skonstruowania statku poruszanego siłą pary. Ale dopiero w 1807 roku pierwszy w pełni udany parostatek rozpoczął regularne rejsy po amerykańskiej rzece Hudson. Jego twórcą był Robert Fulton, z zawodu artysta malarz. Zapoczątkowało to szybki rozwój żeglugi parowej w Stanach Zjednoczonych, kraju rozległym i posiadającym wiele potężnych, znakomicie nadających się do tego rzek.

Wkrótce zaroilo się od parowców także w Wielkiej Brytanii, mającej d XVIII stulecia rozbudowaną gęstą sieć dróg wodnych, składającą się z uregulowanych rzek i specjalnie wykopanych, łączących je kanałów. W 1830 roku pływało już po wodach brytyjskich około tysiąca statków parowych, a po amerykańskich około siedmiuset, a po francuskich blisko sto. W 1819 roku amerykański parowiec "Savannah" przepłynął Atlantyk, potwierdzając ogromne możliwości nowego napędu, choć paliwa starczyło mu tylko na pierwsze cztery dni trwającego prawie miesiąc rejsu.

Wczesne parostatki poruszały się dzięki obrotowi kół łopatkowych, zagarniających wodę. Śrubę okrętową zastosował po raz pierwszy Czech Jeseff Ressel na austriackim statku "Civetta" w roku 1829. Upowszechniała się ona do końca lat trzydziestych. Wyposażano w nią zwłaszcza jednostki przeznaczone do żeglugi morskiej. W 1843 roku zbudowano w Anglii pierwszy wielki statek oceaniczny o żelaznym kadłubie, napędzany śrubą o średnicy pięciu metrów.

Łądowe pojazdy parowe konstruowano od 1770 roku. Początkowo stanowiły jedynie ciekawostkę, pozbawioną praktycznego znaczenia. Dopiero na przełomie wieków Kornwalijszyk Richard Trevithick budował zdolne do dłuższej jazdy lokomotywy drogowe, napędzane wysokopiętnymi silnikami własnej konstrukcji.

Na Wyspach Brytyjskich od dawna istniały wówczas kolejki przemysłowe, łączące kopalnie i fabryki z najbliższymi szlakami wodnymi. Transport odbywał się na nich przy pomocy konnych wózków jeżdżących po torach. Trevithick pierwszy zastąpił 1804 roku na jednej z takich walijskich kolejek konie swoim pojazdem parowym, który mógł uciągnąć sporą ilość wózków – wiemy, że pewnego razu przewiózł w ten sposób 25 ton ładunku. Tak narodziła się pierwsza kolej parowa.

Nowość wywołała sensację, ale przemysłowcy nie kwapili się do jej stosowania, gdyż wymagała kosztownych inwestycji – zakupu parowozów i budowy odpowiednio mocnych torów. Dopiero kiedy w wyniku wojen napoleońskich podróżowała znacznie w Anglii pasza dla koni, powstała bardziej sprzyjająca sytuacja. Zławszcza właściciele kopalń węgla, mający pod dostatkiem paliwa, skłonni byli używać lokomotyw.

Wielu konstruktorów zaczęło wówczas budować parowozy. Najwybitniejszym z nich okazał się Anglik George Stephenson. Od 1814 roku dostarczał on lokomotyw kolejkom przemysłowym, a następnie zbudował pierwszą linię kolejową dla przewozu pasażerów i towarów pomiędzy miastami Stockton i Darlington. Otwarcie jej w 1825 roku uważa się za narodziny kolei, choć – obok lokomotyw – część pociągów ciągnęły na niej konie.

Pierwszą prawdziwą linią kolejową – obsługiwaną wyłącznie przez parowozy – była następna, którą Stephenson połączył w 1830 roku wielkie przemysłowe miasto Manchester i port Liverpool. Doszło do tego po wielu perypetiach, gdyż działające na tej trasie drogowo i żeglugowe towarzystwa przewozowe rozpętały wielką kampanię przeciw kolei, wyolbrzymiając związane z nią niebezpieczeństwa (takie, jak eksplozje kotłów parowozowych, pożary czy szkodliwy wpływ dymu na zdrowotność okolicy). Parowozy Stephensona osiągnęły już w tym czasie taką sprawność i mogły rozwijać tak zawrotną wedle ówczesnych pojęć prędkość (do 45 kilometrów na godzinę!), że nic nie było w stanie powstrzymać zwycięskiego pochodu kolei.

Już w samym 1830 roku zbudowano pierwsze linie kolejowe w Stanach Zjednoczonych i we Francji, a do 1850 miały je już wszystkie liczące się podówczas kraje europejskie. W połowie XIX wieku łączna ich długość na świecie wynosiła 38 tysięcy kilometrów, z czego większość znajdowała się w Stanach Zjednoczonych i w Wielkiej Brytanii. A w połowie lat pięćdziesiątych kolej dotarła już na wszystkie kontynenty.

Rozrost sieci kolejowej spowodował wielkie zmiany na mapie gospodarczej korzystających z niej krajów. Przedtem zakłady przemysłowe budowano nad rzekami lub kanałami, zapewniającymi dogodny transport towarów. Kiedy funkcje te przejęła kolej, przebieg jej linii zaczął decydować o rozwoju jednych obszarów, a zacofaniu innych.

Było więc XIX stulecie od początku epoką triumfu pary. Wcześniej też zaczęło się stawać wiekiem elektryczności. W roku 1800 Włoch Alessandro Volta zbudował pierwszą baterię elektryczną – nowe źródło energii. Miało ono początkowo niewielkie zastosowanie praktyczne, ale ułatwiło dokładniejsze zbadanie zjawisk elektrycznych. Odkrycia dokonane w tej dziedzinie w 1831 roku przez Anglika Michaela Faradaya stały się podstawą zbudowania prądnicy i silnika elektrycznego.

Najważniejszym wykorzystaniem tej nowej energii w pierwszej połowie XIX stulecia było wprowadzenie telegrafu elektrycznego. Zbliżone jego systemy wynaleźli niezależnie w latach trzydziestych pionierzy w Niemczech, Rosji, Anglii i Stanach Zjednoczonych. Najwybitniejszym z nich okazał się amerykański artysta malarz Samuel Morse i jego system znalazł wkrótce powszechne zastosowanie. Pierwszą linię telegraficzną pomiędzy Waszyngtonem a Baltimore otwarto w 1844 roku. W ciągu następnych dziesięciu lat nastąpiła szybka rozbudowa sieci telegraficznej w Europie i w Ameryce, a pojedyncze jej linie powstały na wszystkich kontynentach.

Telegraf elektryczny niebywale przyspieszył wymianę informacji. W roku 1801 wieść o śmierci cara Pawła I dotarła do Londynu po trzech tygodniach. W 1855 roku o śmierci jego syna Mikołaja I, dowiedziano się tam po paru godzinach. Ludzkość odniosła zwycięstwo nad odległością – ogromny dotąd świat zaczął się od tego czasu jakby kurczyć i maleć.

Początek XIX wieku przyniósł zastosowanie w budownictwie nowych materiałów i nowych systemów konstrukcyjnych. Zaczęto budować mosty o dużych rozpiętościach, których przęsła zawieszano na żelaznych łańcuchach. Pierwszy tego typu most wznosił w 1800 roku w Pensylwanii Judge Finely, ale najwięcej stawiano ich w Wielkiej Brytanii. Szczególnie zasłynął w tej dziedzinie Thomas Telford. Most, który przerzucił w 1826 roku ponad cieśniną Menai, miał 176 metrów rozpiętości i ówczesnym ludziom – przyzwyczajonym do masywnych kamiennych konstrukcji – wydawał się tak wiotki, że bali się z niego korzystać. Telford przekonał ich o ogromnej wytrzymałości konstrukcji w pomysłowy sposób. Podczas przyływu polecił sprowadzić pod most ogromny żaglowiec i przywiązał go za maszt pośrodku przęsła. Kiedy nastąpił odpływ, okręt zawisnął na moście.

Nowością był także cement, wynaleziony w 1824 roku przez angielskiego murarza Josepha Aspidina. Po raz pierwszy użyto go na wielką skalę budując w latach 1825 – 1843 tunel pod Tamizą.

Wprowadzono też nowy rodzaj oświetlenia, wykorzystując do tego celu gaz otrzymany

ubocznie podczas produkcji koksu z węgla kamiennego. Pierwszy praktyczny sukces w tej dziedzinie odniósł Szkot Wiliam Murdock, oświetlając w ten sposób swój dom w 1792 r. W roku 1809 lampy gazowe pojawiły się na ulicach i w niektórych domach Londynu, a w 1819 – Paryża. Wkrótce poszły za ich przykładem i inne wielkie miasta w Europie i w Ameryce Północnej.

Ważnym wynalazkiem epoki była też fotografia. Pierwszą wykonał w roku 1822 Francuz Joseph Niepce. W oparciu o jego osiągnięcia praktyczną metodę otrzymywania zdjęć fotograficznych opracował w 1837 roku jego rodak, artysta malarz Louis Daguerre. W 1839 roku rząd francuski wypłacił wynalazcy wysoką nagrodę, a jego metodę ogłosił publicznie. Była stosunkowo prosta, toteż znalazła wielu zapalonych amatorów. Fotografowanie stało się modne. Dzięki temu wiemy, jak naprawdę wyglądali żyjący wówczas ludzie, jak przedstawiały się ówczesne, nie istniejące już budowle czy inne obiekty. W ten sposób człowiek w pewnym sensie przewyciężył czas, nauczył się utrwać obrazy rzeczy przemijających.

## ROZDZIAŁ XV

### *Pierwsze wielkie triumfy techniki*

Pierwsze dwadzieścia lat drugiej połowy XIX wieku to okres największej potęgi Wielkiej Brytanii, nadal rozbudowującej swoje imperium kolonialne, które pod koniec tego stulecia miało objąć czwartą część globu, panującej nad wszystkimi morzami i wywierającej silny wpływ na życie i politykę wielu krajów, także oficjalnie niezależnych, na wszystkich kontynentach. Nadawała ona ton ówczesnemu rozwojowi cywilizacji. Natomiast Francja, choć ciągle jeszcze starała się odgrywać rolę wielkiego mocarstwa, traciła na znaczeniu, również w zakresie wynalazczości. Coraz poważniej liczyły się Stany Zjednoczone i Niemcy. Pierwsze głównie w gospodarce i technice, nie biorąc jeszcze większego udziału w polityce światowej. Do przyśpieszenia procesów rozwojowych w tym rozległym i zasobnym w bogactwa naturalne kraju przyczyniło się zwycięstwo uprzemysłowionej nowoczesnej Północy nad zacofanym w stosunku do niej Południem w wielkiej wojnie domowej. Niemcy zaś – po rozgromieniu Austrii i Francji – zjednoczyły się w potężne, także pod względem przemysłowym, mocarstwo. Ale wielu spośród licznych w tym czasie wynalazców niemieckich nadal realizowało swe pomysły w Anglii, gdzie sytuacja sprzyjała nowościom technicznym. Wreszcie, na Dalekim Wschodzie, zacofana Japonia zerwała z tradycyjnym sposobem życia i przystąpiła do wielkiej pogoni za rozwiniętymi krajami, ucząc się od nich i przyswajając sobie, co tylko się dało z najnowszych osiągnięć technicznych.

Początek drugiej połowy ubiegłego wieku to epoka wielkich triumfów techniki – pierwszych poważnych sukcesów człowieka w ujarzmianiu i przystosowywaniu do swych celów otaczającego go świata. Rozrastająca się na coraz większe połacie globu sieć kolejowa wkroczyła również na tereny górskie – poprowadzono pierwsze jej linie przez Alpy, a niebawem i przez Andy w Ameryce Południowej. Wymagało to ogromnych robót inżynierskich, m.in. drążenia poprzez masywy skalne wielokilometrowych tuneli. Użyto do tych prac świdrów napędzanych sprężonym powietrzem, a z czasem także dynamitu, wynalezione go w 1867 roku przez Szweda Alfreda Nobla.

Szczególnie ważną rolę odgrywała kolej na rozległych, słabo zaludnionych obszarach Ameryki Północnej, gdzie ułatwiała osadnictwo, torowała drogę cywilizacji i sprzyjała ożywieniu życia gospodarczego. W 1869 roku ukończono tam budowę pierwszej linii transkontynentalnej, łączącej wybrzeża Atlantyku i Pacyfiku. Na kolejach amerykańskich, gdzie trasy były długie i podróże trwały

nierzadko po kilka dni, wprowadzono wagony sypialne, a po pewnym czasie także restauracyjne. Tam też zaczęto stosować automatyczny hamulec kolejowy, oparty na działaniu sprężonego powietrza, wynaleziony w 1872 roku przez George'a Westinhouse'a. Hamulec ten znakomicie zdał egzamin w praktyce i szybko rozpowszechnił się na całym świecie.

W Londynie, największym i najludniejszym wówczas mieście świata, poważne kłopoty zaczął sprawiać uliczny ruch kołowy. Żeby temu zaradzić, otwarto tam w 1863 roku pierwszą linię kolei podziemnej. Nazwano ją „metropolitan” – od niej pochodzi popularna nazwa tego środka komunikacji : metro.

Podobnie jak sieć kolejowa, rozrastała się – zazwyczaj towarzysząca jej, ale podążająca własnymi szlakami – sieć telegraficzna. Od połowy ubiegłego wieku zaczęto układać podmorskie kable telegraficzne coraz większej długości. Wreszcie porwano się na zadanie nie lada – postanowiono zaprowadzić stałą łączność telegraficzną przez Atlantyk. Po kilku latach żmudnych i bezskutecznych wysiłków udało się to ostatecznie w 1866 roku. Użyto wówczas do tego celu największego statku świata, prawdziwego pływającego kolasa o nazwie „Great Eastern”, zbudowanego w Anglii w 1858 roku. Mógł on zabrać 6 tysięcy pasażerów 18 tysięcy ton ładunku oraz zapas węgla pozwalający na odbycie rejsu do Australii i z powrotem bez uzupełniania paliwa. Był to jeden z cudów ówczesnej techniki, ale ułożenie kabla transatlantyckiego było jego jedynym praktycznym sukcesem. Zbudowany „na wyrost”, ponad potrzeby epoki, nie był w stanie zarobić na swe utrzymanie – nigdy nie miał kompletu pasażerów ani pełnych ładowni i doprowadził do bankructwa kolejne użytkujące go towarzystwa.

Największym ówczesnym sukcesem w dziedzinie poprawiania natury było zbudowanie w 1868 roku Kanału Sueskiego, łączącego Morze Śródziemne z Morzem Czerwonym. Twórcą jego był dyplomata francuski Ferdinand Lesseps, nieprzypadkowo, bo właśnie umiejętności dyplomatyczna bardziej były potrzebne przy realizacji tego przedsięwzięcia niż inżynierskie. Musiał on pokonać liczne przeszkody piętrzone przez Wielką Brytanię, niechętną tej francuskiej inicjatywie. Kanał znacznie skrócił drogę morską z Europy (szczególnie z krajów śródziemnomorskich na Ocean Indyjski i Daleki Wschód.

W połowie XIX wieku poważnych postępów dokonała inżynieria budowlana. Od lat czterdziestych zaczęto stawiać mosty kratownicowe, które w ciągu paru dziesięcioleci bardzo się rozpowszechniły. Niebawem przerzucano je ponad wielkimi rzekami, nie tylko w Europie i Ameryce Północnej, ale także na innych kontynentach. Nauczono się solidnie posadawiać flary mostowe – od połowy stulecia używano do tego kesonów, żelaznych otwartych od dołu cylindrów. Wypełniano je sprężonym powietrzem, które powstrzymywało wodę od wdzierania się do ich wnętrza. Dzięki temu mogli w nich pracować robotnicy. Wykonywano w dnie rzeki wykopy na tyle głębokie, aby oprzeć fundamenty filarów na mocnym gruncie (najchętniej na skale). Jednym z pionierów żelaznych mostów kratownicowych i metody kesonowej był nasz rodak, Stanisław Kierbedź, twórca wielu tego rodzaju budowli na rzekach imperium rosyjskiego.

Drugą ważną nowością w budownictwie były budynki szkieletowe. Kiedy wznoszono wysokie domy z cegieł, mury ich najniższych kondygnacji musiały być nadzwyczaj grube, aby unieść ciężar całej budowli. Wymagało to ogromnej ilości cegły i przysparzało kłopotów architektom, gdyż na dolnych piętrach więcej było murów niż przestrzeni do wykorzystania. Żeby temu zapobiec, zaczęto wznosić – jako zasadniczą konstrukcję nośną wysokich budynków – szkielet ze słupów i łączących je poziomych belek. Początkowo wykonywano go z żeliwa, czyli lanego żelaza. Szkielet przenosi obciążenia od wszystkich kondygnacji bezpośrednio na fundamenty. Ściany na poszczególnych piętrach nie mają więc żadnych obciążeń poza własnym ciężarem. Można je zatem murować na grubość jednej czy najwyżej dwóch cegieł, zależnie od klimatu tak by zapewniały ciepło we wnętrzu budynku.

Te nowe sposoby budownictwa zyskały jeszcze większe możliwości dzięki zastosowaniu w budownictwie nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych – stali i żelbetu. Stal znano oczywiście od wieków, ale wytwarzano ją w niewielkich ilościach (sporządzano z niej głównie klingi mieczów i szabel). Dopiero w 1856 roku inżynier angielski Henry Bessemer wynalazł metodę pozwalającą na jej

masową i nieporównanie szybszą produkcję. Polegała ona na przedmuchiwaniu tzw. surówki, (czyli płynnego żelaza, silnym strumieniem powietrza w specjalnym wielkim naczyniu (konwertorze), z uwagi na jego kształt zwanym potocznie „gruszką Bessemera”. Żeby zrozumieć, jak epokowy był to wynalazek, trzeba odwołać się do liczb. Otóż przetopienie 5 ton surówki na żelazo kowalne (będące czymś w rodzaju miękkiej stali) sposobem tradycyjnym trwało około 10 dni. Po udoskonaleniach procesu hutniczego, wprowadzonych w Anglii pod koniec XVIII wieku – w trakcie rewolucji przemysłowej – zabierało to półtora dnia. Metoda Bessemera skracała całą rzecz do 20 minut!

Przystosowana niebawem do gatunków rud żelaza najobficiej występujących w Europie, już w latach sześćdziesiątych zapewniła dostatek stali krajom najbardziej rozwiniętym, zaspokajając stale rosnące na nią zapotrzebowanie. Najwięcej jej szło na szyny szybko rozbudowywanej sieci kolejowej. Ale już w 1874 roku stanął w St. Louis na Missisipi pierwszy most stalowy, a pod koniec stulecia wznoszono, głównie w Ameryce Północnej, drapacze chmur o stalowych szkieletach.

Sporo stali zużywał przemysł zbrojeniowy. Armie europejskie zaczęły się w tym czasie posługiwać działami o stalowych gwintowanych lufach, co znacznie zwiększyło donośność i celność artylerii. Przędowali w tym Prusacy, którzy w 1870 roku użyli przeciw Francji stalowych armat ładowanych od tyłu (do tego czasu pociski wpychano do nich przez lufę). Stal znalazła też zastosowanie w karabinach wielostrzałowych, które w latach sześćdziesiątych pojawiły się w Stanach Zjednoczonych i w Niemczech.

W połowie lat pięćdziesiątych zaczęto budować opancerzone stalą okręty wojenne, tzw. pancerniki. Do pierwszego ich boju doszło w 1862 roku, podczas wojny domowej w Stanach Zjednoczonych. Poszukiwania sposobów skutecznej walki z takimi jednostkami doprowadziły do wynalezienia torpedy morskiej. Pierwsze udane z nią próby przeprowadzono w 1867 roku, w boju użyto jej w końcu lat siedemdziesiątych.

W tym czasie doszło też do powstania innej ważnej broni – karabinu maszynowego. Pierwsza jego wersja była wielolufowa. Użyto jej w 1864 roku, w amerykańskiej wojnie domowej. Twórcą jej był Richard Gatling. Podobnymi wielolufowymi karabinami maszynowymi posługiwali się Francuzi w wojnie z Prusami w 1870 roku. Karabin maszynowy nowoczesnego typu powstał w 1884 roku. Skonstruował go Amerykanin Hiram Maxim, działający w Wielkiej Brytanii. Broń tę zastosowano po raz pierwszy w wojnach kolonialnych w Azji i Afryce w ostatnim dziesięcioleciu XIX wieku.

Drugim nowoczesnym materiałem budowlanym, zrodzonym w tej epoce, był żelbet (żelazobeton), czyli beton wzmocniony żelaznymi prętami. Belka żelbetonowa jest znacznie wytrzymalsza od betonowej, gdyż owe pręty przenoszą naprężenia rozciągające, na które sam beton (podobnie jak każdy kamień) jest mało odporny – w przybliżeniu dziesięciokrotnie mniej niż na ściskanie. Spośród kilku pionierów żelbetu, działających w połowie XIX stulecia we Francji i w Anglii, największy rozgłos zyskał Francuz Joseph Monier, który ostatecznie opatentował ten wynalazek w 1867 roku. Żelbet ma wiele zalet. Można z niego wznosić budowle o dowolnych niemal kształtach, a przy tym jest znacznie tańszy od stali. Nic dziwnego, że od końca XIX wieku po dziś dzień odgrywa w budownictwie niezwykle ważną rolę.

W połowie ubiegłego stulecia narodziły się jeszcze nowe materiały, ważne w nowoczesnej technice i w życiu codziennym. Jednym z nich była guma, którą nauczono się wytwarzać z kauczuku – substancji wydzielanej przez pewne gatunki drzew tropikalnych, sprowadzanej do Europy z kolonii już do połowy XVIII wieku. Drugim – pierwsze tworzywo sztuczne, zwane parkesiną od nazwiska wynalazcy, Aleksandra Parkesa. Na światowej wystawie przemysłowej w Londynie w roku 1862 przedstawił on wykonane z parkesiny przedmioty codziennego użytku – grzebienie, guziki, pudełka itp. wytwarzanie parkesiny okazało się jednak zbyt kosztowne i wkrótce go zaniechano. Pierwszym tworzywem sztucznym, które znalazło powszechne zastosowanie, stał się celulooid wynaleziony przez Amerykanina Johna Hayatta w 1870 roku.

Sięgnięto też po nowy surowiec pod ziemię. Zaczęto wydobywać i spożytkowywać ropę naftową. Jednym z pionierów tej nowej gałęzi przemysłu był nasz rodak, lwowski aptekarz Ignacy Łukasiewicz, wynalazca lampy naftowej (1853). W 1854 roku założył on w Bóbrce koło Krosna

pierwszą na świecie kopalnię „oleju skalnego”, który przetwarzał w urządzonych przez siebie destylarniach na naftę, smary i oleje do maszyn oraz asfalt. Początkowo po prostu kopano doły i czerpano ropę, która się w nich gromadziła. Wiercenie głębokich szybów naftowych zapoczątkował w 1859 roku Amerykanin Edwin Drake w Pensylwanii.

Na złoty wiek ropy naftowej trzeba było jeszcze poczekać nastał on dopiero pod koniec XIX wieku, kiedy narodziła się motoryzacja. Tymczasem, w 1860 roku, wynaleziono inny ważny element, który miał się przyczynić do jej powstania – silnik spalinowy. Na razie był to silnik gazowy, jego paliwo stanowił ten sam gaz, którego używano do celów oświetleniowych. Nowy środek napędu szybko znalazł zastosowanie w przemyśle.

Z innych zdobyczy ówczesnej techniki wypada wymienić przede wszystkim pośpieszną rotacyjną (wyposażoną w obracające się walce) maszynę drukarską, dzięki której można było wydawać poczytne gazety w wielotysięcznych nakładach, oraz maszynę do szycia produkowaną i sprzedawaną na użytek domowy już od lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia.

Opanowując i przekształcając Ziemię i przyrodę, tworząc nowe materiały dla zaspokojenia swych rosnących potrzeb, nasi przodkowie z początków drugiej połowy XIX stulecia mogli dumnie i z ufnością spoglądać w przyszłość. Możliwości techniki zdawały się nie mieć granic, a urzeczywistnienie najbardziej fantastycznych pomysłów – tylko kwestią czasu.

## ROZDZIAŁ XVI

### *Epoka cudów*

W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku powstało wyjątkowo dużo wielkich, zadziwiających i po dziś dzień służących nam wytrwale wynalazków. Znaczna ich część narodziła się w Ameryce, która właśnie wysunęła się na czoło rozwiniętych krajów i zaczęła nadawać ton postępowi cywilizacji technicznej.

Była to epoka ogromnego rozwoju przemysłu. W wielu dziedzinach, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych, zapoczątkowano wówczas masową produkcję znormalizowanych, jednakowych części zamiennych (oznacza to, że każda część pasuje do każdego odpowiedniego urządzenia – co dzisiaj wydaje nam się oczywiste, a wtedy było nowością). Wykorzystano w ten sposób w praktyce doświadczenia nabyte we wcześniejszych – podejmowanych już od końca XVIII wieku – próbach, związanych z wytwarzaniem broi palnej. Rozpoczęły pracę pierwsze automatyczne obrabiarki. Na największą skalę działało się to wszystko w Ameryce, w Europie zaś – głównie w Niemczech. Wielka Brytania, choć znajdująca się wówczas u szczytu potęgi, w mniejszym stopniu uczestniczyła w tworzeniu nowej techniki.

Najbardziej efektywne z ówczesnych wynalazków związane były z elektrotechniką. W 1876 roku Amerykanin Aleksander Graham Bell stworzył telefon. Rozmawianie na odległość za pośrednictwem drutów stało się sensacją dnia. Już od 1878 roku zaczęły powstawać miejskie centrale telefoniczne, a w 1889 pojawiły się centrale automatyczne.

Jeszcze większym wydarzeniem było wynalezienie praktycznego oświetlenia elektrycznego. Wprawdzie już od lat czterdziestych XIX wieku konstruowano we Francji i w Anglii lampy wykorzystujące zjawisko tzw. łuku elektrycznego – iskry powstającej pomiędzy niezbyt oddalonymi od siebie elektrodami (czyli biegunami o odmiennych ładunkach elektrycznych, plusowym i minusowym),



ale miały one liczne wady. Podstawowy kłopot sprawiało wypalanie się elektrod – z upływem czasu odstęp pomiędzy nimi stawał się zbyt duży i lampa gasła. Żeby temu zapobiec, próbowano stosować mechanizmy zegarowe, stopniowo przybliżające elektrody.

Problem udało się skutecznie rozwiązać dopiero w 1876 roku. Dokonał tego Paweł Jabłoczkow, Rosjanin pracujący wówczas w Paryżu. Ustawił on elektrody we właściwej odległości równoległe obok siebie i zastosował prąd zmienny, w wyniku czego nieustannie zmieniał się znak ich ładunku (plusowa stawała się za moment minusową i na odwrót). Dzięki temu elektrody wypalały się w jednakowym tempie i odstęp pomiędzy ich końcami pozostawał zawsze taki sam. Tak udoskonalone lampy łukowe, zwane „świecami Jabłoczkowa”, stosowano od 1877 roku do oświetlania placów i dużych sal. Nie nadawały się one jednak do oświetlania mieszkań, gdyż świeciły zbyt silnie. I na to nic już nie można było poradzić.

Od lat czterdziestych próbowano również zbudować źródło światła oparte na zjawisku żarzenia się niektórych substancji pod wpływem przepływającego przez nie prądu elektrycznego. Nie zdołano jednak stworzyć niczego, co by świeciło dłużej niż kilka minut. W 1879 roku podjął to zadanie Amerykanin Thomas Alva Edison, największy wynalazca wszystkich czasów, człowiek który uzyskał w swej karierze ponad tysiąc patentów. Już wówczas był on sławny, nazywano go „czarodziejem z Menlo Park” (w tej miejscowości znajdowało się jego laboratorium, w którym pracował nad wynalazkami wraz z zespołem starannie dobranych, zdolnych asystentów).

Prace były żmudne i trwały kilka miesięcy. Edison podzielił swych pomocników na zespoły, z których każdy zajmował się rozwiązywaniem innego, ważnego problemu. Największe kłopoty sprawiało znalezienie odpowiedniego materiału żarzącego – przebadano pod tym względem tysiące rozmaitych substancji. Można powiedzieć, że długo nie mogąc wynaleźć żarówki elektrycznej, Edison wynalazł w tym celu nowoczesną metodę wynajdywania, która w końcu doprowadziła do jej powstania. Ostatecznie cała sprawa zakończyła się największym z jego sukcesów. Udało mu się skonstruować żarówkę z włóknem węglowym, świecącą przez kilkadziesiąt, a po dalszych ulepszeniach ponad sto godzin. W noc sylwestrową 1879 roku Edison urządził w Menlo Park iluminację przy użyciu osmiuset żarówek.

Nowe źródło światła rozpowszechniło się bardzo szybko. Edison opracował w związku z tym cały system rozprowadzania prądu elektrycznego do poszczególnych odbiorców. W 1882 roku stworzył w Nowym Jorku pierwszą w dziejach elektrownię miejską, sprzedającą energię elektryczną użytkownikom. Już w rok później powstały podobne elektrownie w Mediolanie i w Petersburgu (dzisiejszym Leningradzie, który był wówczas stolicą Rosji), a w 1884 roku w Berlinie.

Oświetlenie elektryczne jest z pewnością jednym z największych udogodnień naszych czasów. Ale dokonano wówczas również innych ważnych zastosowań prądu elektrycznego.

Najwybitniejszym europejskim wynalazcą w tej dziedzinie był Niemiec Ernst Werner Siemens. W 1879 roku skonstruował on lokomotywę elektryczną. Dzięki temu w 1881 roku ruszyły w Berlinie pierwsze tramwaje elektryczne, a w 1882 roku pierwsze kolejki elektryczne w niemieckich kopalniach. Elektryfikację kolei zapoczątkowano w Ameryce w 1895 roku.

W Niemczech narodził się również samochód. Stworzyli go w latach 1885 – 86, niezależnie, dwaj konstruktorzy – Gottlieb Daimler i Carl Benz. W 1890 roku obaj otworzyli fabryki samochodów. Nowy pojazd szybko zdobył sobie popularność. Powstawały rozmaite jego rodzaje, budowane przez innych pionierów europejskich i amerykańskich. W 1894 roku wyposażono samochód w opony pneumatyczne, wynalezione w 1888 roku (dla roweru) przez Szkota Johna Dunlopa mieszkającego w Irlandii Północnej. W tym samym 1894 roku odbył się we Francji pierwszy wyścig automobilowy na trasie Paryż– Rouen.

Udoskonaleniu uległ również napęd parowy. Angielski inżynier Charles Parsons wynalazł turbinę parową, opartą na tej samej zasadzie co zabawka Herona w Aleksandrii. W 1894 roku zastosowano ją do napędu stateczku o nazwie „Turbina”, z pomyślnym rezultatem

– rozwijał on prędkość prawie 35 węzłów (czyli 64 km/godz.). Na morzu, nawet jeszcze dzisiaj, jest to szybkość bardzo duża – wówczas była wręcz rewelacyjna. To też od 1897 roku zaczęto wyposażać w

ten napęd brytyjskie okręty wojenne.

W okresie tym dokonano też postępów na drodze wiodącej do zbudowania praktycznej łodzi podwodnej. Wśród licznych pracujących w tej dziedzinie pionierów był Polak, Stefan Drzewiecki, działający w Rosji i we Francji. Jego pomysły były pierwsze wyrzutnie torpedowe, funkcjonujące przy użyciu sprężonego powietrza. Nowoczesne okręty podwodne powstały pod koniec ubiegłego stulecia we Francji i w Stanach Zjednoczonych. Odegrać miały (zwłaszcza niemieckie) poważną rolę podczas pierwszej wojny światowej (1914 – 18).

W epoce tej weszła również w użycie maszyna do pisania. Najwybitniejszym spośród jej pionierów był Amerykanin Christopher Sholes. Od 1873 roku maszynę jego konstrukcji produkowała znana wówczas wytwórnia karabinów firmy „Remington”, od 1876 roku na wielką skalę. Jednym z pierwszych jej użytkowników był pisarz amerykański Mark Twain, a pierwszą napisaną na niej książką „Przygody Tomka Sawyera” (1876). Z pisarzy europejskich pierwszy sięgnął po maszynę do pisania Lew Tołstoj, a z polskich Bolesław Prus. W latach osiemdziesiątych zaczęto w Stanach Zjednoczonych stosować nowoczesne urządzenia drukarskie, znacznie przyspieszające składanie tekstu.

Amerykańskim wynalazkiem był także gramofon i sposób produkcji płyt gramofonowych. Dokonał tego w 1887 roku imigrant z Niemiec, Emil Berliner. Czarodziejskie pudełko wyposażone w wielką tubę, odtwarzające zaklęty w płytach dźwięk, zrobiło błyskawiczną karierę i stało się jednym z najbardziej charakterystycznych elementów owej epoki – epoki cudów technicznych ...

## **ROZDZIAŁ XVII**

### ***Na przełomie stuleci***

Dwa wynalazki z ostatnich lat ubiegłego stulecia wywarły szczególnie silny wpływ na kształt nowoczesnego życia. Jednym z nich był film. Pierwsze kino otwarto w Paryżu w 1895 roku. Jego twórcami byli bracia Louis i Auguste Lumiere, wynalazcy kinematografu – aparatu do fotografowania obiektów w ruchu i odtwarzania owych ruchomych obrazów. Chociaż ludzie po trochu już przywykli do cudownych nowości, kino wywołało sensację i zrobiło zawrotną karierę na całym świecie.

Drugą sensacją ostatnich lat XIX wieku stało się radio. Zapoczątkował je w 1894 roku udanym eksperymentem, Włoch Guglielmo Marconi, uzyskując w następnych latach coraz lepsze wyniki. Niewiele gorsze były rezultaty rosyjskiego uczonego Aleksandra Popowa, prowadzącego podobne doświadczenia od 1895 roku. Gdyby obaj pionierzy pozostali w swych ojczyznach, nie wiadomo, czy i kiedy doszłoby do powstania radia, takiego, jakim je dziś znamy. Na szczęście, Marconi udał się w 1896 roku do Wielkiej Brytanii, gdzie opatentował wynalazek i uzyskał poparcie władz wojskowych oraz kapitalistów, zainteresowanych zyskami, jakie mógł przynieść ten nowy środek łączności.

Mając odpowiednie fundusze i wyposażenie techniczne, Marconi stale zwiększał zasięg swej aparatury. W 1897 roku przesłał sygnały na odległość 15 kilometrów, w 1899 już na odległość 150 kilometrów. W 1901 roku udało mu się przekazać je przez Atlantyk. Miało to wielkie znaczenie, gdyż dowodziło, że zasięg radia jest w praktyce nieograniczony, co o tego momentu wcale nie było pewne. Wówczas, jak grzyby po deszczu, zaczęły powstawać radiostacje. Oczywiście, były to stacje radiotelegraficzne, wymieniające między sobą depesze alfabetem Morse’a. Miało jeszcze upłynąć sporo

czasu, zanim doszło do audycji dźwiękowych – radio nazywano w owych czasach „telegrafem bez drutu”.

Największą zdobyczą zarania XX wieku było opanowanie przestworzy. Wprawdzie już od 1783 roku latano balonami, ale bardzo szybko okazało się wówczas, że zdane na łaskę wiatrów – nigdy nie staną się one praktycznym środkiem komunikacji powietrznej. Od połowy XIX stulecia próbowano budować sterowce, czyli balony wyposażone w śmigła napędzane silnikami parowymi, spalinowymi lub elektrycznymi. Bardziej udane spośród nich potrafiły dokonywać lotów docelowych, przynajmniej przy sprzyjającej, bezwietrznej pogodzie.

Pierwsze w pełni udane sterowce, rozwijające prędkość rzędu stu kilometrów na godzinę, zaczęły się pojawiać od 1900 roku w Niemczech i Francji. Najgłośniejszym z ich konstruktorów był Niemiec, Ferdinand von Zeppelin. Jego sterowce, kształtem przypominające wielkie cygara (ponad stumetrowej długości), miały aluminiową konstrukcję kratową pokrytą płótnem. Zwano je zeppelinami. Od 1909 roku obsługiwały w Niemczech pasażerskie linie lotnicze, a podczas pierwszej wojny światowej używano ich do zwiadu i bombardowań.

Prawdziwego, w pełni udanego podboju przestworzy dokonał jednak nie sterowiec, ale samolot. Bezowocne wysiłki zbudowania maszyny latającej cięższej od powietrza podejmowało w drugiej połowie XIX wieku wielu pionierów. Doszło wówczas jedynie do powstania w latach dziewięćdziesiątych kilku zdolnych do lotu i manewrowania szybowców. Entuzjastami szybownictwa byli wtedy m.in. Amerykanie, bracia Wilbur i Orville Wright. Na szybowcu własnej konstrukcji zgłębiali w 1902 roku tajniki pilotażu. W oparciu o te doświadczenia zbudowali w 1903 roku dwupłatowy samolot, który wyposażyli w silnik benzynowy własnej konstrukcji. W końcu tego roku dokonali na nim pierwszych w dziejach udanych lotów (najdłuższy z nich wyniósł 260 metrów i trwał 59 sekund).

Osiągnięcie to – przyjęte początkowo z niedowierzaniem – zapoczątkowało błyskawiczny rozwój lotnictwa. W 1905 roku udoskonalony samolot Wrightów pokonał przeszło 38 kilometrów, a w 1909 roku Francuz Louis Bleriot przeleciał ponad Kanałem La Manche. Wysiłki licznych konstruktorów, działających w rozmaitych krajach, w ciągu niewielu tak doprowadziły do tego, że samoloty mogły już odegrać pewną rolę w czasie pierwszej wojny światowej.

W końcu XIX stulecia społeczeństwa europejskie stanęły w obliczu poważnego problemu. Wzrastająca szybko ludność wymagała zwiększenia produkcji żywności, przede wszystkim zboża. A w krajach rozwiniętych nie było możliwości poważniejszego powiększenia terenów rolnych. Na domiar złego zaczęły się wyczerpywać pokłady saletry chilijskiej, od połowy stulecia sprowadzanej do Europy i wykorzystywanej do nawożenia pól. Groziło więc niebezpieczeństwo spadku wydajności rolnictwa.

Rozwiązać ten problem mogła tylko masowa produkcja tanich nawozów sztucznych. A ponieważ – jak już dobrze wiemy – potrzeba jest matką wynalazków, a w pierwszych latach XIX wieku wynaleziono metody wytwarzania związków azotowych z powietrza. Twórcą najdawniejszej z nich był nasz rodak Ignacy Mościcki, późniejszy prezydent Rzeczypospolitej, pracujący wówczas naukowo w Szwajcarii. Wykorzystał w niej, nawiasem mówiąc, znane nam już zjawisko łuku elektrycznego.

Przemysłowe zastosowanie tej metody wymagało skonstruowania potężnych kondensatorów elektrycznych, przystosowanych do prądu o wysokim napięciu. Mościcki i tego dokonał. Okazały się one zresztą wielce przydatne także w powstających wówczas pierwszych radiostacjach i w liniach energetycznych wysokiego napięcia. W 1910 roku powstał w Szwajcarii pierwszy zakład wytwarzający metodą Mościckiego stężony kwas azotowy. Nowa gałąź przemysłu ułatwiała również produkcję materiałów wybuchowych. A był to okres intensywnych zbrojeń – wielkie mocarstwa szykowały się do walki o nowy podział świata.

Była to epoka dalszego ogromnego rozwoju przemysłu i wzrostu jego automatyzacji. Najbardziej chyba efektywnym przykładem unowocześniania się tej dziedziny było uruchomienie w 1913 roku przez Henry’ego Forda w Detroit taśmowej produkcji samochodów. Innowacja ta przyniosła rewelacyjne rezultaty. Czas montażu silnika został skrócony dwukrotnie, składania podwozia – ośmiokrotnie. Produkcja zakładów wzrosła ze 170 tysięcy samochodów w 1912 roku do ponad pół

miliona w 1915 roku. Stale usprawniając metody produkcji i obniżając cenę swego samochodu (w ciągu dziesięciu lat spadła ona do połowy), Ford uczynił go naprawdę popularnym środkiem komunikacji, kładąc podwaliny nowoczesnej, powszechnej motoryzacji.

W 1914 roku, w przededniu pierwszej wojny światowej, otwarto Kanał Panamski, łączący Atlantyk z Pacyfikiem, mający dla żeglugi światowej chyba jeszcze większe znaczenie niż Kanał Sueski. Szczególnie ważny, także ze względów strategicznych, jest on dla Stanów Zjednoczonych. Nic więc dziwnego, że zbudowali go Amerykanie.

W 1903 roku energiczny prezydent Theodore Roosevelt doprowadził do oderwania się od Kolumbii jej północnej prowincji, która – przy poparciu Stanów Zjednoczonych – usamodzielniała się jako nowe państwo, Panama. W dowód wdzięczności przekazała ona Amerykanom we władanie przecinający ją na pół pas ziemi o szerokości 32 kilometrów, którym poprowadzono kanał.

Przedsięwzięcie wymagało ogromnych robót ziemnych i budowy ciężkich śluz. Utrudniał je tropikalny, niezdrowy klimat oraz ciągłe ruchy i obsuwanie się mas ziemnych, niweczących wiele wysiłków. Nie sprościli tym przeszkodom Francuzi, którzy próbowali przekopać kanał w latach 1883 – 1885. Amerykanie – dysponujący doskonalszym sprzętem i bardziej zaawansowaną wiedzą inżynierską (oraz medyczną) – potrafili je przezwyciężyć. Głównym twórcą kanału był doświadczony inżynier, pułkownik George Washington Goethals, kierujący jego budową od roku 1907.

W kilka tygodni po otwarciu tej nowej wspaniałej drogi morskiej świat pogrążył się w zmaganiach, bardziej zaciętych i krwawych niż wszystko, co przeżył do owej pory.

## ROZDZIAŁ XVIII

### *Między dwiema wojnami*

Wojna zmusza ludzi do maksymalnego wysiłku, także umysłowego. Dlatego właśnie podczas wojen postęp techniczny ulega przyspieszeniu. Wprowadza się wówczas wiele udoskonaleń i usprawnień, dążąc do jak największej skuteczności środków i metod. Znacznie mniej zwraca się wtedy uwagę na ich koszt czy opłacalność. W takiej sytuacji może dojść do urzeczywistnienia pomysłów, które mogłyby nie znaleźć uznania podczas pokoju. Sporo takich nowości zostaje później z powodzeniem wykorzystanych do zwykłych, życiowych celów.

Takim potężnym motorem postępu była pierwsza wojna światowa, tocząca się – głównie w Europie – w latach 1914 – 1918. Narodziły się podczas niej dwie ważne nowości wojskowe – czołg i lotniskowiec. Największy wpływ wywarła jednak na rozwój lotnictwa, które w trakcie tych zmagañ uległo nadzwyczajnemu udoskonaleniu, przekształcając się z ciekawostki technicznej dla ryzykantów w dojrzały środek komunikacji.

W 1919 roku dwaj brytyjscy lotnicy wojskowi, John Alcock i Arthur Whitten Brown, dokonali – jako pierwsi – przelotu nad Oceanem Atlantyckim (Amerykanin Charles Lindbergh, któremu powszechnie przypisuje się ów wyczyn, zrobił to dopiero w 1927 roku). W tymże roku powstały w Niemczech, Anglii i Francji pierwsze regularne pasażerskie linie lotnicze. Użyto na nich przerobionych do tego celu bombowców, obsługiwanych przez zdemobilizowanych pilotów wojskowych. Począwszy od lat dwudziestych zaczęto budować specjalne samoloty, przeznaczone do przewozu pasażerów. Na początku lat trzydziestych pojawiły się w Stanach Zjednoczonych pierwsze nowoczesne dwusilnikowe

samoloty pasażerskie, wyposażone w chowane podwozie, mogące w razie potrzeby kontynuować lot o jednym silniku.

Na dłuższych dystansach rywalizowały jeszcze wówczas z samolotami wielkie sterowce. Używano ich do efektownych wyczynów – lotów polarnych czy podróży dookoła świata. Obsługiwały też komunikację pasażerską przez Atlantyk, do czego nie nadawały się jeszcze ówczesne samoloty. Największy udział miały w tym niemieckie zeppelin. Jednakże sterowce, choć pozornie bezpieczne i mniej zawodne od samolotów, kryły w sobie straszliwą groźbę. Był nim wodór – łatwopalny gaz, którym je wypełniano. Po serii tragicznych katastrof, w 1937 roku ostatecznie przestano z nich korzystać w komunikacji powietrznej.

Stal i żelbet odgrywały już wówczas w budownictwie podobną rolę jak dzisiaj. Nowym materiałem, wprowadzonym do praktyki w tej epoce, był beton wstępnie sprężony – rodzaj udoskonalonego żelbetu. Elementy konstrukcji stalowych zaczęto łączyć spawaniem. Przyniosło to oszczędność na materiale w porównaniu z konstrukcjami nitowanymi – stosowanymi dotąd – a więc i mniejsze koszty. Przewodziła w tej dziedzinie Ameryka. W Europie pierwszy most spawany zbudował w 1928 roku na rzece Słudwi pod Łowiczem polski inżynier Stefan Bryła. Był on też autorem pierwszych na świecie przepisów dotyczących stosowania spawania w budownictwie, które stały się wzorem dla innych krajów. Nie wszędzie od razu przyjęto tę nowość, łączyła się bowiem z pewnym ryzykiem – nie umiano jeszcze wówczas kontrolować jakości wykonania spoin.

Dwudziestolecie międzywojenne było okresem ogromnego rozwoju motoryzacji. W związku z tym zaczęto budować autostrady, czyli bezpieczne drogi przeznaczone do szybkiej jazdy, nie krzyżujące się z innymi na jednym poziomie i omijające większe skupiska ludzkie. Pierwsza z nich powstała w 1924 roku we Włoszech. W latach trzydziestych stosunkowo gęstą sieć autostrad zbudowały Niemcy (odgrywały w tym rolę względy strategiczne) oraz Stany Zjednoczone.

W 1920 roku rozpoczęła pracę w Pittsburghu Stanach Zjednoczonych pierwsza rozgłośnia radiowa, nadająca program dźwiękowy, a w sprzedaży pojawiły się pierwsze produkowane fabrycznie radioodbiorniki. W ciągu następnych kilku lat zaczęto nadawać stałe programy radiowe w wielu krajach.

Prowadzone od ostatniej ćwierci XIX wieku, bezowocne próby stworzenia telewizji zostały w końcu uwieńczone pomyślnym rezultatem w roku 1925. wtedy to Szkotowi Johnowi Bairdowi udało się przekazać na odległość obraz człowieka w ruchu. Do publicznego pokazu tego wynalazku doszło w Londynie w 1926 roku. System Bairda opierał się na zasadzie mechanicznej.

W następnych latach w Stanach Zjednoczonych (głównie dzięki pracom imigranta z Rosji, Władymira Zworykina) i w Wielkiej Brytanii stworzono podstawy znacznie doskonalszej telewizji elektronicznej, która ostatecznie znalazła zastosowanie praktyczne. W 1936 roku, najpierw w Wielkiej Brytanii, wkrótce potem w Niemczech i w Stanach Zjednoczonych, zaczęto nadawać programy telewizyjne.

Unowocześnieniu uległo kino. Na początku lat dwudziestych w Niemczech i w Stanach Zjednoczonych pojawiły się pierwsze filmy dźwiękowe. W pełni udane takie filmy nakręciła amerykańska firma barci Warner w latach 1927-28. Od końca XIX wieku próbowano stworzyć film barwny. Jednym z jego pionierów był nasz rodak, wszechstronny wynalazca Jan Szczepanik, zwany „polskim Edisonem”. Opracował on w latach 1918 – 1925 system udalnie odtwarzający kolory naturalne, ale zbyt kosztowny. Wynalazcą praktycznego systemu filmu barwnego, stosowanego po dziś dzień technicoloru, był Amerykanin Herbert Kalmus. Od 1932 roku filmy nakręcane w technicolorze zaczęły się upowszechniać na ekranach kin.

W latach trzydziestych więc życie codzienne w wielu dziedzinach było już zbliżone do naszego. W Niemczech pojawiły się wówczas pierwsze magnetofony, oparte na wynalazku magnetycznego utrwalania i odtwarzania dźwięku, opatentowanym jeszcze w 1898 roku przez Duńczyka Valdemara Poulsena. W Stanach Zjednoczonych rozpoczęto w 1938 roku przemysłową produkcję nylonu, wynalezionej rok wcześniej przez chemika Wallace'a Carothersa. Obie te nowości miały się szeroko upowszechnić dopiero po drugiej wojnie światowej.

W epoce międzywojennej prowadzono bardzo ważne badania naukowe, których rezultaty miały w decydujący sposób wpłynąć na dalsze losy świata i nasze obecne życie. Dotyczyły one najgłębszych tajemnic materii. Ówcześni fizycy starali się poznać wnętrze atomów – niesłychanie malutkich cząstek, z których zbudowane są wszystkie ciała. Odkrywali składające się na atom jeszcze mniejsze cząstki elementarne, badali ich właściwości i śledzili zachowanie. Dla przeprowadzania tych doświadczeń konstruowali pomysłowe, nadzwyczaj precyzyjne urządzenia. Najważniejszym z nich był cyklotron, zbudowany w 1932 roku przez amerykańskich uczonych, Ernesta Orlando Lawrence'a i Milтона Livingstona. Zdobyta wówczas wiedza miała stać się niebawem podstawą wyzwolenia i opanowania energii jądrowej ...

W latach trzydziestych nad przyszłością tak wspaniale rozwijającego się świata zaczęły się gromadzić ciemne chmury. Przygotowujące się do podbojów Niemcy przestawiły swój potężny nowoczesny przemysł na produkcję dla celów wojskowych. Ponieważ miała to być wojna błyskawiczna, główny nacisk kładły na rozbudowę broni pancernej i lotnictwa. Na kilka dni przed jej wybuchem odbył dziewiczy lot pierwszy samolot z silnikiem odrzutowym – był to niemiecki myśliwiec Heinkel He-178.

## ROZDZIAŁ XIX

### *Nasze czasy*

Druga wojna światowa jeszcze bardziej niż pierwsza przyspieszyła rozwój techniki. Podczas jej trwania dokonano niezwykle ważnych wynalazków i udoskonaleń, które wywarły olbrzymi, nieustający po dziś dzień wpływ na powojenne życie ludzkości.

W zmaganiach drugiej wojny światowej lotnictwo odegrało ogromną, niemal decydującą rolę. I, podobnie jak podczas pierwszej, uległo w jej trakcie niesłychanemu udoskonaleniu. Wypróbowano wówczas i doprowadzono do postaci użytecznej samoloty z nowym napędem – odrzutowym i raketowym – pozwalającym na rozwijanie znacznie większych szybkości. W 1947 roku amerykański samolot raketowy Bell X-1 po raz pierwszy przekroczył prędkość dźwięku, osiągając 1100 km na godzinę. W ciągu następných piętnastu lat rekord szybkości lotu doprowadzono prawie do 6700 kilometrów na godzinę.

W 1946 roku uruchomiono regularną komunikację lotniczą przez Atlantyck. Już po kilku latach – kiedy powszechnie zdano sobie sprawę z niezawodności nowoczesnych samolotów – odebrała ona większość pasażerów transatlantyckim liniom żeglugi. Dzisiaj już mało kto przemierza ocean statkiem, mogąc się znaleźć po jego drugiej stronie już po kilku godzinach lotu. Od 1952 roku do regularnej służby w komunikacji pasażerskiej weszły pierwsze odrzutowce – były to brytyjskie samoloty „Comet”, kursujące na trasie Londyn – Johannesburg w Afryce Południowej.

Zwiększenie bezpieczeństwa lotów osiągnięto nie tylko poprzez udoskonalenia konstrukcyjne potęgujące niezawodność samolotów. Było ono również rezultatem zastosowania w nawigacji nowych zdobyczy techniki. Najważniejszą z nich był radar – urządzenie pozwalające na wykrywanie i określanie położenia obiektów w przestrzeni na podstawie rejestrowania odbitych od nich bardzo

krótkich fal radiowych. Nie przeszkadza mu brak widoczności – funkcjonuje w nocy i podczas mgły. Ułatwia zarówno orientację w trudnych warunkach, jak i unikanie zderzenia z wszelkiego rodzaju przeszkodami (także z innymi samolotami).

Radar powstał w latach trzydziestych, w wyniku prac wielu pionierów z rozmaitych krajów. Byli wśród nich również Polacy – Janusz Groszkowski i Stanisław Ryzko. W praktyce zastosował go po raz pierwszy Robert Watson – Watt, od 1935 roku tworząc na Wyspach Brytyjskich system ostrzegawczych stacji radarowych. Osłona ta, ukończona w przededniu wojny, walcie przyczyniła się do porażki Niemców w bitwie o Anglię w roku 1940. Od początku wojny instalowano też na samolotach brytyjskich radary pokładowe, bardzo pomocne przy określaniu celów bombardowań i wykrywaniu krętów podwodnych.

Również w naszych czasach o rozwoju lotnictwa decydują głównie względy wojskowe. Ciekawym przykładem jest samolot zdolny do pionowego startu i lądowania, którego praktyczna wersja powstała w Wielkiej Brytanii w latach sześćdziesiątych. Używany dziś wyłącznie w wojsku, znajdzie zapewne z czasem zastosowanie do przewozu pasażerów pomiędzy śródmieściami wielkich miast.

Jeszcze ważniejszym osiągnięciem czasów drugiej wojny światowej było wyzwolenie i opanowanie energii atomowej. Fizycy wykazali w latach trzydziestych, że możliwe jest rozbitcie atomu (dokonano tego w Niemczech w roku 1938). a tuż przed wojną doszli do wniosku, że w odpowiednich warunkach można doprowadzić do jednoczesnego rozbitcia wielkiej ilości atomów i że wyzwoli się w ułamku sekundy ogromna energia. Oznaczało to, że możliwe jest zbudowanie bomby atomowej.

Wkrótce po wybuchu drugiej wojny światowej grupa wybitnych fizyków – uchodźców z opanowanej przez Niemcy Europy, z Albertem Einsteinem a czele – ostrzegła rząd Stanów Zjednoczonych, że Niemcy są w stanie wyprodukować taką bombę (rzeczywiście, prowadzono tam już odpowiednie prace przygotowawcze). Zwracali uwagę, że koniecznie trzeba wyprzedzić Niemcy na tym polu. Uplłynęło jednak sporo czasu, zanim Amerykanie przystąpili – przy udziale owych cudzoziemców – do urzeczywistnienia tego zamysłu.

W ramach owych prac uruchomiono w 1942 roku w Chicago pierwszy reaktor atomowy, zbudowany pod kierownictwem włoskiego imigranta Enrica Fermiego. Dostarczył on tzw. materiałów rozszczepialnych, niezbędnych do stworzenia bomby atomowej. Skonstruowano ją pod przewodnictwem Roberta Oppenheimera, w 1945 roku. Wtedy to po wypróbowaniu jej na pustyni w stanie Nowy Meksyk, zrzucono dwie bomby atomowe na Hiroszimę i Nagasaki, co spowodowało natychmiast ową bezwarunkową kapitulację Japonii.

Zbiegiem lat tajemnicę nowej broni posiadły i inne mocarstwa. W 1952 roku Amerykanie zbudowali jeszcze potężniejszą bombę, wodorową (stworzył ją zespół uczonych kierowany przez imigranta węgierskiego, Edwarda Tellera), ale i ona wkrótce przestała być ich monopolem. Istnienie tej straszliwej broni rzuca cień na obecne życie ludzkości. Wprawdzie wszyscy zdają sobie sprawę, że wojna atomowa miałaby katastrofalne skutki, i powstrzymuje to wielkie mocarstwa od zbrojnego starcia, które nieraz wisiało już na włosku. Ale dojść do niego może, choćby przez przypadek.

Rozwój techniczny ludzkości doprowadził więc do tego, że jej dalszy los jest wielce niepewny. Tym bardziej, że owe straszliwe bomby – których już dzisiaj starczyłoby podobno do zniszczenia całego życia na Ziemi – stale są doskonałe. Pracuje się też bez wytchnienia nad innymi potężnymi środkami zagłady. Niektórzy uważają, że wszystkim winien jest postęp techniki, inni znowu, że to wina uczonych i wynalazców. To nieporozumienie. Ludzie, którzy opanowali energię atomową, podarowali ludzkości ogromną potęgę. Ale od nich zależy, jak ona tej potęgi użyje. Z energią atomową jest podobnie jak z innymi wynalazkami. Na przykład – z nożem. Można nim smarować chleb, można też poderżnąć komuś gardło. Trudno byłoby wówczas winić pradawnego wynalazcę, który sporządził pierwszy nóż z krzemienia...

Opanowanie energii atomowej otworzyło przed ludzkością wspaniałe perspektywy. Nawet wybuchów atomowych można używać do pożytecznych celów, na przykład do przebijania dróg przez masywy górskie. Ale znacznie więcej pożytku jest już dzisiaj z reaktorów. Są to urządzenia, w których atomy podlegają rozbitciu w sposób kontrolowany, w ograniczonej ilości. Ponieważ wytwarza się przy

tym bardzo dużo ciepła, można je wykorzystywać do rozmaitych celów praktycznych.

Już w 1951 roku wyprodukowano w ten sposób w Stanach Zjednoczonych prąd elektryczny. W 1954 roku w Obnińsku w Związku Radzieckim rozpoczęła pracę pierwsza elektrownia atomowa o mocy 5 megawatów, a w 1956 roku pierwsza duża elektrownia tego typu w Calder Hall w Wielkiej Brytanii (180 megawatów). Dzisiaj pracują już ich setki na wszystkich kontynentach. Również w 1954 roku w Ameryce zbudowano pierwszy okręt podwodny o napędzie atomowym – „Nautilus”. Jednostki takie mogą całymi miesiącami przebywać w głębinach i wielokrotnie okrążyć kulę ziemską bez odnawiania zapasu paliwa. Są więc bardzo trudne do wykrycia.

Chociaż okręty podwodne stanowią zdecydowaną większość jednostek o napędzie atomowym, istnieją także inne. Od 1959 roku pełnią służbę lodolamacze atomowe. Pierwszym z nich był „Lenin”, zbudowany w Związku Radzieckim. Od roku 1962 w Stanach Zjednoczonych, Niemczech i Japonii próbowano wyposażać w ten rodzaj napędu statki handlowe. Okazało się to jednak nieopłacalne. Napęd atomowy jest jeszcze zbyt kosztowny.

Toteż stosuje się go tam, gdzie skuteczność jest o wiele ważniejsza od kosztów – a więc w marynarce wojennej i .... w Arktyce.

Podczas wojny udoskonaleniu uległy również znane od dawna, ale nie stosowane w boju od połowy XIX wieku, rakiety. Niemcy użyli wielkich rakiet do bombardowania Wielkiej Brytanii. Od 1942 roku były to pociski raketowe V-2, zdalnie sterowane radiem. Poczyniły one znaczne spustoszenia.

Osiągnięcia niemieckich specjalistów zostały po wojnie wykorzystane głównie przez Amerykanów. Dalej doskonalono rakiety, znakomicie nadające się do bombardowania nieprzyjacielskiego terytorium z dużą precyzją i szybkością bombami atomowymi. Wielkie mocarstwa – mając przede wszystkim na względzie cele wojskowe – wypróbowywały nowe rodzaje rakiet w badaniach głównych warstw atmosfery, a od lat pięćdziesiątych – w badaniach kosmicznych. W 1956 roku Związek Radziecki umieścił na orbicie pierwszego sztucznego satelitę Ziemi – Sputnika 1. A po serii doświadczeń – obejmujących m. in. loty zwierząt doświadczalnych – wysłał w roku 1961 na orbitę wokół Ziemi pierwszy statek kosmiczny, „Wostok”, z człowiekiem na pokładzie.

Od tego czasu trwa rywalizacja obu supermocarstw w penetracji przestrzeni kosmicznej, obserwowana z zainteresowaniem przez cały świat. W jej ramach sondy kosmiczne dotarły do większości planet naszego Układu Słonecznego – fotografując je z bliska i dokonując rozmaitych pomiarów (temperatury, siły przyciągania, natężenia pola magnetycznego itp.). Dokonano też badań powierzchni Księżyca oraz najbliższych planet (Marsa i Wenus) za pomocą wysyłanych tam urządzeń automatycznych.

Największym dotychczas sukcesem w tej dziedzinie było kilkakrotne lądowanie na Księżycu amerykańskich statków kosmicznych z załogą, co umożliwiło przeprowadzenie tam doświadczeń bezpośrednio przez ludzi. Po raz pierwszy człowiek postawił stopę na powierzchni Srebrnego Globu w roku 1969. Badania kosmiczne są w tej chwili dziedziną, w której najlepiej chyba widać kolosalne możliwości techniczne, jakimi dysponuje obecnie ludzkość.

Podczas drugiej wojny światowej powstał też w Stanach Zjednoczonych pierwszy komputer – maszyna elektroniczna błyskawicznie dokonująca obliczeń i zbliżonych do nich czynności. Z biegiem lat powstawały oraz doskonalsze takie urządzenia. Dzisiaj trudno by już było wyobrazić sobie bez nich wielu dziedzin życia. Komputery wyręczają człowieka w sterowaniu statkami kosmicznymi, w kierowaniu pracą maszyn w fabrykach, w kontrolowaniu operacji bankowych, w drukowaniu gazet i książek, w obliczaniu należności za światło i gaz ... Robią to lepiej, gdyż są od nas nieporównanie dokładniejsze i szybsze. Od czasu kiedy tranzystor – wynaleziony w 1948 roku przez Amerykanów Johna Bardeena i Waltera Brattaina – skutecznie wyparł używane przedtem lampy elektronowe, zmniejszyły się znacznie rozmiary komputerów, a także innych urządzeń elektronicznych, m. in. radiodbiorników i telewizorów. Stąd potoczna nazwa małego przenośnego radia.

W większości krajów świata program telewizyjny nadawany jest w kolorze. Zapoczątkowały to Stany Zjednoczone już w 1950 roku. W 1960 roku wynaleziono w Ameryce laser – urządzenie



wysyłające niezwykle wąski snop silnego, jednorodnego, nie ulegającego rozproszeniu światła. Lasery znalazły liczne zastosowania praktyczne. W przemyśle używa się ich do obróbki trudno topliwych materiałów i do dokładnych pomiarów, w lecznictwie do precyzyjnych operacji chirurgicznych (na przykład oka). Czynione są próby wykorzystania ich w łączności i do celów wojskowych.

W naszych czasach człowiek dotarł również do tajemniczego świata głębin morskich. Stało się to możliwe dzięki batyskafom, których twórcą i pionierem był uczonec szwajcarski Auguste Piccard (1948). W 1960 roku batyskaf „Trieste” opuścił się na dno Pacyfiku w miejscu uważanym za najgłębsze w oceanach Ziemi (prawie 11 kilometrów pod powierzchnią morza). Z czasem zaczęto też budować batyskafy przeznaczone do zadań poszukiwawczych i ratowniczych. W 1966 roku jeden z nich odszukał i wydobyl z głębokości 850 metrów bombę atomową zgubioną przez samolot wojskowy w pobliżu wybrzeży Hiszpanii.

Myśli się obecnie o wykorzystaniu w przyszłości zasobów ukrytych w oceanach. Na razie na niektórych pustynnych obszarach pracują specjalne zakłady odsalające wodę morską, aby można jej było użyć do rozmaitych pożytecznych celów.

## ROZDZIAŁ XX

### *Co dalej ?*

Człowiek współczesny, uzbrojony w nowoczesną naukę i technikę, dąży do jak najlepszego zagospodarowywania swojej planety. Marzy o rozmaitych fantastycznych pomysłach, które w przyszłości zmienią oblicze i klimat Ziemi. Wiele z nich zostanie z pewnością kiedyś urzeczywistnionych.

Ale w naszych czasach dostrzegamy też wyraźniej niż kiedykolwiek, że postęp techniczny – obok korzyści i dobrodziejstw – przynosi ludzkości również szkody i niebezpieczeństwa. Już dzisiaj w wielu rejonach świata przemysł stworzył poważne zagrożenia dla przyrody i dla zdrowia człowieka. I wszystko wskazuje na to, że w przyszłości może być pod tym względem jeszcze gorzej.

Należy jednak ufać, że nasz pomysłowy i przedsiębiorczy gatunek – który potrafi wymyślić i stworzyć tyle wspaniałych rzeczy – rozwiąże pomyślnie wszystkie problemy Ziemi. A kiedyś w przyszłości nasi odlegli potomkowie, dysponujący środkami technicznymi, których nie sposób dziś sobie wyobrazić, opanują również inne, pozaziemskie światy i będą je przekształcać zgodnie ze swymi potrzebami i wolą.

Do tego wszystkiego dojdzie kiedyś najprawdopodobniej... oczywiście, pod warunkiem, że nasz pomysłowy i przedsiębiorczy gatunek nie użyje wcześniej potężnych, dostępnych mu środków do wyniszczenia się nawzajem.