

Ryszard Tadeusiewicz

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

OD BURSZTYNU DO PRĄDNICZY – CZYLI POCZĄTKI PRZYGODY LUDZKOŚCI Z ELEKTRYCZNOŚCIĄ

FROM AMBER TO A GENERATOR - THE BEGINNING OF THE ADVENTURE OF HUMANITY WITH ELECTRICITY

Streszczenie: Artykuł stanowi popularne, a więc dalekie od naukowej ścisłości, omówienie niektórych ważnych etapów rozwoju – najpierw obserwacji przyrodniczych, a potem badań naukowych związanych ze zjawiskami elektromagnetycznymi. Nawiązano także do pierwszych prac technicznych związanych z wykorzystywaniem elektryczności. Założono, że jako początek przygody ludzkości z elektrycznością przyjęty będzie w tej pracy moment zaobserwowania zjawiska elektryzacji pocieranego bursztynu, a jej koniec wyznacza wynalezienie, wytworzenie i rozpowszechnienie prądnicy. Oczywiście są to granice przyjęte arbitralnie, ale mające swoje uzasadnienie.

Dla osób znających ową historię rozwoju elektryczności podane w artykule informacje są elementarne. Jednak celem tego artykułu nie jest wzbogacanie wiedzy specjalistów, ale zainteresowanie tematem laików. Osób, które nic na ten temat historii elektryczności nie wiedzą, a powinny wiedzieć, bo posługując się nią na co dzień warto czasem pomyśleć, skąd się ona wzięła i komu ją zawdzięczamy.

Jak wspomniano wyżej, omawianie historii poznawania elektryczności zakończono na momencie wprowadzenia i upowszechnienia prądnic. Przyjęto taką granicę, bo od tej chwili elektryczność z obiektu naukowej fascynacji zmieniła się w użytkowy towar. Natomiast różne sposoby wykorzystania elektryczności są wszystkim czytelnikom znane z codziennej praktyki, więc ich nie opisywano.

Abstract: The article is a popular, and therefore far from scientific strictness, discussion of some important stages of development of the electricity. Firstly it was natural observations. Next scientific research related to electromagnetic phenomena. They was also first technical work related to the use of electricity. It was assumed that as the beginning of the adventure of humanity with electricity in this work will be pointed the moment of observing the phenomenon of electrification of rubbed amber. It was also assumed, that its end determines the discovery and distribution of the generators. Of course, these are boundaries accepted arbitrarily, but having their justification.

For those who know this history of electricity development, the information given in the article is elementary. However, the purpose of this article is not to enrich the knowledge of specialists, but to interest in the subject of laymen. The target are people, who do not know anything about the history of electricity, but should know, because using it on a daily basis is worth thinking sometimes, where it came from and to whom we owe it.

As mentioned above, discussing the history of getting to know electricity was completed at the moment the generators were introduced and popularized. Such a limit was adopted, because from that moment electricity from the object of scientific fascination turned into a usable commodity. However, various ways of using electricity are known to all readers from everyday practice, so they have not been described

Słowa kluczowe: historia elektryczności, obserwacje elektrostatyczne, historyczne metody wytwarzania elektryczności

Keywords: history of electricity, electrostatic observations, historical methods of generating electricity

1. Wstęp

W prezentowanym artykule omawiana jest jedna z największych przygód intelektualnych ludzkości, jaką było zbudowanie wiedzy o elektryczności jako o podstawie naukowej, oraz stworzenie elektrotechniki jako obszaru kreatywności technicznej. Od momentu powstania i rozwinięcia elektrotechniki nic już nie było takie jak dawniej, więc warto porozmawiać o tym, jak do tego doszło. A opowiadając

o milowych krokach tej wspaniałej dziedziny dowiemy się także o tym, o czym wiedzą tylko naprawdę nieliczni – że tego wszystkiego po prostu by nie było, gdyby przed kilkuset laty kilku ludzi nie zafascynowały zjawiska przyrody, których nie rozumieli, ale bardzo pragnęli je poznać...

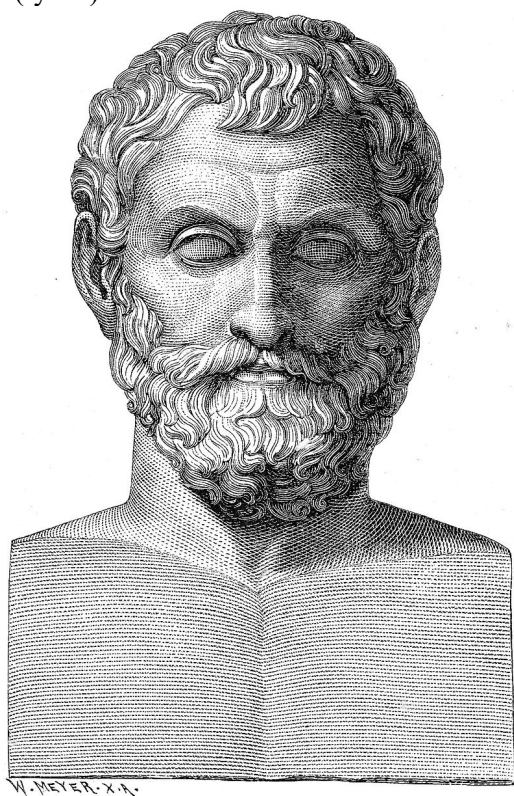
2. Początek: odkrycia przyrodnicze

Zacznę od przedstawienia zarysu historii wiedzy o elektrostatyce. Będzie to zarys bardzo

subiektywny, gdyż będę skupiał uwagę wyłącznie na arbitralnie wybranych faktach, bynajmniej nie na wszystkich najważniejszych, dających jednak w sumie pewien syntetyczny pogład na temat drogi, jaką ludzie podążali ku elektrotechnice.

Podobnie jak wszystkie inne dyscypliny naukowe, wchodzące w skład wiedzy przyrodniczej, powstała ona z głębokiej fascynacji ludzi niezwyklejmi zjawiskami natury.

Prawdopodobnie pierwszym Przyrodnikiem, który badał zjawiska elektryczne, był Tales z Miletu (ok. 620–ok. 540 p.n.e.). Prawie dokładnie 500 lat przed narodzeniem Chrystusa badał on siły elektrostatyczne pojawiające się wokół potartego (naelektryzowanego) bursztynu (rys. 1).

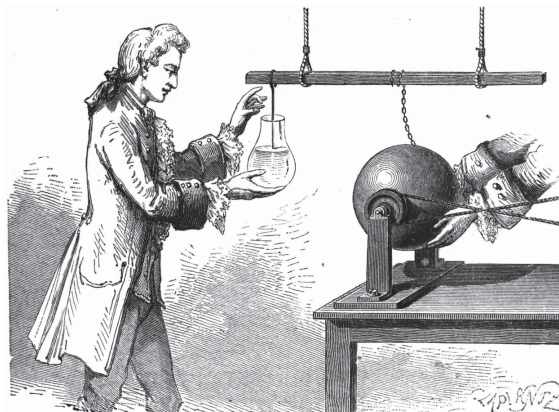


Rys. 1. Odkrywca elektryczności Tales z Miletu. Rycina z książki "Illustrerad verldshistoria utgifven av E. Wallis. volume I", 1875 r.

Zapisał, że potarty tkaniną bursztyn przyciąga drobne przedmioty. Niewiele z tego rozumiał, bo ówczesna wiedza przyrodnicza nie wypracowała jeszcze potrzebnych pojęć, a ponadto większość istotnych zjawisk związanych z elektrycznością wymyka się prostym metodom ludzkiego poznania, ponieważ człowiek nie ma żadnych receptorów pozwalających postrzegać elektryczność zmysłowo, a Tales nie dyspono-

wał oczywiście żadną aparaturą. Jednak skierował uwagę nauki na te zjawiska, w wyniku czego od greckiej nazwy bursztynu (Elektron) wzięła nazwę cała dziedzina wiedzy, zapoczątkowana przez te badania.

Elektrostatyka, którą odkrył ten Grek, była potem przez wiele stuleci modnym tematem badań i pokazów różnych przyrodników (rys. 2).



Rys. 2. Eksperymenty związane z elektrostatyką. Rysunek (public domain) z Wikipedii https://en.wikipedia.org/wiki/Leyden_jar#/media/File:Cuneus_discovering_the_Leyden_jar.png

Wytwarzali oni elektryczność przez pocieranie różnych przedmiotów (czasem dosyć egzotycznych, jak na przykład skóra kota!), gromadzili ją w tzw. butelkach lejdejskich i systematycznie wiedzieli o niej coraz więcej.

Inny rodzaj badań przyrodniczych związanych z elektrycznością uprawiał wybitny uczyony i polityk amerykański, Benjamin Franklin (1706-1790). Fascynowała go elektryczność występująca w przyrodzie w swej najbardziej spektakularnej postaci: pioruny. Pracownia Franklina, w której obcował z piorunami, fascynowała współczesnych i była częstym przedmiotem przedstawień artystycznych i literackich, stąd jest on dzisiaj znacznie bardziej znany (także osobom nie zajmującym się elektrycznością ani historią nauki), niż wielu innych, często bardziej zasłużonych badaczy (Rys. 3).

Badania Franklina przyniosły sukces praktyczny, jakim było wynalezienie piorunochronu, ale przyciągnęły do prac nad elektrycznością szereg spragnionych poklasku nieuków, którzy zaczęli z poważnych badań naukowych robić – mówiąc współczesnym językiem „salonowe show”. Co więcej, elektryczność jako obszar, w którym manifestują się działania niewidzialnych tajemnych sił oraz budzących strach fenomenów w rodzaju iskier, rozbłysków i gło-

śnych wyładowań była dziedziną wiedzy o zjawiskach, które przy braku świadomości ich natury łatwo było interpretować w kategorii fenomenów paranormalnych. Stąd obok badań naukowych, rzeczywiście rozwijających wiedzę o elektryczności, funkcjonowało więc w tej dziedzinie sporo pseudonaukowych szarlatanów.



Rys 3. Benjamin Franklin badający elektryczność atmosferyczną. Rysunek (public domain) z Wikipedii ([https://en.wikipedia.org/wiki/Benjamin_Franklin#/media/File:Benjamin_West,_English_\(born_America\)_-_Benjamin_Franklin_Drawing_Electricity_from_the_Sky_-_Google_Art_Project.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Benjamin_Franklin#/media/File:Benjamin_West,_English_(born_America)_-_Benjamin_Franklin_Drawing_Electricity_from_the_Sky_-_Google_Art_Project.jpg))

Krok po kroku badacze zbliżali się jednak od poznania elektryczności i jej właściwości, czyli nieświadomie, ale konsekwentnie dążyli w kierunku, który nas tu interesuje, to znaczy w stronę elektrotechniki. Jednak mimo efektownych fenomenów elektrostatyki (zarówno naturalnej, jak i wywoływanej sztucznie) droga do nowoczesnej elektrotechniki i elektroniki wiodła poprzez odkrycia przyrodnicze zupełnie innego rodzaju. Elektryczność statyczna wytwarzana w różny sposób pozwalała bowiem badać pole elektryczne i wytwarzać duże potencjały, nie mogła jednak stanowić źródła prądu elektrycznego. Takim źródłem stały się dopiero ogniwa elektryczne, do wynalezienia których doszło w dość nieoczekiwany sposób.

3. Od elektryczności zwierzęcej do baterii

Kolejny znaczący krok na rozważanej tu drodze wiodącej od odkryć przyrodniczych do techniki elektronicznej i wywoływanych przez nią przemian w kulturze został uczyniony przez włoskiego ... anatoma. **Luigi Galvani** (1737-1798) badając anatomię nóg żaby wykrył zjawisko tzw. elektryczności zwierzęcej (rys. 4).



Rys. 4. Rysunek ilustrujący doświadczenia Galwaniego (https://it.wikipedia.org/wiki/Luigi_Galvani#/media/File:Luigi_Galvani_Experiment.jpg)

Zaobserwowany przez Galwaniego efekt polegał na tym, że dotknięte pincetą nogi martwej żaby poruszały się. Na pozór miało to niewielki związek z elektrotechniką, ale bliższe zbadanie natury tego zjawiska pozwoliło je powiązać z elektrycznością butelek lejdejskich i pioruna, czyli ujawniło, że tym, co generowały dołączone do odpowiednich przewodników nogi żaby lub części ciała innych martwych zwierząt – była energia elektryczna.

Efekt elektryczności zwierzęcej był złożeniem dwóch zjawisk: fizycznego i biologicznego.

Efekt fizyczny polegał na tym, że taca, na której leżało ciało badanej żaby, była z innego metalu, niż pinceta, którą Galvani operował. Natomiast ciało żaby, tak jak ciała wszystkich zwierząt, było wypełnione płynami pełniącymi rolę elektrolitu. Powstało więc ogniwo elektryczne, wytwarzające siłę elektromotoryczną – a w przypadku dotknięcia pincetą także tacy prąd elektryczny płynący w obwodzie zamkniętym: taca – ciało żaby – pinceta – taca.

Efekt biologiczny polegał na tym, że przepływ prądu elektrycznego przez mięśnie powoduje ich skurcz – nawet jeśli zwierzę, którego mięśnie rozważamy, jest martwe.

Odkrycie Galwaniego ma do dzisiaj duże znaczenie przy budowie różnych urządzeń inżynierii biomedycznej – na przykład elektrycznych stymulatorów serca. Jednak dla rozwoju elektrotechniki miało mniejsze znaczenie, bo elektryczność napędzana żabimi udkami nie na wiele by się zdała. Na szczęście udało się wykazać, że dla uzyskania prądu elektrycznego żaba nie jest potrzebna – wystarczą dwa różne metale i elektrolit pomiędzy nimi.

Zjawisko to posłużyło innemu słynnemu badaczowi Przyrody, jakim był **Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta** (1745-1827) do budowy pierwszych użytecznych praktycznie źródeł energii elektrycznej, jakimi były stopy elektryczne. Warto dodać, że pomiędzy dwoma uczonymi Włochami była silna animozja, co powodowało, że Volta miał szczególnie silną motywację do tego, żeby demonstrować doświadczenia dyskredytujące teorię Galwaniego.



Rys. 5. Volta demonstruje swój stos elektryczny Napoleonowi. Rysunek z Wikipedii [https://it.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta#/media/File:Painting_of_Volta_by_Bertini_\(photo\).jpeg](https://it.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta#/media/File:Painting_of_Volta_by_Bertini_(photo).jpeg)

Potem budowano przeróżne elektryczne ogniwa, dobierając różne metale i różne elektrolity. Dla uzyskania większej energii ogniwa elektryczne łączono w zespoły, które na zasadzie analogii z zespołami armat zaczęto nazywać **bateriami**. Na marginesie warto może wyjaśnić, skąd to artyleryjskie skojarzenie.

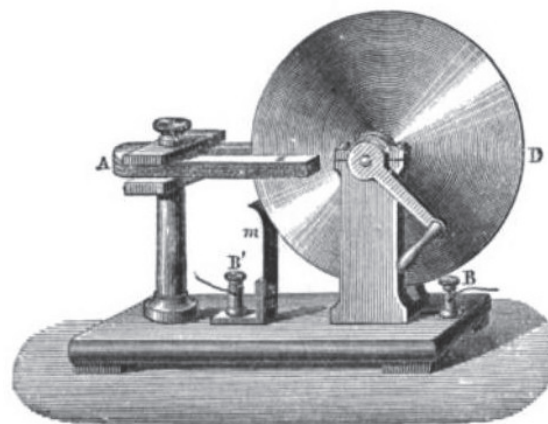
Otóż nie mając narządów (receptorów) pozwalających doświadczać elektryczności zmysłowo, ani nie mając (jeszcze) przyrządów pozwalających elektryczność wykrywać, mierzyć, śledzić i rejestrować – pierwsi badacze skupiali się na ubocznych w gruncie rzeczy fenomenach towarzyszących zjawiskom elektrycznym, którymi były błysk i huk wyładowań elektrycz-

nych. Zjawiska te przywodziły w sposób naturalny skojarzenia z wystrzałem z pistoletu lub z karabinu, stąd zaczęto mówić o **ładunkach** elektrycznych (na zasadzie analogii do ładowania broni palnej) i stąd zespół urządzeń służących do wytwarzania elektryczności zyskał funkcjonujące do dziś miano baterii, ewidentnie będące zapożyczeniem ze słownictwa artyleryjskiego. Warto może o tym wiedzieć, **ładując baterię** na przykład w telefonie komórkowym.

Dzięki wynalazkowi ogniwa elektrycznego oraz baterii badacze uzyskali możliwość korzystania z prądu elektrycznego, co doprowadziło do odkrycia sił występujących pomiędzy przewodnikami z prądem a magnesami (doświadczenie Oersteda, które otworzyło drogę do silników elektrycznych) a także stworzyło możliwości rozwoju elektrochemii, dzięki której udało się odkryć wiele nowych pierwiastków chemicznych.

4. Elektryczność w dużych ilościach dzięki wynalazkowi prądnicy

Wróćmy jednak do zasadniczego wątku tego artykułu. Ogniwa i baterie były (i są do dzisiaj) przydatne w zadaniach nie wymagających dużego zasobu energii elektrycznej. Prawdziwa elektrotechnika zaczęła się jednak dopiero wtedy, gdy zaczęły działać pierwsze prądnice. Pierwszy model prądnicy zbudował w 1831 roku **Michael Faraday** (1791–1867) – rys. 6.

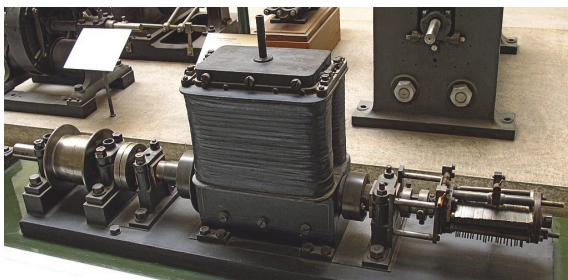


Rys. 6. Dysk Faradaya będący pierwszą działającą prądnicą. Rysunek z Wikipedii https://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday#/media/File:Faraday_disk_generator.jpg

Po nim podobne urządzenia zbudowali i przebadali także inni badacze. Początkowo były to małe modele laboratoryjne napędzane ręcznie, a ich budowa nie pozwalała na uzyskiwanie

z nich dużej ilości energii. Potem jednak przyszła pora na duże generatory napędzane mechanicznie.

Prototyp prądnicy użytkowej stworzył w 1866 roku **Ernst Werner von Siemens** (1816–1892) (Rys. 7). Prądnice dostarczały energii elektrycznej w praktycznie dowolnej ilości i przez dowolnie długi czas, więc ich budowa i doskonalenie stworzyły warunki do wykorzystania elektryczności nie tylko w celach badawczych, ale także użytkowych. Powstało pojęcie energii elektrycznej, bardziej wygodnej w użytkowaniu niż energia wiatru, wody czy napędu w postaci maszyny parowej.



Rys. 7. Prądnica Siemens. Rysunek z Wikipedii https://de.wikipedia.org/wiki/Werner_von_Siemens#/media/File:DMM_3566_Dynamomaschine_von_Werner_von_Siemens.jpg

Użyteczność prądnic spowodowała, że budowano ich coraz więcej i były one coraz bardziej skomplikowane. Ich budowa w coraz większym stopniu uwzględniała także warunki związane z koniecznością ścisłego i stałego powiązania prądnicy z silnikiem napędowym (zwykle parowym). Wynaleziono przy tym także nowy rodzaj towaru i nowy rodzaj zakładu produkcyjnego: wytwórnię sprzedawanej energii elektrycznej, czyli **elektrownię**. Warto może w tym miejscu wspomnieć, że pierwszym przedsiębiorcą, który zarabiał realne pieniądze na sprzedawaniu energii elektrycznej był amerykański wynalazca, **Thomas Alva Edison** (1847–1931). Zbudował on pierwsze elektrownie (Rys. 8) a także pierwsze elektryczne linie przesyłowe w postaci kabli podziemnych (Rys. 9).

Edison, mający bezspornie ogromne zasługi dla rozwoju elektrotechniki (między innymi jako wynalazca żarówki i twórca pierwszych instalacji oświetlenia elektrycznego na dużą skalę) popełnił jednak duży błąd: akceptował wyłącznie prąd stały i nie przyjął propozycji swojego pracownika (a potem konkurenta) **Nicoli Tesli** (1856 – 1943), że należy wytwarzać i przesyłać

prąd zmienny dla zmniejszenia strat w liniach przesyłowych. Jak wiadomo, to Tesla miał rację i jego opatentowany w 1888 roku generator (Rys. 10) stał się prototypem współczesnych prądnic.



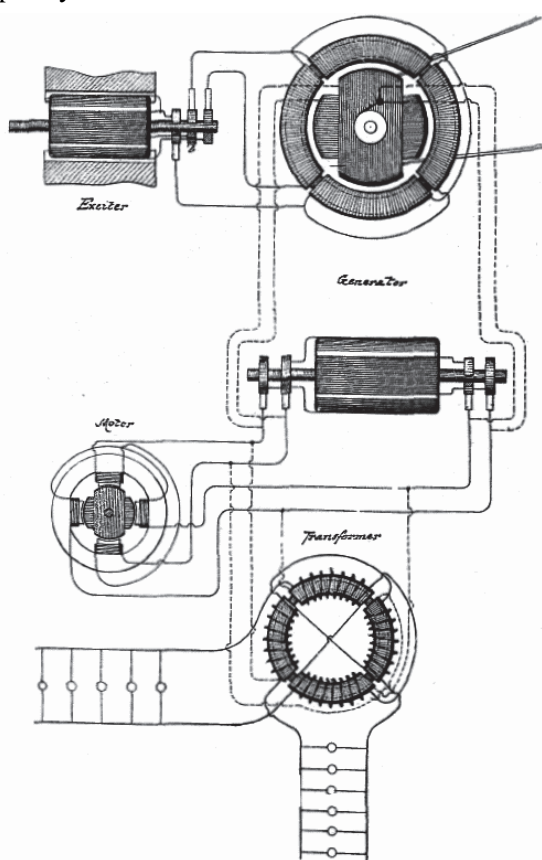
Rys. 8. Pierwsza elektrownia Edisona (na Manhattanie). Rysunek z Wikipedii <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/PearlStreetStation.jpg>



Rys. 9. Robotnicy Edisona układają pierwsze podziemne linie przesyłowe energii elektrycznej. Rysunek z Wikipedii https://en.wikipedia.org/wiki/War_of_the_currents#/media/File:Laying_the_electrical_Tubes_electric_lines_under_street_Edison_Pearl_Street_Utility_June_21_1882_Harpers_Weekly_-_detail.png

5. Wykorzystanie energii elektrycznej

Na bazie wynalazku Tesli zaczęły powstawać liczne elektrownie zdolne do wytwarzania dużych ilości energii elektrycznej i do przesyłania jej na duże odległości za pomocą linii wysokiego napięcia. Elektryczność, która jeszcze niedawno traktowana była wyłącznie jako ciekawostka przyrodnicza lub budząca zainteresowania nowość naukowa – zaczęła nabierać znaczenia praktycznego, ponieważ wraz z prądnicami powstawały także silniki elektryczne, które pozwalały wykorzystać energię elektryczną w przemyśle. Ich kształt dosyć szybko upodobnił się do tych, które znamy z dzisiejszej praktyki.



Rys. 10. Rysunek z patentu Tesli na prądnicę prądu zmiennego. Rysunek z Wikipedii https://en.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla#/media/File:US390721.png

Z elektrycznego napędu korzystało coraz więcej urządzeń wytwórczych – dużych i małych. Początkowo do starych maszyn (o napędzie ręcznym lub parowym) dodawano silniki elektryczne, tworząc rozwiązania hybrydowe. Niebawem jednak zaczęły powstawać urządzenia od początku projektowane w taki sposób, żeby mogły być napędzane elektrycznie.

Elektryczne silniki zrewolucjonizowały sposób produkcji przemysłowej i wygląd hal fabrycznych, z których zniknęły niewygodne i niebezpieczne koła pasowe, przenoszące napęd od centralnego silnika parowego napędzającego uprzednio całą fabrykę. Urządzenia sterujące do nowych maszyn także zaczęły mieć zupełnie nową konstrukcję, a wygoda operowania napędem elektrycznym spowodowała także gwałtowny rozwój automatyki przemysłowej.

Nowy typ napędu wykorzystywano też w różnych pojazdach – co ciekawe, na początku w napędach łodzi, chociaż wiadomo, że woda i elektryczność nie lubią się nawzajem. Sporo nadziei budził napęd elektryczny także w sferze awiacji – zwłaszcza w powiązaniu z ideą napędzanych i sterowanych balonów (sterowców). Niestety rozwój samolotów wyeliminował ten kierunek poszukiwania rozwiązań technicznych, bo do napędu samolotu potrzebne były silniki lżejsze i dysponujące większą mocą, a więc spalinowe, a nie elektryczne. Nowy rodzaj napędu natychmiast doceniono w górnictwie, gdzie brak uciążliwych spalin decydował o preferencji dla napędu elektrycznego przed każdym innym. Prawdziwą sensację wywoływały pierwsze tramwaje elektryczne na ulicach miast. Powstawały całe nowe gałęzie przemysłu – na przykład przemysł maszyn elektrycznych a także kabli i przewodów. Popularność zyskiwały także przewoźne generatory, dzięki którym można było mieć prąd praktycznie w dowolnym miejscu. Miało to duże znaczenie dla wsi, z których większość była nie zelektryfikowana jeszcze przez blisko sto lat od wynalezienia prądnicy i rozpoczęcia ery elektryczności.

O tym, jak ważna jest elektryczność obecnie nie trzeba chyba pisać, bo wszyscy to widzą, wiedzą i czują. Elektryczność jest wszędzie i służy do wszystkiego.

A wszystko to stało się możliwe i dostępne tylko dlatego, że pewien dociekliwy filozof-przyrodnik dwa i pół tysiąca lat temu zainteresował się fenomenami pojawiającymi się przy zwykłym pocieraniu bursztynu!

6. Literatura

- [1]. Grant M., *Krótką historia cywilizacji klasycznej*, Zysk i S-ka, Poznań, 1998.
- [2] Praca zbiorowa, Technika. *Multimedialna encyklopedia PWN*, PWN, Warszawa, 2002.

[3] Tadeusiewicz R., *Historia rewolucyjnego odkrycia i wielu wynalazków, czyli elektryzowanie kultury*, Kraków – Miesięcznik Społeczno-Kulturalny, nr 12 (14), str. 40-43, 2005.

[4] Whittaker E.T., *Brief History of Electricity and Magnetism*, Willey, New York, 2002.

[5] Wróblewski A.K., *Historia fizyki*, PWN, Warszawa 2007.

Autor

Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz
Katedra Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej, AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków.
e-mail: rtad@agh.edu.pl
Strona autora: www.Tadeusiewicz.pl

Źródło finansowania

Praca powstała w ramach badań statutowych,
Nr umowy: 11.11.120.612

