

tekst znajduje się na stronie: <http://jacek.kwasniewski.eu.org>

Arnold Pacey

## **Technologia w cywilizacji świata. Historia tysiąca lat**

Technology In World Civilization

The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2000

Jacek Kwaśniewski: refleksja po lekturze i opis książki

Refleksja po lekturze..... 1

### **OPIS KSIĄŻKI**

Wstęp.....	4
1 Wiek technologii azjatyckiej, AD 700 – 1000.....	5
2 Przed Mongołami.....	7
3 Na Zachód, AD 1150 – 1490.....	8
4 Zdobywanie Ameryk i handel azjatycki.....	9
5 Imperia prochowa, AD 1450 – 1650.....	12
6 Organizacja technologii, AD 1550 – 1750.....	12
7 Trzy składowe rewolucji przemysłowej, AD 1700 – 1815.....	15
8 Działa i szyny: Azja, Wielka Brytania i Ameryka.....	17

## **Refleksja po lekturze**

Chcąc zrozumieć historyczny fenomen, jakim jest Europa, trzeba oglądać jej historyczne relacje z innymi wielkimi cywilizacjami. Sięgając do prac z historii gospodarczej i historii techniki, szukam w nich zatem odpowiedzi na pytania, na czym polegała specyfika Europy w porównaniu z innymi cywilizacjami i co było przyczyną tej specyfiki, jak zmienne, historyczne koleje innych cywilizacji wpłynęły na Europę, na czym polegała jej rosnąca przewaga i od kiedy można ją dostrzec. Nie zawsze znajduję obszerne odpowiedzi, bo nie wszyscy autorzy stawiali sobie te właśnie pytania. Ale każda przeczytana książka jest w jakiś sposób ważna: powiększa wiedzę o temacie, który mnie interesuje, pokazuje jak różne są sposoby widzenia tego samego problemu i co może być – często nieoczekiwane dla mnie - przedmiotem sporu.

Z punktu widzenia odpowiedzi udzielanych na interesujące mnie pytania, ocena książki Arnolda Pacey'a „Technologia w cywilizacji świata” wypada wysoko. Oto, co w niej dostrzegam, gdy ją czytam z moimi pytaniami w tyle głowy.

Pacey analizując historię technologii światowych w okresie ostatniego tysiąca lat, pokazuje przede wszystkim nieustanną wymianę doświadczeń pomiędzy różnymi kręgami kulturowymi, wzajemne transfery i zapożyczenia. Technologie Chin stymulują Europę i na odwrót. Technologie przedkolumbijskich Ameryk wywierają wielki wpływ na historię świata poprzez wniesienie do światowego spichlerza nowych, nieznanych, wysokowydajnych roślin uprawnych. Indie są pomostem w technologicznych transferach pomiędzy Chinami a Bliskim Wschodem i Europą. Sposoby wzajemnego oddziaływania są różne, ale nigdy nie sprowadzają się do biernego przyjęcia obcej technologii. Znajdujemy w książce setki

przykładów najrozmaitszych modeli technologicznych transferów międzycywilizacyjnych między Chinami, Indiami, Azją południową, Bliskim Wschodem, Europą, Amerykami i Afryką. Wzajemne oddziaływanie nie oznacza jednak, że wszyscy są sobie zawsze równi, że nie ma przegranych i zwycięzców.

Celem Pacey'a nie było skoncentrowanie się na Europie i dzięki temu Europę oglądamy na bardzo szerokim tle pod względem obszaru i czasu historycznego.

Wielką chłonność średniowiecznej i wczesnonowożytnej Europy na przyjmowanie licznych technologii azjatyckich autor tłumaczy jej wcześniejszym już przygotowaniem do takiego dialogu międzykulturowego. Pisz: „Pozytywna asymilacja obcych technologii tylko wtedy jest możliwa, gdy własna kultura posiada już umiejętności potrzebne do ich modyfikacji, przystosowania i rozwoju dla własnych celów. Europejska zdolność uczenia się od islamu była efektem własnych doświadczeń z innowacjami rolniczymi, używaniem urządzeń mechanicznych”. I podaje przykłady tych doświadczeń.

O stopniu aktywności innowacyjnej danej cywilizacji w dużym stopniu decyduje, zdaniem autora, efektywność działania oraz wzajemny dialog jej rozmaitych instytucji: państwowych a także tych w sferze handlu i przemysłu. Pacey pokazuje zmienne, pod tym względem, losy Europy, Chin, Indii i Bliskiego Wschodu. Ostatecznie wielocentrowa Europa z autonomicznymi instytucjami (Kościół, cechy, organizacje stanowe, miasta itp.) najlepiej spełniła to kryterium stymulacji technologicznej.

Od wieku XV stopniowo uwidacznia się przewaga Zachodu. Pierwotnie była to lepsza broń, skuteczniejsza technika militarna oraz przypadek. O ile Nowy Świat został zmiażdżony europejskimi chorobami, lepszym uzbrojeniem oraz wielką bezwzględnością Europejczyków, o tyle stosunki Europy z Azją były o wiele bardziej złożone. Choć Europejczycy panowali na morzach, nie posiadali towarów, które byłyby dla Azji równie atrakcyjne jak towary azjatyckie dla Europy. Wielki deficyt handlowy musiał być wyrównywany złotem i srebrem. Przewaga była więc względna.

Europejskie otwarcie na Azję w drugiej połowie XV wieku drogą morską na Ocean Indyjski nastąpiło w czasie szczególnie pomyślnym dla Europejczyków i niepomyślnym dla Azjatów. XII, XIII i częściowo XIV wiek to niszczące inwazje nomadów na Chiny, Indie i obszar islamu. Potem nastąpiły wielkie epidemie. Trauma tych wydarzeń uczyniła na kolejne wieki rządzące elity imperiów azjatyckich coraz bardziej konserwatywnie nastawionymi do kwestii innowacji i technologii.

Rozwój technologii azjatyckich nie został przez to całkowicie zatrzymany ani nie zamarły międzycywilizacyjne transfery techniczne. Przewaga Zachodu jednak stopniowo się powiększała. Było to spowodowane kilkoma przyczynami.

Po pierwsze, duży wpływ miała europejska rewolucja naukowa. Jednak nie poprzez nieliczne w XV-XVII wieku zastosowania odkryć naukowych do opracowania nowych technologii, ale poprzez upowszechnienie nowych metod analizowania problemów i nowych sposobów szukania ich rozwiązań. Formułowanie idei technicznych coraz częściej oparte było na systematycznym pomiarze, zestawianiu danych, ich klasyfikacji oraz korzystaniu z rysunków i modeli. Te nowe sposoby umożliwiły konceptualizację badanego procesu, czyli formułowanie problemu przy pomocy pojęć ogólnych, teoretycznych. Pozwalało to przekroczyć pułap usprawnień osiągalny metodami rzemieślniczymi. To zaczęło stopniowo coraz bardziej różnić Europę od Azji a w perspektywie – zróżnicować tempo i zakres innowacji technicznych. Pacey pokazuje wiele przykładów innowacji technicznych i organizacyjnych osiągniętych dzięki zastosowania nowych metod.

Po drugie, w nowożytnej Europie coraz silniej zaczynał dominować paradygmat mechanicystyczny. Jego geneza sięga Średniowiecza a jego symbolem był zegar. Stopniowo, na coraz większy obszar rzeczywistości zaczęto spoglądać jako na mechanizm, w pewien sposób analogiczny do zegara, dający się badać, mierzyć, konstruować, zmieniać, naprawiać. Mechanizmem już nie tylko jawił się Wszechświat, ale i ludzkie ciało, zachowanie człowieka, działanie organizacji. Ostatecznie i Bóg został włączony do tego obrazu świata, kiedy uznano Go za Wielkiego Zegarmistrza. Paradygmat mechanicystyczny okazał się niezwykle płodny innowacyjnie. Ale spoglądanie na świat, jako na mechanizm było wynalazkiem specyficznym europejskim. Przez żadną inną cywilizację niepowtórzonym.

Sporo miejsca poświęcił Pacey rewolucji przemysłowej i okresowi późniejszemu. Rosnąca rola węgla, silnik parowy, stal i nowe sposoby organizacji produkcji fabrycznej przypieczętowały dominację Europy w XIX wieku.

Najcenniejsze są w książce Pacey'a trzy rzeczy: bogaty materiał faktograficzny, ukazanie szerokiego obrazu historii technologii różnych cywilizacji i transferów pomiędzy nimi oraz zachowanie równowagi w ocenie historycznego znaczenia technologicznych osiągnięć poszczególnych cywilizacji. Tę ostatnią zaletę książki Pacey'a muszę skomentować nieco szerzej.

Od przeszło dwudziestu lat w historii gospodarczej i historii technologii coraz silniej daje o sobie znać nurt kontestujący podejście europocentryczne, dominujące w historiografii XIX i XX wieku. Wysoka temperatura dyskusji wokół tego problemu wynika w dużej mierze z przesłanek ideologicznych. Europocentryzm to w opinii kontestatorów (Kenneth Pomeranz, Andre Gunder Frank i inni) - tradycja, konserwatyizm, spojrzenie prawicowe i fałszowanie historycznej prawdy o relacji Europa – reszta świata. Kontestatorzy w opinii atakowanych to lewica, przeciwnicy kapitalizmu, oraz analizujący procesy historyczne w celu znalezienia winnych a nie szukania prawidłowości.

Gdzieś pośrodku, najmniej zresztą winni całego zamieszania, są naukowcy spoza kręgu cywilizacji zachodniej, w sposób naturalny zainteresowani nieeuropejską historią gospodarczą i historią techniki.

Arnold Pacey wyraźnie nie chce być zamieszany w ten ideologiczny spór. Jego książka może być z równą siłą chwalona i krytykowana przez obie strony. Należy mu się za to gorące podziękowanie i bardzo wysoka ocena.

Dokonując kilkunastostronicowego streszczenia książki liczącej 230 stron musiałem pominąć opisy wielu technologicznych transferów i wielu analiz z nimi związanych. Lektura zamieszczonego poniżej streszczenia daje więc sporo informacji o książce, ale jej nie zastąpi. Przyjaciel zza oceanu, gdy mu ją relacjonowałem, nie czekając na mój tekst, po prostu – w trakcie naszej rozmowy - kupił ją w Amazonie. Być może jest to lepsze rozwiązanie...

Zaprezentowany opis książki jest połączeniem wyciągu z tekstu oryginalnego i streszczenia własnego. Pomiąłem trzy ostatnie rozdziały poświęcone dwóm ostatnim wiekom, ale u Pacey'a szukałem informacji o historycznej genezie europejskiego fenomenu a nie opisu technologicznej współczesności.

Arnold Pacey

## **Technologia w cywilizacji świata. Historia tysiąca lat**

Technology In World Civilization

The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2000

Jacek Kwaśniewski: streszczenie / tłumaczenie

tekst znajduje się na stronie: <http://jacek.kwasniewski.eu.org>

### **SPIS TREŚCI**

Wstęp.....	4
1 Wiek technologii azjatyckiej, AD 700 – 1000 .....	5
2 Przed Mongolami .....	7
3 Na Zachód, AD 1150 – 1490 .....	8
4 Zdobywanie Ameryk i handel azjatycki .....	9
5 Imperia prochowa, AD 1450 – 1650 .....	12
6 Organizacja technologii, AD 1550 – 1750 .....	12
7 Trzy składowe rewolucji przemysłowej, AD 1700 – 1815 .....	15
8 Działa i szyny: Azja, Wielka Brytania i Ameryka .....	17

## **Wstęp**

Kiedy badamy rozwój technologii na świecie, widzimy raz po raz, że podobne wynalazki pojawiały się niemal równocześnie w różnych częściach świata (np. kołowrotek) albo w różnym czasie lecz bez wzajemnych oddziaływań (druk w Chinach i sześć wieków później w Europie). Czasem są to rzeczywiście wynalazki od siebie niezależne. Czasem jest oczywiste, że informacja o nich rozprzestrzeniła się z jednego miejsca do drugiego. Ale często najważniejszym czynnikiem było to, że osiągnięcia jednego społeczeństwa stymulowały ludzi mieszkających gdzie indziej, by zrobić coś podobnego.

Stymulacja działała także w inny sposób. Proch i nieskomplikowane strzelby zostały wynalazone w Chinach, ale gdy informacje o tym dotarły do Europy, doprowadziły do nowego wynalazku, o wiele bardziej potężnego i groźnego – działa.

Bodziec może być istotny bez transferu samej technologii. Czasem wystarczy wiedza, że coś gdzieś powstało. Lub nawet tylko pogłoska. Przykładem mogą być indyjskie technologie tekstylne w XVIII w. Miały bardzo silny wpływ na brytyjską rewolucję przemysłową, choć niemal nie było transferu technologii. Wystarczyła wiedza, jak wysokiej jakości materiały potrafią zrobić Hindusi. Pobudziło to wynalazców brytyjskich do wymyślenia nowych sposobów osiągnięcia tych samych rezultatów.

## 1 Wiek technologii azjatyckiej, AD 700 – 1000

Okolo roku 1000 w wielu regionach świata pojawiły się liczne wynalazki wprowadzające udoskonalenia w rolnictwie, wytopie metali, pracach inżynierskich. Przodowały w tym zakresie Chiny i zachodnia Azja. Bodźcem do tych innowacji był wzrost ludności, gdyż ten sam areał musiał produkować coraz więcej żywności. Od roku 700 pojawiły się więc nowe sposoby zasiewów, doskonalone były systemy irygacji. Czynnikiem stymulującym innowacje był także handel wyrobami luksusowymi. Eksport chińskiego jedwabiu pobudził na przykład rozwój przemysłu tekstylnego na Zachodzie.

W tym okresie miał miejsce szybki rozwój przemysłu metalurgicznego w Chinach. Żelazo było używane do produkcji broni, narzędzi rolniczych, przy wznoszeniu i renowacji świątyń buddyjskich. Jego produkcja wynosiła:

998 r.	32,5 tys. ton
1064 r.	90,4 tys. ton
1078 r.	125 tys. ton

Liczba mieszkańców rosła, zwłaszcza na południu Chin. Tam też pojawiło się dużo innowacji rolniczych: wprowadzano nowe gatunki ryżu, rósł areał upraw. Jeszcze przed rokiem 880 zaczęły być używane użycia lepsze pługi z żelazną odkładnicą i lemieszem. Doskonalona była technika transportu zboża kanałami, ulepszano konstrukcje mostów, rozwijał się dynamicznie przemysł tekstylny.

Za dynastii Song (960-1126), okresie wielkiej aktywności innowacyjnej, postęp techniczny był stymulowany przez biurokrację cesarską. Rozwój w tym zakresie został przerwany inwazjami Tatarów w roku 1126 i Mongołów wiek później. Nie spowodowało to jednak totalnego załamania technologicznego. Wciąż utrzymywane były aktywne kontakty handlowe z regionem Zatoki Perskiej. Kontakty Chin z Indiami zaowocowały metodami destylacji ropy i powstaniem broni zapalającej. W VII wieku doskonalono ją w Grecji. Tak zwany ogień grecki przeszedł następnie do obszaru islamu, Indonezji i z powrotem do Chin. Ten przykład wskazuje na dialog technologiczny między różnymi kręgami kulturowymi. Indie były tu pomostem między Chinami i islamem.

W Iranie i Iraku realizowano wielkie prace irygacyjne terenów rolniczych. Bodziec szedł często od Rzymu (np. w postaci wiedzy żołnierzy rzymskich pojmanych do niewoli i zatrudnionych przy budowie tam). Twierdzi się czasem, że po zwycięstwie islamu prace irygacyjne zostały wyhamowane. Jednak szeroko adaptowane były starsze techniki, które spełniały swoje zadanie. W rolnictwie obserwujemy rozwój urządzeń do podnoszenia wody (Iran, Irak, Chiny), powstają młyny wodne służące do mielenia zboża, produkcji cukru i przy produkcji tkanin (fulowanie).

Znaczącą innowacją był wiatrak (ok. roku 950). Był to wiatrak poziomy. Po raz pierwszy więc, na terenach suchych, gdzie był stały deficyt wody, pojawiają się młyny. W regionie Basry (Irak) młyny wodne wykorzystywały przyływy morza. Do roku 1000 poziome wiatraki są już znane w całej Eurazji.

W roku 750 arabskie podróże morskie obejmują cały basen Oceanu Indyjskiego. Arabowie docierają także do Chin i Indonezji. W efekcie, w całym regionie rozprzestrzeniła się wiedza o barwnikach, tkaninach bawełnianych, produkcji stali. Techniki wszędzie były podobne, choćby techniki irygacyjne, z użyciem tam i zapór (Indie, Sri Lanka).

W przypadku technologii stoczniowych podstawową techniką budowy statków było zszywanie desek kadłuba linami i następnie uszczelnianie. Wpierw budowano kadłub, potem usztywniano go wręgami. W ten sposób budowano wielkie arabskie dogi i małe łodzie. Natomiast chińskie statki dalekomorskie były zdecydowanie większe i stosowały łączenie desek kadłuba gwoździami. Ze względu na deficyt drewna, w regionie Zatoki Perskiej realizowany był import tego surowca na budowę statków.

Podróżujący z Indii na Jawę i do Kambodży (Angkor) nieśli ze sobą idee architektoniczne i wiedzę o technikach irygacyjnych. Przywozili zaś nieznanne w Indiach zboża i rośliny, w tym ryż i cukier trzcinowy. Indie spełniły główną rolę w rozprzestrzenianiu tych roślin, pochodzących z Azji południowej, do krajów arabskich, gdzie nastąpił ich dalszy rozwój i rozprzestrzenienie do Afryki i Hiszpanii (pomarańcze, bawełna, cukier trzcinowy).

Inny dialog technologiczny dokonywał się pod wpływem buddyzmu. Religia ta dotarła do Chin ok. roku 500 i rozwinęła się tam. Podróżujący do Chin mnichowie indyjscy wskazali Chińczykom ziemię zawierającą saletrę potasową i technikę rozpalania płomieni z tej substancji. Chińczycy to rozwinęli i w ten sposób stopniowo został wynaleziony proch. Inne transfery technologii indyjskiej do Chin obejmowały techniki wykonywania odlewów z brązu, konstrukcje mostów wiszących i pierwociny druku. W Chinach już przed rokiem 100 znana była technologia produkcji papieru. Od VII wieku pojawia się w Chinach coraz więcej druków. Pierwsze chińskie drukowane książki powstają ok. roku 800-870. Druk chiński nie wykorzystywał jednak, jak późniejszy europejski, prasy dociskowej. Za dynastii Song ok. roku 1050 wprowadzono ruchome czcionki drewniane. Od tej pory drukowano coraz więcej książek, w tym prace na temat rolnicze, z zakresu medycyny i arytmetyki.

W XI wieku druk zadomowił się już w Chinach i był ważnym narzędziem rozpowszechniania informacji technicznej. Nie przyjął się jednak w Indiach i w świecie islamu. Handel Chin z tymi obszarami był ożywiony, ale wymiana intelektualna docierała tylko do Indii buddyjskich.

Z kolei do islamu przechodziły indyjskie idee medyczne, cyfry nazwane później arabskimi i koncepcje astronomiczne. Generalnie, Azja była podzielona na część muzułmańską i buddyjską a Indie znajdowały się pośrodku pełniąc często rolę pośrednika.

Można dostrzec w Azji w tym okresie wiele wspólnych tematów technicznych, np. inżynierię irygacyjną. Różnica z Europą polegała głównie na tym, że na naszym kontynencie większy nacisk kładziono na innowacje techniczne zaś w Azji na wielkie projekty inżynierskie (irygacja)

Rodzaje technologii, które dane społeczeństwo rozwija, zależą od jego możliwości mobilizowania istniejących zasobów siły roboczej a także od pielęgnowania określonych umiejętności i wspierania innowacji. W dużym stopniu zależy to od efektywności działania w danym społeczeństwie instytucji handlowych, przemysłowych i rządowych. Widzimy ostry kontrast między regionami, gdzie dominujący wpływ na technologie wywierały instytucje wojskowe a regionami, gdzie ważniejsze były instytucje handlowe i biurokracja zarządzająca rolnictwem. Wydaje się, że najbardziej kreatywne były te społeczeństwa, gdzie wiele tego rodzaju instytucji aktywnie uczestniczyło w dialogu pomiędzy sobą. Takim społeczeństwem była Europa, ale w XI wieku ożywiony dialog tego rodzaju miał także miejsce w Chinach, pomiędzy instytucjami rządowymi, niezależnymi przedsiębiorcami i klasztorami buddyjskimi.

Jeśli takie instytucje słabną, zanikają lub są niszczone przez najeźdźców, często następuje upadek technologiczny. Przykładem może być załamanie cesarstwa rzymskiego w V wieku. Była to przyczyna zacofania Zachodu w okresie tutaj dyskutowanym. Inne przykłady to upadek Bagdadu od roku 1050 i północnych Indii w latach 1190. W pewnym stopniu historia

technologii azjatyckich w następnych wiekach jest historia cofania się, upadku, zamętu i rozpadu. Dotyczy to głównie Chin od połowy XIII wieku i ponownie w wieku XV oraz Indii w całym wieku XV.

## 2 Przed Mongołami

Choć technologie nomadów najeżdżających stare cywilizacje nie były rozwinięte, wpłynęli oni bardzo istotnie na historię techniki. W Chinach wysiłki, by powstrzymać nomadów zagrażających od północy skłoniły władze do podjęcia masowej produkcji broni żelaznej. Inwazje nomadów doprowadziły do podboju Iranu (1030), północnych Chin (1126), Indii (1190). Potem nastąpiły najazdy Mongołów do lat 1260. Były to dwa wieki wrzenia i koniec najbardziej kreatywnej fazy technologii azjatyckich.

Najazdy nomadów prowadziły do niszczenia kultury irygacyjnej, spadku produkcji żywności i liczby mieszkańców najeżdżanych obszarów. Powodowały niszczenie centrów wiedzy i bibliotek. Efekt długookresowy to bardziej konserwatywne wobec technologii nastawienie nowych elit rządzących w świecie islamu i w Chinach. Kolejny skutek inwazji to przeniesienie zasobów wiedzy azjatyckiej na Zachód (ludzie, książki).

Celem rozdziału jest opisanie różnorodności technologii azjatyckich tuż przed i w trakcie okresu wrzenia i niepokoju wywołanego najazdami nomadów.

Dla celów, jakie nomadzi sobie stawiali, ich technologie były bardzo efektywne. Nie byli jednak w pełni samowystarczalni. Handlowali końmi, importowali zboże, herbatę, tekstylia i żelazo do produkcji broni. Kluczowe technologie nomadów związane były z końmi (uprzęż i żelazne strzemie).

Po zdobyciu przez hordy nomadów Bagdadu, uczeni stamtąd emigrowali do Delhi, największego centrum islamu na wschód od Morza Śródziemnego. W następstwie tam właśnie rozwinęła się matematyka, produkcja papieru i tam został wynaleziony kompas.

W roku 1190 nomadzi tureccy zdobyli północne Indie. Podbój okazał się fatalny dla nauki i technologii hinduskiej. Ośrodki buddyjskie były niszczone, mnisi zabijani. Zniszczono biblioteki i obserwatoria astronomiczne. Nastąpił długotrwały zastój nauki hinduskiej. Ponowne ożywienie miało miejsce dopiero w wieku XV.

W przeddzień podbojów zaawansowanie technologiczne było w Azji dość zróżnicowane. Stosunkowo mało maszyn używano w Indiach i Azji południowej (Jawa, Bali, południowe Chiny). Było tam bogate i szczodre środowisko naturalne. Natomiast w Chinach północnych i na terenie Iranu rozwinięte były wielkie projekty inżynierskie, wykorzystywano wiele narzędzi a energii dostarczała siła wody i koni. Ta różnica technologiczna była, po pierwsze, efektem zróżnicowania środowiska naturalnego. Ale poza ekologią (klimat i gleby) działały jeszcze inne czynniki. Znaczącą rolę odgrywała instytucja własności. Wielkie majątki ziemskie sprzyjały dużej skali projektów inżynierskich. Po drugie, im gęstsza była populacja tym bardziej skomplikowana irygacja była niezbędna do wzrostu wydajności danego obszaru.

W roku 1126 najazd nomadów zakończył istnienie bardzo proinnowacyjnej, chińskiej dynastii Song. Dwa wieki później miał miejsce jeszcze bardziej niszczący najazd Mongołów. O skali upadku gospodarczego może świadczyć produkcja żelaza, która w roku 1260 wynosiła jedną czwartą szczytowego poziomu produkcji z wieku XI.

W wiekach XI-XIII obserwujemy w Chinach (a także w Indiach) rozwój przemysłu tekstylnego, rolnictwa, innowacje związane z wykorzystaniem energii wodnej. Poza tym

rozwijają się obserwatoria astronomiczne (Bagdad, Kaifeng) i produkcja specjalistycznej aparatury dla nich (instrumenty obserwacyjne i służące do liczenia). Obserwatoria pełniły praktyczną rolę przy sporządzaniu map i kontroli, czy stosowany kalendarz jest dokładny.

Podstawą teoretyczną działania obserwatoriów była koncepcja astronomiczno-matematyczna Ptolemeusza (85-165) wyjaśniająca ruchy na nieboskłonie przesuwaniem się planet po skomplikowanych, kolistych trajektoriach. W Iranie w latach 1100. wykonywano szereg modeli wykorzystujących mechanizmy zegarowe, które naśladowały ruchy ciał niebieskich. Zarówno w świecie islamu jak i w Chinach były to urządzenia o napędzie hydraulicznym. Marzono, że jeśli zostanie wykonany zegar dokładnie pokazujący ruchy Słońca i planet, zostanie uchwycona istota tego ruchu. Nigdy jednak nie udało się tej sztuki dokonać.

### 3 Na Zachód, AD 1150 – 1490

Po roku 1150 do Europy zawędrował kompas, papier i nowe krosno pedałowe (ręce uwolnione do prowadzenia wrzeciona). Idea tego ostatniego pochodziła ze świata muzułmańskiego. Technologia papieru przysłała do Europy z Hiszpanii, wynalazek prochu – z Chin.

W roku 1085 upadło muzułmańskie Toledo. Wielkie centrum naukowe weszło w posiadanie Europejczyków a wraz nim książki techniczne, medyczne, idea cyfr arabskich, wiedza matematyczna (także geometria i trygonometria), opisy wielu instrumentów i zegarów wodnych. Od islamu Europa dostała opisy zegarów obciążnikowych (1276). Pierwszy taki zegar zbudowano w Europie po roku 1300.

Inne innowacje nadeszły z wypraw krzyżowych, np. makaron.

Wpływ technologii islamskiej był bardzo silny, gdyż Europa także intensywnie się w tym czasie rozwijała. Pozytywna asymilacja obcych technologii tylko wtedy jest możliwa, gdy własna kultura posiada już umiejętności potrzebne do ich modyfikacji, przystosowania i rozwoju dla własnych celów. Europejska zdolność uczenia się od islamu była efektem własnych doświadczeń z innowacjami rolniczymi, używaniem urządzeń mechanicznych (Lynn White, Jean Gimpel). Źródłami europejskiego sukcesu technicznego i ekonomicznego w wiekach średnich były technologie rolnicze (ciężki pług), budowlane (katedry), morskie (statki Wikingów). Jedną z najbardziej znaczących cech Europy był szeroki zakres używania sprzętu mechanicznego i skala wykorzystania energii wodnej oraz wiatrowej (młyny i wiatraki). Jeśli uznamy, że zużycie energii na osobę jest kluczowym elementem w rozwoju technologii, Europa w roku 1150 dorównywała cywilizacjom Chin i islamu. Co do wyrafinowania stosowanych maszyn i zakresu technologii wciąż była w tyle, ale miała niebawem wiele skorzystać z kontaktów z islamem.

W całym rozważanym tu okresie mieliśmy do czynienia z powszechnymi transferami technologii. Nigdy nie były to transfery bierne. Strona przyjmująca obcą technologię zawsze bowiem coś zmieniała, dodawała, przystosowywała do własnych warunków.

W latach 1356-1368 Mongołowie zostali wypędzeni z Chin. Ale równocześnie wybuchła epidemia dymienicy morowej. Połączone efekty obcej okupacji i zarazy były katastrofalne. Ludność Chin w roku 1200 wynosiła 123 miliony a w 1393 – 65 milionów. Takie wydarzenia miały długotrwałe i silne skutki psychologiczne, w tym powrót do tradycyjnych wartości konfucjańskich, nieufność do obcych, także wszelkich mniejszości i okresowe ich prześladowania. To przygnębienie wywołane skutkami XIV wiecznych epidemii dotknęło także Europę, ale nie trwało tam zbyt długo. Nie miało też długotrwałego wpływu na życie



intelektualne i innowacje techniczne. Inaczej było w Chinach. Obserwujemy tu nawrót do tradycyjnych wartości społeczeństwa rolniczego, coraz bardziej konserwatywny stosunek do handlu i technologii, pokładanie ufności w ideach konfucjańskich.

Wypędzenie Mongołów i osadzenie na tronie cesarskim dynastii Ming przyniosło z początku ożywienie i aktywność w zakresie innowacji technologicznych. Ale rządowe wsparcie tego procesu trwało krótko. Chiny stopniowo się zamykają. Poprzednia, aktywna eksploracja morska kończy się zakazem morskich podróży (1435), potencjał stoczniowy zostaje skierowany na budowę statków pływających po śródlądowych kanałach (1415). Znacznie ograniczony zostaje rozwój innych technologii, tradycyjnie wspieranych przez rządy cesarskie: produkcji dział, zegarmistrzostwo. Przestaje się rozwijać matematyka. Przyczyną jest trauma po okrutnej okupacji mongolskiej i strasznej epidemii.

Nowe, konserwatywne podejście do technologii zaowocowało decyzjami (po roku 1415) zamykającymi Chiny. Miało to olbrzymie i negatywne konsekwencje, gdyż nastąpiło w okresie, kiedy to działa i statki a nie stałe, naziemne fortyfikacje miały pozwolić niektórym społeczeństwom osiągnąć poziom dominacji światowej nieproporcjonalnie duży do ich populacji i zasobów.

Jednym z najbardziej znaczących wynalazków tego okresu był europejski statek trójmasztowy – karawela. Chińskie statki były znacznie większe i bardziej wyrafinowane, ale budowano je przed rokiem 1419. Potem wycofano je ze służby wraz z odejściem od polityki aktywnej morskiej eksploracji.

Oczywiście nie można mówić o całkowitej stagnacji chińskiej technologii. Innowacje dalej były realizowane w rolnictwie, przemyśle tekstylnym, przy wytopie żelaza, w technikach drukarskich (ruchoma czcionka). Ale dla uzyskania całościowego obrazu świata cywilizowanego trzeba sobie jasno powiedzieć, że to nie druk, ale portugalska karawela miała bezpośrednie i najbardziej znaczące implikacje.

Portugalczyki rozpoczęli eksplorację Oceanu Indyjskiego w roku 1488. Sześćdziesiąt lat wcześniej penetrowali ten obszar Chińczycy, ale wycofali się. Zaś statki muzułmańskie nie były dla Europejczyków groźne. Droga do Azji stała otworem.

## 4 Zdobycie Ameryki i handel azjatycki

Ludy Nowego Świata nie znały koła ani żelaza. Były to społeczeństwa rolnicze i na Europejczykach największe wrażenie zrobiły nowe, nieznane rośliny oraz technologie sztucznego nawadniania (np. sztuczne wyspy z uprawami na jeziorach w Ameryce południowej).

W przypadku cywilizacji Majów istotne technologie to wielkie świątynie, pismo hieroglificzne, wyrafinowany kalendarz, duże systemy irygacyjne. W regionach lasów deszczowych utrzymywano kilkupoziomowe ogrody rolnicze, podobne do indonezyjskich. W peruwiańskiej cywilizacji Inków także były wielkie systemy irygacyjne. To one oraz wiszące mosty wskazują, zdaniem niektórych (Needham), na wczesne kontakty Chin z Ameryką.

Chiny i Centralna Ameryka miały w okresie przedkolumbijskim bardzo wysoką gęstość zaludnienia. Determinowało to postęp technologiczny. Majowie w fazie rozkwitu i Chiny za dynastii Song to bardzo efektywne formy rolnictwa, wielkie prace inżynierskie, melioracyjne. Według Estera Boserupa poziom technologiczny można mierzyć użyciem narzędzi i zużyciem energii. Z tego punktu widzenia cywilizację Majów cechował niski poziom technologii. Ale równocześnie Majowie posiadali rośliny dające wyższe nawet plony z

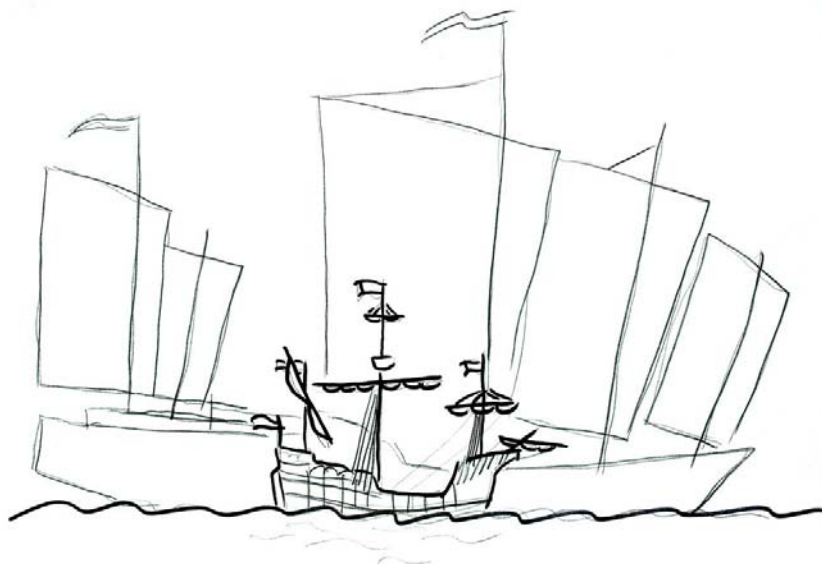
hektara niż wielkie uprawy azjatyckie. Były to maniok, kukurydza, orzeszki ziemne i ziemniaki.

W latach 900-950 nastąpił gwałtowny spadek liczby ludności w imperium Majów. Systemy irygacyjne zanikły a malejąca populacja powróciła do starych technik rolniczych: naprzemiennego siania kukurydzy i czasowego ugorowania ziem wyeksploatowanych.

Pięć wieków później rozkwitło na terenie obecnego Peru imperium Inków. Jego technologię cechowały wielkie budowle, rozwinięte górnictwo (miedź, złoto, cyna, srebro) i szerokie wykorzystanie unikalnego zwierzęcia, jakim jest lama.

Wraz z przybyciem Europejczyków nastąpiła w Ameryce środkowej i południowej totalna katastrofa cywilizacyjna. Podbojom militarnym towarzyszyły epidemie (wietrznej ospy i odry). Nastąpił gwałtowny spadek liczby ludności. Meksyk w roku 1500 liczył 25-30 milionów mieszkańców, w roku 1568 – już tylko 3 miliony. Taki katastrofalny upadek wywołał utratę zaufania do własnej kultury i własnych instytucji. W efekcie szybko zaczęły dominować język hiszpański i religia chrześcijańska. Nastąpił zanik wielu lokalnych umiejętności. Transfer technologii z Europy obejmował przede wszystkim broń, narzędzia żelazne i zwierzęta (koń). Bardzo ważny dla reszty rozwoju świata okazał się transfer technologiczny z podbitych Ameryk. Obejmował nieznane wcześniej w Europie nowe rośliny: orzeszki ziemne, maniok, pomidory, czerwony pieprz, dwa gatunki ziemniaków, kukurydzę, rośliny lecznicze, tytoń.

Chiny budowały w okresie 1403-1419 statki o długości do 100 metrów, przystosowane do dalekich podróży. Nie wiadomo, co by się stało, gdyby wciąż patrolowały one akwen Oceanu Indyjskiego, gdy przybyli tam Portugalczycy. Ale wrota tego oceanu stanęły przed nimi otworem. Chiny wycofały się bowiem dużo wcześniej z morskiej eksploracji. A Hindusi i Arabowie, choć szybko dostrzegli zagrożenie portugalskie, ponieśli sromotne porażki w kolejnych bitwach morskich. Wciąż używali galer wojennych i stosowali technikę abordażu. Portugalczycy polegali zaś na dużej zdolności manewrowania swoich statków, utrzymaniu dystansu i niszczeniu atakujących ogniem dział.



**Rysunek.** Wielki dalekomorski statek chiński o długości ok. 85 metrów z początku XV wieku i hiszpański 30-metrowy statek trzymasztowy z drugiej połowy wieku XV. Statki takie nigdy się nie spotkały, gdyż Chiny zaprzestały morskich podróży na kilkadziesiąt lat przed przybyciem na Ocean Indyjski Portugalczyków.

Aby wyjaśnić, jak doszło do takiej przewagi Europejczyków na Ocenie Indyjskim, najlepsze jest ich porównanie z Mongołami, którzy wykorzystywali w bitwach dużą mobilność (dzięki koniom) i efektywną broń (łuki). Strzemię i łuk to proste technologie, ale niewiele społeczeństw było równie dobrze wyposażonych militarnie, nawet jeśli pod względem innych technologii znacznie nad Mongołami górowały. To samo można powiedzieć o Europejczykach. Ich statki były bardzo mobilne a stosowana taktyka bitewna dawała im zdecydowaną przewagę. Azja stała w obliczu najazdu Europejczyków, podobnego do tego, którego doświadczyła wcześniej od Mongołów. Wpierw ograniczonego do portów i transportu morskiego. Arabskie i inne azjatyckie statki płynące na dalekich dystansach musiały wkrótce płacić haracze lub tracić ładunek. Alfonso d'Albuquerque, dowódca wielu portugalskich ekspedycji morskich, zdobył w latach 1509-1510 Goa na zachodnim wybrzeżu Indii i uczynił ją główną bazą portugalską. W roku 1511 zajął Malakkę nad cieśniną Malakka (między półwyspem Malajskim i Sumatrą). Arabom udało się jedynie nie dopuścić do utworzenia baz portugalskich na Morzu Czerwonym i ograniczyć aktywność Europejczyków w Zatoce Perskiej.

To czym dla Mongołów były łuk i strzemię, dla Europejczyków była technologia i konstrukcja ich statków: silny kadłub, ster zawiasowy, trzy maszty, cała gama ozaglowania, zdolność płynięcia ostro pod wiatr, co dawało przewagę nad statkami ograniczonymi do pomyślnych wiatrów od tyłu. Statki arabskie i hinduskie były podobnej wielkości co portugalskie, ale lżejszej konstrukcji i mniej odporne na ogień artylerii.

Silny kadłub statków europejskich był m.in. efektem stosowania gwoździ do zespalania desek kadłuba. Hinduscy stocznioowcy szybko zaczęli je również stosować. Jednak statki europejskie nie były pozbawione wad. W ciepłych wodach azjatyckich szybko niszczyła je korozja (rdza i pasożyty atakujące kadłuby z drewna dębowego). Ich trwałość nie przekraczała 2-3 lat. Chińczycy byli tego świadomi i w okresie dużej aktywności morskiej rzadko wysyłali swoje wielkie statki w dalekie podróże. Większość transportu realizowali małymi łodziami budowanymi na Filipinach i w Indonezji. Europejczycy znaleźli w końcu sposoby przeciwdziałania rdzy (m.in. stosując drewniane kołki zamiast gwoździ), ale też coraz częściej budowali statki w lokalnych stoczniach azjatyckich, głównie indyjskich i indonezyjskich. W Indiach istniały liczne i niezależne od Europejczyków stocznie. Budowano w nich statki w różnych technologiach, lokalnych i zmodyfikowanych europejskich (np. deski dębowe zastępowano drewnem tekowym). Następował w efekcie obustronny transfer technologii okrętowych. Statki budowane w Azji oceniane były bardzo wysoko przez Europejczyków pod względem technicznym. Były także o 40-50% tańsze.

Zależność Europejczyków od stocznioowców hinduskich i indonezyjskich jest elementem generalnego obrazu, jak następowała dyfuzja technologii i eksploatacja wiedzy azjatyckiej. Znowu nasuwa się analogia z Mongołami, którzy w wielu dziedzinach polegali na obcych administratorach.

Głównym problemem Europejczyków w Azji był trwały deficyt handlowy. Niewiele towarów europejskich było atrakcyjnych dla Azjatów. Za wszystko Europejczycy musieli więc płacić złotem. Haracze pobierane za zezwolenia od przepływających statków daleko nie wystarczały. Ta sytuacja była istotnym stymulatorem rozwoju górnictwa, zarówno w Europie jak i w Azji. Rozwinęły się nowe techniki wydobywania rud żelaza, ołowiu, srebra oraz separowania metali szlachetnych z rud innych metali. Duże transporty złota i srebra płynęły także z Ameryk. Nastąpiła również stymulacja górnictwa afrykańskiego. Jednakże dostępnymi wówczas technikami, do połowy XVII wieku w dużym stopniu wyczerpano dostępne tam złoża złota i srebra.

## 5 Imperia prochowe, AD 1450 – 1650

Działa z brązu były w powszechnym użyciu w Azji i Europie już ok. 1500 roku. Historia rozwoju dział zaczyna się od chińskich strzelb. Potem wynalazek ten przechodzi do Europy, gdzie konstruowane są duże działa. W kolejnym etapie następuje transfer tej udoskonalonej technologii z powrotem na wschód, do Chin, Korei, Japonii, na Bliski Wschód, do Egiptu i Turcji. Transfer obejmuje w tym przypadku także m.in. dyfuzję technik obróbczych stali.

Imperia prochowe to XVI wieczna Turcja, Persja i imperium Wielkiego Mogola. Termin ten oznacza:

1. aspekty technologiczne, które zasadniczo wpłynęły na instytucje rządowe i struktury społeczne,
2. kilka krajów muzułmańskich,
3. wszystkie ważne imperia XVI wieczne, które swoją ekspansję zawdzięczają działom.

Chiny nie były imperium tego typu, gdyż władzę sprawowała tam biurokracja zorientowana na posiadanie ziemi i literaturę.

## 6 Organizacja technologii, AD 1550 – 1750

Jest bardzo charakterystyczne, że kraje islamskie, Indie i Rosja błyskawicznie przyswoiły technologie produkcji i użycia dział zaś wynalazek druku przyjmował się tam bardzo powoli. Powodem były specyficzne interesy warstw rządzących. Druk był mało istotny do konsolidowania władzy i rozszerzania granic własnego terytorium. Co innego działa.

Zupełnie inaczej rzecz się miała w Chinach. Popyt na książki był tam praktycznie nienasycony. Cesarska służba cywilna była elitą zainteresowaną sztuką i filozofią konfucjańską.

Japonia wprowadziła druk całych stron techniką drewnianych bloków a od XVI wieku ruchomą czcionką, lecz po roku 1640 wszystko to wyszło z użycia.

W Chinach w XVI i XVII wieku drukowano bardzo dużo książek, ale niewiele z nich poświęconych było sprawom technicznym. Niektórzy z historyków twierdzą, że konfucjańska elita chińska nie przejawiała zainteresowania ani matematyką ani zjawiskami fizycznymi. Rozwiązywanie problemów praktycznych widziano w dobrej organizacji i skutecznym rządzie. Sprawy techniczne zostawiono rzemieślnikom i przedsiębiorcom. Choć gospodarka chińska jest w tym okresie silna i kwitnie szereg gałęzi przemysłu: tekstylny, ceramiczny, wytop żelaza i oczywiście druk, takie podejście do techniki sprawiło, że mówi się często o stagnacji chińskiej gospodarki i techniki. Gdyż równocześnie przez Europę przechodzi wówczas fala rewolucji naukowej, rozwija się szybko technologia okrętowa, produkcja dział i generalnie technika wojskowa.

Należy zatem wyjaśnić, jak europejska rewolucja naukowa mogła się przyczynić do powstania przewagi, jaką uzyskał Zachód w porównaniu z innymi kulturami. Zdaniem autora książki, nie był to żaden konkretny wynalazek czy odkrycie, ale cała seria nowych sposobów rozpowszechniania i korzystania z informacji technicznych. Były to również nowe sposoby formułowania idei technicznych i dotyczących zarządzania, oparte na pomiarze, zestawianiu danych, ich klasyfikacji oraz korzystania z rysunków i modeli.

Zachodnim wynalazkiem, którego adaptacja w innych kulturach przyciąga dużą uwagę historyków jest zegar mechaniczny. Ponieważ nie przyjął się on w Chinach, Indii i Japonii, wyciągany jest stąd czasem wniosek o stagnacji technologicznej tych kultur.

Z jednej strony to absurd, bo istnieje wiele faktów świadczących o rozwoju technicznym tamtych cywilizacji w tym okresie, choćby rozwój przemysłu stocznioowego w Indiach i przemysłu tekstylnego w Chinach (nowe techniki przędzenia i tkania). Wynalazczość i ekspansja postępowały naprzód i kraje te skutecznie reagowały na problem ograniczonych zasobów (co zachęcało do wynalazków) i stale rosnących zasobów siły roboczej (co ograniczało użycie maszyn oszczędzających pracę).

Ale z innego punktu widzenia faktycznie następowała blokada ograniczająca rozwój technologiczny tych kultur w porównaniu z innymi. W przypadku wielu technologii istnieje bowiem pułap usprawnień, jaki można osiągnąć metodami rzemieślniczymi. Na przykład barwniki z marzany barwiarskiej rosnącej na glebach bogatych w wapń dają wyjątkowo głęboki odcień czerwieni. Techniki tradycyjne metodą prób i błędów reagowały na zróżnicowaną jakość rośliny bez znajomości wpływu wapnia na efekty końcowe. Ale taką metodą dociera się do pewnego pułapu i dalszy postęp jest niemożliwy bez wiedzy o zależnościach chemicznych, co wymaga już istnienia określonej teorii.

Ten rodzaj blokady miał też miejsce w przemyśle metalowym i konstrukcji maszyn. Rozwiązaniem była głębsza analiza procesu i dokonanie jego konceptualizacji (sformułowanie problemu przy pomocy pojęć ogólnych). Aby tego dokonać należało systematycznie zbierać dane, wykonywać analizy chemiczne, robić rysunki techniczne. Przykładem może być turecka wersja marzany, która dotarła do Francji w roku 1740 i wówczas to francuski chemik de Moreau odkrył rolę wapnia w uzyskiwaniu czerwieni. To pozwoliło na precyzyjne sformułowanie sugestii odnośnie dalszych doskonałości procesu barwienia.

W mechanice procedura analizy i konceptualizacji polegała m.in. na systematycznych pomiarach i wykonywaniu pomniejszych modeli. Ta ostatnia metoda datuje się od roku 1420. Po raz pierwszy zastosował ją włoski architekt Filippo Brunelleschi. Stosowali ją szeroko twórcy map, budowniczości statków i mostów.

Druk i książki rozwijały nawyk myślenia abstrakcyjnego, często analitycznego. Ale o ile w Europie XVII wiekowej taką metodę analizy stosowano do sporządzania map, mechanizmów opartych na kołach i dźwigniach oraz tworzenia substancji chemicznych, to w Chinach myślenie analityczne wykorzystywano głównie do badania świadectw pisanych i wyjaśniania problemów lingwistycznych.

Ważnym świadectwem tych różnic między Europą i Azją jest podejście do mechanizmu zegarowego. Na Zachodzie przywiązywano wielkie znaczenie do pokazywania skomplikowanych ruchów planet przy pomocy pomniejszych modeli złożonych z prostych elementów. Istnieje wszakże duża różnica między modelem jako prostą reprezentacją rzeczywistych obiektów materialnych a modelem symbolizującym pewną głębszą rzeczywistość, będącym znakiem takiej rzeczywistości. Zegar widziany jako model zachęcał do konstrukcji innych modeli mechanicznych, służących często zwykłej zabawie. Ale zegar jako symbol reprezentował coraz powszechniejsze przekonanie, że jakaś forma mechanicznego porządku przenika cały Wszechświat. To zachęcało do konceptualizowania procesów natury w kategoriach zależności matematycznych, które mogły być następnie wykorzystane w takich mechanizmach, jak zegarowy.

W Chinach i świecie muzułmańskim zegary astronomiczne budziły zainteresowanie w XI wieku i były wówczas podejmowane próby konceptualizacji porządku mechanicznego.

Ale w wieku XVII literackie i rolnicze nastawienie kultury chińskiej stało się tak silne, że nie kontynuowano już prac z dziedziny matematyki, wielkie zegary XI wieczne już nie istniały a idee, które im towarzyszyły poszły w zapomnienie. Zegary europejskie, które demonstrowano na dworze cesarskim, nie były więc traktowane za symbole jakichkolwiek idei kosmologicznych. Były zbierane wraz z innymi nowinkami technicznymi jako mechaniczne, osobliwości „atrakcyjne dla zmysłów, ale nie służące zaspokajaniu jakichkolwiek potrzeb” (komentarz ówczesnego autora chińskiego).

Ważnym stymulatorem rozwoju matematyki, konstrukcji zegarowych i modeli była astronomia. Obserwatoria astronomiczne istniały w XI wieku w Chinach, Indiach i świecie islamu. Pytanie, czemu matematyka i zegarmistrzostwo nie rozwinęły się tak żywo w Azji jak w Europie jest związane z pytaniem, dlaczego większość obserwatoriów astronomicznych została zniszczona w czasie inwazji nomadów. W XVI wieku niektóre z tych obserwatoriów odbudowano, czasem pod wpływem wiedzy o europejskich dokonaniach astronomicznych. Przykładem jest obserwatorium w Istambule, odbudowane w latach 1575-1577. Ale nie działało ono długo. Zostało zamknięte pod presją tych samych konserwatywnych sił, które sprzeciwiały się wprowadzeniu druku. W ten sposób imperium przodujące niegdyś w rozwoju technologii armatniej nie wykształciło kolejnych umiejętności, z których mogło się narodzić nowe myślenie techniczne. Albowiem na przyszłości miały zaważyć nie tylko takie czy inne produkty materialne ale i nowe sposoby refleksji wyrażające się w rysunkach technicznych, tabelach z danymi i w drukowanych książkach.

Z tego punktu widzenia najważniejsze osiągnięcia Azji to książki techniczne publikowane w Japonii w XVII – XVIII wieku, trochę chińskich prac naukowych, okazjonalne epizody w Indiach (np. korzystanie z modeli przy projektowaniu kompleksu Taj Mahal w latach 1630.). Ale tych przykładów było niewiele i były one izolowane od siebie. Wielka przewaga nowego potencjału technologicznego, generowanego przez zdolność konceptualizacji problemów technicznych, przypadła Zachodowi.

W wieku XV i XVI w Europie rozwija się nowy typ refleksji na temat praktycznych problemów związanych z zarządzaniem, organizacją i technologią. Wpływ rewolucji naukowej na technologię w niewielkim tylko stopniu polegał na zastosowaniu odkryć naukowych do opracowania nowych technik. Jednymi z nielicznych przykładów tego typu oddziaływania były technologie barwiarskie i maszyna parowa (XVIII wiek). W o wiele większym stopniu wpływ rewolucji naukowej polegał na nowym podejściu, jak problemy powinny być analizowane a działania związane z technologiami organizowane.

W wieku XVII myślenie o procesach przez analogię do działania maszyny rozszerzyło się z konstruowania zegara i badania Wszechświata na studiowanie ludzkiego ciała, zachowanie człowieka i działanie organizacji. Przykładem może być musztra żołnierzy obsługujących muszkiety, którą opracowano w postaci serii szczegółowych rozkazów po dokładnym rozpoznaniu kilkudziesięciu prostych czynności składających się na proces ładowania i strzelania. W wieku XVIII ten sposób myślenia zastosowano do procesu przędzenia. Dokonywano drobiazgowych analiz czynności prządki, aby wymyślić maszynę, która zastąpi przynajmniej niektóre z tych czynności.

Musztra, podział pracy, konstrukcja maszyn – wszystkie te sprawy cechowało podobne podejście: analiza skomplikowanych ruchów człowieka i rozbitcie na serię prostszych czynności.

Organizacja pracy fabrycznej miała swój początek w organizowaniu pracy na niewolniczych plantacjach portugalskich na Maderze. Wkładem europejskim była organizacja zwiększająca wydajność. Techniki używane do produkcji były natomiast przejmowane od wszystkich, którzy mieli tu coś do powiedzenia, np. od zatrudnionych na tych plantacjach niewolników.

Jest charakterystyczna różnica w zastosowaniu podziału pracy w Europie i w Chinach. W Europie miał on służyć zwiększeniu wydajności. W Chinach – nauce każdego rzemieślnika wysokiej jakości pracy poprzez nabywanie odpowiednich umiejętności dzięki długotrwałej specjalizacji.

## **7 Trzy składowe rewolucji przemysłowej, AD 1700 – 1815**

W okresie 1500 – 1700 populacje Europy, Chin, Japonii i Indii podwoiły się. Skutki wielkich epidemii XIV wieku zostały wreszcie nadrobione. Szybki wzrost populacji wywołał dwukrotnie zwiększony popyt na żywność, drewno i paliwa. Coraz większa produkcja rolnicza była możliwa w Europie i Chinach dzięki nowym gatunkom roślin jadalnych, jakie przybyły z Ameryki, głównie kukurydzy i ziemniakom. Można powiedzieć, że wzrost populacji był tam możliwy właśnie dzięki tym nowym typom upraw.

Wydajność z hektara w Chinach w wieku XVII wynosiła od jednej do trzech ton ryżu. W wieku XVIII wzrosła o 10-20% i osiągnęła poziom nie przekroczony aż do lat 1950. Rosła także produkcja wielu innych gałęzi przemysłu chińskiego. Produkcja żelaza osiągnęła poziom 200 tysięcy ton. Ale na początku XIX wieku gospodarka chińska przeżywała duże trudności. Ponieważ rosła liczba ludności, musiał rosnąć areał upraw kosztem innych zastosowań ziemi (pasza, drzewo, bawełna). Cechą specyficzną tego społeczeństwa z wyrafinowanym rolnictwem i elitą poświęcającą swój czas pielęgnacji ogrodów było większe zainteresowanie wzrostem produkcji żywności aniżeli przewyciężanie niedoborów metodami przemysłowymi. Takie priorytety połączone z zarobkami wypłacanymi w naturze i barterowym handlem powodowały, że żywność była tania, siła robocza także, natomiast artykuły przemysłowe relatywnie drogie. Istniała więc stała tendencja po roku 1800, aby używać możliwie dużo taniej siły roboczej do uprawy ziemi, pompowania wody, produkcji tekstyliów a nawet transportu. Rzadziej natomiast niż w XIII wieku budowano maszyny wykorzystujące inną energię niż ludzka, np. koła wodne.

Natomiast w Europie żywność i siła robocza nigdy nie były tak tanie w stosunku do innych zasobów i stąd była ciągła motywacja do używania, konstruowania i doskonalenia maszyn oszczędzających pracę.

Pierwsza faza rewolucji przemysłowej to wprowadzenie silnika parowego wynalazki związane z użyciem węgla oraz. Pozwoliło to na eksploatację nowych zasobów tego surowca. Zanim to nastąpiło, rósł ciągle deficyt węgla drzewnego, zasadniczego surowca w wielu gałęziach przemysłu, w tym także w procesie wytopu żelaza. Przez cały wiek XVIII cena coraz bardziej deficytowego węgla drzewnego rosła i równocześnie używano coraz więcej węgla kamiennego. Wynalazek koksu umożliwił zastąpienia węgla drzewnego przy wytopie żelaza. Nastąpiło to po roku 1760.

W Chinach koksu do wytopu żelaza używano już wiele wieków wcześniej. Technologia ta nie miała jednak tak rewolucyjnego znaczenia, jak w Anglii, gdyż w Chinach nie było maszyn parowych. Dzięki nim wiele niedostępnych wcześniej, bo zalanych wodą, angielskich złóż węgla mogło być teraz eksploatowanych. Używano zatem silnika parowego na dużą skalę, bo choć był mało wydajny, to w kopalniach, gdzie z niego korzystano, węgla było w bród. Silnik parowy zaczął też służyć do napowietrzania procesu wytopu żelaza. Uniezależnił więc tę produkcję od wody, która uruchamiała przedtem miechy i jej okresowe deficyty stanowiły wąskie gardło procesu metalurgicznego. Zatem silnik parowy rozwinął się w symbiozie z przemysłem stalowym i górnictwem węglowym.

Produkcja żelaza w okresie przedindustrialnym nie przekraczała 2 kilogramów na głowę na rok. Około roku 1800 liczba ta przekroczyła w Zachodniej Europie, zwłaszcza w Anglii.

Liczby odnośnie Rosji pokazują, ile mogła osiągnąć gospodarka tradycyjna, gdzie woda i węgiel drzewny były w obfitości.

<b>kraj / region</b>	<b>rok</b>	<b>ogółem tys. ton/rok</b>	<b>na głowę tony/rok</b>
Chiny	1078	125	1,4
	1750	200	1
Europa (bez Rosji)	1500	60	1
	1700	175	1,8
	1796	420	4
Rosja	1806	700	6
	1793	202	5

Drugi składnik rewolucji przemysłowej dotyczył organizacji produkcji fabrycznej. Tak więc, o ile pierwszy odnosił się do problemu zasobów, czyli przejścia od paliw opartych na drzewie do węgla, od konstrukcji drewnianych do stalowych, od kół wodnych do silnika parowego, drugi – do organizacji produkcji. Jeśli idzie o zasoby, niemal do końca XVIII wieku wygląd fabryki i wykorzystywana energia niewiele się różniły od manufaktur chińskich i muzułmańskich w wiekach średnich. Ale pod koniec wieku XVIII zaczęto instalować w Europie silniki parowe Watta co umożliwiło po raz pierwszy napędzać nimi urządzenia fabryczne. Używano także coraz więcej stali przy budowie fabryk, co umożliwiło instalowanie większych i cięższych maszyn, także coraz większych kół wodnych, wciąż używanych do napędzania urządzeń.

Do końca XVIII wieku w przemyśle brytyjskim dokonała się głównie rewolucja metod i organizacji pracy a po roku 1785 – rewolucja w rodzajach stosowanych energii i używanych materiałów.

Stymulatorem rozwoju europejskiego przemysłu tekstylnego była bardzo wysoka jakość materiałów i kolorów wyrobów indyjskich. Jednak metody, dzięki którym jakość tę osiągnano w Indiach nie były dla Europy interesujące (bardzo pracochłonne i rzemieślnicze). Dialog technologiczny między Europą a Indiami przybrał formę bodźca, co można i należy osiągnąć. Pod koniec wieku XVIII przędzarka Cromptona umożliwiła dorównanie a potem prześcignięcie jakości produktów indyjskich. Podobnie było z kolorami. Istniała bardzo intensywna wymiana doświadczeń między producentami europejskimi (Anglia, Francja, Szwajcaria). Wreszcie została wynaleziona technologia bielenia chlorem (1780) i od tej pory kolory dorównywały jakości indyjskiej.

Trzeci element rewolucji przemysłowej dokonał się w Indiach. Był związany z wpływem brytyjskiego handlu. Dotyczył przemysłu tekstylnego, ale przede wszystkim przemysłu stoczniowego. Przemysł ten w Indiach rozwijał się dynamicznie. Jakość statków budowanych w stocznjach indyjskich była bardzo wysoko oceniana przez brytyjską admiralicję i angielskich armatorów. W dwóch stocznjach, w Bombaju i Hooghley w okresie 1736-1860 zbudowano prawie 600 statków powyżej 100 ton.

W XVIII wieku Indie uczestniczyły w europejskiej rewolucji przemysłowej (przemysł tekstylny, stoczniowy, inwestycje w transporcie morskim). Nie były jednak na progu własnej rewolucji przemysłowej. Nie dysponowały silnikiem parowym ani kopalniami węgla. Miały niewiele maszyn. Rozwijające się przemysły ograniczały się do kilkunastu ośrodków na wybrzeżu. Reszta kontynentu pozostawała w ekonomicznym upadku.. Rynki indyjskie były niszczone rosnącą konkurencją tekstyliów europejskich i brytyjskich oraz europejską polityką celną wymierzoną przeciwko towarom indyjskim. Gdy całe Indie znalazły się już w rękach



brytyjskich, uznano, że ich rola ma polegać na dostarczaniu surowców i byciu rynkiem zbytu dla towarów brytyjskich. Ta polityka wobec Indii zatrzymała je w rozwoju.

Ze względu na doświadczenie hinduskich przemysłowców i bankierów oraz aktywność na wielu polach innowacji technicznych można sądzić, że gdyby Indie były wolne i lepiej prosperujące, reakcja na industrializację brytyjską mogłaby się rozszerzyć z przemysłu stocznioowego na inne gałęzie gospodarki.

## 8 Działa i szyny: Azja, Wielka Brytania i Ameryka

W XVIII wieku wiele azjatyckich technologii stymulowało rozwój Europy: technologia wytopu cynku do produkcji dział z brązu, rakiety jako broń, narzędzia rolnicze, w tym urządzenia do młócenia zboża. Czasem dialog polegał na kopiowaniu technologii azjatyckiej. Czasem jakość i wielkość produkcji w Azji była wyzwaniem (tekstylią). Czasem doświadczenia azjatyckie były przywoływane do potwierdzenia własnych umiejętności (mosty wiszące).

Technologie transportowe XIX wieku. W latach 1802-1825 zaczęto wytwarzać lokomotywy, nieco później mocne i wytrzymałe szyny. Już przedtem używano torów, którymi ciągnięto wagony przy pomocy koni. W rozwoju transportu kolejowego dużą rolę odegrał telegraf. Informował o nadjeżdżających pociągach, umożliwiał lepsze zarządzanie siecią kolejową i lepszą organizację transportu

Rozwój sieci kolejowej stymulował szereg innych technologii: hutnictwo, wytwarzanie maszyn. Kolej była uznawana w połowie XIX wieku za czołowy sektor przyczyniający się do rozwoju gospodarczego Europy i USA.

W Azji silnik parowy pojawił się po raz pierwszy nie w lokomotywach, ale kanonierkach w czasie wojen opiumowych Anglii z Chinami 1840-1842, 1850. Statki parowe były także używane do usprawnienia komunikacji pocztowej Indii z Anglią. Indie bardzo skutecznie odpowiadały na europejskie bodźce technologiczne. Dotyczyło to nie tylko przemysłu stocznioowego, ale i produkcji broni. Broń hinduska sprawiała oddziałom brytyjskim bardzo dużo kłopotów i była uznawana za dorównującą jakością europejskiej.

W wieku XIX pojawiły się nowe rodzaje broni, w tym broń maszynowa. To wraz z nowymi technikami produkcji stali i zastosowaniem obrabiarek jeszcze bardziej powiększyło różnicę technologiczną między Zachodem a innymi państwami. Do tej pory broń produkowano metodami rzemieślniczymi. Od teraz produkcja dostarczała idealnie takich samych części. Elementy stały się wymienne. Zepsute lub zużyte części można było zastępować nowymi. Przy nowej taśmowej metodzie wytwarzania można było zatrudniać niewykwalifikowanych robotników.