

## ROZDZIAŁ IV.

### Wiadomości ogólne o kosztach budowy i eksploatacji dróg żelaznych parowozowych.

- I. Koszt ogólny budowy i kapitał budowy na kilometr. Podział kosztów budowy. Tabor. Kolej podwójna. Szerokość toru.

Przy ocenianiu kosztu budowy drogi żelaznej bierze się zwykle w rachubę koszt jednego kilometra 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 100 do 383 tys. zł. za kilometr, w Niemczech koszt budowy sześciu sieci państwowych dróg żelaznych 127 do 595 zł. i t. p.

Koszt budowy drogi żelaznej zmienia się nie tylko 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 wahaniom 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 metalowych 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 eksploatacji. Wobec tego dla ocenienia kosztu budowy drogi żelaznej pewniej jest brać pod uwagę koszt budowy takich istniejących dróg żelaznych, których eksploatacja świadczy już o należytem ich urządzeniu i zaopatrzeniu.

Co prawda, w miarę rozwoju ruchu zawsze zachodzi potrzeba powiększenia taboru, rozszerzenia stacyj, wzmocnienia wierzchniej budowy kolei i innych nowych urządzeń, zwiększających pierwotny koszt budowy drogi żelaznej.

Kapitał budowy, t. j. kapitał wydany ogółem na urządzenie dróg żelaznych już eksploatowanych, wynosił w r. 1913 na *km* długości eksploatacyjnej:

dr. żel. Stanów Zjedn. A. P. . . . .	253	tys. złotych
„ „ rosyjskich . . . . .	270	„ „
„ „ niemieckich. . . . .	387	„ „
„ „ austriackich . . . . .	390	„ „
„ „ francuskich . . . . .	470	„ „
„ „ Wielkiej Brytanji. . . . .	875	„ „

W kosztorysach budowy dróg żelaznych w Polsce wszystkie roboty budowlane i dostawy dzielą się 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 urządzaniu torowiska pod linię główną i stacje, przy kopaniu rowów, prostowaniu koryta rzek, odchyłaniu dróg zwyczajnych i t. p., a także umocowanie stoków nasypów i wykopów i urządzenie murów oporowych.
- III. *Dziela sztuki*, t. j. przepusty do przepływu wody, mosty, wiadukty, tunele i t. p.
- IV. *Budowa wierzchnia*, t. j. balast, podkłady, szyny, złączki szynowe i układanie kolei.
- V. *Przynależności drogowe*, a mianowicie wskaźniki drogowe do oznaczenia kilometrów, pochyłeń, łuków, narzędzia do naprawy kolei, drezyny do oględzin drogi żelaznej, przenośne zasłony odsnieżne i t. p.
- VI. *Telegraf i telefony*, t. j. przeprowadzenie linii telegraficznej i telefonicznej, urządzenie i oporządzenie stacyj telegraficznych.
- VII. *Budynki drogowe i przejazdy*, a mianowicie domy mieszkalne dla nadzorców, stróżów przejazdowych i obchodowych, zabudowania gospodarcze przy tych domach, baraki dla robotników, przejazdy w poziomie toru kolejowego.
- VIII. *Budynki 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. *Przynależności 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 in.

Według danych o budowie dróg żelaznych na ziemiach polskich, w niezbyt trudnych warunkach terenu, koszt budowy 1 km drogi żelaznej znaczenia ogólnego, o kolei pojedynczej, można przyjąć około 200 000 zł. wraz z taborrem, obliczonym na potrzeby pierwszych lat eksploatacji w skromnej ilości trzech par pociągów na dobę.

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

I.	Wywłaszczenie majątności . . . . .	10%
II.	Urządzenie torowiska . . . . .	15%
III.	Dzieła sztuki. . . . .	15%
IV.	Budowa wierzchnia . . . . .	20%
V, VI, IX, X.	Wodociągi, telegraf, przynależności dro- gowe i stacyjne. . . . .	5%
VII i VIII.	Budowle architektoniczne . . . . .	10%
XI.	Tabor . . . . .	20%
XII.	Wydatki ogólne . . . . .	5%
		100%

Z wymienionych kategorii wydatków tabor, wodociągi stacyjne, telegraf, przynależności drogowe i stacyjne, najkosztowniejsza część budowy wierzchniej (szyny i złączki do nich) i metal budowy wierzchniej 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 taboru w zależności od ruchu oceniać można przybliżenie na 60—70 zł. na 1000 tonnokilometrów lub osobokilometrów przewozu (por. str. 75, 101 i 148 tab. 12).

Kolej podwójna, w porównaniu z pojedynczą, zwiększa koszt budowy drogi żelaznej w działach budowy spodniej i dzieł sztuki mniej więcej o  $\frac{1}{3}$ , koszt zaś budowy wierzchniej podwaja.

Koszt urządzenia torowiska zależy w bardzo znacznym stopniu od układu terenu i od wielkości dopuszczalnych pochyłeń i promieni łuków. Z tego względu drogi żelazne wąskotorowe, których linja pochyłeń i łuków może bliżej przystosować się do terenu naturalnego, dają w tej kategorii robót znaczne oszczędności. Oprócz tej przyczyny, mniejszy koszt od kilometra dróg żelaznych wąskotorowych pochodzi przeważnie wskutek mniejszego obciążenia, przypadającego na oś, wobec czego mosty i budowa wierzchnia mogą być lżej projektowane. Również, ze względu na mały ruch i małą szybkość 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.

Według danych niemieckich, *Enderes* podaje przeciętny koszt budowy dróg żelaznych pierwszorzędnych na 190 do 400 tysięcy złotych w zależności od miejscowości równej lub średnio górzystej, koszt zaś budowy dróg żelaznych znaczenia miejscowego na 70 do 175 tysięcy złotych, czyli średnio  $2\frac{1}{2}$  raza mniejszy. Tenże autor ocenia koszt budowy dróg żelaznych znaczenia miejscowego o torze 1000 mm i 750 mm średnio na  $\frac{4}{7}$  i  $\frac{3}{7}$  od kosztu przy torze normalnym.

Według *Plessner'a* koszt drogi żelaznej o torze szerokości 1 m i o najmniejszym promieniu łuków 80 m wynosi około  $\frac{4}{5}$  kosztu drogi żelaznej o torze nor-

malnym, posiadającej tę samą zdolność przewozową i te same pochylenia oraz najmniejszy promień łuków 150 m. Inne dane, odnoszące się do stosunkowych kosztów budowy dróg żelaznych drugorzędnych o rozmaitej szerokości toru, przytoczone już były wyżej na str. 171. 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 starannie sporządzonych projektów może dać należyte pojęcie o tem, jaka szerokość toru będzie w danym wypadku najkorzystniejsza w zależności od układu terenu, konieczności przeładunku w punktach dojścia do dróg żelaznych o innej szerokości toru i t. p.

2. Koszta eksploatacji dróg żelaznych; ich podział. Koszt ogólny eksploatacji na kilometr i pociągokilometr. Koszta zależne i niezależne od ruchu. Czynniki wpływające na koszty eksploatacji. Współczynnik eksploatacji.

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 do ruchu pociągów oraz do utrzymania i naprawy wszystkich urządzeń kolejowych; wreszcie koszt zarządzenia 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 są obliczane corocznie i zamieszczane w osobnem sprawozdaniu z eksploatacji. Wydatki te podawane są w sprawozdaniach każdej drogi żelaznej nie tylko w sumach ogólnych, lecz również w stosunku do długości linii oraz do przebiegu pociągów i osi wagonowych, t. j. w stosunku do ilości wykonanych pociągokilometrów i osiokilometrów. W sprawozdaniach dróg żelaznych polskich wydatki eksploatacji pomieszczone są w 12 rozdziałach, z których ważniejsze obejmują wydatki na służbę centralną dyrekcyj oraz służby: drogową, stacyjną, konduktorską, trakcji, warsztatów, elektro-techniczną i zasobów, pozostałe zaś (w sumie mniej niż 10% ogółu wydatków) obejmują wydatki na przedsiębiorstwa pomocnicze, ubezpieczenia, odszkodowania, podatki, emerytury, zapomogi, pomoc lekarską i in. Rozdziały podzielone są na paragrafy (ogółem 187), te zaś na pozycje.

Jeżeli oceniać będziemy wydatki eksploatacji drogi żelaznej na kilometr jej długości, to okaże się, że wahają się one w szerszych jeszcze granicach niż koszt budowy. Biorąc tylko pod uwagę średnie koszty eksploatacji większych sieci, widzimy z tab. 14, że oceniane na  $km$  długości eksploatacyjnej, zmieniają się one z jednej sieci na drugą przeszło w czwórnasób.

Tab. 14. Roczne koszty eksploatacji dróg żelaznych znaczenia ogólnego.

NAZWA PAŃSTWA lub SIECI KOLEJOWEJ	Rok sprawo- zdawczy	Na <i>km</i> długości eksploatacyjnej tys. zł.	Na pociągo- kilometr zł.
Rosja Europejska . . . . .	1911	24,9	3,85
„ „ 24 większych sieci . . . . .	„	18,7—77,2	3,07—6,4
Austria . . . . .	1913	29,9	3,27
Prusy . . . . .	„	55,9	3,84
Niemcy, 5 sieci dr. żel. państwowych . . . . .	„	48,5—59,1	3,52—4,86
Francja . . . . .	„	32,8	3,18
„ 6 sieci głównych . . . . .	„	20,6—53,7	2,73—3,56
Polska <sup>1)</sup> . . . . .	1922	13,25	2,51
„ 9 dyrekcji kolejowych . . . . .	„	6,3—26,0	2,16—3,06

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

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

Cyfry te wskazują, że wydatki na ruch oraz na tabor i siłę pociągową, niewątpliwie zależne od ruchu i wskutek tego podlegające największym wahaniom, stanowią jednocześnie większą część kosztów eksploatacji. Z tej przyczyny koszty eksploatacyjne, obliczone na pociągokilometr lub osiokilometr, podlegają mniejszym wahaniom, niż obliczone na kilometr długości linii kolejowej.

W wykazach statystycznych spotykać się daje również podział wydatków eksploatacji 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 kolei i budowli, i oceniają je względnie do długości linii kolejowej; wszystkie zaś inne wydatki oceniane są względnie do ilości pociągokilometrów lub osiokilometrów. Przy takim podziale, wydatki niezależne od ruchu wynosiły, na przykład, na drogach żelaznych rosyjskich w r. 1911 około 12750 zł. na kilometr, wydatki zaś zależne od ruchu około 2,25 zł. na pociągokilometr.

Nie ulega wątpliwości, że nie można oceniać wszystkich kosztów eksploatacji 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 eksploatacji nie pozostaje w prostej zależności ani od długości linii kolejowej, ani od ilości pociągokilometrów lub osiokilometrów. Tak na przykład, wydatki stacyjne, dotyczące przyjmowania i wysyłania osób i ładunków, nie zależą oczywiście ani od długości linii ko-

<sup>1)</sup> Określono w przybliżeniu według średniej miesięcznej ceny franka złotego w r. 1922.



lejowej, ani od przebiegu pociągów, podróży lub ładunków, lecz przede wszystkim od bezwzględnej ilości osób i ładunków, które wyprawiono w drogę ze stacyj 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 przekrojem 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.

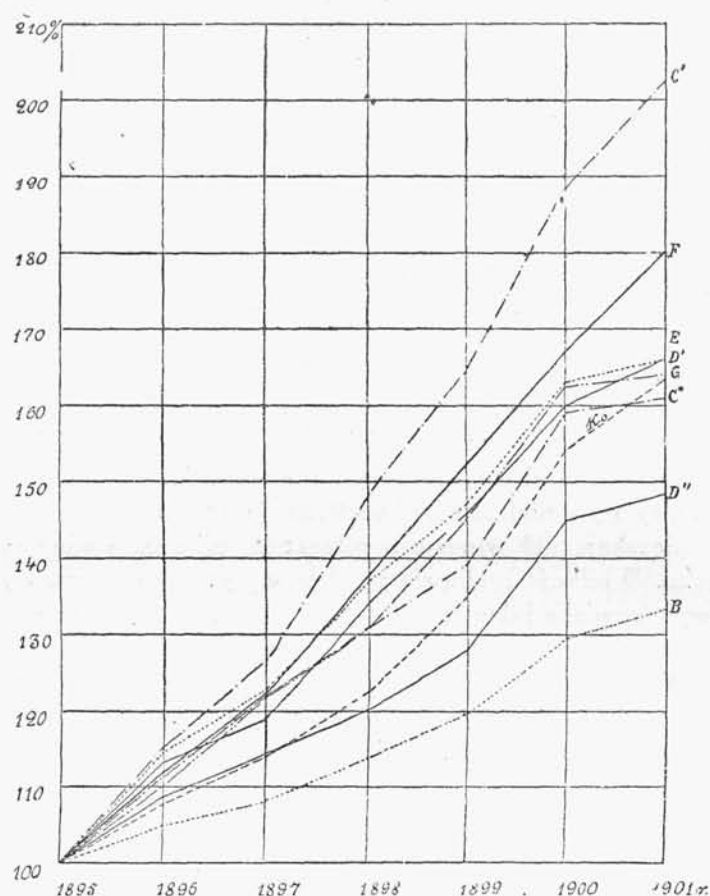
Należy zaznaczyć, że wydatków zupełnie niezależnych od ruchu jest wogóle bardzo mało i że wydatki poczytywane za takie, są w rzeczywistości zależne od ruchu, chociaż nie wszystkie w jednakowym stopniu. Tak na przykład, wszystkie wydatki na naprawę kolei, (polegającą przeważnie na usuwaniu odkształceń kolei, 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 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 kolei, torowiska i dzieł sztuki, które przez to wypadają drożej.

Na wykresie rys. 85 pokazano w kształcie krzywych, wychodzących z jednego punktu, wzrastanie w ciągu lat 7 od r. 1895 do r. 1901 wymienionych wyżej czynników, wpływających na koszt eksploatacji, a mianowicie długości linii kolejowej, ilości tonnokilometrów brutto (łącznie z ciężarem martwym taboru), pociągokilometrów osobowych i towarowych, tonnokilometrów siły pociągowej, ilości przewiezionych osób i tonn ładunków, wreszcie ogólnych kosztów eksploatacji dróg żelaznych rosyjskich. Z wykresu tego okazuje się, że jedno z czynników wzrasta szybciej, inne zaś wolniej niż ogólne koszty eksploatacji, co potwierdza, że wpływają na nie zarówno jedno jak i drugie czynniki.

Wydatki eksploatacji oceniają często z ich stosunku do dochodów eksploatacji. Stosunek ten przyjęto nazywać *współczynnikiem eksploatacji*, używając go do oceny eksploatacji pod względem gospodarczym.

Jednakże, jak wyjaśniono wyżej, wydatki eksploatacji są w złożonej zależności od wielu czynników, właściwych danej drodze żelaznej, jako to: rodzaj

ruchu, skład pociągów, ceny materiałów i robocizny i in. To samo da się powiedzieć o dochodach eksploatacji, które zależą, prócz od ilości przewozów, także od ich rodzaju, wysokości taryf i innych przyczyn, niejednakowych na różnych drogach żelaznych. Wobec tego współczynnik eksploatacji nie może służyć do jej oceny bez szczegółowego zbadania pomienionych czynników i jest



Rys. 85.

Wykres wzrastania kosztów eksploatacji dróg żelaznych rosyjskich oraz głównych czynników, które na nie wpływały, w okresie czasu od r. 1895 do 1901.

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| B długość linii głównych.               | E tkm siły pociągowej.               |
| C' i C'' tkm brutto osobowe i towarowe. | F podróźni.                          |
| D' i D'' pociągów osobowe i towar.      | G t ładunków.                        |
|   | K <sub>0</sub> rozchód eksploatacji. |

raczej wskaźnikiem warunków gospodarczych, w jakich się droga żelazna znajduje. Tak np. na drogach żelaznych polskich, w okresie czasu od r. 1919 do r. 1921, wskutek niesłychanie niskich taryf, dużego ruchu osobowego, słabego natomiast ruchu towarowego, współczynnik eksploatacji był stale większy od jedności, w roku zaś 1922 wynosił 99,6.

**Tab. 15. Współczynnik eksploatacji dróg żelaznych europejskich  
w okresie czasu od r. 1870 do r. 1922.**

P A Ń S T W O	1870	1885	1895	1913	1922
W. Brytanja . . . . .	48	53	56	63	79
St. Zjednoczone A. P. . . . .	—	—	68	70	83
Francja. . . . .	48	54	54	64	90
Polska . . . . .	—	—	—	—	99,6
Rosja . . . . .	51	60	73	53 <sup>1)</sup>	—
Austrja. . . . .	40	60	49	57	—
Niemcy. . . . .	53	56	56	70	108

3. Wydatki eksploatacyjne rozmaitych kategorii na jednostkę mierników. Procenty od kapitału budowy i całkowite wydatki roczne. Wydatki stacyjne. Zyskowność ruchu osobowego i towarowego.

Zgodnie z tem, co powiedziano wyżej, oprócz wydatków ogólnych, przypadkowych lub spowodowanych urządzeniami i budowlami wyjątkowymi, jak np. tunelami, dużymi mostami i t. p., (które to wydatki mogą być wyrażone tylko w sumach ryczałtowych, jako niezależne od długości i przekroju podłużnego linii kolejowej i ilości ruchu), wszystkie wydatki eksploatacyjne zależą przeważnie od następujących czynników:

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

2) Od ilości przewozu, t. j. od ogólnego przebiegu ładunków brutto, wyrażającego się ilością tonnokilometrów, wykonanych przez ładunki łącznie z ciężarem własnym taboru. Do tego rodzaju wydatków, które można nazwać *przewozowymi*, należą: utrzymanie, naprawa, czyszczenie i oświetlenie wagonów, wynagrodzenie obsługi konduktorskiej oraz część wydatków linjowych, odliczona ze względu na ich zależność od ruchu.

3) Od ogólnego przebiegu pociągów, t. j. od ilości pociągakilometrów. 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.

<sup>1)</sup> R. 1911.



4) Od pracy parowozów, t. j. od ilości tonnokilometrów, wykonanych przez siłę pociągową. Do tych wydatków *trakcyjnych*, w najściślejszym znaczeniu tego wyrazu, należy zaliczyć wydatki na zaopatrzenie parowozów w paliwo i wodę, których spożycie jest wprost zależne od pracy, wykonanej przez parowozy, oraz wydatki na wymianę szyn, których zużycie, jak to wskazują spostrzeżenia, zależy od oporu pociągów, przewyższonego przez siłę pociągową parowozów.

Praca siły pociągowej parowozów może być dość dokładnie określona z ilości paliwa, spożywanego na opał parowozów, co do czego, jako też co do wartości cieplikowej paliwa oraz przebiegu parowozów na rozmaitym opale, pomieszczone są szczegółowe dane w sprawozdaniach z eksploatacji. Rozchód wilgotnej pary nasyconej na konia parowego w ciągu godziny wynosi przeciętnie 15 kg. Jeżeli ilość paliwa, spożywanego przez parowozy, wynosi  $U$  tonn, odparowalność zaś paliwa równa się  $\frac{S}{B}$ , to ogólna praca siły pociągowej będzie:

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

5) Od ilości podróży i ładunków przyjętych i wysłanych przez stacje. Do tego rodzaju wydatków *stacyjnych* należy odnieść utrzymanie i naprawę stacji i znajdujących się na nich budowli i urządzeń oraz wydatki, dotyczące przyjęcia i wyprawiania osób i ładunków, zatrzymywania się pociągów na stacjach, przetaczania wagonów i t. p.

Oznaczmy przez:

- $l$  długość linii kolejowej w  $km$ ;
- $q$  ilość tonn 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 tonn ładunków;
- $r$  stopę procentową;
- $ql$  ilość tonnokilometrów brutto w ciągu roku;
- $\frac{ql}{Q_m}$  ilość pociągokilometrów (parowozokilometrów) w ciągu roku;
- $B_1$  wydatki linjowe na  $km$ ;
- $C_1$  wydatki przewozowe na  $tkm$  wykonanego przewozu brutto;
- $D_1$  wydatki pociągowe na pociągokilometr;
- $E_1$  wydatki trakcyjne na  $tkm$  siły pociągowej parowozu;
- $F_1$  i  $G_1$  wydatki stacyjne na każdą wyprawioną osobę i tonnę ładunku;
- $H_1$  wydatki ogólne i nadzwyczajne oraz wydatki, będące w związku ze znaczniejszymi budowlami na linii, jako to: 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:

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

$$= B_1 l + \left( C_1 + \frac{D_1}{Q_m} + E_1 \frac{Z_m}{Q_m} \right) q l + F_1 P + G_1 T + H_1 \quad (74)$$

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 tonnokilometrów 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 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 Europejskiej sieci dróg żelaznych rosyjskich znaczenia ogólnego za siedmioletnie 1895—1901 r.<sup>1)</sup>, dokonany przez inż. Wasiutyńskiego na zasadach wskazanych powyżej, wykazał następujące wielkości wydatków poszczególnych kategorii na jednostkę miernika:

- 1) Wydatki linjowe na  $\text{km}$  linii głównej

$$B_1 = 1953 \text{ zł.}$$

- 2) Wydatki przewozowe na tonnokilometr wagonów brutto:

a) osobowych  $C'_1 = 0,225$  grosza,

b) towarowych  $C''_1 = 0,148$  grosza.

- 3) Wydatki pociągowe na pociągekilometr:

a) osobowych  $D'_1 = 64,4$  grosza,

b) towarowych  $D''_1 = 63,9$  grosza.

- 4) Wydatki trakcyjne na tonnokilometr pracy siły pociągowej:

$$E_1 = 28,0 \text{ groszy.}$$

- 5) Wydatki stacyjne:

a) na podróżnego  $F_1 = 52,8$  grosza,

b) na tonnę ładunku  $G_1 = 166,8$  grosza.

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 na osobę prawie tyle, ile na  $0,316 \text{ t}$  ładunku. Wydatki eksploatacyjne linii głównej wyno-

<sup>1)</sup> Zastosowanie wzoru (74) ze współczynnikami, otrzymanymi według tego podziału, do następnego okresu 1902—1912 r. dało wyniki zgodne z rzeczywistością również dla tego okresu z wyjątkiem lat wojny japońskiej.

szą ogółem 1,48 grosza na osobokilometr i 1,19 grosza na tonnokilometr ładunków, t. j. na jedną osobę tyleż, co na 1,24 t ładunku <sup>1)</sup>.

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. 161). Jeżeli dla całej sieci dróg żelaznych znaczenia ogólnego w Rosji 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) Linjowe na  $k\text{m}$  linii głównych:

$$Ar + B = 3977 + 1953 = 5930 \text{ zł.}$$

Tu wyraża  $A$  koszt budowy  $k\text{m}$  linii głównej,  $r$  zaś stopę procentową (przyjęto 4%).

- 2) Przewozowe na tonnokilometr wagonów brutto:

- a) osobowych  $C' = 0,26$  grosza,  
b) towarowych  $C'' = 0,175$  grosza.

- 3) Pociągowe na tysiąc pociągokilometrów

- a) osobowych  $D' = 74,7$  grosza,  
b) towarowych  $D'' = 76,2$  grosza.

- 4) Trakcyjne na parowozokilometr w pociągach 55,3 gr., przy średniej zaś sile pociągowej, obliczonej według sposobu, wskazanego na str. 112 p. 14, i wynoszącej 1,79 t, na  $t\text{km}$  pracy siły pociągowej  $E = 31$  groszy.

- 5) Stacyjne:

- a) na podróżnego  $F = 75$  groszy,  
b) na tonnę ładunku  $G = 259$  groszy.

- 6) Nadzwyczajne — około 7% wydatków pozostałych.

Powyżej (patrz str. 184) wykazano wydatki eksploatacyjne na osobokilometr i tonnokilometr. Całkowity wydatek roczny, rozdzielony w tenże sposób, otrzymuje się:

na osobokilometr 3 grosze,  
na tonnokilometr 2,94 grosza,

to jest na osobokilometr prawie tyle, co na tonnę towarów. Co się tyczy całkowitego przychodu, a mianowicie kosztu przewozu dla osób, które z niego korzystają, t. j. podróżnych i wysyłających towary, to przychód ten na drogach żelaznych rosyjskich wynosił przecięciowo:

na osobokilometr . . . . 2,75 grosza  
na tonnokilometr . . . . 3,25 grosza.

<sup>1)</sup> Przy określeniu tego stosunku wydatki trakcyjne rozdzielono na ruch osobowy i towarowy proporcjonalnie do tonnokilometrów brutto, linjowe zaś proporcjonalnie do wszystkich innych kategorii wydatków.

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

Przy projektowaniu drogi żelaznej koszt 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 zyskowna, 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 jest zależna od ruchu, znajdują zastosowanie w rozdziale następnym przy określaniu względnej zyskowności rozmaitych kierunków linii kolejowej.

## 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 budowli i bezpieczeństwo ruchu.

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

1. Kształt linii kolejowej w przekroju podłużnym. Wzniesienie miarodajne. Stosunek ciężaru pociągu i parowozu. Wzniesienia przebiegane z rozpędu. Zmniejszenie pochylenia miarodajnego w tunelach. Wzniesienia miarodajne niejednakowe w obu kierunkach jazdy. Trakcja podwójna i pchanie pociągów. Pochylenia nieszkodliwe i szkodliwe. Wysokość wzniesienia ciągłego. Strata wzniesienia. Zaokrąglenie załomów przekroju.

W rozdziałach IV i VI działu II-go rozpatrzono szczegółowo wpływ pochylenia i krzywizny toru na opór pociągu oraz zależność między składem pociągu, szybkością ruchu i przekrojem 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 szybkość jazdy zależna jest od kształtu linii kolejowej. Jeżeli więc szybkość 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.