

DZIAŁ II.

Projektowanie drogi żelaznej.

ROZDZIAŁ I.

Zyskowość budowy dróg żelaznych.

1. Zyskowość budowy drogi żelaznej z punktu widzenia społecznego i państwowego. Zysk państwowy z budowy drogi żelaznej i dalszego rozwoju sieci kolejowej.

Przy projektowaniu drogi żelaznej przedewszystkiem nasuwa się pytanie, o ile budowa jej będzie korzystną pod względem finansowym.

Jeżeli drogę żelazną buduje rząd, to budowa jej może być usprawiedliwiona względami strategicznymi lub administracyjnymi, bez względu na straty, jakie przyniesie to przedsięwzięcie. Jednakże nawet w braku tych motywów ocena korzyści z budowy drogi żelaznej winna być z punktu widzenia społecznego i państwowego inną niż z punktu widzenia przedsiębiorcy, gdyż w pierwszym wypadku w bilansie rachunkowym należy zaliczyć do kategorii dochodów, oprócz wpływów za przewóz i innych dochodów z eksploatacji, również oszczędności na tańszym przewozie, które osiągną osoby korzystające z komunikacji kolejowej. Jak to zaznaczono już powyżej, wspomniane oszczędności mają wpływ poważny na zwiększenie się bogactwa narodowego. Prócz tego należy zauważyć, że nowozbudowana droga żelazna, stykając się z innemi, już istniejącemi, oddaje im część swoich podróźnych i towarów, dążących dalej, a zatem zwiększa dochód sąsiednich dróg żelaznych.

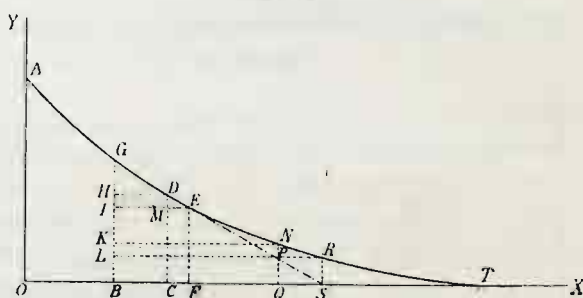
Dla wyjaśnienia zysku państwowego, jaki przynoszą drogi żelazne, zauważymy naprzód, że, jak wskazuje doświadczenie, zmniejszenie opłaty za przewóz zwiększa ilość tegoż przewozu. Zjawisko to jest zupełnie zrozumiałem, gdyż przy niższej opłacie przewozowej ilość przedmiotów, których przewóz na dalekie odległości opłaca się, winna się oczywiście zwiększyć.

Rozpatrując przewóz na jakiejkolwiek określonej odległości i odkładając od początku współrzędnych O (rys. 57) na osi odciętych opłatę, pobieraną za jednostkę przewozu na teje odległości, a na osi rzędnych odpowiadającą tej opłacie ilość

przewozu (osób, tonn ładunku), który droga żelazna wykonała, otrzymamy pewną krzywą $ADET$, przedstawiającą zmianę natężenia ruchu w zależności od opłaty za przewóz. Każdy rodzaj przewozu posiada oczywiście właściwą sobie krzywą natężenia ruchu. O kształcie tej krzywej można tyle tylko powiedzieć, że jest ona zwrócona wypukłością ku dołowi, t. j. że ilość przewozu zwiększa się prędzej niż się zmniejsza opłata za przewóz i że krzywa ta przecina obie osie współrzędne, gdyż, z jednej strony, ilość przewozu, nawet gdy on jest bezpłatnym, nie może zwiększać się do nieskończoności, z drugiej zaś strony przewóz musi ustać przy pewnej skończonej wielkości opłaty.

Rys. 57.

Jeżeli na osi odciętych będą odłożone: koszt jednostki przewozu OB (jednego podróżnego lub jednej tonny ładunku) na jednostkę odległości (jeden kilometr) i pobierana za ten przewóz opłata OF , to przy ilości przewozu FE (osobo- lub tonnokilometrów), odpowiadającej tejże opłacie, czysty



dochód z przewozu wyrazi się płaszczyzną prostokąta $BIEF$. Jeżeli opłata jednostkowa będzie zmniejszona do OC , to zmniejszy się również czysty dochód drogi żelaznej. Zmniejszenie to wyrazi się płaszczyzną prostokąta $CMEF$. Taż płaszczyzna będzie wyrażać oszczędność osób płacących za przewóz, powstałą z obniżenia opłaty przewozowej.

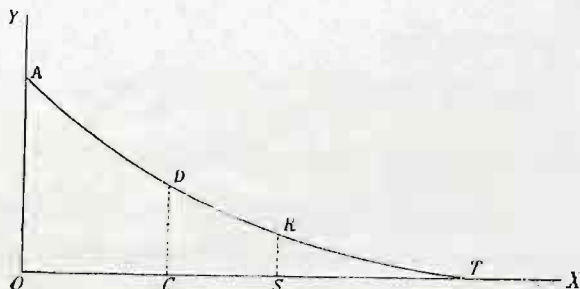
W ostatecznym wyniku te wzajemnie znoszące się wielkości zysku i straty nie miałyby znaczenia dla gospodarstwa państwowego, gdyby nie okoliczność, że wraz ze zmniejszeniem się opłaty do OC ilość przewozu zwiększa się o wielkość MD , wskutek czego otrzymuje się dla drogi żelaznej dochód $HIMD$, który przedstawia zysk państwowy, pochodzący ze zmniejszenia opłaty przewozowej.

Jeżeli OS oznacza opłatę za jednostkę przewozu po drogach zwykłych i SR odpowiadającą jej ilość przewozu na daną odległość, to znizienie pomienionej opłaty do OF po wybudowaniu drogi żelaznej da osobom, płacącym za przewóz, oszczędność, wyrażającą się sumą prostokątów podobnych do $PRSQ$, których wysokość zwiększa się od RS do EF , t. j. płaszczyzną $EFSS$, która razem z płaszczyzną $BIEF$, wyrażającą dochód drogi żelaznej, wyobraża zysk państwowy $BIEERS$, powstały wskutek jej zbudowania. Ponieważ kształt krzywej ER nie jest dostatecznie zbadany, więc można ją zastąpić linią prostą ES , a wtedy zysk państwowy, który wyobraża trapez $BIES$, równa się $\frac{1}{2} (BF + BS) FE$, t. j. że dla otrzymania wielkości tego zysku należy pomnożyć ilość przewozu (osobokilometrów lub tonnokilometrów) przez połowę sumy czystego dochodu drogi żelaznej od jednostki przewozu i różnicy pomiędzy kosztem przewozu drogami zwykłymi i kolejami żelaznymi.

Na zasadzie wyników eksploatacji dróg żelaznych niemieckich Launhardt oblicza, że określony w ten sposób czysty zysk roczny, który otrzymuje państwo z tychże dróg żelaznych, wynosi dwa miliardy marek, t. j. 19% od kapitału budowy, który w r. 1891 osiągał $10\frac{1}{2}$ miliarda marek, gdy tymczasem czysty dochód samych tylko dróg żelaznych wynosił w tymże roku ogółem zaledwie 489 milionów marek, t. j. zaledwie wystarczał na pokrycie procentów od kapitału budowy.

Na zasadzie podobnego rozumowania można również określić zysk państwowy, jaki otrzymuje się z wybudowania nowej odnogi kolejowej od istniejącej już linii kolejowej magistralnej.

Rys. 58.



Przypuśćmy, że rzędna RS (rys. 58) wyobraża ilość przewozu (podróżnych, tonn ładunku), dokonywanego po drogach zwykłych pomiędzy punktem, który projektuje się połączyć odnogą kolejową ze stacją linii kolejowej magistralnej, a tą stacją, i OS koszt jednostki przewozu. Po wybudowaniu odnogi i zniesieniu

opłaty do OC , dla osób zainteresowanych w przewozie otrzymuje się zysk, wyrażający się płaszczyzną $CDRS$, ograniczoną w górnej części krzywą natężenia ruchu.

Ilość podróżnych lub ładunku, przybywająca drogami zwykłymi na stację linii kolejowej magistralnej, wyprawiana była następnie tąż linią i dążyła do różnych miejsc przeznaczenia w ilości, zmieniającej się według krzywej natężenia ruchu w zależności od opłat przewozowych, które wynosiły od 0 do OT , a więc ogólny dochód drogi żelaznej magistralnej z przewozu, który przeszedł na nią przez daną stację z dróg zwykłych, wyraża się trójkątem RST .

Po przeprowadzeniu odnogi kolejowej i po zmniejszeniu na jej długości opłaty przewozowej z OS do OC , ilość przewozu, przechodzącego na drogę żelazną magistralną, zwiększyła się do CD , a dochód z niego dla tejże drogi do CDT , t. j. zwiększył się w porównaniu z dawnym o wielkość płaszczyzny $CDRS$. Wynika stąd, że zwiększenie ogólnego dochodu drogi żelaznej magistralnej, pochodzące z wybudowania odnogi, równa się zyskowi, jaki otrzymują osoby zainteresowane w przewozie, wskutek jego potaniaenia na długości tejże odnogi.

Według obliczeń Launhardt'a, opartych na danych odnoszących się do dróg żelaznych niemieckich, droga żelazna dojazdowa, łącząca się z drogą żelazną magistralną, daje prócz dochodu z przewozu, który się po niej odbywa, jeszcze zysk państwowy przewyższający $2\frac{1}{2}$ do $2\frac{2}{3}$ razy jej dochód brutto i pochodzący: 1) z potaniaenia opłaty za przewóz i 2) z przewozu po linii magistralnej ładunków, dążących z linii dojazdowej. W tej ostatniej pozycji czysty dochód wynosi od 0,75 do 0,97 dochodu brutto nowozbudowanej linii. Z powyższego Launhardt wyprowadza wniosek, że chociażby dochód brutto drogi żelaznej dojazdowej zaledwie po-

krywał wydatki na jej eksploatację, to jednak z punktu widzenia interesów państwowych zyski pokrywają procenty od kapitału budowy, nawet gdy koszt jej dosięga 100000 marek za kilometr.

Jeżeli zauważymy, że pomienione zyski oraz ogólny rozwój ekonomiczny miejscowości, jakiego należy się spodziewać wskutek przeprowadzenia projektowanej drogi żelaznej, w rezultacie zwiększają zdolność podatkową jej mieszkańców, a zatem i dochody państwowe, to stanie się jasnym, że w interesie rządu leżyć winno współdziałanie rozwojowi sieci kolejowej, chociażby dochody eksploatacyjne poszczególnych linii nie opłacały kosztów ich budowy.

2. Zyskowność budowy drogi żelaznej z punktu widzenia jej dochodowości bezpośredniej.

Przytoczone powyżej uwagi, dotyczące zyskowności budowy dróg żelaznych z punktu widzenia ogólnie ekonomicznego, rzadko brane są w rachubę przy projektowaniu nowej drogi żelaznej. Nawet w razie, gdy drogę żelazną buduje rząd, zyskowność jej budowy ocenia się zwykle z punktu widzenia przedsiębiorcy, porównyującego oczekiwany dochód z przewozu z wielkością kapitału potrzebnego na budowę drogi żelaznej i kosztami jej eksploatacji.

Pomienione porównanie dokonywa się zwykle za pomocą obliczenia rocznego dochodu i rozchodu przedsięwzięcia, zaliczając do rozchodów: 1) procenty od kapitału budowy; 2) koszty utrzymania i naprawy wszystkich urządzeń kolejowych oraz kosztu dokonywania operacji, dla których te urządzenia są przeznaczone; 3) kosztu odbudowy wszystkich urządzeń, w miarę tego jak się zużywają lub stają niezdatnymi, albo, wyrażając się ściślej, wpłaty coroczne na kapitał renowacyjny w celu umorzenia, za okres służby poszczególnych urządzeń, różnicy między kapitałem na każde z nich pierwotnie wydanym i wartością, jaką ono przedstawia, gdy się zużyje lub stanie się niezdatnem.

Ażeby przedsięwzięcie, które wymaga tak wielkiego kapitału stałego jak budowa drogi żelaznej, mogło iść pomyślnie, potrzeba przedewszystkiem, aby jego wytwórczość albo usługi, które oddaje, były masowe, gdyż tylko w takim razie kapitał, który to przedsięwzięcie pochłonęło, może być należycie wyzyskany. Wynika stąd, że celowość budowy drogi żelaznej zależy przedewszystkiem od ilości przewozu, dla którego jest ona przeznaczona. Określenie ilości i rodzaju przewozu, na jaki może liczyć projektowana droga żelazna, stanowi cel tak zwanych *poszukiwań handlowych*.

Drugim czynnikiem w obliczaniu zyskowności budowy drogi żelaznej jest jej koszt.

Nie należy jednak mniemać, że zadanie projektowania drogi żelaznej polega na jaknajwiększem obniżeniu kosztu jej budowy, gdyż przeciwnie może to okazać się pod względem finansowym bardzo niekorzystnem. Z wyników eksploatacji dróg żelaznych okazuje się, że przy jednakowych warunkach topograficznych, jednakowym natężeniu ruchu i t. p. zmniejszenie wydatków na budowę drogi żelaznej pociąga za sobą w następstwie zwiększenie kosztów eksploatacji i naodwrot, dla

zmniejszenia corocznych kosztów eksploatacji potrzebne są urządzenia, wymagające zwiększenia wydatków jednorazowych na budowę.

Ponieważ koszty eksploatacji zależą przeważnie od ilości przewozu, zatem zwiększenie się tych kosztów, wywołane ograniczeniem wydatków na pierwotne urządzenie drogi żelaznej, daje się tem bardziej we znaki, im większem jest natężenie ruchu. Dla tego też budowa takich dróg żelaznych, które są przeznaczone dla ruchu natężonego, t. j. do przewozu dużej ilości osób i towarów względnie do swej długości, spodziewanego zaraz po ukończeniu budowy, czy też w następstwie, winna być opartą na innych zasadach niż budowa dróg żelaznych, na których ruch nie może wogóle osiągnąć znaczniejszych rozmiarów. Należyty wybór *typu* lub *rzędu*, do którego winna być zaliczona projektowana droga żelazna w zależności od jej znaczenia, a więc przystosowanie wszystkich urządzeń kolejowych do spodziewanego ruchu, stanowi konieczny warunek racjonalności budowy drogi żelaznej.

Oprócz wskazanych powyżej czynników oraz takich warunków wyłącznie miejscowych, jak ceny robocizny, materiałów i t. p., na wysokość kosztów eksploatacji wpływa bardzo znacznie kształt linii kolejowej w profilu i w planie, ponieważ kształt ten określa pracę parowozów i skład pociągów oraz wpływa na koszt utrzymania i naprawy toru. Wyznaczenie takiego kształtu projektowanej linii kolejowej w profilu i planie, który czyniłby zadość wymaganiom zasadniczym co do kierunku linii i co do ilości przewidywanego przewozu, a przytem pociągał za sobą najmniejsze wydatki na budowę drogi żelaznej i jej eksploatację, stanowi główne zadanie tak zwanych *poszukiwań technicznych*.

Idąc w porządku tylko co zaznaczonym, podane będą niżej główne zasady poszukiwań handlowych, klasyfikacji dróg żelaznych i poszukiwań technicznych.

ROZDZIAŁ II.

Poszukiwania handlowe.

Określenie ilości przewozu na zasadzie danych o ruchu po drogach zwykłych i o zaludnieniu miejscowości. Obwód stacyi kolejowej.

Dane statystyczne.

Jak zaznaczono powyżej, poszukiwania handlowe mają na celu wyjaśnienie rodzaju i ilości przewozu, jaki przewidywać należy na projektowanej linii kolejowej po jej wybudowaniu. Pod ilością przewozu należy tu rozumieć nie tylko ilość podróży i ładunków, ale również ich przebieg, ponieważ od obu tych czynników zależy dochód z przewozu.

Na pozór sądzićby można, że dochód drogi żelaznej ogranicza się do dochodu z tego tylko przewozu, który ta droga sama wykonywa. Nie należy jednak zapominać, że dochód dróg żelaznych, które mają połączenie z nowozbudowaną, zwiększa się również wskutek przewozów od niej przybywających lub dla niej przeznaczonych.

Jeżeli więc projektowaną drogę żelazną buduje ten sam właściciel, do którego należy sąsiednia istniejąca już droga, to zwiększenia dochodu tej ostatniej nie można nie brać w rachubę.

Wobec rozwoju, jakiego dosięgła obecnie sieć kolejowa w Europie Zachodniej, koszty budowy nowej drogi żelaznej, jak dowiódł Launhardt, rzadko wogóle mogą być pokryte dochodami za przewozy wykonane przez nią samą; nie mniej przeto ogólne zwiększenie się dochodu dróg żelaznych po wybudowaniu nowej odnogi zwykle pokrywa z naddatkiem pomienione koszty. W krajach, w których rozwój dróg żelaznych nie jest tak wielki i w których, jak naprz. w Rosyi, mogą być przeprowadzone jeszcze nowe linie magistralne, spodziewany dochód własny drogi żelaznej uzasadnia zwykle potrzebę jej budowy i według niego wnioskuje się zazwyczaj, o ile przeprowadzenie jej będzie korzystnem.

Dla określenia ilości przewozu korzysta się z danych o przewozach, dokonywanych w kierunku projektującej się drogi żelaznej po drogach zwykłych lub wodnych, wybierając te przewozy, które wskutek niższej taryfy lub innych przyczyn przejść mogą na drogi żelazne. Nadto przyjmuje się zwykle, że istniejąca ilość przewozów, wskutek przeprowadzenia drogi żelaznej i potanienia opłat za przewóz, powinna się zwiększyć, jednakże wielkość tego zwiększenia oparta jest tylko na przypuszczeniach.

Przebieg ładunków określa się na zasadzie danych o miejscach wytwarzania poszczególnych kategorii produktów i wyrobów i o miejscach ich zapotrzebowania i zbytu oraz na zasadzie rozważenia zmian, jakie zająć mogą pod tym względem wskutek ułatwienia i potanienia przewozu.

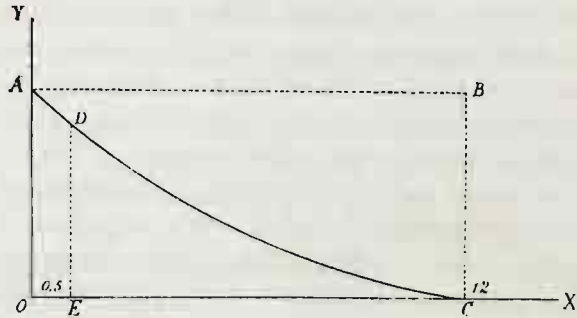
Dochód z przewozów poszczególnych kategorii oblicza się według taryfy opłat za przewóz, które w Rosyi ustanawia Ministerium Finansów. W umieszczonej poniżej tablicy przytoczone są dane o średnim przebiegu podróży i ładunków i średnim dochodzie z przewozu kolejami żelaznymi w Rosyi i zagranicą.

Nazwa kraju.	Średni przebieg		Średni dochód	
	Podróżnego	Puda ładunków	Od osobowiorsty	Od pudowiorsty
	w i o r s t		k o p i e j e k	
Rosya 1904 r.	109	230	0,79	$\frac{1}{47}$
Niemcy „	22	96	1,40	$\frac{1}{33}$
Austria „	37	101	1,33	$\frac{1}{34}$
Francya „	30	119	1,61	$\frac{1}{31}$
Stany Zjednoczone Ameryki Północnej 1903 r.	45	200	3,24	$\frac{1}{54}$

przewozu, przypadającego z tego obwodu, wyraziłaby się płaszczyzną $1 \times 11,5$, t. j. $\frac{11,5}{1,93} \approx 6$ razy większą od poprzednio obliczonej.

Ludność miejscowości, posiadających stacje kolejowe, wynosiła w Niemczech w r. 1880 $18\frac{1}{4}$ milionów, innych zaś miejscowości 27 milionów. Ponieważ w tymże roku przewieziono po drogach żelaznych w państwie niemieckim 215 milionów osób i 165 milionów tonn ładunku, więc przyjmując według Launhardt'a, że udział w komunikacji kole-

Rys. 59.



jowej mieszkańców miejscowości, w których nie ma stacji kolejowych, jest 6 razy mniejszy niż w miejscowościach, posiadających stacje, otrzymamy na jednego mieszkańca zainteresowanego w przewozie:

$$\frac{215}{18\frac{1}{4} + \frac{1}{6} \times 27} = 9\frac{1}{2} \text{ podróźnych}$$

$$\frac{165}{18\frac{1}{4} + \frac{1}{6} \times 27} = 7\frac{1}{2} \text{ tonn ładunków.}$$

Oczywiście, że wnioski te będą w przybliżeniu słuszne tylko dla danych warunków gęstości sieci kolejowej, zaludnienia kraju, rozwoju przemysłu i handlu i in. W każdym jednak razie dają one pojęcie o ogólnych zasadach tego rodzaju obliczeń.

Według innych obliczeń i spostrzeżeń otrzymano na jednego mieszkańca miejscowości zainteresowanej w przewozie:

dla Niemiec (Richard i Mackenzen)	. . .	4,7	podróżnych i 2,9 t	ładunków rocznie
dla Austrii (Feldegg)	. . .	1,2	"	1 t " "
dla Włoch (Campiglio)	. . .	5,5 do 1,44	podróżnych i 1,3 do 0,4 t	ładunków rocznie w zależności od rozwoju przemysłu i handlu.

ROZDZIAŁ III.

Typy dróg żelaznych parowozowych.

W poprzedzających rozdziałach wykazano, na jakich zasadach może być dokonywana ocena zyskowności budowy drogi żelaznej, oraz podano niektóre wskazówki ogólne dla określenia jednego z czynników, od którego zależy zyskowność drogi żelaznej, a mianowicie ilości przewozu i całkowitego dochodu z niego.

Drugi czynnik, natury bardziej technicznej, podlegający określeniu, to koszt budowy i eksploatacji drogi żelaznej, która winna być tak zaprojektowana w zależności od rodzaju przewozu, dla którego jest przeznaczona, i odpowiednio do jego ilości, aby czysty zysk okazał się największym. Pomyślne rozwiązanie tego zadania zależy, jak to już zaznaczono, od trafnego wyboru typu drogi żelaznej i umiejętnego wyznaczenia jej kierunku na gruncie.

Przy obecnym rozwoju dróg żelaznych, są one tak ściśle związane z różnymi potrzebami życia współczesnego i winny przystosowywać się do tylu warunków charakteru ekonomicznego i technicznego, że podział ich na grupy zupełnie jednolite jest w rzeczywistości dość trudnym. Jednakże klasyfikacja dróg żelaznych ma bardzo ważne znaczenie nie tylko pod względem technicznym w celu określenia właściwości różnych kategorii dróg żelaznych i wskazania najodpowiedniejszego sposobu budowy i eksploatacji dróg, należących do jednej kategorii, ale również pod względem administracyjnym i prawnym, ponieważ dla zabezpieczenia interesów państwowych i społecznych, bezpieczeństwa ruchu i t. p. budowa i eksploatacja dróg żelaznych podlegać winny ograniczeniom prawnym, które dla różnych kategorii dróg żelaznych nie mogą być jednakowe.

1. Klasyfikacja dróg żelaznych pod względem technicznym.

a) Warunki terenu. Drogi żelazne równinne, podgórskie i górskie.

Jedną z głównych zalet kolei żelaznych w porównaniu z drogami zwykłymi jest mniejszy opór ruchowi. Opór ten wynosi na drodze zwyczajnej $\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{6}$, na szosie $\frac{1}{60}$ do $\frac{1}{20}$, na kolei zaś przy małych prędkościach nie więcej nad $\frac{1}{100}$ przewożonego ciężaru.

Dla sprowadzenia tego oporu do minimum potrzeba, aby linia kolejowa miała kształt możliwie zbliżony do linii prostej i poziomej. W początkach budowy dróg żelaznych rozpowszechnione było mniemanie, że siła pary może mieć zastosowanie tylko na nieznacznych pochyłościach i na łukach o małej krzywiznie. Przy budowie dróg żelaznych Stockton-Darlington i Liverpool-Manchester starał się Stephenson nadać im kierunek zupełnie prostolinijny i profil poziomy. Według pierwotnego projektu drogi żelaznej Mikołajewskiej, łączącej Petersburg z Moskwą, zamierzano nie przekraczać pochylenia 0,0025 i zrobiono wyjątek tylko dla przejścia przez góry Wałdajskie wobec olbrzymich robót ziemnych, jakie trzeba było tam wykonać dla zadośćuczynienia powyższemu założeniu. Łuki dr. żel. Mikołajewskiej określone są promieniami od 1000 do 3400 saż. (2134 do 7254 m).

Rozwój sieci kolejowej zmuszał do ulepszeń, szczególnie w dziedzinie ustroju parowozów, które pozwalałyby budować drogi żelazne w coraz trudniejszych warunkach terenu.

Pierwsza droga żelazna górską o znaczniejszej długości była wybudowana w latach 1848 do 1854 dla połączenia Wiednia z Tryestem. Linia ta przecięła pasmo gór Semmering, stanowiące odnogę Alp północnych. Pomyślne urzeczywistnienie

tego wielkiego przedsięwzięcia przekonało o możliwości przeprowadzania zwykłych dróg żelaznych parowozowych w górach Alpejskich i w znacznej mierze przyczyniło się do udoskonalenia rozmaitych typów parowozów i wogóle do rozwoju techniki kolejowej. Najmniejszy promień krzywizny na tej drodze żelaznej wynosi 190 m, zaś największe pochylenie toru 25‰ .

Wkrótce po przeprowadzeniu drogi żelaznej przez Semmering wybudowano również inne drogi żelazne w górach Alpejskich przez Brenner, Gotthard, Arlberg, ze stopniowymi udoskonaleniami w dziedzinie techniki.

W Rosji pierwsza droga żelazna górską była wybudowana na Kaukazie, między Poti a Tyflisem, w latach od 1867 do 1872, z pochyleniami toru, sięgającymi na przełęczy Suramskiej 46‰ , i łukami o promieniach do 80 saż. (170 m). Pod względem stromości pochyłeń¹⁾ droga ta zajmowała długi czas pierwsze miejsce. Obecnie istnieją drogi żelazne, obsługiwane przez zwykłe parowozy i posiadające jeszcze bardziej strome pochylenia toru, co jednak możliwem jest tylko przy bardzo nieznacznym ciężarze pociągów. Tak naprz., kolej żelazna na górę Jütli pod Zurychem ma pochylenia sięgające 70‰ .

Jeszcze bardziej strome pochylenia dostępne są dla parowozu przy użyciu sztaby zębatej, układanej między szynami toru i chwytej przez koła zębate parowozu. Istnieją koleje zębate z pochyleniami dochodzącymi do 200‰ i więcej.

Z tego, co powiedziano wyżej, okazuje się, że jakkolwiek w celu zmniejszenia oporu ruchowi i zależnych od niego wydatków na siłę pociagową, należy linię kolejową projektować wogóle o możliwie łagodnych pochyłościach i łukach, to jednak technika współczesna daje możność budowania dróg żelaznych parowozowych w warunkach terenu nawet najbardziej ciężkich. Warunki te muszą oczywiście wpływać nie tylko na kształt projektowanej linii kolejowej w profilu podłużnym i planie, ale zarazem także na ustrój toru kolejowego, rodzaj dzieł sztuki, typy parowozów i sposób eksploatacji.

W zależności od terenu miejscowości, w której przeprowadzoną jest droga żelazna, odróżniać można następujące rodzaje dróg: 1) drogi żelazne równinne, o pochyłościach nie przekraczających 5‰ i promieniach łuków nie mniejszych jak 1000 m; 2) drogi żelazne podgórskie w miejscowościach pagórkowatych o pochyłościach dochodzących do 10‰ i promieniach łuków nie mniejszych jak 600 m; 3) drogi żelazne górskie, na których pochyłości są jeszcze bardziej strome i promienie łuków jeszcze mniejsze niż wskazane powyżej.

Należy jednak zaznaczyć, że istnieje wiele dróg żelaznych na równinach i w miejscowościach pagórkowatych, na których pochylenia i promienie łuków znacznie przekraczają wyżej podane normy dla tych rodzajów dróg żelaznych. Okoliczność ta objaśnia się chęcią zmniejszenia kosztów budowy dróg ze szkodą dla eksploatacji, co wogóle nie jest celem.

¹⁾ Pochylenia te zostały później zmniejszone po wybudowaniu w latach 1886—1890 tunelu Suramskiego.

b) Ustrój toru. Normalna szerokość toru. Drogi żelazne wąskotorowe. Ilość torów głównych.

Pod względem ustroju toru drogi żelazne parowozowe o szynach gładkich różnią się między sobą przeważnie szerokością toru i ilością torów głównych. Również należy tu rozróżniać drogi żelazne posiadające swe własne, oddzielne torowisko lub też przeprowadzone po planie istniejących dróg bitych lub zwykłych.

Normalna szerokość toru, którą przyjęto mierzyć w świetle pomiędzy krawędziami wewnętrznymi szyn (por. rys. 10, c), nie we wszystkich krajach jest jednakową.

Na pierwszych drogach żelaznych, zbudowanych przez Stephenson'a, szerokość toru równała się $4' 8\frac{1}{2}'' = 1435 \text{ mm}$. Wymiar ten prawdopodobnie odpowiadał wtedy rozstawowi kół wozów i dawał im możność korzystania z toru kolejowego. Być może również, że wymiar ten umyślnie został wybrany przez Stephenson'a w zależności od ustroju zbudowanych przez niego parowozów.

Tak czy inaczej szerokość toru, wybrana przez Stephenson'a, zastosowana została od samego początku na większości kolei angielskich i przeszła następnie na łąd stały do Niemiec, Austrii i Belgii. W pierwszym okresie budowy dróg żelaznych inżynierowie angielscy byli jednak tego mniemania, że przyjęta przez Stephenson'a szerokość toru jest za mała i nie pozwala nadać odpowiednich wymiarów kotłowi parowozowemu, od którego wymagano coraz większej wydajności pary. Wskutek tego wybudowano wiele dróg żelaznych o torach, mających większą szerokość, dochodzącą do 7 stóp angielskich (tak zwany tor Brunel'a), która się zachowywała do ostatnich czasów na niektórych drogach żelaznych angielskich.

W miarę rozwoju sieci kolejowej niemożliwość przejścia wagonów z jednej kolei na drugą, z nią sąsiadującą, i powstające z tego powodu niedogodności zmusiły drogi żelazne, posiadające tor szerszy, do przebudowania go na tor Stephenson'a. Takież objaw powtórzył się później na drogach żelaznych w Ameryce Północnej.

Pierwsza z dróg żelaznych rosyjskich, a mianowicie wybudowana w r. 1836—37 droga między Petersburgiem a Pawłowskiem (tak zwana Carskosielska), otrzymała z inicjatywy inżyniera Gerstner'a (Austriaka), który ją zbudował, tor o szerokości 6 stóp $= 1829 \text{ mm}$ i zachowała go do ostatnich czasów¹⁾. Później przy budowie w r. 1843—51 drugiej z rzędu rosyjskiej drogi żelaznej, mianowicie z Petersburga do Moskwy (Mikołajewskiej), tor 6-stopowy został zaniechany, a zamiast niego z porady Amerykanina, majora Whistler'a, przyjęto tor o szerokości 5 stóp $= 1524 \text{ mm}$, który był rozpowszechniony w Ameryce Północnej. Ten tor pozostał normalnym dla wszystkich kolei rosyjskich.

W Królestwie Polskiem droga żelazna Warszawsko-Wiedeńska, której budowę rozpoczęto jeszcze w r. 1839 (po przerwie w budowie od r. 1841 do 1844 droga ta została doprowadzona do granicy austriackiej w r. 1848), otrzymała tor Stephenson'a o szerokości $4' 8\frac{1}{2}'' = 1435 \text{ mm}$. Droga ta wraz z odnogami: z Ząbkowic do

¹⁾ Kolej Carskosielską przebudowano na tor o szerokości normalnej w r. 1902.

Sosnowca i ze Skierniewic do granicy pruskiej w bliskości Aleksandrowa, a także łącząca się z dr. żel. Warszawsko-Wiedeńską dr. żel. Fabryczno-Łódzka są jedynymi w Państwie Rosyjskiem drogami żelaznemi, posiadającymi tor Stephenson'a o szerokości $4' 8\frac{1}{2}'' = 1435 \text{ mm}$.

Oprócz toru Stephenson'a i normalnego rosyjskiego istnieją jeszcze w Europie tory o innej szerokości, a mianowicie na drogach żelaznych irlandzkich, gdzie szerokość toru wynosi $5' 3''$ (1600 mm), i na drogach żelaznych hiszpańskich, gdzie szerokość ta równa się $5' 6''$ (1676 mm). Ta ostatnia szerokość stosowana jest również na drogach żelaznych w Indyach Wschodnich. Na wszystkich pozostałych drogach żelaznych szerokotorowych w innych częściach świata używana jest prawie wyłącznie szerokość toru Stephenson'a, nieznaczne zaś odstępstwa od niej, spotykane również w Europie, nie przeszkadzają przechodzeniu pociągów z jednej kolei na drugą. Tak naprz., we Francji określona przez prawo szerokość toru wynosi $1,5 \text{ m}$, licząc między osiami szyn, wskutek czego szerokość toru w świetle zmienia się tam w zależności od szerokości główki szyny, a mianowicie w granicach od 1440 do 1450 mm .

Ze wszystkiego, co wyżej powiedziano, widać, że szerokość toru na dwóch najrozleglejszych i sąsiadujących ze sobą sieciach kolejowych Europy różni się bardzo nieznacznie, gdyż tor rosyjski jest szerszy od toru Stephenson'a, przyjętego w Europie Zachodniej, zaledwie o $1524 - 1435 = 89 \text{ mm}$.

Jak to zaznaczono wyżej, próby dalszego zwiększenia szerokości toru wogóle nie udały się, po części wskutek tego, że doświadczenie dowiodło celowości stosowanej szerokości toru pod względem ekonomicznym i technicznym nawet przy bardzo znacznym ruchu i prędkościach jazdy, po części zaś wskutek rozwoju sieci kolejowej i niemożliwości przechodzenia taboru z jednej kolei na drugą przy rozmaitych szerokościach toru. Z drugiej znów strony dążenie ku zmniejszeniu kosztów budowy kolei wywołało potrzebę stosowania węższego toru o szerokości 1 do $0,6$ metra, a nawet mniej.

Tak zwane *drogi żelazne wązkotorowe* budowane są w celu urządzenia komunikacji w takich kierunkach, w których budowa drogi żelaznej o torze normalnym wymagałaby ze względu na warunki topograficzne bardzo wielkich kosztów, które nie opłaciłyby się przy nieznacznym ruchu, jaki się oczekuje.

Przy jednakowych pochyleniach toru, promieniach łuków i innych warunkach koszt budowy drogi żelaznej, mającej tor o mniejszej szerokości, zmniejsza się względnie niewiele. Zaletę wąskiego toru stanowi głównie możność stosowania przy nim małych promieni łuków w planie. W torze o szerokości 1 m promienie łuków mogą dochodzić do 50 m , zaś w torze o szerokości $0,6 \text{ m}$ do 25 m , gdy tymczasem w torze normalnym rosyjskim lub zagranicznym promień krzywizny nie może być mniejszy jak 120 do 100 m . Jeżeli nadto przy projektowaniu drogi żelaznej wązkotorowej, wobec niewielkich prędkości i ciężaru pociągów, dopuścimy bardziej strome pochylenia, to przeprowadzenie linii kolejowej wymagać będzie o wiele mniejszej ilości robót, ponieważ jej profil podłużny może być lepiej dostosowany do terenu. W tych warunkach tor wązki może niekiedy przenikać do miejscowości wogóle niedostępnych dla dróg żelaznych o torze normalnym, lub może być ułożony na poboczu istniejących dróg bitych lub zwyczajnych (tak zwane tramwaje),

przez co unika się urządzania dla niego oddzielnego torowiska. Okoliczności te oraz pewne ulgi w eksploatacji, które mogą być dopuszczone wobec nieznacznych prędkości ruchu, pozwalają budować drogi żelazne wąskotorowe z dużo mniejszym nakładem niż ten, jakiego wymagałaby budowa drogi żelaznej o torze szerokim. Zmniejszenie zaś kapitału budowy, wpływającego w tak znacznym stopniu na koszt eksploatacji drogi żelaznej o torze normalnym, daje możliwość przeprowadzania dróg żelaznych wąskotorowych w takich miejscowościach, w których nie można liczyć na przewóz dużych ilości towarów wobec ich słabego rozwoju ekonomicznego, wynikającego właśnie z braku taniej i dogodnej komunikacji.

Przytoczone powyżej zalety stały się przyczyną szybkiego rozpowszechnienia dróg żelaznych wąskotorowych, szczególnie w czasach ostatnich, pomimo konieczności przeładunku w miejscach stykania się tychże z drogami żelaznymi szerokotorowymi i pomimo dość znacznych kosztów eksploatacji, jakich wymagają drogi żelazne wąskotorowe względnie do ilości wykonywanego przez nie przewozu.

Według Tschertou zdolność przewozowa i koszt budowy dróg żelaznych wąskotorowych o różnej szerokości toru, przy jednakowym największym pochyleniu podłużnym, zmieniają się w następującym stosunku:

Szerokość toru w metrach . . .	1,435	1,00	0,80	0,75
Zdolność przewozowa.	1	0,64	0,42	0,27
Koszt budowy	1	0,7	0,6	0,5

Ogólna długość dróg żelaznych wąskotorowych dosięgła obecnie 15% długości dróg żelaznych o torze normalnym i w dalszym ciągu stale wzrasta.

Co się zaś tyczy dróg żelaznych zębatych, to już przy 25⁰/₀₀ pochyleniu parowozów o jednakowym ciężarze mogą przewozić po nich pociągi dwa razy cięższe niż po zwyczajnym torze gładkim. Z drugiej strony prędkość ruchu na drogach zębatych jest prawie o połowę mniejsza. Wobec tego szyna zębata stosuje się zwykle dopiero na pochyleniach większych niż 25⁰/₀₀.

Ilość torów w liniach głównych zależy od natężenia ruchu. Pod względem ilości torów odróżniać należy koleje jednotorowe i dwutorowe.

Jeżeli dla jazdy w obu kierunkach służy tylko jeden tor, to wymijanie się pociągów, biegnących w przeciwnych sobie kierunkach, może się odbywać wyłącznie na stacyach, co ogranicza ilość pociągów. Gdy istnieją dwa tory, to każdy z nich przeznaczony jest dla pociągów jednego tylko kierunku, a wskutek tego ilość pociągów, dążących jeden za drugim, może być znacznie większa.

Drugi tor w rzadkich tylko wypadkach buduje się jednocześnie z pierwszym. Zwykle kolej buduje się początkowo o jednym torze, dla ułatwienia zaś w następstwie ułożenia drugiego toru wykonywują się niektóre tylko roboty, naprz. budują się odrazu na dwa tory podpory mostów, a czasem także wykonywują się na dwa tory roboty ziemne.

Drogi żelazne, któreby posiadały więcej niż 2 tory główne, rzadko się napotykają, zwykle na krótkich tylko szlakach w bliskości dużych miast, i wtedy każda para torów, mając oddzielne przeznaczenie, tworzy jak gdyby osobną linię kolejową, ułożoną na torowisku wspólnym z innemi.

c) Szybkość pociągów.

Szybkość biegu pociągu zależną jest od mocy i ustroju parowozu, urządzenia toru, sygnalizacyi i rozlicznych warunków niezbędnych dla bezpieczeństwa ruchu. Wynika stąd, że szybkość biegu pociągów na drodze żelaznej jest cechą bardzo charakterystyczną jej urządzenia i eksploatacyi.

Pod względem szybkości pociągów można rozróżniać:

1) drogi żelazne, na których są w biegu pociągi kuryerskie i pośpieszne, których szybkość przekracza 40 *km* (37,5 wiorst) na godzinę.

2) drogi żelazne, na których szybkość pociągów nie przekracza 40 *km* (37,5 wiorst) na godzinę.

3) drogi żelazne, na których szybkość pociągów nie przekracza 30 *km* (28 wiorst) na godzinę.

Do pierwszej kategorii należą po większej części linie kolejowe magistralne, łączące duże środowiska handlowe i przemysłowe; do drugiej kategorii linie znaczenia drugorzędnego, łączące oddzielne punkty linii kolejowych magistralnych i przeznaczone przeważnie do zaspokojenia ruchu miejscowego; wreszcie do trzeciej kategorii linie mające znaczenie wyłącznie miejscowe, głównie odnogi linii kolejowych pierwszych dwóch kategorii.

Szybkość pociągów, odpowiadająca charakterowi i wielkości ruchu, może na drodze żelaznej zmieniać się z czasem, wskutek czego droga ta może przechodzić z jednej z powyżej zaznaczonych kategorii do drugiej. Jednak nie wszystkie urządzenia kolejowe mogą być zmieniane stosownie do potrzeby. Tak na przykład, zmiany dotyczące kształtu linii kolejowej w profilu lub planie, ułożenia toru na torowisku oddzielnem lub też wspólnem z drogą kołową, szerokości toru i t. p. wywołują zwykle wielkie trudności i koszta. Wobec tego kategoria, do jakiej należeć ma droga żelazna pod względem szybkości pociągów, winna być wyjaśniona przed jej budową. Odwrotnie, dla bezpieczeństwa ruchu szybkość pociągów winna być utrzymana w pewnych granicach w zależności od urządzenia drogi żelaznej. Tak na przykład, w Niemczech rozróżniane są trzy kategorie dróg żelaznych, przyczem dla dróg żelaznych drugiej kategorii, czyli drugorzędnych (Nebenbahnen), dozwolona szybkość pociągów nie powinna przewyższać 40 *km* na godzinę, zaś dla dróg żelaznych trzeciorzędnych, mających znaczenie wyłącznie miejscowe (Kleinbahnen), o ile one poprowadzone są po torowisku dróg zwyczajnych, szybkość pociągów nie powinna przekraczać 15 *km* na godzinę. W Rosyi drogi żelazne, mające znaczenie wyłącznie miejscowe, znane są pod nazwą dróg żelaznych dojazdowych. Szybkość pociągów na drogach żelaznych dojazdowych nie powinna przekraczać 25 wiorst (26,6 *km*) na godzinę.

2. Klasyfikacya dróg żelaznych według ich przeznaczenia. Linie kolejowe magistralne. Drogi żelazne drugorzędne i trzeciorzędne. Kolejki polowe i przenośne.

Uskuteczniiony powyżej z punktu widzenia technicznego podział dróg żelaznych na grupy, w którym za podstawę przyjęto kształt linii kolejowej w planie i w profilu, urządzenie toru lub szybkość pociągów, nie daje podstaw do ogólnej kla-

syfikacji technicznej dróg żelaznych, ponieważ kombinacje wymienionych cech charakterystycznych tychże dróg mogą być najrozmaitsze. Jeżeli jednak przyjąć za podstawę klasyfikacji dróg żelaznych ich przeznaczenie, a mianowicie ilość i charakter przewozu, to okaże się, że cechy te określają dość dokładnie techniczne właściwości drogi.

Ze względu na swe przeznaczenie drogi żelazne mogą być podzielone na następujące grupy:

1) *Linie kolejowe magistralne znaczenia pierwszorzędnego*, łączące pomiędzy sobą i z zagranicą wielkie środowiska przemysłowe i handlowe.

Drogi te powinny być oczywiście przysposobione do przewozu masowego osób i ładunków. Przewóz ten odbywa się przeważnie w komunikacji bezpośredniej między krańcowymi punktami linii. W takich warunkach projektowana linia kolejowa magistralna winna łączyć wspomniane punkty w kierunku najkrótszym. Przytem jednak pochyłości jej i zwroty winny być możliwie łagodne w celu zmniejszenia wydatków eksploatacyjnych na siłę pociagową. Dla zadośćuczynienia potrzebom znacznego ruchu osobowego w komunikacji bezpośredniej, na liniach kolejowych magistralnych winny być zaprowadzone pociągi kuryerskie i pośpieszne, wskutek czego tor takich linii powinien posiadać dużą trwałość i stateczność. Linie kolejowe magistralne mają najczęściej dwa tory. Zastosowanie udoskonalonych systemów sygnalizacji staje się tu wobec dużego ruchu nieodzownem. Wszystkie budowle i dzieła sztuki winny mieć ustrój mocny i trwały w celu zmniejszenia kosztów ich utrzymania i naprawy.

2) *Linie kolejowe magistralne*, które wskutek niedostatecznego rozwoju przemysłu i handlu, ubóstwa i niezaludnienia kraju lub innych przyczyn nie mają znaczenia pierwszorzędnego, lecz mogą dojść do niego w przyszłości.

Pod względem kształtu linii kolejowej w profilu i planie, linie te powinny być projektowane z zachowaniem tychże przepisów, jakie były powyżej wskazane dla linii kolejowych pierwszorzędnych. Budują się one na jeden tor, wszakże w oczekiwaniu szybkiego rozwoju ruchu i konieczności ułożenia w następstwie drugiego toru, podpory dzieł sztuki, niekiedy zaś także i torowisko, urządzone są na 2 tory. Co się zaś tyczy takich budowli i urządzeń, których zamiana lub wzmocnienie w miarę rozwoju ruchu nie przedstawia trudności, to te uskuteczniają się odpowiednio do rzeczywistej potrzeby. Wierzchnia budowa toru na tego rodzaju drogach żelaznych może być słabszą niż na pierwszorzędnych, odpowiednio do mniejszej szybkości pociągów, jako też do mniejszej ich ilości i ciężaru. Również stacje mogą mieć skromniejsze rozmiary niż na drogach żelaznych pierwszorzędnych pod warunkiem, aby były tak zaprojektowane, żeby powiększenie ich w miarę rozwoju ruchu mogło być dokonane z łatwością i bez nadzwyczajnych kosztów. W tym celu powinna być przewidziana przede wszystkim dostateczna powierzchnia gruntu do wywłaszczenia pod stacje, nabycie którego w następstwie mogłoby przedstawiać poważne trudności.

Większość rosyjskich linii kolejowych magistralnych należała do kategorii dróg żelaznych ze słabym ruchem, które zaledwie stopniowo nabierają pierwszorzędnego znaczenia.

3) *Linie kolejowe łączące ze sobą oddzielne punkty linii magistralnych* lub stanowiące ich odgałęzienia i przeznaczone przeważnie dla komunikacji miejscowej.

Te drogi żelazne mogą być nazwane *drugorzędnymi*. Ze względu na wskazany powyżej charakter ruchu oraz dla ułatwienia dojścia do punktów przemysłowych i handlowych, położonych w bliskości, ogólny kierunek tych linii może podlegać daleko większym odchyleniom niż to ma miejsce na liniach kolejowych magistralnych, mających na celu osiągnięcie najkrótszej komunikacji między krańcowymi punktami kolei. Zresztą ustrój takich dróg żelaznych może być pod wieloma względami podobny do ustroju drugorzędnych dróg żelaznych magistralnych, z tą tylko różnicą, że ponieważ nie przewiduje się na nich ruchu pociągów pośpiesznych i kuryerskich i wogóle znacznego ruchu towarowego, wszystkie budowle i dzieła sztuki mogą być zaprojektowane jeszcze oszczędniej i z mniejszym zapasem na wypadek potrzeby ich rozszerzenia niż na tych ostatnich drogach. Dopuszczenie na tego rodzaju drogach więcej stromych pochyłeń i mniejszych promieni łuków w celu zmniejszenia kosztów budowy, jest ze względu na mniejszy ruch bardziej usprawiedliwione niż na drugorzędnych liniach kolejowych magistralnych.

4) W liczbie dróg żelaznych, otwartych do użytku ogólnego, są jeszcze takie, które, mając znaczenie wyłącznie miejscowe, przeznaczone są do wykonywania bardzo nieznacznego przewozu, wskutek czego szybkość pociągów, jak również największe obciążenie osi taboru mogą być na nich znacznie ograniczone.

W takich warunkach ustrój tego rodzaju dróg żelaznych, które można nazwać *trzeciorzędnymi*, może być bardzo uproszczony, a zatem koszt ich budowy sprowadzony do minimum, od czego bardzo często zależy wogóle możliwość ich urzeczywistnienia. Szybkość pociągów na takich drogach żelaznych ogranicza się zwykle do 30 *km* (28 wiorst) na godzinę. Szerokość toru bywa rozmaita, przeważnie w zależności od warunków terenu. Pochylenia toru dopuszczone być mogą bardzo znaczne w celu zmniejszenia o ile możliwości robót ziemnych. Drogi takie prowadzi się często po planie istniejących dróg zwyczajnych lub bitych, co jeszcze więcej zmniejsza koszt ich budowy.

5) Jeżeli kolej żelazna nie jest przeznaczona do użytku ogólnego, lecz pobudowana na potrzeby przemysłowe, rolne i t. p. jednego właściciela, to w jej ustroju mogą być dopuszczone jeszcze pewne uproszczenia ze względu, że ruch osobowy wcale się nie przewiduje. Koleje żelazne parowozowe do użytku prywatnego stanowią formę przejściową do tak zwanych *kolejek polowych i przenośnych*, na których przewóz towarów odbywa się przy pomocy ludzi lub zwierząt. Tego rodzaju koleje znalazły w ostatnich czasach szerokie zastosowanie w Europie Zachodniej.

3. Klasyfikacya dróg żelaznych przyjęta w Państwie Rosyjskiem. Linie kolejowe główne. Drogi żelazne pierwszorzędne i drugorzędne znaczenia. Koleje dojazdowe. Przepisy dotyczące dróg żelaznych.

Ustawy i przepisy obowiązujące w Rosyi rozróżniają linie kolejowe główne, mające znaczenie ogólne, i linie dojazdowe, mające znaczenie miejscowe.

Budowa linii kolejowych głównych dokonywa się na zasadzie Najwyższego ukazu i przy zachowaniu warunków podanych w koncesyi czyli umowie, zawartej między rządem i osobami, które się podjęły budowy. Linie kolejowe główne bywają pierwszorzędne i drugorzędne znaczenia.

Linie kolejowe główne pierwszorzędne znaczenia albo magistralne projektują się pomiędzy punktami wskazanymi przez rząd w pozwoleniu na budowę, w kierunku możliwie najkrótszym, przyczem pochylenia podłużne powinny być nie większe jak 8‰ , zaś promienie łuków nie mniejsze jak 300 saż.¹⁾ Budowa wierzchnia takich kolei żelaznych powinna być tak urządzona, ażeby po niej mogły przebiegać z szybkością 45 wiorst na godzinę ośmiokołowe parowozy towarowe typu normalnego oraz z szybkością 60 wiorst na godzinę szybkie parowozy osobowe. Szerokość toru ma być normalna, 5-stopowa.

Linie kolejowe drugorzędne znaczenia nie podlegają wyżej wspomnianym ograniczeniom i projektują się według warunków technicznych, zatwierdzanych w każdym oddzielnym wypadku przez Ministerjum.

Koleje dojazdowe budują się w celu zadośćuczynienia miejscowym potrzebom przemysłowym, handlowym i innym i mogą być o silniku mechanicznym lub żywym. Dzielą się one na takie, które są przysposobione do przepuszczania parowozów i wagonów lub samych tylko wagonów linii kolejowej głównej, i na takie, które nie mogą wcale przepuszczać taboru linii kolejowej głównej, do której się tylko zbliżają. W ostatnim wypadku szerokość toru kolei dojazdowych może być normalna lub węższa od normalnej, ale nie mniejsza jak 0,6 m. Pochylenia podłużne powinny być nie większe niż 40‰ . Promienie łuków nie są ograniczone żadnemi przepisami, powinny tylko odpowiadać szerokości toru i ustrojowi taboru ruchomego. Szybkość pociągów na kolejach dojazdowych nie powinna przewyższać 25 wiorst na godzinę, zaś w razie przeprowadzenia kolei po szosie lub drodze zwykłej 12 wiorst na godzinę.

Z powyższych określeń okazuje się, że koleje dojazdowe odpowiadają według wyżej przytoczonego podziału drogom żelaznym trzeciorzędnym. Linie kolejowe, nazywane głównymi, należy zaliczać do jednej z wyższych kategorii, w zależności od ich urządzenia, charakteru ruchu i t. p.

Linie kolejowe główne, zarówno jak i dojazdowe, o ile są przeznaczone do użytku ogólnego, podlegają przepisom Najwyżej zatwierdzonej *Ustawy ogólnej dróg żelaznych rosyjskich* (Obszczij ustaw rossijskich żeleznich dorog), określającej obowiązki dróg żelaznych pod względem wykonywania przewozu i wzajemną odpowiedzialność dróg żelaznych i podróźnych lub osób, wysyłających towary, i zawierającej nadto przepisy o dozorze policyjnym na drogach żelaznych. Koleje dojazdowe podlegają oprócz tego przepisom Najwyżej zatwierdzonych *Wskazui dotyczących kolei dojazdowych* (Położenje o podjezdnych putiach).

Przepisy techniczne, dotyczące budowy linii kolejowych magistralnych, za-

¹⁾ Odstępstwa spowodowane miejscowymi warunkami budującej się drogi żelaznej mogą być dopuszczone tylko za pozwoleniem Ministra Komunikacyi.

warte są w *Warunkach technicznych projektowania i budowy dróg żelaznych pierwszorzędного znaczenia* (Techniczeskija usłowja projektirowanja i sooruzenja żelaznych dorog pierwostiepiennago znaczenja (magistralj)). Inne linie kolejowe główne podlegają warunkom, które określa w poszczególnych wypadkach Ministerjum Komunikacyj przy wydawaniu pozwolenia na budowę. Sposób eksploatacyi linii kolejowych głównych określają *Przepisy eksploatacyi technicznej dróg żelaznych otwartych do użytku ogólnego* (Prawila techniczeskoi eksploatacyi żelaznych dorog otkrytych dla obszczago polzowanja). Względem kolei dojazdowych stosować należy *Przepisy budowy i eksploatacyi kolei dojazdowych parowozowych otwartych do użytku ogólnego* (Prawila sooruzenja i eksploatacyi parowoznych podjezdnych k żelaznym dorogam putiej obszczago polzowanja). Przepisy te dopuszczają znaczne ulgi w porównaniu z przepisami, obowiązującymi dla linii kolejowych głównych.

ROZDZIAŁ IV.

Wiadomości ogólne o kosztach budowy i eksploatacyi dróg żelaznych parowozowych.

1. Koszta budowy dróg żelaznych parowozowych.

Przy ocenianiu kosztu budowy drogi żelaznej bierze się zwykle w rachubę koszt jednej wiorsty linii głównej. Tak określony koszt budowy zmienia się w bardzo szerokich granicach. Naprzykład w Państwie Rosyjskiem, pierwotny koszt budowy dróg żelaznych o normalnej szerokości toru wynosił od 40000 do 153000 rubli za wiorstę, zaś przecięciowo dla całej sieci kolejowej 73000 rub.

Koszt budowy drogi żelaznej zmienia się nietylko w zależności od warunków terenu, typu drogi żelaznej i oczekiwanego ruchu (od którego zależy oporządzenie jej, zwłaszcza pod względem ilości taboru), lecz także w zależności od cen materiałów i robocizny, niejednakowych w różnych miejscowościach i zmieniających się z biegiem czasu. Szczególnie silnym wahaniem podlega koszt wywłaszczenia gruntów, potrzebnych do przeprowadzenia drogi żelaznej. Robocizna, drzewo i niektóre inne materiały były przy budowie pierwszych dróg żelaznych znacznie tańsze niż obecnie. Natomiast koszt części metalicznych wierzchniej budowy kolei i mostów znacznie się obniżył.

Należy zaznaczyć, że niewielki pierwotny koszt budowy drogi żelaznej pochodzi niekiedy z niedostatecznego zaopatrzenia jej w tabor lub wskutek niezupełnych i niedostatecznych urządzeń, które potrzeba następnie uzupełniać podczas eksploatacyi. Wobec tego dla ocenienia kosztu budowy drogi żelaznej pewniej jest brać pod uwagę kosztu budowy takich istniejących dróg żelaznych, których eksploatacyja świadczy już o należytem ich urządzeniu i zaopatrzeniu. Co prawda, w miarę rozwoju ruchu zawsze zachodzi potrzeba powiększenia taboru,

rozszerzenia stacji, wzmocnienia wierzchniej budowy kolei i innych nowych urządzeń, zwiększających pierwotny koszt budowy drogi żelaznej.

Kapitał budowy, t. j. kapitał wydany na urządzenie dróg żelaznych już eksploatowanych, za wyjątkiem wążkotorowych, wynosił w Państwie Rosyjskiem w r. 1901 od 47000 rub. (dr. żel. Poleskie) do 318400 rub. (dr. żel. Mikołajewska) na wiorstę, przecięciowo zaś około 107800 rub. na wiorstę. Wobec tego dla nowobudujących się w Rosyi dróg żelaznych, na których przewidywany jest ruch względnie nieznaczny, przyjąć można kosztu budowy jednej wiorsty od 50000 do 100000 rubli, w zależności od warunków terenu i innych.

Dla porównania przytaczamy następujące cyfry, wskazujące koszt budowy dróg żelaznych zagranicznych na wiorstę linii głównej (według danych 1901 r.):

Drogi żelazne Wielkobrytańskie.	339500 rubli
„ „ Francuskie.	173700 „
„ „ Austryackie	109600 „
„ „ Niemieckie	135400 „
„ „ Północnoamerykańskie	79500 „

W kosztorysach budowy dróg żelaznych w Rosyi wszystkie roboty budowlane i dostawy dzielą się zwykle na następujące działy:

- I. *Wywłaszczenie majątności*, a mianowicie: nabycie gruntów, zniesienie budynków, wynagrodzenie za zniszczenie zasiewów.
- II. *Urządzenie torowiska kolejowego*, t. j. cięcie lasu wraz z karczowaniem pod torowisko, roboty ziemne przy urządzeniu torowiska pod linię główną i stacje, przy kłpaniu rowów, prostowaniu koryta rzek, odchyłaniu dróg zwykłych i t. p., a także umocowanie stoków nasypów i wykopów i urządzenie murów oporowych.
- III. *Działa sztuki*, t. j. rury i przepusty dla wody, mosty, wiadukty i t. p.
- IV. *Budowa wierzchnia kolei*, t. j. balast, podkłady, szyny, złączki szynowe i układanie toru.
- V. *Przydatki drogowe*, a mianowicie wskaźniki drogowe dla oznaczenia wiorst, pochyłości, łuków, narzędzia do naprawy toru, drezyny do oględzin drogi żelaznej, przenośne zasłony śnieżne i t. p.
- VI. *Telegraf*, t. j. przeprowadzenie linii telegraficznej, urządzenie i oporządzenie stacji telegraficznych.
- VII. *Budowle drogowe*, a mianowicie domy mieszkalne dla dozorców, stróżów przejazdowych i obchodowych, zabudowania gospodarcze przy tych domach, baraki dla robotników, przejazdy w poziomie toru kolejowego.
- VIII. *Budowle stacyjne*, a mianowicie dworce osobowe i perony, magazyny towarowe i ładownie (platformy towarowe), parowozownie, wozownie na wagony i warsztaty do naprawy taboru, zabudowania wodne, domy mieszkalne dla pracowników kolejowych i inne budowle architektoniczne na stacjach.
- IX. *Wodociągi stacyjne*, t. j. urządzenia do otrzymywania, podnoszenia i rozprowadzania wody po stacjach, a mianowicie zbiorniki odsączne, studnie artezyjskie, pompy, kadzie, żórawie wodne, rury wodociągowe z przyborami.

- X. Przydatki stacyjne*, a mianowicie urządzenia do przeprowadzania taboru z jednego toru na drugi, t. j. zwrotnice, krzyżownice, obrotnice, przesuwnice, wagi do ważenia wagonów, sygnalizacja pociągów oraz oporządzenie budynków stacyjnych i warsztatów, umeblowanie i t. p.
- XI. Tabor*, t. j. parowozy, tendry, wagony i przybory do nich.
- XII. Wydatki ogólne*, a mianowicie administracja budowy i eksploatacja czasowa drogi żelaznej do czasu otwarcia ruchu dla użytku ogólnego i t. p.

Z kosztów budowy dróg żelaznych rosyjskich przypada na poszczególne działy w przybliżeniu jak następuje:

I. Wywłaszczenie majątności	10%
II. Urządzenie torowiska kolejowego	15%
III. Działy sztuki	15%
IV. Budowa wierzchnia kolei	20%
V, VI, IX, X. Wodociągi, telegraf, przydatki drogowe i stacyjne	5%
VII i VIII. Budowle architektoniczne.	10%
XI. Tabor.	20%
XII. Wydatki ogólne	5%
	<hr/> 100%

Z wymienionych kategorii wydatków tabor, wodociągi stacyjne, telegraf, przydatki drogowe i stacyjne, najkosztowniejsza część wierzchniej budowy kolei (szyny i złączki do nich) i metaliczna budowa wierzchnia mostów, razem około 45% kosztu ogólnego drogi żelaznej przypada na wyroby fabryczne, których cena podlega względnie nieznacznym wahaniom, ilość zaś zależy przeważnie od oczekiwanego ruchu. Pozostałe wydatki zależą w większym stopniu od warunków miejscowych, a mianowicie od kosztów wywłaszczenia i jednostkowych cen materiałów i robocizny.

Koszt urządzenia torowiska zależy w bardzo znacznym stopniu od układu terenu i od wielkości dopuszczalnych pochyłości i promieni łuków. Z tego względu drogi żelazne wąskotorowe, których linia może bliżej przystosować się do terenu naturalnego, dają w tej kategorii robót znaczne oszczędności. Oprócz tej przyczyny mniejszy koszt od wiorsty dróg żelaznych wąskotorowych pochodzi przeważnie wskutek mniejszego obciążenia, przypadającego na oś, wobec czego mosty i budowa wierzchnia kolei mogą być lżej projektowane. Również, ze względu na mały ruch i małą prędkość pociągów, urządzenia stacyjne i inne mogą tu być znacznie prostszego typu. Z drugiej jednak strony, przy jednakowej zdolności przewozowej, ilość taboru drogi żelaznej wąskotorowej winna być większa, koszt zaś jego nie zmniejsza się proporcjonalnie do ładowności.

Koszt budowy rosyjskich kolei dojazdowych (dróg żelaznych znaczenia miejscowego, prawie wyłącznie wąskotorowych) wynosi od 19000 do 78000 rub., średnio zaś około 27000 rub. od wiorsty.

Koszt zagranicznych dróg żelaznych wąskotorowych wynosi od wiorsty:

Niemieckich	26000 rubli
Belgijskich (szerokość toru 1 m) . .	15000 do 20000 rub.
Francuskich („ „ 0,75 m) .	16000 do 20000 „

Według Plessner'a koszt drogi żelaznej o torze szerokości 1 m i o najmniejszym promieniu łuków 80 m wynosi około $\frac{1}{3}$ kosztu drogi żelaznej o torze normalnym, posiadającej tę samą zdolność przewozową i te same pochylenia oraz najmniejszy promień łuków 150 m. Inne dane, odnoszące się do kosztu budowy dróg żelaznych drugorzędnych o rozmaitej szerokości toru, przytoczone już były wyżej na stronnicy 100. Należy jednak zaznaczyć, że wszystkie te dane nie mogą mieć znaczenia rozstrzygającego przy wyborze dla projektowanej drogi żelaznej tej lub innej szerokości toru, ponieważ jedynie tylko porównanie celowo sporządzonych projektów może dać należyte pojęcie o tem, jaka szerokość toru będzie w danym wypadku najkorzystniejszą w zależności od układu terenu, konieczności przedkładunku w punktach dojścia do dróg żelaznych o innej szerokości toru i t. p.

2. Koszta eksploatacji dróg żelaznych parowozowych.

Do kosztów eksploatacji dróg żelaznych zaliczają się wszystkie wydatki, dotyczące przyjmowania, wysyłania i przewożenia osób i towarów oraz utrzymania, naprawy i odnawiania taboru, kolei i budynków, w celu stałego podtrzymania ich w pierwotnym stanie; wydatki na materiały, niezbędne dla ruchu pociągów oraz dla utrzymania i naprawy wszystkich urządzeń kolejowych; wreszcie koszt zarzadzania drogą żelazną. Natomiast wszystkie wydatki na urządzenia nowe, które przedtem nie istniały, lub na rozszerzenie i powiększenie urządzeń istniejących należą nie do wydatków eksploatacji, lecz do wydatków budowy, gdyż zwiększają one wartość drogi żelaznej.

Wydatki eksploatacji drogi żelaznej obliczają się corocznie i zamieszczają się w osobnem sprawozdaniu z eksploatacji. Wydatki te podają się w sprawozdaniach każdej drogi żelaznej nietylko w sumach ogólnych, lecz również w stosunku do długości linii oraz do przebiegu pociągów i osi wagonowych, t. j. w stosunku do ilości wykonanych pociągów i osiów.

Sprawozdania z wydatków dróg żelaznych rosyjskich podzielone są na działy, z których ważniejsze mieszczą w sobie wydatki na zarząd drogi (Dz. I i II), na dozór, utrzymanie i naprawę toru i budowli (Dz. III), na ruch, t. j. przyjmowanie, wysyłanie i przewóz osób i towarów (Dz. IV), na utrzymanie i naprawę taboru i na siłę pociagową (Dz. V). Pozostałe działy mieszczą w sobie mniej ważne pozycje, dotyczące podatków, rozchodów nadzwyczajnych, operacji finansowych i t. p. Każdy dział ma drobniejsze poddziały w ten sposób, że ostatecznie koszty eksploatacji podane bywają w sprawozdaniach w 323 oddzielnych pozycjach, oznaczonych numerami porządkowymi.

Jeżeli oceniać wydatki eksploatacji drogi żelaznej na wiorstę jej długości, to się okaże, że wahają się one w szerszych jeszcze granicach niż koszty budowy. Tak na przykład, roczne wydatki eksploatacji dróg żelaznych rosyjskich znaczenia ogólnego wahają się (według danych 1904 r.) między 2670 a 23300 rub. na

wiorstę długości i wynoszą przecięciowo 9200 rubli na wiorstę, zaś dróg żelaznych znaczenia miejscowego między 930 a 8060 rub. (przecięciowo 1880 rub.). Wydatki eksploatacyi dróg żelaznych zagranicznych wynosiły w r. 1904 na wiorstę ich długości:

dr. żel. niemieckich	13 250 rub.
„ „ austriacko-węgierskich	7 090 „
„ „ francuskich	8 000 „
„ „ wielkobrytańskich	19 160 „
„ „ północnoamerykańskich	7 900 „

Na wszystkich drogach żelaznych Europy środkowej, należących do związku niemieckiego, t. j. na drogach żelaznych niemieckich, austriacko-węgierskich, holenderskich, rumuńskich, niektórych belgijskich i innych, wydatki eksploatacyi wynosiły przecięciowo w r. 1901 10200 rubli na wiorstę i wahały się dla dróg żelaznych znaczenia ogólnego między 4000 a 28000 rubli, zaś dla dróg żelaznych znaczenia miejscowego między 400 a 8000 rub. na wiorstę.

Przyczynę tak znacznych wahań łatwo objaśnić, gdy się weźmie pod uwagę stosunek kosztów eksploatacyi według główniejszych działów. Koszta eksploatacyi dróg żelaznych europejskich wynoszą w procentach od ogólnej sumy:

na ogólny zarząd drogi żelaznej	5%—21%
na utrzymanie i naprawę drogi i budowli	17%—29%
na ruch.	17%—45%
na tabor i siłę pociągową.	24%—39%

Stąd widać, że wydatki na ruch oraz na tabor i siłę pociągową, będące bezwarunkowo w zależności od ruchu i wskutek tego podlegające największym wahanom, stanowią jednocześnie największą część kosztów eksploatacyi. Z tej przyczyny koszta eksploatacyjne obliczone na pociągowiorstę lub osiowiorstę podlegają mniejszym wahanom niż obliczone na wiorstę długości linii kolejowej i wynoszą na drogach żelaznych rosyjskich (1904 r.) na 100 pociągowiorst 115 do 330 rub., przecięciowo 148 rub., zaś na 10000 osiowiorst 205 do 685 rub., przecięciowo 253 rub.

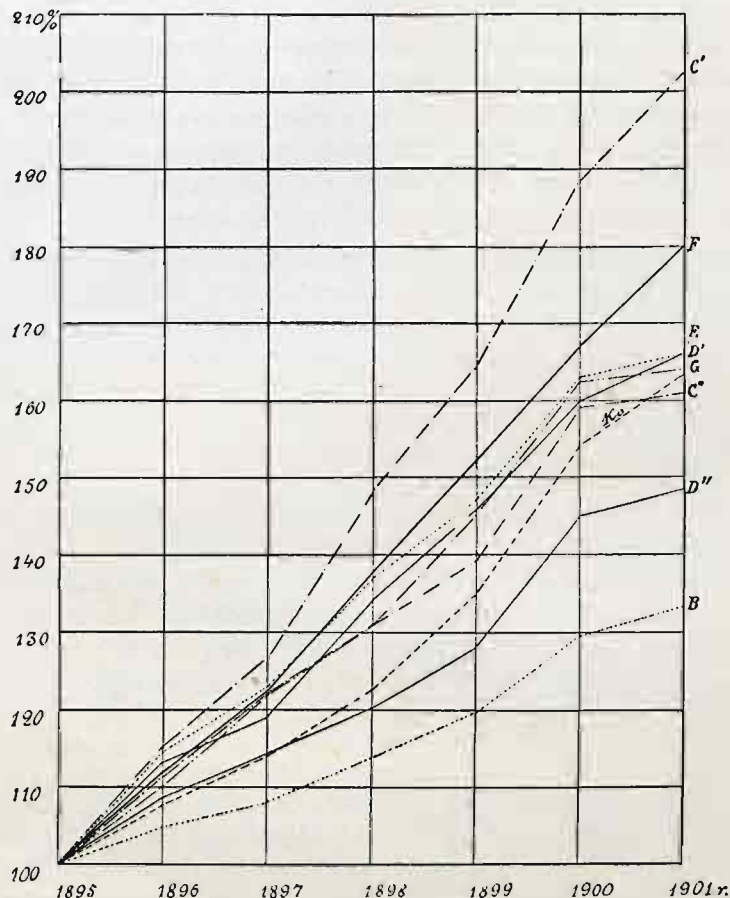
W wykazach statystycznych spotykać się daje również podział wydatków eksploatacyi na 2 kategorie: zależnych i niezależnych od ruchu. Do tej ostatniej kategorii zaliczają głównie wydatki na ogólny zarząd drogi żelaznej oraz na utrzymanie i naprawę drogi i budowli, i oceniają je względnie do długości linii kolejowej; wszystkie zaś inne wydatki oceniane są względnie do ilości pociągowiorst lub osiowiorst. Przy takim podziale wydatki niezależne od ruchu wynoszą na drogach żelaznych Rosyi Europejskiej (1904 r.) około 4200 rub. na wiorstę, zaś wydatki zależne od ruchu około 0,72 rub. na pociągowiorstę.

Nie ulega wątpliwości, że nie można oceniać wszystkich kosztów eksploatacyi według jednego miernika, ponieważ poszczególne kategorie wydatków pozostają w przeważnej zależności to od jednego, to znów od drugiego miernika. Jednakże podział tych kosztów na zależne i niezależne od ruchu jest zbyt dowolny, z drugiej zaś strony wiele wydatków eksploatacyi nie pozostaje w prostej zależ-

ności ani od długości linii kolejowej, ani od ilości pociągów i osiów. Tak na przykład, wydatki stacyjne, dotyczące przyjmowania i wysyłania osób i ładunków, nie zależą oczywiście ani od długości linii kolejowej, ani od przebiegu

Rys. 60.

Wykres wzrastania rzeczywistych kosztów ogólnej eksploatacji dróg żelaznych w Rosji Europejskiej oraz głównych czynników, od których koszty te zależą, w okresie czasu od r. 1895 do 1901.



B długość linii głównych.
C' i *C''* pudowiorsty brutto osobowe i towarowe.
D' i *D''* pociągówiorsty osobowe i towarowe.

E pudowiorsty siły pociągowej.
F podróżni.
G pudy ładunków.
K₀ rzeczywisty rozchód eksploatacji.

pociągów, podróżnych lub ładunków, lecz przede wszystkim od bezwzględnej ilości osób i ładunków, które wyprawiono w drogę ze stacji lub też które przybyły na stacje pociągami. Również bardzo duża pozycja wydatków eksploatacji na opał parowozów nie może być oceniana w zależności od przebiegu pociągów, ponieważ rozchód paliwa pozostaje w zależności od pracy parowozu, średnia zaś siła pociągowa

parowozu zmienia się wraz z profilem linii kolejowej. Wreszcie wydatki, spowodowane okolicznościami nadzwyczajnymi lub będące w związku z wielkimi budowlami, zmieniającymi się dla każdej drogi żelaznej w zależności od szczególnych warunków, w jakich się ona znajduje, nie mogą być oceniane według jakiegokolwiek bądź miernika, lecz winny być wyrażane w sumie ogólnej.

Należy zaznaczyć, że wydatków zupełnie niezależnych od ruchu jest wogóle bardzo mało i że wydatki za takie poczytywane, są w rzeczywistości zależne od ruchu, chociaż nie wszystkie w jednakowym stopniu. Tak na przykład, wszystkie wydatki na naprawę toru, polegającą przeważnie na usuwaniu odkształceń toru, które powstają pod działaniem ciężaru pociągów, zależą w znacznym stopniu od ilości obciążeń, ich wielkości i szybkości pociągów. Koszta utrzymania i naprawy budynków zależą przede wszystkim od ich ilości i rozmiarów, co znów pozostaje w zależności od ilości osób i ładunków przybywających i wyprawianych w drogę, które wymagają pomieszczenia; od ilości taboru ruchomego, który się w nich mieści i podlega naprawie; od ilości pracowników kolejowych, mieszkających w pasie wyłączenia i t. p., a więc są również zależne od ruchu. Wielkość ruchu nie jest bez wpływu nawet na wydatki, dotyczące naprawy torowiska i dzieł sztuki, gdyż nie ulega wątpliwości, że odkształcenia mas ziemnych, stopniowe niszczenie podpór mostowych i t. p. występują jako skutki wielokrotnego obciążenia dynamicznego; z drugiej zaś strony osuszanie budowy spodniej toru i inne środki, zmierzające ku zwiększeniu jej stałości, stają się tem konieczniejsze, im ruch jest większy. Wreszcie zaznaczyć należy, że zwiększanie się ruchu, a więc zmniejszanie się przerw wolnych pomiędzy pociągami, utrudnia wszelkie roboty przy utrzymaniu i naprawie toru, torowiska i dzieł sztuki, które przez to wypadają drożej.

Na wykresie (rys. 60) pokazano w kształcie krzywych, wychodzących z jednego punktu, wzrastanie w ciągu lat 7 od r. 1895 do r. 1901 wymienionych wyżej czynników, wpływających na koszta eksploatacji, a mianowicie długości linii kolejowej, ilości pudowiorst brutto (łącznie z ciężarem martwym taboru), pociągowiorst osobowych i towarowych, pudowiorst siły pociągowej, ilości przewiezionych osób i pudów ładunków, wreszcie ogólnych kosztów eksploatacji dróg żelaznych w Państwie Rosyjskiem. Z wykresu tego okazuje się, że jedne z czynników wzrastają szybciej, inne zaś wolniej niż ogólne koszta eksploatacji, co potwierdza, że wpływają na nie zarówno jedne jak i drugie czynniki.

3. Wydatki eksploatacyjne rozmaitych kategorii na jednostkę mierników.

Zgodnie z tem, co powiedziano wyżej, oprócz wydatków ogólnych, przypadkowych lub spowodowanych urządzeniami i budowlami wyjątkowymi, jak naprz. tunelami, dużymi mostami i t. p., które to wydatki mogą być wyrażone tylko w sumach ryczałtowych, bez zależności od profilu linii kolejowej i wielkości ruchu, wszystkie pozostałe wydatki eksploatacyjne zależą przeważnie od następujących czynników:

1) Od długości linii głównej. Do wydatków tych, które można nazwać *liniowymi*, powinien być zaliczony koszt utrzymania, naprawy i odnawiania po za granicami stacyi: torowiska wraz z balastem i podkładami, drobnych dzieł sztuki, przejazdów i budynków (t. j. domków dróżniczych, domów mieszkalnych dla dozorców drogowych i t. p.), linii telegraficznej, sygnalizacji liniowej i t. p. Jak to zaznaczono powyżej, wiele z tych wydatków pozostaje w pewnej zależności i od ruchu. Jednak zależność tę trudno byłoby ściśle wyznaczyć; może być ona uwzględnioną tylko przez odliczenie pewnej części tych wydatków do następnej kategorii.

2) Od ilości przewozu, t. j. od ogólnego przebiegu ładunków brutto, wyrażającego się ilością pudowiorst, wykonanych przez ładunki łącznie z ciężarem martwym taboru. Do tego rodzaju wydatków, które można nazwać *przewozowymi*, należą: utrzymanie, naprawa, czyszczenie i oświetlenie wagonów, wynagrodzenie obsługi konduktorskiej oraz część wydatków liniowych, odliczona w uwzględnieniu ich zależności od ruchu.

3) Od ogólnego przebiegu pociągów, t. j. od ilości pociągowiorst. Do tych wydatków *pociągowych*, niezależnych od ciężaru pociągów, należą wydatki na wynagrodzenie obsługi parowozowej oraz nadkonduktorów i konduktorów bagażowych. Do tego rodzaju wydatków należy również odnieść utrzymanie, smarowanie i oświetlenie, naprawę i odnawianie parowozów oraz pomieszczeń dla ich postoju i naprawy.

4) Od pracy parowozów, t. j. od ilości pudowiorst, wykonanych przez siłę pociągową. Do tych wydatków *trakcyjnych*, w najściślejszem znaczeniu tego wyrazu, należy zaliczyć wydatki na zaopatrzenie parowozów w paliwo i wodę, których spotrzebowanie pozostaje w prostej zależności od pracy, wykonanej przez parowozy, oraz wydatki na wymianę szyn, których zużycie, jak to wskazują spostrzeżenia, zależy od oporu pociągów, przewyciężanego przez siłę pociągową parowozów.

Praca siły pociągowej parowozów może być dość dokładnie określona z ilości paliwa, spotrzebowanego na opał parowozów, co do czego, jakoteż co do wartości cieplikowej paliwa oraz przebiegu parowozów na rozmaitym opale, pomieszczane są w sprawozdaniach z eksploatacji szczegółowe dane. Rozchód pary wilgotnej na konia parowego wynosi w ciągu godziny przecięciowo 15 *kg*. Jeżeli ilość paliwa spotrzebowanego przez parowozy wynosi *u* tonn, a ilość jednostek ciężaru pary, wytworzonej w kotle parowozu przez spalanie jednostki ciężaru paliwa, równa się *k*, to ogólna praca siły pociągowej będzie:

$$uk \cdot \frac{75 \times 3600}{15 \times 1000} = 18 uk \text{ tonnokilometrów.}$$

Jeżeli *u* jest wyrażone w pudach, to praca siły pociągowej będzie wynosić $18 uk \times 0,9374 = 16,87 uk$ pudowiorst.

5) Od ilości podróży i ładunków przyjętych i wysłanych przez stacje. Do tego rodzaju wydatków *stacyjnych* należy odnieść utrzymanie i naprawę stacyi i znajdujących się na nich urządzeń dla pomieszczenia i naprawy taboru i zaopatrzenia parowozów w węgiel i wodę oraz wydatki, dotyczące przyjęcia i wypra-

wiania osób i ładunków, zatrzymywania się pociągów na stacjach, manewrów z wagonami i t. p.

Oznaczmy przez:

l długość linii kolejowej w wiorstach;

q ilość pudów ładunków brutto, przewiezionych w ciągu roku przez całą długość linii;

Q_m średni ciężar pociągu bez parowozu i tendra;

Z_m średnią siłę pociągową parowozu;

P i T ogólne ilości przewiezionych w ciągu roku osób i pudów ładunków; i stopę procentową;

ql ilość pudowiorst brutto w ciągu roku;

$\frac{ql}{Q_m}$ ilość pociągowiorst (parowozowiorst) w ciągu roku;

B_1 wydatki liniowe na wiorstę; 1600000

C_1 wydatki przewozowe na pudowiorstę wykonanego przewozu brutto; 0,21 - 0,14 f.

D_1 wydatki pociągowe na pociągowiorstę; 61 - 63 f.

E_1 wydatki trakcyjne na pudowiorstę siły pociągowej parowozu; 25 f.

F_1 i G_1 wydatki stacyjne na każdą wyprawioną osobę i pud ładunku;

H_1 wydatki ogólne i nadzwyczajne oraz wydatki, będące w związku ze znacznymi budowlami na linii, jakoto: dużymi mostami, tunelami i t. p., a więc niezależne od długości linii i od ilości przewozu.

Ogólna suma wydatków rocznych na eksploatację wyrazi się wtedy wzorem:

$$K = B_1 l + C_1 ql + D_1 \frac{ql}{Q_m} + E_1 Z_m \frac{ql}{Q_m} + F_1 P + G_1 T + H_1 =$$

$$= B_1 l + \left(C_1 + \frac{D_1}{Q_m} + E_1 \frac{Z_m}{Q_m} \right) ql + F_1 P + G_1 T + H_1 \quad . \quad . \quad . \quad (68)$$

Wydatki zależne od ilości przewozu i liczby pociągów nie są wogóle jednakowe dla pociągów osobowych i towarowych, wskutek czego wielkości C , D i E winny być określone oddzielnie dla ruchu osobowego i towarowego. Długość linii głównych, ilość pudowiorst osobowych i towarowych brutto, przebieg pociągów oraz ilość osób i ładunków zamieszczane są corocznie w sprawozdaniach dróg żelaznych. Jeżeli więc dla pewnej sieci kolejowej dokonany będzie podział wydatków eksploatacyjnych na powyżej wymienione kategorie, to mogą być określone wartości współczynników B_1 , C_1 , D_1 , E_1 , F_1 , G_1 i H_1 , odpowiadające średnim warunkom tej sieci pod względem kosztu robocizny i materiałów oraz czynników drugorzędnych, które nie były brane w rachubę.

Podział wydatków eksploatacyjnych wszystkich dróg żelaznych znaczenia ogólnego w Rosyi Europejskiej za siedmioletnie 1895 — 1901 r., uskuteczniwszy na wyżej wskazanych zasadach, wykazał następujące wielkości wydatków poszczególnych kategorii na jednostkę miernika:

1) Wydatki liniowe na wiorstę linii głównej

$$B_1 = 781 \text{ rub.}$$

- 2) Wydatki przewozowe na milion pudowiorst wagonów brutto:
 - a) osobowych $10^6 C'_1 = 14,71$ rub.
 - b) towarowych $10^6 C''_1 = 9,75$ rub.
- 3) Wydatki pociągowe na tysiąc pociągówiorst:
 - a) osobowych $10^3 D'_1 = 257,9$ rub.
 - b) towarowych $10^3 D''_1 = 256,2$ rub.
- 4) Wydatki trakcyjne na milion pudowiorst pracy siły pociągowej:

$$10^6 E_1 = 1834,9 \text{ rub.}$$
- 5) Wydatki stacyjne:
 - a) na tysiąc podróży $10^3 F_1 = 197,8$ rub.
 - b) na tysiąc pudów ładunku $10^3 G_1 = 10,233$ rub.

Z ogólnej sumy wydatków eksploatacyjnych zaliczono przy tym podziale do wydatków nadzwyczajnych i spowodowanych znaczniejszymi budowlami, t. j. niezależnych od długości linii, wielkości ruchu lub od siły pociągowej, sumę, wynoszącą około $3\frac{1}{2}\%$ od innych wydatków.

Podział wydatków eksploatacyjnych wykazał prócz tego, że w przybliżeniu trzecia ich część przypada na wydatki stacyjne, które wynoszą 19,78 kop. na osobę i 1,023 kop. na pud ładunków, t. j. na osobę prawie tyle, ile na 19,3 pudów ładunku. Wydatki eksploatacyjne linii głównej wynoszą ogółem 0,59 kop. na osobowiorstę i 0,73 kop. na sto pudowiorst towarów, t. j. na jedną osobę tyleż, co na 80,8 pudów ładunku¹⁾.

4. Całkowity rozchód roczny. Zyski z ruchu osobowego i towarowego.

Z zamieszczonego wyżej określenia wydatków eksploatacyjnych widać, że dla otrzymania całkowitego rozchodu rocznego (który, aby się przedsiębiorstwo opłacało, nie powinien przewyższać rocznego przychodu) potrzeba dodać do wydatków eksploatacyjnych procenty od kapitału budowy (patrz str. 91). Jeżeli dla całej sieci dróg żelaznych znaczenia ogólnego w Rosyi Europejskiej zrobić podział procentów (4%) od kapitału budowy według tychże kategorii zależności od rozmaitych mierników, które przyjęto powyżej dla wydatków eksploatacji, to dodając te procenty do wydatków eksploatacji odpowiednich kategorii otrzymamy następujące wydatki całkowite na eksploatację i opłatę procentów:

- 1) Liniowe na wiorstę linii głównych:

$$Ai + B = 1591 + 781 = 2372 \text{ rub.}$$

Tu wyraża A koszt budowy wiorsty linii głównej, zaś i stopę procentową (przyjęto 4%).

- 2) Przewozowe na milion pudowiorst wagonowych brutto:

$$\text{a) osobowych } 10^6 C' = 17,05 \text{ rub.}$$

$$\text{b) towarowych } 10^6 C'' = 11,46 \text{ rub.}$$

¹⁾ Przy określeniu tego stosunku wydatki trakcyjne rozdzielono na ruch osobowy i towarowy proporcjonalnie do pudowiorst brutto, liniowe zaś proporcjonalnie do wszystkich innych kategorii wydatków.

- 3) Pociągowe na tysiąc pociągowiec:
 - a) osobowych $10^3 D' = 298,8$ rub.
 - b) towarowych $10^3 D'' = 309,1$ rub.
- 4) Trakcyjne na milion pudowiec pracy siły pociągowej:
 $10^6 E = 2027,8$ rub.
- 5) Stacyjne:
 - a) na tysiąc podróży $10^3 F = 281,8$ rub.
 - b) na tysiąc pudów ładunku $10^3 G = 15,897$ rub.
- 6) Nadzwyczajne—około 7% wydatków pozostałych.

Powyżej (patrz str. 114) wykazano wydatki eksploatacyjne na osobowiec i pudowiec. Całkowity wydatek roczny, rozdzielony w tenże sposób, otrzymuje się:

na osobowiec . . . 1,20 kop.
 na pudowiec . . . $0,0193 = \frac{1}{52}$ kop.

t. j. na osobowiec prawie tyle, co na 62 pudowiec towarów. Co się tyczy całkowitego przychodu, a mianowicie kosztu przewozu dla osób, które z niego korzystają, t. j. podróży i wysyłających towary, to przychód ten na drogach żelaznych rosyjskich wynosi przeciętno:

na osobowiec 1,10 kop.
 na pudowiec $\frac{1}{47}$ kop.

Stąd widać, że drogi żelazne mają zyski tylko z ruchu towarowego, ruch zaś osobowy, rozpatrywany oddzielnie, przynosi straty, chociaż rozwój ruchu osobowego i rozwój ruchu towarowego pozostają niewątpliwie we wzajemnej zależności.

Przy projektowaniu drogi żelaznej koszty budowy wynikają wprost z projektu i mogą być obrachowane dla danych warunków według kosztorysu, sporządzonego na podstawie projektu. Dla tego też przy obliczaniu przewidywanego rozchodu rocznego projektowanej drogi żelaznej w celu wyjaśnienia, o ile budowa jej będzie zyskowną, średnie dane, odnoszące się do innych dróg żelaznych, służą zwykle do określenia tylko tej części rocznego rozchodu, która obejmuje wydatki na eksploatację. Dane zaś, dotyczące średniej wielkości całkowitego rozchodu rocznego, w szczególności zaś tej jego części, która pozostaje w zależności od ruchu, znajdują zastosowanie poniżej przy określaniu względnej zyskowności rozmaitych kierunków linii kolejowej. (patrz rozdział VI działu II).

ROZDZIAŁ V.

Warunki techniczne projektowania dróg żelaznych parowozowych.

Przy projektowaniu drogi żelaznej należy mieć stale na uwadze, ażeby budowa jej możliwie najlepiej czyniła zadość potrzebom przyszłej eksploatacji. Cel ten winien być osiągnięty najmniejszym kosztem z zachowaniem warunków, zabezpieczających stateczność budowy i bezpieczeństwo ruchu.

Dla wyjaśnienia, jakimi względami należy się kierować przy przeprowadzeniu linii kolejowej, należy rozpatrzyć głównie wpływ na eksploatację kształtu linii i rozmieszczenia stacji i wodociągów oraz warunki najkorzystniejszego ustroju spodniej budowy toru, zabezpieczenia jego stałości i należytego przecięcia rzek i dróg zwykłych.

1. Kształt linii kolejowej w profilu i w planie.

W rozdziałach IV i VI działu I-go został szczegółowo rozpatrzony wpływ pochylenia i krzywizny toru na opór pociągu oraz zależność między składem pociągu, prędkością ruchu i profilem linii kolejowej. Z tego, co tam było powiedziane, wynika, że pochylenie i krzywizna toru kolejowego wywierają bardzo znaczny wpływ na pracę parowozów i że dla danego składu pociągu prędkość jazdy zależną jest od kształtu linii kolejowej. Jeżeli więc prędkość ta jest dana, to skład pociągu powinien zależeć od największego pochylenia i najostrzejszej krzywizny linii. Tym sposobem pochylenia i łuki toru kolejowego mają ważne znaczenie dla eksploatacji głównie z dwójakiego względu, mianowicie ponieważ *ograniczają skład pociągów i określają pracę siły pociągowej*.

Bardzo ważnem jest dla eksploatacyi, ażeby za pomocą pewnego typu parowozów można było prowadzić pociągi w jak największym składzie, a to nietylko ze względu, że, jak wiadomo, bardzo znaczna część wydatków eksploatacyi pozostaje w bezpośredniej zależności od ilości pociągów, lecz i dlatego, że ilość pociągów, które można przepuścić pewną linią kolejową, jest oczywiście ograniczona, a więc skład pociągu ogranicza również ilość przewozów, jaką można skutecznie przy danem urządzeniu drogi żelaznej.

Po wybudowaniu linii kolejowej, zmiany jej kształtu w profilu podłużnym i w planie przedstawiają wielkie trudności. Dlatego też wpływ, jaki wywiera kształt linii kolejowej na jej eksploatację, winien być szczegółowo zbadany.

a) Wzniesienie miarodajne.

Jak ważne znaczenie dla eksploatacyi posiada krańcowe pochylenie linii, sądzić można z olbrzymich kosztów, jakie bywają niekiedy ponoszone w celu jego zmniejszenia. Tak naprz., odchylenie linii na drodze żelaznej Mikołajewskiej przy przecięciu rzeczki Werebii w celu zmiany pochyłości 7,8‰, która ciągnęła się na długości 15 wiorst, na mniej stromą 6‰, przerywaną poziomami, wymagało wydłużenia linii kolejowej o 5 wiorst i kosztowało 5 milionów rubli. Obejście górskiej przełęczy Suramskiej na kolei Zakaukaskiej zmniejszyło pochylenie linii do 28‰, gdy przedtem wynosiło ono 48‰. W tym celu musiano zbudować tunel, który kosztował wraz z dojazdami około 5½ miliona rubli.

Pod wzniesieniem krańcowem s_1 , które ma być brane w rachubę przy obliczaniu składu pociągu i z tego powodu zowie się *miarodajnem*, należy rozumieć największą sumę $s_1 = s + c$, jeżeli s oznacza największe wzniesienie rzeczywiste, zaś c opór na jednostkę ciężaru pociągu wskutek łuku przypadającego na tem wzniesieniu.