

Mięśnie, ropa, węgiel, gaz, prąd
czy słońce?

Co właściwie nas napędza?

Jedzie? Jedziel! Nas – pasażerów, rzadko kiedy interesuje siła sprawcza, która wprawia w ruch nasz pociąg, autobus czy tramwaj. Chcemy dojechać bezpiecznie, szybko i komfortowo do celu podróży. Ale gdy przyjrzymy się z bliska temu, co powoduje, że nasz pojazd się porusza – okazuje się, że to fascynujące zagadnienie. Miejsce aut spalinowych coraz częściej zajmują te napędzane gazem, prądem czy też... panelami słonecznymi. A jaka będzie przyszłość?

Tekst **MAREK SIECZKOWSKI**

Trudno wyobrazić sobie nasze życie prywatne i zawodowe bez przemieszczania się. Przejazd do pracy, odwiedziny u znajomych, wycieczka czy obiad u rodziny – trzeba przecież jakoś tam dotrzeć. Odległości coraz częściej są takie, że nie dajemy rady iść pieszo. Presja czasu także nie ułatwia zdania – trzeba skorzystać z jakiegoś środka transportu. Historia przemieszczania się ludzi zaczęła się od wykorzystania siły naszych lub zwierzęcych mięśni. Obecnie kluczową rolę w tym względzie odgrywa już nie tylko ropa, węgiel czy gaz. Również słońce zostało zaprzęgnięte do tego, abyśmy szybko, bezpiecznie i komfortowo dotarli do celu naszej podróży.

Wróćmy do początków...

Historia transportu niewątpliwie rozpoczęła się od wykorzystania ludzkich mięśni. Zaraz potem człowiek nauczył się wykorzystywać w tym celu zwierzęta. To właśnie one na własnych grzbietach przewoziły towary i ludzi. Wokół nich powstawały coraz to nowsze rozwiązania infrastrukturalne (na przykład drogi, miejsca postojowe), które wpływały nie tylko na czas i komfort podróży, ale również na zwiększenie możliwości organizacyjnych w transporcie.

Z biegiem lat człowiek szukał nowych rozwiązań. Przewieźć więcej, szybciej i dalej – to były główne

► Streszczenie

W artykule przybliżono historię rozwoju napędu pojazdów - począwszy od siły mięśni ludzkich i zwierzęcych, poprzez węgiel, ropę, a na gazie, prądzie i energii słonecznej skończywszy. Każde z tych źródeł energii było krokiem milowym w rozwoju naszej cywilizacji. Autor dokonuje także próby analizy dalszego rozwoju tej gałęzi gospodarki. Czy w komunikacji publicznej w Polsce powszechne staną się ekologiczne, ale wciąż drogie autobusy elektryczne? Plany rządowe zakładają wprowadzenie takich pojazdów na szeroką skalę.



motywy poszukiwań. Wraz z postępem technicznym pojawiały się nowe wynalazki potrafiące zaspokoić te potrzeby. W XVII wieku dokonano odkrycia, które odmieniło oblicze transportu.

Para buch, koła w ruch

Tym punktem przełomowym było wynalezienie maszyny parowej, wprowadzenie w niej ulepszeń i opatentowanie ich przez szkockiego inżyniera i wynalazcę Jamesa Watta. Do 1800 roku w fabryce wybudowanej pod Birmingham wybudowano 250 takich urządzeń. Jak one działały? Wszystko opierało się na wykorzystaniu pary wodnej, która powstawała w specjalnie zaprojektowanym kotle, pod którym palono drewnem lub węglem. Pod wpływem temperatury woda zamieniała się w parę, która poprzez układ rozrządu dostarczana była do cylindra. Jego przednia i tylna część rozdzielona była tłokiem. Naprzemienne wpuszczanie pod wysokim ciśnieniem pary wodnej do tych dwóch części wywoływało ruch tłoka. Wytworzoną w ten sposób energię przenoszono na wał korbowy i koło zamachowe za pośrednictwem korbowodu. Pierwsze silniki miały jednak dość małą sprawność, dlatego konstruktorzy szybko wprowadzali kolejne ulepszenia (w tym między innymi opracowanie zespołu przekładni do zmiany ruchu postępowo-zwrot-

► Summary

What really drives us?

In the article there has been presented the history of the development of transport drive – starting from the power of human muscles through coal, crude oil, to gas, electricity and solar energy. Each of this power source has been a milestone in our civilization development. The author also analyses further development of this economy branch. Will ecologic, bus still expensive electric buses become popular in Poland? Government plans predict implementing wide range of such vehicles.



Fot. Marek Siczkowski

Panele słoneczne wykorzystywane do oświetlenia przejścia dla pieszych na ulicy Komisji Edukacji Narodowej w Warszawie

Po prawej

Samochód elektryczny Edisona z 1914 roku



Fot. Domena publiczna, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=971201>

nego na obrotowy, co umożliwiło wykorzystanie tego typu urządzeń w pojazdach). Wszyscy znamy określenie mocy, prawda? Wyrażona jest w watach, właśnie na cześć tego niezwykłego konstruktora. Co więcej, jest on także autorem pojęcia „koń mechaniczny”, które przecież wykorzystujemy do dziś.

Maszyna parowa wykorzystywana w transporcie znalazła najszerze zastosowanie na kolei. Choć pierwszą lokomotywę parową wybudował w 1804 roku Richard Trevithick, to jednak za wynalazcę współczesnych lokomotyw uważa się George'a Stephensona. Pierwszy pociąg na świecie ruszył w drogę 21 lutego 1804 roku. W południowej Walii lokomotywa pokonała 9 mil, po czym... spłonęła w wyniku niedociągnięć konstrukcyjnych. Dopiero dziesięć lat później George Stephenson zaprojektował i wybudował swój pierwszy parowóz, który w 1825 roku pojechał ze Stockton do Darlington jako pierwsza kolej użytku publicznego na świecie. Jednak prawdziwą sławę przyniosła mu „Rakieta” – parowóz zaprojektowany i skonstruowany na wyścigi Manchester – Liverpool. W 1829 roku lokomotywa ta zwyciężyła kolejowe zmagania. Co więcej, rozwiązania w niej zastosowane można także znaleźć w dzisiejszych konstrukcjach.

Lokomotywa parowa składała się z trzech podstawowych części: kotła z paleniskiem (służącego do wytwarzania pary wodnej), podwozia i silnika parowego wraz z mechanizmem ruchu. Para powstająca w kotle zbierała się w górnej jego części, w zbieralni-

ku pary. To właśnie tam była specjalna przepustnica, dzięki której maszynista mógł regulować ilość pary wchodzącej do silnika, tym samym zwiększając lub zmniejszając prędkość pociągu. Najczęściej stosowano silnik dwucylindrowy.

Prąd wypiera parę

Silniki parowe zostały jednak wyparte przez urządzenia napędzane ropą naftową lub prądem. W 1831 roku Michael Faraday odkrywa zjawisko indukcji elektromagnetycznej, czyli powstawania siły w przewodniku na skutek zmian strumienia pola magnetycznego, która może być skutkiem ruchu samego przewodnika lub źródła pola magnetycznego. W ten sposób można wytworzyć prąd elektryczny w prądnicach. Dzięki temu ten angielski fizyk wybudował pierwszy na świecie model silnika elektrycznego. Pod koniec XVII wieku Nikola Tesla buduje silnik indukcyjny, czyli maszynę zmieniającą energię elektryczną w mechaniczną. Składa się on z dwóch podstawowych części: nieruchomego stojana i ruchomego wirnika. Pozwoliło to między innymi na wprowadzenie pierwszych elektrycznych tramwajów (wcześniej ciągniętych przez konie). W 1881 roku Werner Siemens konstruuje pierwszy eksperymentalny tramwaj elektryczny, a dziesięć lat później w Halle rusza pierwsza regularna linia tramwajowa.

Silniki spalinowe pojawiają się mniej więcej w tym samym okresie. Prawdziwym kamieniem milowym w historii motoryzacji było wynalezienie czterosuwowego silnika przez Nicolause Otto. Urządzenie to, o spalaniu wewnętrznym, znalazło w kolejnych latach szerokie zastosowanie w motocyklach, samochodach, ciężarówkach, jak również w innych maszynach przemysłowych. Praca takiego silnika odbywa się w czterech etapach: ssania (wpływ mieszanki paliwowo-powietrznej), sprężania, pracy i wydechu (wydmuchu spalin). Po raz pierwszy samochód zaprezentował Carl Benz, w 1886 roku. Kilka lat później powstał silnik diesla. Dziś są to jedne z najpopularniejszych napędów współczesnych pojazdów.

Unikamy zanieczyszczeń

Zwiększenie efektywności napędów czy minimalizacja kosztów zakupu i użytkowania to nie jedyne wyzwania, jakie stoją przed dzisiejszymi konstruktorami układów napędowych pojazdów. Coraz większego znaczenia nabiera także ochrona środowiska. Smog w miastach, ▀

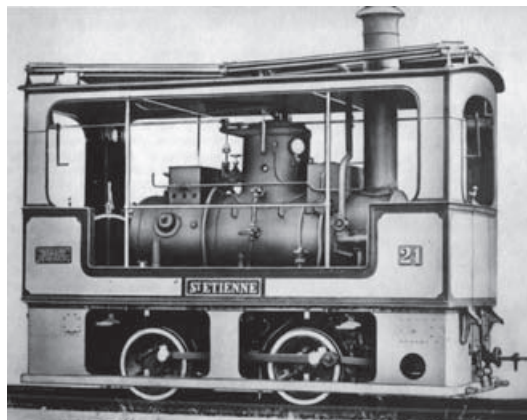
”

Źródło siły, jaka napędza pojazdy komunikacji miejskiej, zmienia się na przestrzeni lat. Także konstrukcja samych pojazdów znacząco ewoluuje. Świat dąży do tego, aby przemieszczać się efektywniej – to znaczy taniej, szybciej i bardziej komfortowo, wraz z jednoczesnym spełnieniem najostrzejszych kryteriów środowiskowych. Każdy z typów poszczególnych silników był prawdziwą rewolucją w transporcie – począwszy od pary wodnej, poprzez prąd, benzynę czy gaz, aż do elektryczności.

- ◆ nadmierne zanieczyszczenie atmosfery – na to coraz większą uwagę zwracają władze miast, a więc także organizatorzy transportu zbiorowego. Chcąc sprostać takim wyzwaniom, przewoźnicy zaczęli wymagać ekologicznych rozwiązań od producentów – a więc przed konstruktorami stanęło prawdziwe wyzwanie. Pojazdy napędzane gazem LPG, choć dużo tańsze, to jednak nie pozwalają na zapewnienie wysokich standardów ochrony środowiska. Jakie jest zatem rozwiązanie?

Pojazdy hybrydowe?

Czy można w jednym pojeździe zainstalować dwa różne silniki? Można – silnik spalinowy w połączeniu z silnikiem elektrycznym daje wiele korzyści. Silnik spalinowy jest mniejszy niż w typowym rozwiązaniu i pracuje przy najdogodniejszej prędkości obrotowej. Z kolei silnik elektryczny ułatwia ruszanie pojazdu i pozwala na odzysk i ponowne wykorzystanie energii hamowania. Pierwszy tego typu pojazd zaprezentował Ferdynand Porsche na Wystawie Światowej w Paryżu w 1900 roku. Jednak stały się one popularne dopiero w ostatnich latach, za sprawą Toyoty. Dziś technologia ta wykorzystywana jest także w autobusach komunikacji miejskiej, nawet polskich producentów. Przykładowo firma Solaris Bus&Coach w 2006 roku wprowadziła do swojej oferty pojazdy Solaris Urbino 18 Hybrid z takim napędem. Dzięki zastosowaniu i połączeniu modułem dwóch silników radykalnie zmniejsza się zużycie paliwa (według producenta o 20-40 procent), a także emisja szkodliwych substancji do środowiska. Niestety, pojazdy hybrydowe są znacznie droższe od spalinowych, napędzanych benzyną, ropą czy gazem. Szacuje się, że przewoźnik osiągnie korzyści finansowe dopiero po ośmiu latach eksploatacji takiego pojazdu. Oczywiście w przypadku znacznego wzrostu cen paliwa czas zwrotu ulegnie zmniejszeniu. Co więcej, jak przewoźnicy sami podkreślają, autobusy elektryczne sprawdzają się przede wszystkim w centrach miast, gdzie wymuszona jest stosunkowo mała prędkość eksploatacyjna.



Fot. Domena publiczna, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32843>



Fot. Alktron/Wikimedia Commons

Historyczny tramwaj parowy w Brnie ciągnięty przez lokomotywę Caroline

Na górze Lokomotywa tramwaju parowego

„Tankowanie” z gniazdka

Czy zatem rozwiązaniem nie byłoby wprowadzenie w pełni elektrycznych autobusów? One z kolei wymagają odpowiednio często ustawionych stacji ładowania. „Zatankowanie” takiego pojazdu przebiega na trzy sposoby: za pomocą kabla podłączanego do gniazdka, zainstalowanego pantografu lub ładowania indukcyjnego. Czy cały proces jest długi? Czy można doładować autobus na przykład podczas postoju na przystanku? Państwowa agencja prasowa Xinhua poinformowała, że w mieście Ningbo jeździ autobus elektryczny, którego ładowanie trwa zaledwie 10 sekund. Choć jest to światowy rekord, to jednak stacje muszą znajdować się w niewielkich odległościach między sobą, dlatego testy tego autobusu odbywają się na dość krótkiej trasie. Czy producenci autobusów zdecydują się na ujednoczenie sposobu ładowania pojazdów? Okazuje się, że – analogicznie do telefonii komórkowej – także w tym przypadku wprowadza się jedną technologię i jeden sposób uzupełniania baterii. Standaryzacja dotyczy przede wszystkim sposobów ładowania, czyli interfejsu „infrastruktura – pojazd” (w tym także umiejscowienia i pozycjonowania pantografu, komunikacji pomiędzy pojazdem a infrastrukturą, standardów bezpieczeństwa, protokołów wymiany danych itp.).

Autobusy elektryczne są także droższe od dziś stosowanych. Jednakże budowa systemów wsparcia może z powodzeniem przekonać wszystkich do stosowania tego ekologicznego rozwiązania. Jaskrawym przykładem jest tu inicjatywa polskiego rządu, który 7 czerwca 2016 roku na specjalnie zorganizowanej konferencji



Fot. Domena publiczna, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php/curid=151558>

*Pierwszy tramwaj parowy Le Raincy
– Montfermeil, 1868 r.*

zaprezentował *Plan rozwoju elektromobilności w Polsce*. Jednym z jego elementów jest całkowite wprowadzenie autobusów elektrycznych w kraju. Decydenci zamierzają uporządkować kwestie prawne (na przykład w ustawach budowlanych czy zapisach dotyczących zamówień publicznych), a organizatorzy komunikacji miejskiej wprowadzić wymagania dotyczące posiadania odpowiedniego procenta pojazdów elektrycznych we flocie. Niewątpliwie przydatne będzie również wprowadzenie zachęt finansowych. W celu realizacji planu przedstawiono także zasady współpracy pomiędzy ośrodkami badawczymi a producentami. W tym samym dniu podpisano list intencyjny o wzajemnej współpracy pomiędzy Politechniką Warszawską, Narodowym Centrum Badań Jądrowych, Enea SA, Energa SA, PGE SA oraz Tauronem. Zaangażowane podmioty deklarują, że wkrótce określą formę prawną, budżet oraz harmonogram powołania przedsięwzięcia służącego realizacji zadeklarowanych celów.

Nie czekając na realizację rządowych planów, niektóre miasta już wprowadzają autobusy elektryczne do swojej komunikacji miejskiej. Są wśród nich na przykład Kraków, Ostrołęka, Lublin, Jaworzno, Częstochowa czy Warszawa. Największy przewoźnik w kraju – MZA Warszawa – podsumował eksploatację autobusów różnych typów, jakie posiada we flocie. Z analizy wynika, że autobusy hybrydowe emitują o 22 procent mniej dwutlenku węgla do atmosfery niż pojazdy spalinowe, a koszt wozokilometrów jest mniejszy także o 22 procent. Autobusy zasilane gazem LNG emitują tylko 5 procent mniej CO₂, ale są o 33 procent tańsze. Z kolei autobusy elektryczne emitują 18 procent mniej szkodliwych substancji do atmosfery, a koszt wozokilometrów jest aż o 77 procent mniejszy niż w przypadku autobusów spalinowych.

Drugą stroną medalu jest jednak koszt zakupu – pojazdy zasilane gazem są droższe o około 20 procent od tych napędzanych olejem napędowym, pojazdy hybrydowe – o około 50 procent, a elektryczne ponad dwa razy.

To może energia ze słońca?

Autobusy napędzane słońcem lub wiatrem? Brzmi jak science-fiction, ale okazuje się, że i takie rozwiązania wprowadza się w komunikacji publicznej. Choć

energiją słoneczną zasila się przede wszystkim elementy małej infrastruktury – jak na przykład oznaczenie przejścia dla pieszych, to próby wprowadzenia paneli napędzających pojazdy już mają miejsce. W Warszawie na nowych 60 przegubowcach i 20 autobusach klasy maxi (12 metrów długości) zamontowano specjalne urządzenia, które stanowią dodatkowe źródła zasilania. Stołeczne autobusy przegubowe mają baterie o mocy 1,5 kW, a dwunastometrowe – 1 kW. Taka ilość energii wystarczy do prawidłowego działania elektronicznej informacji pasażerskiej umieszczonej wewnątrz pojazdów.

Trochę inaczej sytuacja wygląda w Lublinie. Tamtejszy przewoźnik we współpracy z miejscową politechniką opracował system paneli, które odciążą alternatory autobusu, wpływając tym samym na zmniejszenie zużycia paliwa. Inżynierowie mają nadzieję, że pierwsze testy wypadną pomyślnie, a rozwój technologii pozwoli uzyskać większą sprawność energetyczną, co niewątpliwie przełoży się na obniżenie kosztów eksploatacji pojazdów.

Źródło siły, jaka napędza pojazdy komunikacji miejskiej, zmienia się na przestrzeni lat. Także konstrukcja samych pojazdów znacząco ewoluje. Świat dąży do tego, aby przemieszczać się efektywniej – to znaczy taniej, szybciej i bardziej komfortowo, wraz z jednoczesnym spełnieniem najostrzejszych kryteriów środowiskowych. Każdy z typów poszczególnych silników był prawdziwą rewolucją w transporcie – począwszy od pary wodnej, poprzez prąd, benzynę czy gaz, aż do elektryczności. Jesteśmy świadkami tego przełomu, a gdy zostaną zrealizowane rządowe obietnice, w naszym kraju zobaczymy nowe oblicze transportu pasażerskiego. Czy panele fotowoltaiczne mogłyby służyć jako napęd? Wkrótce się o tym przekonamy. ■



Marek Sieczkowski | Ekspert ds. public relations
w transporcie publicznym