

DZIAŁ I.

Znaczenie i organizacja dróg żelaznych.

ROZDZIAŁ I.

Powstanie dróg żelaznych.

1. Komunikacje. Droga, wóz, silnik. Droga powietrzna. Drogi wodne morskie i wewnętrzne. Kanały. Drogi lądowe zwyczajne i bite. Ilość przewozów dokonywanych drogami wodnymi a lądowymi. Kolej. Droga żelazna. Tor normalny i wąski. Koleje jednoszynowe i wiszące.

Do zaspokajania potrzeb ludzkich niezbędna jest wymiana dóbr, których rodzaj i ilość nie wszędzie odpowiadają zapotrzebowaniu. Wymiana ta wymaga komunikowania się gospodarstw w celu porozumiewania się i dokonywania przewozów. *Komunikacje* mają za zadanie przesyłanie wiadomości oraz przewóz osób i towarów i w tym celu pokonywanie odległości, która gospodarstwa oddziela.

W komunikacjach *pokonanie odległości* ma w istocie rzeczy to samo znaczenie, co *zyskanie czasu*. Jeżeli człowiek nie zawsze korzysta z komunikacji najszybszej, to czyni to tylko w tych wypadkach, w których zmniejszenie kosztów przewozu i inne specjalne zyski lub udogodnienia, zależnie od rodzaju przewozu, stratę czasu okupują.

Do przesyłania wiadomości służą *telefon, telegraf i poczta*. Dwa pierwsze nie wykonywają przewozów materialnych, są to właściwie *urządzenia porozumiewawcze*, z zastosowaniem sposobów, które mają podobieństwo do stosowanych przy porozumiewaniu się za pomocą sygnałów widzialnych i słyszalnych lub głosu ludzkiego. Natomiast poczta, jakkolwiek posiada pewne urządzenia swoje, naogół korzysta do przesyłania wiadomości i drobnych przesyłek z tych samych środków, które służą do przewozu osób i towarów i którymi są *komunikacje lądowe, wodne i powietrzne*.

Trzy czynniki zasadnicze składają się na pojęcie komunikacji i stanowią jej środki: *droga*, po której się przewóz odbywa, *wóz*, na którym składa się przedmiot przewożony, i *silnik*, który wóz w ruch wprawia. Droge gotową daje często człowiekowi przyroda, w postaci równej powierzchni gruntu, wód morskich i wewnętrznych lub powietrza. Ale i w tych wypadkach dla dokonania przewozu potrzebna mu jest pomysłowość, zręczność i narzędzia, czyli potrzebna jest technika. Zastosowanie techniki do komunikacji umożliwiło cywilizację, a postępy *techniki komunikacyjnej* wpłynęły potężnie na jej rozwój.

Z otwartej wszędzie *drogi powietrznej* człowiek nauczył się korzystać w dowolnym kierunku dopiero w ostatnich latach ubiegłego stulecia. Obecnie istnieje już pomiędzy ważniejszymi miastami Europy stała komunikacja lotnicza, najkrótsza w przestrzeni i najszybsza. Jednakże zakres zastosowania tej komunikacji ogranicza się do niewielkiej ilości podróży i poczty i wątpliwem jest, aby mogła ona posiadać w przyszłości duże znaczenie przy przewozach masowych ze względu na niekorzystny stosunek ładunku do środków, jakich wymaga ten rodzaj przewozu.

Najgładszą drogą naturalną jest bezwątpienia *droga wodna* ¹⁾, z której człowiek korzysta od najdawniejszych czasów. Gotowe *drogi morskie* najwcześniej otwierają przed nim szersze horyzonty: wszak już żegluga nadbrzeżna Fenicjan obejmuje całe morze Śródziemne i sięga do brzegów Atlantyku.

Gładkość i gotowość drogi morskiej, jej jednolitość na niezmierzonych przestrzeniach wód, oblewających wszystkie lądy, i jej nieograniczona zdolność przyjęcia przewozów sprawiają, że jest to droga najtańsza ²⁾ i najodpowiedniejsza do przewozów masowych. Na żegludze morskiej opiera się handel zarówno

¹⁾ Zalety komunikacji pod względem gładkości drogi, od której zależy siła pociągowa niezbędna do przewozu, charakteryzują następujące *przybliżone wartości całkowitego oporu ruchów wozów po różnych drogach*, przy małych szybkościach, w kg na t ogólnego ciężaru ładunku i wozu:

Okrety morskie,	0,4
Statki po kanałach	1
Wagony po kolei żelaznej	2,5
Wozy po bruku asfaltowym	10
„ „ „ kostkowym	20
„ „ szosie	30
„ „ zwykłej drodze gruntowej.	100
Sanie drewniane po bruku	350
„ „ „ śniegu	35

²⁾ O stosunkowych kosztach przewozu różnymi drogami dają pojęcie następujące przybliżone cyfry, wyrażające *koszt przewozu towarów masowych za tonnę i kilometr w groszach*:

Morzem	0,4 do	0,1
Kanałami	0,5 „	0,2
Rzekami	1,2 „	0,5
Drogami żelaznymi.	3 „	1,6
Drogami zwyczajnymi.	40 „	30
Szlakami jucznie.	200 „	80
„ przez tragarzy	300 „	180

starożytnej Grecji, jak i średniowiecznych republik włoskich. Rozwój żeglugi morskiej, korzystającej już z żagli i kompasu, otwiera drogę do Indyj i Ameryki i daje początek nowej erze w historii cywilizacji. Na morzu rozwija się nie tylko wszechświatowy handel, lecz i wszechświatowa potęga wielkich państw współczesnych. Ilość przewozów morskich osiąga ogólnej ilości przewozów masowych na lądzie, które umożliwiły w tych rozmiarach dopiero najnowsze ulepszenia dróg lądowych.¹⁾

Polska posiada wyjście do morza w porcie gdańskim, z czasem zaś posiadzie niewątpliwie również port morski na własnym terytorjum. Daje to dobrą podstawę do rozwoju jej stosunków handlowych z zagranicą drogą morską. O ruchu handlowym w porcie gdańskim sądzić można z cyfr następujących:

	rok 1913	rok 1922
Wpłynęło statków.	2910	2712
Pojemność statków, które wpłynęły, w tys. tonn rejestrowych	925	1423

Drogi wodne wewnętrzne mniej przedstawiają korzyści w stanie naturalnym, a wielkie rzeki, ze względu na otaczające je bagniska i ostępy leśne, stanowią często w czasach odległych zapory trudne do przebycia. Nie przeszkadza to, iż rzeki wzdłuż ich biegu są przez długi czas prawie jedynymi arterjami komunikacyjnymi, dającymi dostęp w głąb lądu. Po Rodanie, Saonie i Renie, po Dunaju, Dnieprze i ich dopływach przenikają Grecy i Rzymianie w głąb Galji, Panonji i Sarmacji. Przy rzekach powstają miasta, przy nich rozwija się przemysł i handel.

Zakres komunikacji rzecznej już technika starożytna umie rozszerzyć przez połączenie rzek zbliżonych do siebie kanałami. Jednakże dopiero w wieku XV wynalazek szluzu umożliwia łączenie wód o różnych poziomach i ułatwia budowę kanałów. W końcu XVIII wieku Francja posiada już 1000 km kanałów. Współcześnie budowa kanałów zaczyna rozwijać się również w innych krajach, posiadających po temu odpowiednie warunki, jako to Anglja, Belgja, Holandja, Prusy, Rosja i in.

W Polsce budowę kanałów rozpoczęto za panowania Stanisława Augusta. Powstają wówczas kanały: Królewski, łączący Dniepr z Bugiem, i Ogińskiego, łączący Dniepr z Niemnem. W r. 1824 rozpoczęto budowę kanału Augustowskiego, łączącego Bug z Niemnem (rys. 13). Prócz tego w zaborze pruskim wybudowano za Fryderyka II kanał Bydgoski, łączący Wisłę z dopływem Warty, No-

¹⁾ Tabor dróg żelaznych świata obejmował w r. 1912 około 5,2 miliona wagonów towarowych, które przewiozły w ciągu roku około 5000 milionów tonn ładunków, przyczem średnia odległość przewozu wynosiła około 180 km. W tymże roku tonaż morskiej floty handlowej świata wynosił około 77 milionów tonn siły nośnej (32 miliony tonn tak zwanych rejestrowych po 100 stóp sześć. = 2,83 m³ objętości statku netto), ilość zaś ładunków przybyłych do wszystkich większych portów świata nie przewyższała 500 milionów tonn (260 mil. tonn rejestrowych netto przybyłych statków ładownych). Licząc, że średnia odległość przewozu morzem była 10 razy większa niż drogami żelaznymi, t. j. wynosiła 1800 km, otrzymamy, że ilość przewozów towarowych w tkm, dokonanych morzem i drogami żelaznymi była mniej więcej jednakowa.

tecją. Ogólna długość tych kanałów wynosi około 264 km, prócz 519 km rzek skanalizowanych na przyległych do nich odcinkach.

Ogólna długość dróg wodnych wewnętrznych w Polsce, wraz z odcinkami pogranicznymi rzek, przedstawia się jak następuje:

Rzek żeglownych naturalnych.	6 166 km
Kanałów żeglownych.	264 „
Rzek skanalizowanych	519 „
Rzek spławnych	9 440 „
Ogółem	16 389 km

Pierwsze trzy kanały z wymienionych powyżej są bardzo płytkie i mogą przepuszczać barki, których ładunek wynosi przy normalnym stanie wody zaledwie 90 do 150 t. Przy tem żegluga po nich ulega częstym przerwom z powodu braku wody w okresach suszy. Wobec tego służą one przeważnie do spławu¹⁾.

Ilość przewozów, dokonywanych w Polsce po drogach wodnych wewnętrznych, wynosi nie więcej jak 5% ogółu przewozów masowych.

We Francji, następnie zaś w Niemczech, po dłuższym zastoju w budowie dróg wodnych w okresach szybkiej budowy dróg żelaznych i wojny 1870 r., przystąpiono po r. 1880 do ulepszenia i uzupełnienia w szerokim zakresie sieci kanałów i rzek kanalizowanych oraz do regulacji rzek. Oba te kraje posiadają obecnie rozległe sieci dróg wodnych wewnętrznych, po których przewozi się około $\frac{1}{6}$ ogółu ładunków masowych. Natomiast w Anglii i w większości innych krajów europejskich, nie wyłączając Rosji, którą natura obdarzyła olbrzymią siecią dróg wodnych, kanały znajdują się w stanie względnego zaniedbania²⁾.

¹⁾ W roku 1911 przewieziono ładunków:

Przez kanał Królewski	92 tys. tonn, w tem spławem i na tratwach	89 tys. tonn.
„ „ Ogińskiego	28 „ „ „ „ „ „	28 „ „
„ „ Augustowski	65 „ „ „ „ „ „	64 „ „
„ „ Bydgoski 1913 r.	470 „ „ „ „ „ „	182 „ „

Po rzece Wiśle:

od granicy austriackiej do		
ujścia rz. Narwi, średnio	93 tys. tonn, w tem spławem i na tratwach	66 tys. tonn
od ujścia rz. Narwi do granicy pruskiej, średnio . . .	600 „ „ „ „ „ „	480 „ „

²⁾ Ilość przewozów wynosiła:

<i>We Francji w r. 1908.</i>	miljonów tonn	%	miljonów tkm	%
drogami żelaznymi	158	82	20 603	79
rzekami i kanałami	34	18	5 321	21
	192	100	25 924	100
<i>W Niemczech w r. 1913.</i>				
drogami żelaznymi	500,5	83	67 911	76
rzekami i kanałami	99,6	17	21 481	24
	600,1	100	89 392	100
<i>W Rosji w r. 1911.</i>				
drogami żelaznymi	244,1	83,5	57 189	57
rzekami i kanałami	48,2	16,5	42 525	43
	292,3	100.	99 714	100

Drogi lądowe w stanie naturalnym, to tylko bezdroża i *szlaki*. Jak je przebywa człowiek, przedzierając się przez gęszcze leśne, wyszukując przełęczy w górach, w dolinach zaś brodów i suchszych przesmyków przez nieprzebyte bagna, sądzić można nie tylko z badań czasów odległych¹⁾ lub opisów podróży w dziewicznych krajach, lecz choćby z warunków, w jakich znajdują się dotąd niektóre nieosuszone okolice naszego Polesia.

Drogi zwyczajne istnieją od najdawniejszych czasów u wszystkich cywilizowanych narodów. Mojżesz daje zapewnienie Edomitom i Amorytom, że żydzi przejdą przez ich kraje „drogą królewską“ nie uszkadzając ich pól i winnic. Cała Grecja przerżnięta jest drogami już za czasów Homera. *Drogi bite* budują Rzymianie na 312 lat przed Chrystusem (*Via Appia*). Sieć tych dróg o ustroju niezwykle trwałym i doprowadzonym w szczegółach do wysokiej doskonałości²⁾ pokrywa wkrótce wszystkie prowincje rzymskie od wału Piktów do granic Etopji i od *Gades* (Gibraltar) do zatoki perskiej (ogółem około 75 000 km), umożliwia szybkie pochody wojsk i ułatwia administrację tego olbrzymiego państwa.

W wiekach średnich budowa i utrzymanie dróg były w zupełnym zapomnieniu. Drogi rzymskie niszczały stopniowo, nowych nie budowano, bo zresztą budować nie umiano. Karol Wielki nakazuje naprawę niektórych dróg rzymskich. Zajmują się nią później zakony w związku z budową klasztorów. W wieku XII powstają zakony (*fratres pontifici*) do zbożnego dzieła odbudowy wałach się mostów, bez których komunikacja stawała się niemożliwą.

W wieku XVI stan dróg był w całej Europie wogóle okropny. Dopiero Ludwik XIV zarządza naprawę najpotrzebniejszych dróg królewskich. W roku 1747 powstaje w Paryżu szkoła dróg i mostów, z której wychodzą pierwsi inżynierowie, studjujący budowę i utrzymanie dróg systematycznie i naukowo, w ich liczbie *Trésaguet*, twórca nowego systemu budowy i utrzymania *dróg szosowych*. Idąc za przykładem Francji, przystępuje do ulepszenia dróg Anglja, w której *Mac Adam* stosuje (od 1820 r.) uproszczony system budowy szos, znany pod jego nazwiskiem. W r. 1818 zaczęto budowę dróg bitych w Polsce, która posiada obecnie tych dróg około 44 000 km³⁾.

Z ogólnej ilości przewozów po wodach wewnętrznych w Rosji, 77% przypada na Wołgę, po której średni przebieg ładunków, przeważnie ropy naftowej i drzewa, wynosił 1340 km. Wyjątkowo korzystne warunki przewozu masowego po tej rzece na wielkiej przestrzeni od Astrachania do Rybińska objaśniają wielkość udziału jej w ogólnej ilości przewozów w Rosji.

¹⁾ Podobne najdawniejsze *szlaki handlowe przez ziemie polskie*, to szlaki Greków od ujścia Dniepru i Bohu (*Ołbja*) przez Podole (*szlak kuczmański*) i dalej, przecinając górny bieg Sanu, Wisłoki, Dunajca i Wisły, na Kalisz, Konin, Żnin, Bydgoszcz lub Koło, Włocławek, Brodnicę ku wybrzeżom bursztynowym Bałtyku, i szlaki Etrusków i Rzymian przez Panonię, Morawy, wąwóz Kładzki w górach śląskich, na Głogów, Czarnków lub Szrem, Tur lub Kalisz, Włocławek, Brodnicę ku tymże wybrzeżom.

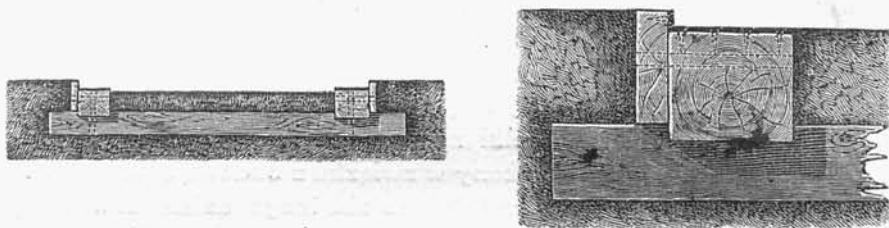
²⁾ Budowa wierzchnia dróg rzymskich, składająca się zwykle z trzech warstw: kamienia, szabru i żwiru, grubości ogólnej około metra, przeważnie na zaprawie, tworzyła jakgdyby jednolitą ścianę, niezwykle odporną na zniszczenie.

³⁾ Ogólną długość dróg zwyczajnych w Polsce można ocenić, w przybliżeniu, na 195 000 km, przyjmując po 0,5 km na km kw. powierzchni.

W późniejszym jeszcze czasie zajęto się sprawą uporządkowania *dróg ulicznych* w miastach przez zaprowadzenie ulepszonych bruków różnego ustroju.

Z rozwojem automobilizmu, od ostatnich lat wieku ubiegłego ruch na drogach zwyczajnych znacznie się zwiększył. Okoliczność ta i swoiste oddziaływanie samochodów na jezdnię wywołały potrzebę wzmocnienia i zmian w ustroju dróg szosowych, które się stopniowo dokonywają ¹⁾.

O parę set lat wcześniej zanim Trésaguet rozpoczął naprawę dróg we Francji, *kolej* z belek drewnianych znajduje już zastosowanie w kopalniach niemieckich do ułatwienia przetaczania wózków z rudą, około zaś roku 1620 w kopalniach węgla pod Newcastle w Anglii, gdzie po takiej kolei przewożono jednym koniem 2 do 2½ tonn węgla. Od strony zewnętrznej belek przybijano listwy, aby przeszkodzić staczaniu się kół. W drugiej połowie XVIII wieku zaczęto obijać belki płaskim żelazem (rys. 1). W r. 1767 *Reynolds*, dyrektor huty



Rys. 1.

Koleje w kopalniach angielskich przed r. 1765.

żelaznej w Anglii, przy spadku cen na surowiec, nie chcąc dopuścić, aby wielkie piece stanęły, zaczął odlewać z niego płytki wyżłobione, które układano na belkach drewnianych (rys. 2). Kolej tak zbudowana okazała się o tyle lepszą od stosowanej poprzednio, że choć się ceny podniosły, płytki pozostawiono. Nieco później, w r. 1776, *Curr* ulepszył przekrój płytek surowcowych, opatrując je z jednej strony w wysokie obrzeże, co pozwoliło oprzeć je na rozstawionych podporach z płaskiego kamienia (rys. 3) lub na drewnianych poprzecznicach. Jednakże kolej taka, urządzona w poziomie jezdni drogi zwyczajnej, łatwo się zanieczyszczała. Aby tego uniknąć i zmniejszyć opór ruchowi, zaczęto stosować szyny bez obrzeży, o wysokim przekroju (rys. 4), obrzeża zaś niezbędne do utrzymania wozu na szynach wyrabiać na obręczach kół. W roku 1805 zaczęto stosować zamiast szyn lanych, szyny z żelaza kutego, a w roku 1820 *Berkinshaw* wynalazł sposób walco-

¹⁾ O ilości przewozów towarowych, dokonywanych po drogach zwykłych, można sądzić przybliżenie według ilości koni, które na tych drogach są dotąd najważniejszym silnikiem pociągowym. Jeden koń może wykonać na dobę po drodze zwykłej nie więcej jak 25 *tkm* użytecznego przewozu. Ogólna ilość koni na świecie wynosi około 85 milionów. Mając na uwadze pracę koni w rolnictwie, lekkim zaprzęgu, pod wierzchem i in., można przypuszczać, że praca koni przy przewożeniu ładunków trwa przeciętnie nie więcej jak 60 dni w roku, co daje dla 85 milionów koni $85 \times 60 \times 25 = 127\,500$ mil. *tkm* na rok. Ilość przewozów towarowych po drogach żelaznych wynosi przybliżenie siedem razy więcej (patrz uwagę na str. 3).

wania szyn. W ten sposób doskonaliła się stopniowo droga zwyczajna i powstała *droga żelazna* (ang. railway, fr. chemin de fer, niem. Eisenbahn), jako nowy rodzaj komunikacji lądowej, której zasadniczą częścią składową jest *kolej szynowa*¹⁾ (ang. railway track, fr. voie ferrée, niem. Eisenbahngleis)²⁾.

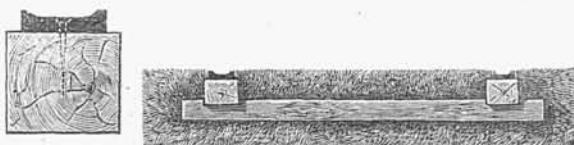
Ustrój kolei dróg żelaznych, z szynami umocowanymi w siodełkach lub bezpośrednio na podpórach, ustalił się już pomiędzy rokiem 1830 a 1840 i, odpowiednio ulepszony, pozostał bez zmian zasadniczych do czasu obecnego; płytki zaś żłobione Reynolds'a stały się pierwowzorem późniejszych *kolei tramwajowych* miejskich.

Tor kolejowy (ang. railway gauge, fr. jauge de la voie, niem. Spur) czyli normalna odległość pomiędzy szynami, został ustalony w związku z okolicznością, że pierwsze koleje żelazne służyły do ruchu wozów zwyczajnych i tor kolejowy winien był odpowiadać rozstawowi kół tych wozów. Do toru kolei już ułożonych dostosowano później rozstaw kół specjalnych wagonów kolejowych. Jednakże

potrzeba zmniejszenia normalnej szerokości toru w trudnych warunkach terenu dość wcześnie się ujawniła i już w roku 1852 wybudowano w Anglii pierwszą *kolej wąskotorową* o torze przeszło dwa razy węższym od normalnego.

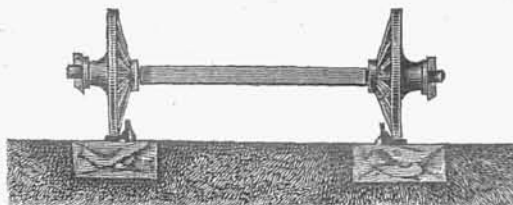
Pomysł angiika *Palmer'a* sprowadzenia kolei żelaznej do pojedynczej szyny datuje z r. 1821. Takie *koleje jednoszynowe* (rys. 5), urządzone pierwotnie do przewozu ładunków przy pomocy traktacji konnej, znalazły w nowszych czasach zastosowanie na drogach żelaznych miejskich do ruchu osobowego szybkiego³⁾.

Jeszcze większe uproszczenie kolei żelaznej da się osiągnąć, stosując za-



Rys. 2.

Płytki Reynolds'a w hucie żelaznej Colebrook Dale
r. 1767.



Rys. 3.

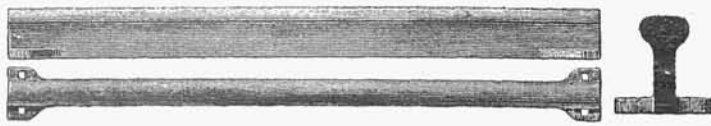
Szyny Curr'a w kopalni węgla około
Sheffieldu, r. 1776.

¹⁾ W ostatnich latach daje się zauważyć dążenie do usunięcia z języka polskiego terminu *droga żelazna* (używanego w Polsce na określenie tego rodzaju komunikacji od początku jej istnienia), i zastąpienia go przez wyraz *kolej*. Tego pomieszania pojęć i dobrowolnego ubożenia języka polskiego w porównaniu z innymi językami europejskimi należy unikać.

²⁾ Pomysł kierowania kół wozu po gładkiej kolei można byłoby odnieść do czasów jeszcze dawniejszych, niż podano powyżej. W starożytnej Grecji, na drogach do świątyń, w płytach kamiennych żłobiono koleje, których ślady dotąd się zachowały.

³⁾ Ciekawym ulepszeniem stateczności taboru na kolei jednoszynowej jest umieszczenie na nim wirników według pomysłu *Brennan'a* (1907). W praktyce pomysł ten nie znalazł dotąd zastosowania, oprócz prób na małą skalę.

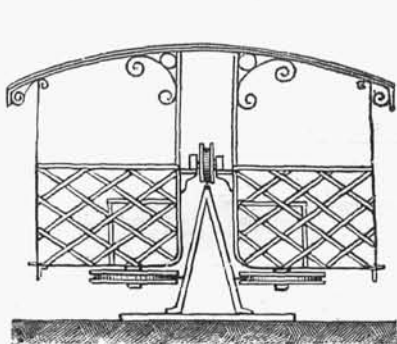
miast szyny sztywnej linę wiszącą. Pierwowzory *kolejek wiszących* znajdują się już w głębokiej starożytności u chińczyków i innych ludów. W nowszych czasach były one w użyciu oddawna do podawania na odległość ciężarów (kamienia, budulca i t. p.) w drodze napowietrznej w przypadkach, gdy ominięcie w in-



Rys. 4.

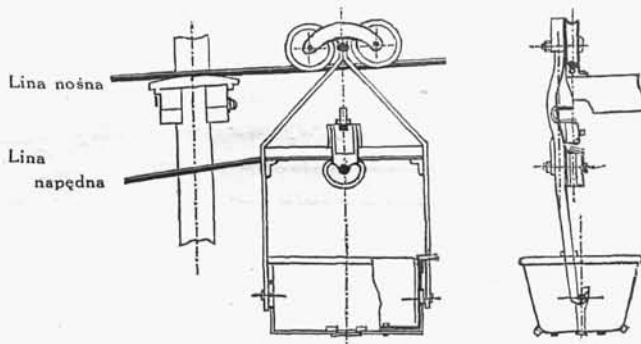
Szyny Jessop'a, r. 1789.

ny sposób głębokich parowów, rzek i t. p. przeszkód okazywało się zbyt trudnym. Obecnie, prócz szerokiego zastosowania do tegoż celu w budownictwie



Rys. 5.

Kolej jednoszynowa systemu Lartigue'a.



Rys. 6.

Kolej wisząca do przewozu materiałów.

i przemyśle (rys. 6), kolejki wiszące o linach stalowych stosowane są również na drogach żelaznych turystycznych, sięgających w najprostszy kierunku napowietrznym wielkich wyniosłości.

2. Wóz. Zwierzęta juczne. Sanie. Drogi żelazne poślizgowe. Wóz na kołach. Wagon kolejowy.

Z trzech czynników zasadniczych komunikacji, wymienionych wyżej, wóz i silnik, to w komunikacjach pierwotnych często sam *człowiek*, przenoszący ciężary na głowie, jak to się dotąd praktykuje w Afryce ¹⁾. Tę samą rolę co człowiek, spełniają *zwierzęta juczne*: osioł, muł, karawany wielbłądów.

¹⁾ Przy dostawie parostatku, ważącego 100 t, z portu Saadani na pobrzeżu Afryki Wschodniej do jeziora Victoria Nyanza (ok. 940 km) użyto 3400 negrów, z których każdy niósł na głowie około 30 kg. Dostawa trwała 120 dni i przy wynagrodzeniu dziennem tragarza 50 groszy, kosztowała 220 000 zł. Przewóz parostatku morzem z Hamburga do Saadani (12 000 km) kosztował 20 000 złotych.

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 postępie 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.