

Wóz najprostszy, jakim są *sanie*, był zawsze z korzyścią stosowany do przewozu po drodze gładkiej naturalnej, zwłaszcza po śniegu i lodzie. Technika starożytna potrafiła zmniejszyć tarcie płóz po pomoście zapomocą mazi i wznieść piramidy z olbrzymich bloków granitu, przewiezionych w ten sposób z odległych kopalni. Technika współczesna zastosowała wtłaczanie pod wysokim ciśnieniem wody pomiędzy płozę a szynę, sprowadzając tarcie pomiędzy nimi do minimum na *drogach żelaznych poślizgowych* ¹⁾.

Wynalazek *wozu na kołach*, sięgający głębokiej starożytności, ułatwił przewóz, zastępując tarcie posuwiste przez tarcie potoczne. Ulepszenie w czasach nowożytnych wozu, przeznaczonego do dróg zwyczajnych, pod względem ustroju kół i osi, zawieszenia pudła na resorach i in., pozwoliło na zwiększenie szybkości jazdy. Wynalazek obręczy pneumatycznych w r. 1875 zdecydował o postępkach automobilizmu.

Pierwsze wozy, które toczyły się po kolejach żelaznych kopalnianych, nie różniły się od tych, których używano na drogach zwyczajnych i które często wprost korzystały z ulepszonej drogi, jaką była kolej. Dopiero później ulepszono stopniowo i wzmocniono ustrój wozu, przeznaczonego wyłącznie do ruchu po drodze żelaznej, czyli *wagonu*, opatrując obręcz kół w obrzeża, osadzając koła nieruchomo na osiach i dając osiom położenie niezmiennie prostopadłe względem osi podłużnej wagonu. Takie uzależnienie kół i osi okazało się niezbędnym ze względu na częste wykolejanie się wozów zwyczajnych.

3. Silnik. Silnik żywy. Siła ciężkości. Drogi żelazne linowe. Maszyny stałe. Pierwsze próby trakcji parowej. Parowozy Trevithick'a. Blenkinsop i Hedley. Drogi żelazne zębnicowe. Jerzy Stephenson i Séguin. Konkurs pod Rainhill. Ulepszenia parowozu. Wagony silnikowe. Trakcja elektryczna.

Pierwotny silnik przewozowy, to *silnik żywy* — człowiek lub zwierzę pociągowe. Wół, który ciągnął wozy ofiarne do świątyń za czasów Homera, jest dotąd jedynym silnikiem, który zastosować można do przewozów po bezdrożach Afryki. W warunkach nie tak wyjątkowo trudnych, koń był przez wieki niezastąpionym silnikiem pociagowym. Był on stosowany na pierwszych kolejach i stosuje się dotąd na kolejkach i przy tramwajach.

Na dużych spadkach, gdzie silnik żywy nie wystarczył, stosowana była na kolejach *siła ciężkości* staczanych wozów ładownych do wciągania pod górę wozów próżnych zapomocą liny, przerzuconej około wału. Taka *równia pochyła samoczynna* była urządzona w roku 1788 w hucie w *Ketley* w Anglii.

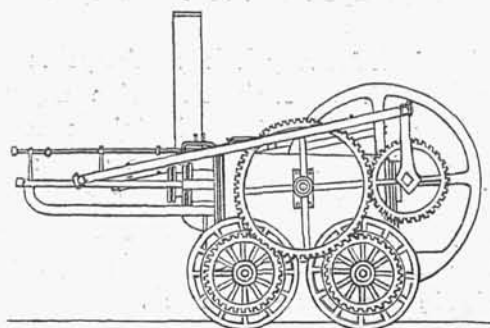
Gdy użycie maszyn parowych stawało się coraz częstsze, zaczęto stosować je również do wciągania pod górę wozów na *drogach żelaznych linowych*. W r. 1808 w jednej z kopalni około *Durham* w Anglii była zastosowana do tego celu *maszyna parowa stała*. Właściwie jednak próby zastosowania silnika paro-

¹⁾ Odcinek próbny drogi żelaznej, opartej na tej zasadzie, był urządzony na wystawie paryskiej 1889 r.

wego do przewozów wyprzedziły powstanie dróg żelaznych. Jeszcze w drugiej połowie wieku XVIII różni wynalazcy, jako to *Edgeworth* w roku 1768 w Anglii, *Cugnot* w r. 1769 we Francji, *Evans* w r. 1786 w Ameryce, budowali wozy silnikowe poruszane parą, ale próby te nie wypadły pomyślnie.

Pierwszy parowóz, t. j. silnik przeznaczony do ruchu po szynach, zbudował w r. 1803. anglik *Trevithick* (rys. 7). Parowóz ten, o jednym cylindrze poziomym, wpuszczonym w kocioł, był zastosowany do przewozu żelaza na kolei *Merthyr-Tydwil* w Walji.

W parowozach, budowanych w kilka lat później, *Trevithick*, ze względu na mały ich ciężar, próbował zwiększyć przyczepność kół do szyn, zaopatrując



Rys. 7.

Parowóz Trevithick'a z r. 1803.

koła w kołki, które wgniatały się w legary poboczne. W tym samym celu *Blenkinsop* zastosował na parowozie w r. 1811 koło zębate, które zczepiało się ze sztabą zazębioną czyli zębnicą, urządzoną zzewnątrz jednej z szyn. Dopiero doświadczenia, które w roku 1813 przeprowadził *Hedley* nad stosunkiem obciążenia kół napędnych do przewożonego ciężaru, i parowóz wybudowany przez niego dowiodły, że tarcie koła o szyny gładkie jest dostateczne, aby można było zastosować na parowozie silnik o dużej sile pociągowej. To też w później-

szych urządzeniach zębница z zazębieniem pionowym (rys. 8) lub poziomem, układana pomiędzy szynami, stosuje się tylko w przypadkach wyjątkowo dużych pochyłości podłużnych linii kolejowej na drogach żelaznych zębnicowych, mających przeważnie znaczenie turystyczne.

W roku 1814 *Jerzy Stephenson*, właściwy twórca dróg żelaznych parowozowych, buduje dla jednej z kopalni węgla pod *Newcastle* pierwszy parowóz swojego pomysłu, o dwóch cylindrach pionowych, które wprawiały w ruch koło zębate, połączone z takiemiż kołami, nasadzonemi na osiach napędnych. W następnych latach *Stephenson* ulepsza stopniowo ustrój parowozów, i zostawszy w roku 1823 inżynierem budującej się drogi żelaznej ze *Stockton* do *Darlington* (pierwszej drogi żelaznej użytku publicznego, otwartej w roku 1825), zakłada w *Newcastle* fabrykę parowozów, którą prowadzi syn jego *Robert*. Połączenie zębate kół napędnych *Stephenson* zastępuje najpierw przez łańcuch bez końca, następnie (za przykładem *Hackworth'a* w r. 1827) przez wiązary, łączące korby kół napędnych.

Kotły parowozów, budowanych do owego czasu, wytwarzały mało pary; w zależności od tego parowozy te posiadały małą szybkość i stosowane były tylko do ruchu towarowego przy przewozie węgla z kopalni. W roku 1828 *Stephenson* przechodzi na budowę dr. żel. *Liverpool-Manchester* i zabiega około za-

stosowania na niej trakcji parowozowej. W tym celu proponuje on ogłoszenie konkursu na dostawę odpowiedniego parowozu, podczas gdy dyrektorowie tej drogi zamierzają zastosować na niej trakcję konną lub maszyny parowe stałe.

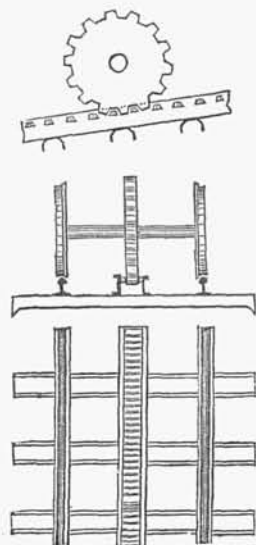
W tymże roku Stephenson dostarcza dwa parowozy dla drogi żelaznej z *Lugdunu* do *St-Étienne*. Dyrektor tej drogi *Séguin* zastosował w tych parowozach, w celu zwiększenia wydajności kotła, wynalezione przez siebie rury płomienne oraz wylot pary zużytej do komina. To ostatnie urządzenie było stosowane już w parowozach *Trevithick'a* i *Hackworth'a*. *Séguin*, nie wiedząc o pracach swych poprzedników, wprowadził i ulepszył samodzielnie ten wynalazek.

Postępy w budowie parowozów, otrzymane we Francji, przyczyniły się do tego, że propozycja Stephenson'a co do ogłoszenia wspomnianego już konkursu została przyjęta. Według warunków konkursu, parowóz ubiegający się o nagrodę winien był kosztować nie więcej jak 12500 zł., spalać dym wytwarzany i przy ciśnieniu w kotle 3,5 atm. ciągnąć na poziomie z szybkością 16 km na godzinę ciężar trzykrotnie większy od ciężaru własnego. Ciężar parowozu miał wynosić przy trzech osiach nie więcej jak 6 t, a przy dwóch osiach nie więcej jak 4,5 t, i miał spoczywać na resorach.

Do konkursu w terminie 8 października 1829 r. stanęły na równi pod *Rainhill* cztery parowozy, z których otrzymał pierwszeństwo parowóz fabryki Stephenson'a „*Rakietą*“ (rys. 9). Ciężar tego parowozu wynosił 4,5 t, z których 2 t na pojedynczej osi napędnej. Sprawność jego przewyższała znacznie warunki konkursu, gdyż ciągnął on na poziomie, prócz tendra o ciężarze 3 t, dwa wagony o ciężarze 9 t z szybkością 38 km/godz., jeden zaś wagon z podróżniami z szybkością, która dochodziła do 48 km/godz.

Rezultat konkursu pod *Rainhill* zadecydował o zastosowaniu parowozów na drogach żelaznych nie tylko do przewozu ładunków, lecz i osób. Stopniowe zwiększanie sprawności parowozu i ulepszanie ustroju wszystkich jego części następowało nader szybko i pozwoliło na zastosowanie trakcji parowej w coraz trudniejszych warunkach pod względem wzniesień i krzywizny linii kolejowych.

Wybitnym postępm w budowie parowozów było zastosowanie w ostatnim dziesięcioleciu wieku ubiegłego podwójnego rozprężania pary i w drugim dziesięcioleciu wieku bieżącego pary przegrzanej. Współczesne parowozy towarowe amerykańskie o ciężarze dochodzącym do 150 t i obciążeniu osi napędnej dochodzącym do 30 t ciągną pociągi o ciężarze 6000 t i więcej.

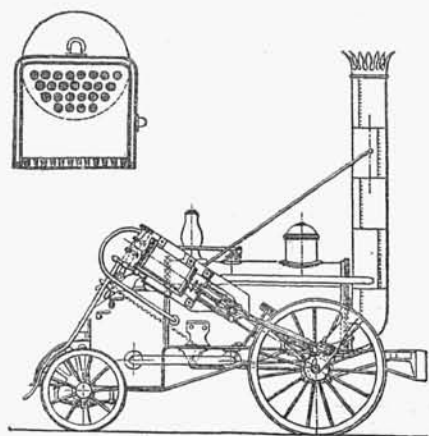


Rys. 8.

Kolej z zębnicą drabinkową systemu Riggenbacha.

Silnik żywy, wypierany na drodze żelaznej przez parowóz, pozostał na kolejkach gospodarczych i na liniach tramwajów miejskich, lecz i na tych zaczęto stosować wkrótce *wagony silnikowe* parowe, pneumatyczne ¹⁾ i inne, od początku zaś bieżącego stulecia przeważnie trakcję elektryczną.

Wagony silnikowe znalazły zastosowanie również [na drogach żelaznych poza miastami przy słabym ruchu osobowym lub w celu lepszego zadosyćuczynienia potrzebom ruchu osobowego w przerwach pomiędzy pociągami. W wagonach tych stosowane są obecnie po większej części silniki spalinowe (naftowe, benzynowe i in.), o napędzie elektrycznym zapomocą elektromotorów, umieszczonych na wagonie, lub akumulatory.



Rys. 9.

Parowóz Stephensona „Rakieta”, 1829 r.

W ustrojach wymienionych powyżej źródło energii pociągowej znajduje się na poruszonym wozie. Pierwsze próby zastosowania na drogach żelaznych miejskich *trakcji elektrycznej* zapomocą prądu czerpanego z przewodu nadziemnego (rzadziej podziemnego) przedsięwziął *Werner Siemens* w r. 1879. Jednakże doskonalenie tego wynalazku i zastosowanie go na szeroką skalę na drogach miejskich i liniach tramwajowych rozpoczyna się dopiero od r. 1890 w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, nieco później w Europie.

W ruchu tramwajowym, odpowiednio do jego potrzeb, stosowane są przy trakcji elektrycznej przeważnie wagony silnikowe, na szybkich zaś drogach żelaznych miejskich również *elektrowozy*, prowadzące całe pociągi.

Zalety trakcji elektrycznej, ujawnione na drogach żelaznych miejskich, skłoniły do przedsięwzięcia prób zastosowania jej również na drogach żelaznych pierwszorzędnych. Pierwszą większą próbą w tym kierunku było wprowadzenie w ciągu lat od r. 1894 do r. 1897 trakcji elektrycznej na odcinku tunelowym *dr. żel. Baltimore-Ohio*, wkrótce zaś potem na odcinkach próbnych różnych dróg żelaznych w Europie z zastosowaniem prądu zmiennego i stałego o wysokim napięciu.

Korzyści ekonomiczne, jakie obiecuje zastosowanie trakcji elektrycznej, zwłaszcza w krajach posiadających naturalne źródła energii, szybkie postępy elektrotechniki i dodatnie rezultaty eksploatacji elektryfikowanych odcinków próbnych sprawiają, że *elektryfikacja dróg żelaznych* pierwszorzędnych stanęła obecnie na porządku dziennym spraw kolejowych.

¹⁾ System *Mékarskiego*, zastosowany na liniach tramwajów miejskich we Francji.

4. Rozwój i specjalizacja dróg żelaznych. Drogi żelazne znaczenia ogólnego i miejscowego. Tramwaje, drogi żelazne miejskie i międzymiastowe. Drogi żelazne turystyczne. Drogi żelazne dojazdowe. Kolejki przenośne. Podział dróg żelaznych według cech technicznych. Przedmiot dalszego wykładu.

Postępy techniki w dziedzinie dróg żelaznych, objawiające się w stopniowym ulepszeniu kolei, wozu i silnika i dostosowaniu ich ustroju do potrzeb przewozu i warunków terenu, sprawiły, że zakres zastosowania dróg żelaznych szybko się rozszerzał. Podczas gdy początkowo służyły one do przewozu siłą ludzi i zwierząt niewielkich ładunków na kopalniach, to po zastosowaniu silnika mechanicznego i zwiększeniu szybkości jazdy, stają się one środkiem komunikacji nie tylko towarowej, lecz i osobowej i pokrywają gęstą siecią równiny. W połowie wieku XIX buduje się droga żelazna przez *Semmering* i odtąd nawet alpejskie góry przestają być dla nich przeszkodą. Długość kolei żelaznych wzrasta niezwykle szybko, sieci różnych krajów łączą się ze sobą, powstają wielkie trakty kolejowe. Prócz ruchu miejscowego na niewielkie odległości, do którego służyły pierwsze koleje, powstaje na pierwszorzędnym *drogach żelaznych znaczenia ogólnego* ruch daleki, tranzytowy, wreszcie ruch transkontynentalny. W r. 1869 ukończono jest pierwsze połączenie kolejowe pomiędzy Nowym Jorkiem a San Francisco przez Chicago, a w r. 1904 nieprzerwana kolej żelazna przecina już cały kontynent Europy i Azji od oceanu Atlantyckiego do Spokojnego, łącząc Lizbonę z Władywostokiem i Portem Artura. Przyspieszony rozwój miast wywołuje potrzebę ulepszenia komunikacji miejskich. *Tramwaje*, początkowo konne, wkrótce nie czynią już zadość potrzebom wielkich środowisk zaludnienia, wskutek czego powstają w nich w innym poziomie niż ulice *drogi żelazne miejskie* do ruchu szybkiego, pomiędzy, zaś pobliskimi miastami do takiegoż ruchu częstego i szybkiego *drogi żelazne międzymiastowe*.

Łatwość podróży i wzmagające się zamyłowanie do nich, zwłaszcza pośród ludności miast, potrzebującej odpoczynku, wywołuje rozwój turystyki, który zachęca do budowy coraz to śmielszych *dróg żelaznych turystycznych*, wdzierających się na alpejskie szczyty.

Komunikacji kolejowej pożądamy wszystkie części świata i wszystkich krajów zakątki. W krainy niedostępne, w miejscowości nieuprzemysłowione i ubogie przenika giętki i ekonomiczny tor wąski. *Drogi żelazne dojazdowe* (trzeciorzędne, znaczenia miejscowego) dowożą produkty do linii kolejowych głównych

W przemyśle kolejki docierają do podwórza fabrycznego i do warsztatu, w gospodarstwie rolnym, w budownictwie, w armji *kolejki przenośne* dowożą produkty, materiały lub aprowizację do dowolnego punktu.

Do zorientowania się w rodzajach dróg żelaznych, wspomnianych powyżej, i w zakresie ich zastosowania posłużyć może następująca tablica (patrz str. 14), w której zestawiono ważniejsze typy dróg żelaznych i ich cechy techniczne.

Tabl. I. Podział ogólny dróg żelaznych pod względem technicznym.

A. Według ustroju toru.

I. Drogi żelazne naziemne (tabor stojący).

1. Dwuszyno- we.	Szyny gładkie.	Kolej odsłonięta	Tor normal- ny.	Drogi żel. I, II i III rzędu.
			Tor wąski.	Dr. żel. trzeciorzę- dne. Kolejki dojazdowe. Kolejki polowe i przenośne.
		Kolej wpuszczona w jezdnię uliczną.	Tor różnej szerokości	Koleje uliczne. Tramwaje miejskie.
2. Jednoszy- nowe.	Szyny gładkie.	Dodatkowa szyna zębata (zębica) . .		Dr. żel. II i III rzędu górskie.
				Dr. żel. turystyczne. Dr. żel. miejskie. Kolejki dojazdowe.
	Niewłaściwe (o krążkach bocznych).			Kolejki dojazdowe i miejskie (próby).
	Właściwe (wirnikowe).			

II. Dr. żel. napowietrzne (tabor wiszący).

1. Szynowe,	Dr. żel. miejskie.
2. Linowe.	Lina nośna stała	Dr. żel. turystyczne i gospodarcze.
	Lina nośna ruchoma	Dr. żel. gospodar- cze.

B. Według rodzaju silnika.

I. Silnik ruchomy.

Silnik ży- wy.	Człowiek lub zwierzę pociągowe.	Tramwaje. Kolejki gospodar- cze.
	Lokomotywa parowa	Dr. żel. I, II i III rzędu.
2. Silnik me- chaniczny.	Wagony silnikowe	Dr. żel. dojazdowe i podmiejskie. Tramwaje.
		Dr. żel. I, II i III rzędu (ruch po- mocniczy).

II. Silnik stały.

1. Napęd li- nowy.	Kolej szynowa bez zębicy lub z zę- bnicą (dr. żel. li- nowe).	Lina napędna nawrotna. . .	Dr. żel. turystyczne. Dr. żel. miejskie małej szybkości (dźwigi).
		Lina napędna okrężna . . .	Tramwaje. Dr. żel. turystyczne.
	Kolej linowa, wiszą- ca (dr. żel. linowe wiszące).	Lina napędna nawrotna. Lina napędna okrężna.	Kolejki gospodar- cze. Kolejki gospodar- cze.
2. Napęd elektryczny.	Prąd stały.		Dr. żel. miejskie i podmiejskie.
	Prąd zmienny jednofazowy.		Tramwaje.
	Prąd zmienny trójfazowy.		Dr. żel. I, II i III rzędu.

W najogólniejszym znaczeniu, jakie przyjęto powyżej, drogi żelazne są to drogi lądowe, na których ruch odbywa się po kolei żelaznej, nadającej wozom określony kierunek biegu. Jednakże znaczenie różnych typów dróg żelaznych jest bardzo niejednakowe. Wiele z nich, jako to: drogi żelazne zębnicowe, linowe i wiszące, drogi żelazne jednoszynowe, tramwaje miejskie, mają zastosowanie w specjalnych wypadkach lub do specjalnych przewozów i znaczenie ich nie może być porównywane ze znaczeniem innych, ogólniejszych typów dróg żelaznych.

Co się tyczy trakcji, to zauważyć należy, że zastosowanie trakcji elektrycznej na drogach żelaznych, z wyjątkiem wymienionych specjalnych, jest obecnie w okresie badań i zapoczątkowań, przejście zaś do niej na całej sieci dróg żelaznych parowozowych w każdym razie nie prędko jeszcze da się urzeczywistnić ze względu na olbrzymi wysiłek finansowy i techniczny, jakiegoby wymagało.

Wynika stąd, że przeważające znaczenie dla przewozów masowych posiadają dotąd *drogi żelazne parowozowe* dwuszynowe, o szynach gładkich i kolei odsloniętej, i drogi te, które zwykle są rozumiane pod nazwą dróg żelaznych bez dodatkowych określników, głównie traktowane będą poniżej.

Nadmienić należy, że zastosowanie na drogach żelaznych trakcji elektrycznej zamiast parowej ogranicza się przeważnie do zmiany silnika i sposobu zaopatrywania go w energję i nie wpływa na zmianę zasadniczych urządzeń kolejowych na szlaku i na stacjach, na ustrój wagonów, oraz na ogólne zasady eksploatacji kolejowej, że więc przedmioty te mogą być traktowane niezależnie od rodzaju trakcji.

ROZDZIAŁ II.

Charakterystyka dróg żelaznych.

1. Korzyści wynikające z dróg żelaznych. Obniżenie opłat za przewóz. Przyspieszenie przewozu. Prawidłowość ruchu. Bezpieczeństwo podróży. Dogodność przewozu. Przewozy masowe.

Rozwój sieci dróg żelaznych parowozowych postępował nader szybko (rys. 10). W pierwszym okresie ich istnienia, do roku 1840, budowano średnio około 770 km dróg żelaznych rocznie. W następnych okresach przyrost roczny długości dróg żelaznych jest coraz większy i wynosi rocznie w latach:

1840-50	1850-60	1860-70	1870-80	1880-1900	1900-1910
3 090	6 940	10 180	16 260	20 880	23 990 km

W roku 1921 ogólna długość dróg żelaznych całego świata przekroczyła 1200 tysięcy km. Istniejącymi kolejami żelaznymi, nie licząc drugich torów głównych i torów stacyjnych, możnaby trzy razy okrążyć kulę ziemską, koszt zaś bu-