

2. Człowiek a energia

2.1. Rys historyczny

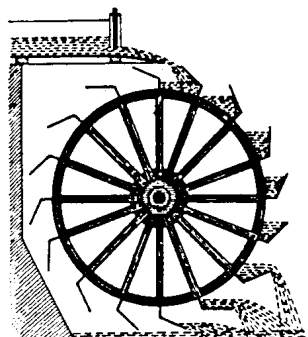
Zużycie energii przez człowieka można uznać za jedną z ważnych wielkości określających jego rozwój cywilizacyjny. Człowiek prehistoryczny potrzebował dziennie, w porównaniu z człowiekiem współczesnym, niewielkiej ilości energii, uzyskiwanej przede wszystkim z pożywienia (9–10 MJ), którą przetwarzał na ciepło, do utrzymania wymaganej temperatury ciała oraz do zapewnienia zdolności ruchu (pracy). Dzięki opanowaniu ognia kilkadziesiąt tysięcy lat temu nauczył się przetwarzać energię paliw na ciepło, na skutek tego dzienne zużycie energii zwiększyło się dwukrotnie.

Przed kilkoma tysiącami lat zaczęło się rozwijać rolnictwo. Osiadły tryb życia sprzyjał rozwojowi wynalazczości i środków technicznych. Zaprzęgnięcie do pracy zwierząt spowodowało podwojenie dziennego zużycia energii przez człowieka.

Ogromny wpływ na rozwój cywilizacji człowieka miało opanowanie wytopu metali – najpierw brązu, a później żelaza. W ciągu paru tysiącleci nastąpił znaczny postęp techniczny – człowiek korzystał z siły pociągowej zwierząt, udoskonalał używane narzędzia. Stosował już pług i wóz na kołach, budował statki na wiosła i żagle [1].

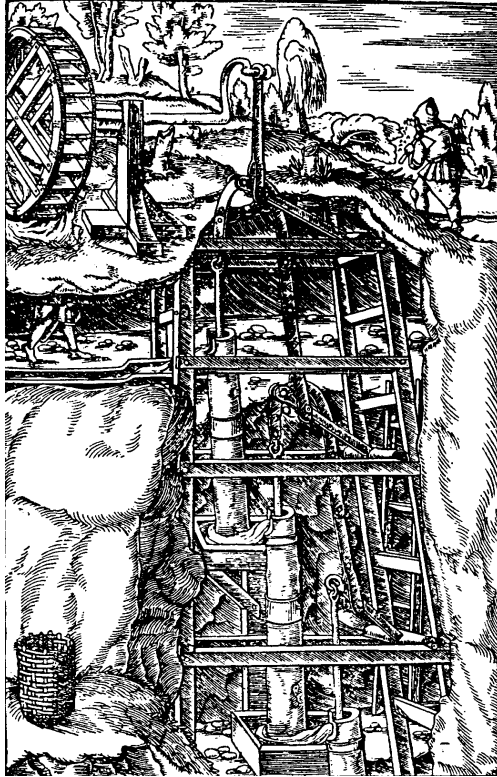
Do początków naszej ery najbardziej znaczącym źródłem energii była siła mięśni ludzi i zwierząt, pokrywająca ponad 90% zapotrzebowania na energię napędową. Następujący po upadku Imperium Rzymskiego zanik niewolnictwa spowodował zwiększenie zapotrzebowania na inne formy energii – były nią energia ruchu wody, a następnie wiatru [3].

W średniowiecznej Europie zwiększyło się wykorzystanie energii ruchu wody dzięki zastosowaniu pionowego koła *nasiebnierne* w młynach wodnych (rys. 2.1), np. w Anglii w XI w. było 5 tysięcy młynów wodnych [5]. Napęd wodny służył nie tylko do mielenia zboża, ale także do pompowania wody,



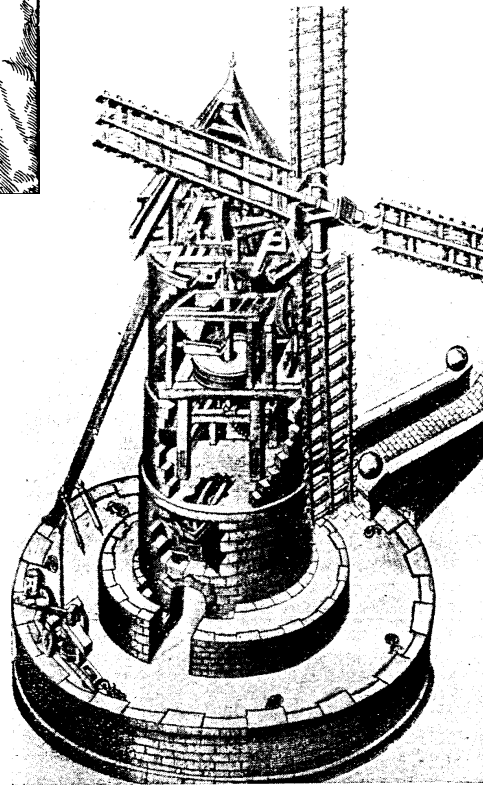
Rys. 2.1. Koło wodne nasiebnierne [5]

piłowania drewna, napędzania maszyn w hutach żelaza, garbarniach i warsztatach rzemieślniczych (rys. 2.2).



Rys. 2.2. Pompy wodne w kopalni napędzane kołem wodnym [5]

Skonstruowanie i upowszechnienie wiatraka (XI–XIV w.), spełniającego podobne funkcje, jak młyn wodny, umożliwiło znaczące zwiększenie wykorzystania energii wiatru (rys. 2.3), np. w Holandii dzięki wiatrakom uzyskiwano energię do pomp osuszających mokradła (korzystano z nich przez wieki – jeszcze w 1836 r. było ich tam około 12 tysięcy) [5].



Rys. 2.3. Wiatrak wieżyczkowy [5]

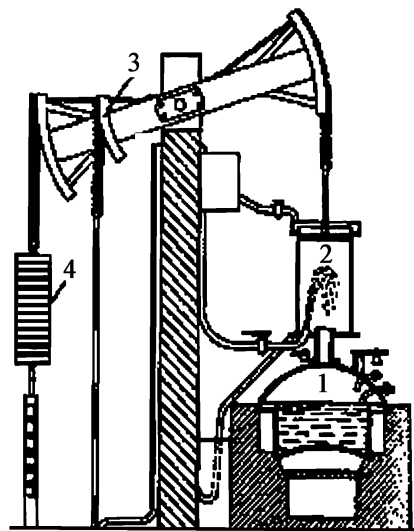
Istotne znaczenie dla rozwoju przemysłu, a w konsekwencji dla rozwoju nowoczesnej cywilizacji, miało wykorzystanie paliw kopalnych (węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego). Opanowanie metod wydobywania tych surowców zapewniło rozwijającemu się przemysłowi dostęp do ogromnych zasobów skoncentrowanej energii, z których człowiek mógł czerpać niezależnie od wielu czynników zewnętrznych.

Podstawowym pierwotnym nośnikiem energii (od XIII w.) stał się węgiel, który stopniowo zastępował dotychczasowe nośniki energii (drewno, wiatr, wodę, tłuszcze roślinne i zwierzęce). Następstwem zastosowania węgla, jako głównego źródła energii do maszyn, są wielkie przesunięcia ludności i powstawanie centrów przemysłu w pobliżu zagłębi węglowych w XVIII i XIX w. (na przykład: Yorkshire w Anglii, zagłębia Ruhry i Saary w Niemczech, region północny i Lotaryngia we Francji, Wirginia, Pensylwania, Ohio oraz Kentucky w USA i wreszcie Górny Śląsk w Polsce).

O doniosłej roli surowców energetycznych i korzyści z ich stosowania dla środowiska naturalnego może świadczyć przykład Anglii, pierwotnie lesistej wyspy, która w XVI wieku – na skutek nieograniczonego spalania drewna – przemieniła się w krainę pastwisk. Kończące się zasoby łatwo dostępnego drewna, przerabianego na węgiel drzewny, używanego do wytopu żelaza, wymusiły opracowanie nowej technologii, z zastosowaniem koksu, otrzymywanego z węgla (Abraham Darby, początek XVIII stulecia), zapoczątkowując rozwój hutnictwa brytyjskiego.

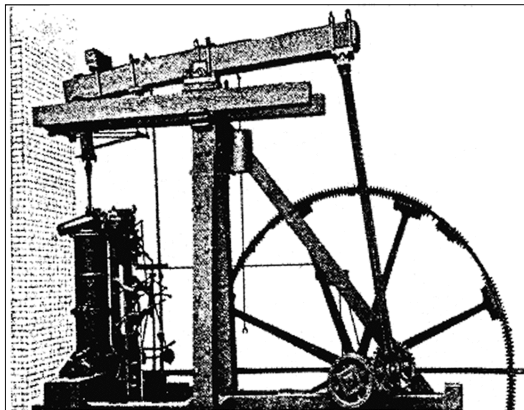
Gwałtowny wzrost zużycia energii przez człowieka w wiekach XVIII–XIX wiąże się z rewolucją przemysłową. Za moment przełomu można umownie przyjąć datę wynalezienia maszyny parowej przez Newcomena w Anglii (1712 r.). Jego maszyna parowa, przeznaczona do wypompowywania wody z kopalni, choć bardzo niedoskonała, zużywała bowiem nadmierne ilości węgla, odegrała ogromną rolę w rozwoju maszyn (rys. 2.4).

Ulepszenie maszyny parowej przez Jamesa Watta (1782 r., Anglia) i przystosowanie jej do napędu maszyn obrotowych dało początek nowoczesnemu przemysłowi, przyczyniło się do rozwoju żeglugi i umożliwiło powstanie kolei (George Stephenson, 1814 r., Anglia). Postęp techniczny, jaki się



Rys. 2.4. Maszyna parowa Newcomena:
1 – kocioł, 2 – cylinder, 3 – dźwignia,
4 – przeciwwaga [5]

dokonał po zastosowaniu napędu mechanicznego, spowodował, że w połowie XIX stulecia w niektórych krajach uprzemysłowionych dzienne zużycie energii przypadające na jednego mieszkańca wynosiło już 200 MJ.



Rys. 2.5. Maszyna parowa Watta z układem korbowym [5]

W XX wieku drugim znaczącym, oprócz węgla, nośnikiem energii stała się ropa naftowa (stosowana już od połowy XIX w.). Trudno przecenić jej rolę w rozwoju cywilizacji przemysłowej. Ropa naftowa to bowiem nie tylko wysokoenergetyczne paliwo i cenny surowiec dla przemysłu chemicznego, ale jednocześnie materiał o strategicznym znaczeniu – odgrywa ważną rolę w energetyce i przemyśle motoryzacyjnym w każdym rozwiniętym kraju.

Do globalnego wzrostu zużycia energii przyczyniło się powszechne stosowanie energii elektrycznej, która ma najdogodniejszą dla użytkowników postać. Wcześniej przemysł był skoncentrowany w pobliżu zagłębi węglowych, zastosowanie energii elektrycznej spowodowało zmiany w jego rozmieszczeniu oraz zmieniło oblicze zakładów przemysłowych. Obecnie zwiększenie zużycia energii elektrycznej wyprzedza wzrost zużycia energii pierwotnej – ma to związek ze zwiększeniem się zapotrzebowania na energię elektryczną do ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, a także na skutek tendencji do elektryfikacji narzędzi w przemyśle.

Rozwój nowych technologii wytwarzania coraz bardziej przetworzonych produktów, rozwój transportu i wzrost komfortu życia wiąże się ze zwiększonym zapotrzebowaniem na energię. Zużyciem energii na jednego mieszkańca określa się zaawansowanie techniczne kraju. Dla porównania – w połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku dzienne zużycie energii w Polsce wynosiło około 300 MJ na mieszkańca, w tym samym natomiast czasie w USA – około 1000 MJ.

Istotnym elementem zaspokajania potrzeb energetycznych współczesnego społeczeństwa staje się *energia odnawialna*. Terminem tym określa się formy energii pierwotnej: słonecznej, wód, wiatru, geotermalnej i biomasy. Źródła jej stosowania

sięgają czasów prehistorycznych, ale na przestrzeni dziejów te formy energii „przegrały”

z paliwami kopalnymi. Obecne wysiłki, by energii odnawialnej przywrócić znaczenie, wynikają z obaw przed *efektem cieplarnianym*, spowodowanym spalaniem paliw kopalnych. Planuje się na przykład, że w krajach Unii Europejskiej udział energii odnawialnej w wytwarzaniu energii elektrycznej w 2010 r. będzie sięgał 12%.

Obecnie codzienne zużycie energii przez jednego mieszkańca nie jest już uważane za najlepszy wskaźnik zaawansowania technologicznego społeczeństwa. Zrozumienie szkód, jakie wyrządza środowisku naturalnemu stosowanie paliw kopalnych oraz konieczność oszczędzania zasobów mineralnych, wymusiło racjonalizację zużycia energii. Lepszą miarą poziomu technicznego kraju jest zużycie energii na wytworzenie jednostki dochodu narodowego. Zwykle podaje się, ile ton paliwa umownego (tpu odpowiada ok. 30 GJ) trzeba zużyć na uzyskanie 1000 USD dochodu narodowego. Tak określoną energochłonność gospodarki narodowej oraz wielkość codziennego zużycia energii przez jednego mieszkańca zilustrowano dla kilku krajów w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Porównanie wskaźnika zużycia energii pierwotnej oraz energochłonności gospodarki wybranych krajów w 1989 r. (na podstawie [2])

Wielkość	Kraj				
	Polska	Austria	Francja	Niemcy	USA
Dzienne zużycie energii pierwotnej na mieszkańca, MJ	380	370	460	520	930
Energochłonność krajowego produktu brutto, tpu/10 ³ USD	1,07	0,36	0,42	0,46	0,6

2.2. Rozwój niektórych form użytkowania energii

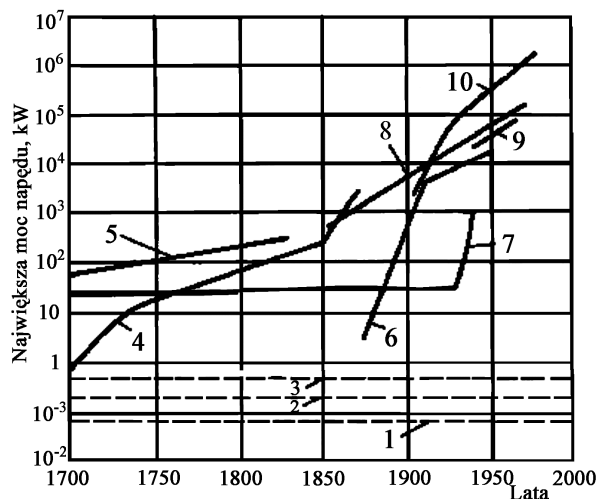
Ogromne zwiększenie zużycia energii w wiekach XVIII i XIX wiązało się z wynalezieniem maszyn i urządzeń umożliwiających konwersję energii z jednej formy w drugą, a zwłaszcza przemianę energii chemicznej, zawartej w paliwie, w energię mechaniczną, a następnie w energię elektryczną.

Pierwsza maszyna parowa, zbudowana w Anglii przez Thomasa Savery’ego pod koniec XVII w., nie miała tłoka. Dopiero zastosowanie ruchomego tłoka (Thomas Newcomen, 1712, Anglia) uczyniło ją maszyną w obecnym rozumieniu. Zwiększenie mocy maszyny parowej nastąpiło po wynalezieniu skraplacza (James Watt, 1769, Anglia), a jej powszechne zastosowanie do napędów – po zamianie ruchu posuwistego tłoka na ruch obrotowy wału (James Watt, 1791).

Chronologicznie rzecz ujmując, rozwój maszyn i urządzeń oraz związane z nim formy przetwarzania energii można przedstawić następująco:

- siła fizyczna i umysłowa człowieka: opanowanie ognia – 150–80 tys. lat p.n.e.,
żarna – 5500–4250 lat p.n.e.,
odlewnictwo – 4250–3750 lat p.n.e.,
- wiatr: żagiel – 3750–3250 lat p.n.e.,
młyn wiatrowy europejski – w Europie w X w. n.e.,
- woda: koło czerpakowe – 3250–2750 lat p.n.e.,
pompa tłocząca – 150 lat p.n.e.,
młyn wodny – 80 r. n.e.,
turbina wodna – 1827 r. n.e.,
- zwierzęta: wykorzystanie siły zwierząt – 3750–3250 lat p.n.e.,
- wytop metali: miedź, srebro, ołów – 4250–3750 lat p.n.e.,
żelazo – 1400 lat p.n.e.,
- energia słoneczna: Archimedes zapalił okręty promieniowaniem
słonecznym skupionym lustrami – 200 lat p.n.e.,
silnik parowy z kolektorem słonecznym Schumana
– 1913 r.,
- energia cieplna: maszyna parowa Newcomena – 1712 r.,
maszyna parowa Watta – ze skraplaczem – 1769 r.,
turbina parowa Parsonsa – 1884 r.,
- energia chemiczna: silnik spalinowy Otto z zapłonem iskrowym – 1876 r.,
silnik spalinowy Diesla z zapłonem samoczynnym
– 1892 r.,
turbina gazowa – 1939 r.,
silnik turbodoładowy Von Ohaina – 1939 r.,
ogniwo paliwowe – 1959 r.,
- energia elektryczna: silnik elektryczny Faradaya – 1825 r.,
prądnicą elektryczną Faradaya – 1831 r.,
zakład generujący energię elektryczną, Edison – 1882 r.,
- energia jądrowa: reaktor Fermiego (USA) – 1942 r.,
elektrownia jądrowa w Obrinsku (ZSRR) – 1955 r.

Największe zmiany form użytkowanej energii nastąpiły w ostatnich 120 latach i zostały spowodowane przez rozwój przemysłu i transportu. Na rysunku 2.6 pokazano, jak zmieniała się moc maszyn w przeciągu ostatnich trzech stuleci [6]. Największą moc wśród istniejących obecnie maszyn osiąga energetyczna turbina parowa – 1500 MW.



Rys. 2.6. Wzrost mocy urządzeń napędowych w ostatnich trzech stuleciach [2]: 1 – człowiek, 2 – wół, 3 – koń, 4 – maszyna parowa, 5 – koło wodne, 6 – silnik spalinowy, 7 – wiatrak, 8 – turbina wodna, 9 – turbina gazowa, 10 – turbina parowa

Korzystanie przez człowieka z różnych nośników energii zależało od możliwości technicznych, które zdołał stworzyć, dlatego poszczególne formy energii pojawiły się w użyciu w odpowiednim czasie:

- drewno – od opanowania ognia,
- praca zwierząt – około 4 tys. lat p.n.e.,
- energia wody i wiatru – 5–3 tys. lat p.n.e.,
- węgiel – w Europie w 1113 r.,
- ropa naftowa – 1853 r., Łukasiewicz,
- gaz (oświetlenie) – 1792 r., Murdock,
- energia elektryczna – 1831 r., Faraday,
- energia geotermalna – 1946 r.,
- energia jądrowa – 1955 r., pierwszy reaktor.

Na podstawie obserwacji sposobu wykorzystania energii przez człowieka można stwierdzić, że rozwój cywilizacyjny wiąże się nie tylko ze wzrostem ilości użytkowanej energii, ale także ze zmianami form jej przetwarzania.

Warto jeszcze zauważyć, że we współczesnych czasach rozwój maszyn i urządzeń oraz wprowadzenie ich do użytku następuje bardzo szybko. Dawniej postęp techniczny był znacznie wolniejszy. Przykładem może być rozwój turbiny gazowej, opatentowanej przez Johna Barbera w 1791 r. w Anglii [4]. Pierwszą turbinę gazową o znaczeniu przemysłowym zbudowała dopiero w 1931 r. szwajcarska firma Brown Boveri. Powszechnie turbiny gazowe zastosowano jednak dopiero po II wojnie światowej.

Literatura

- [1] LILLEY S., *Ludzie, maszyny i historia*, PWN, Warszawa 1963.
- [2] LOFTNESS R.L., *Energy Handbook*, Van Nostrand Reinhold Company, New York 1983.
- [3] MEJRO C., *Podstawy gospodarki energetycznej*, WNT, Warszawa 1980.
- [4] MILLER A., *Turbiny gazowe*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1984.
- [5] MUMFORD L., *Technika a cywilizacja*, PWN, Warszawa 1966.
- [6] ZIĘBIK A., SZARGUT J., *Podstawy gospodarki energetycznej*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.