

Wristed ... 16-IV-28. K. 0

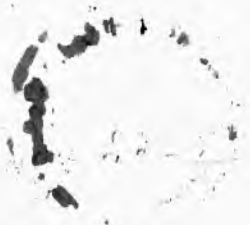
K.W. 4.

June 16th 1928

90

Drogi zelazne

auto - Miorke



BIBLIOTEKA
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej

B. 2697



WZESZENIE STUDENTÓW POLSKICH
KOMITET UCZELNIANY
PRZY POLITECHNICZE WARSZAWSKIEJ
Warszawa, ul. ... tel. 85993

Wr. inw 726.

~~100-18-549~~

ZARYS ROZWOJU KOLEJNICTWA.

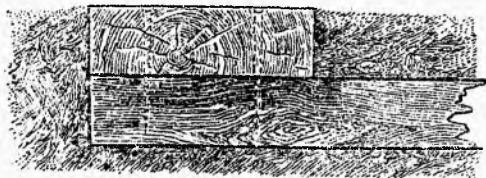
Drogi żelazne, stanowiące obecnie najpotężniejszy środek komunikacji, odznaczają się w porównaniu z innymi do swej budowy tem, że ruch pojazdów odbywa się po torze ułożonym z szyn metalowych obecnie prawie wyłącznie stalowych, z takim urządzeniem szyn i kół, że kierunek ruchu nie może być dowolny, lecz jest związany z torem.

Kosztom skrupowania ruszu co do swobody zbaczenia otrzymujemy znaczne zmniejszenie oporu w porównaniu z oporem przy jeździe po innego rodzaju drogach i znaczne wskutek tego zmniejszenie kosztów przewozu.

Wpływ mniej lub więcej starannego wykonania toru, a raczej kolei, na koszty przewozu rozumiano już dawno; pierwsze istnienie kolei, jako wyłobień podłużnych w płytach kamiennych, spotykamy u Egipcjan, Greków i Rzymian.

W wieku XV zakładano w Niemczech bale w wyjeżdżoną koleją dróg zwykłych gruntowych; następnie stosowano tamże tory z drzewa w kopalniach. W Anglii zbudowano w r. 1620 pierwszą koleją z torem drewnianym dla przewozu węgla z kopalni do przystani. Potem zaczęto łączyć bale podłużne poprzecznkami; w roku 1630 ułożono Newcastle on Tyne podług tej zasady tor²³ projektowany przez właściciela kopalni Bedumont (rys. 1 - 3). Bale podłużne leżały na

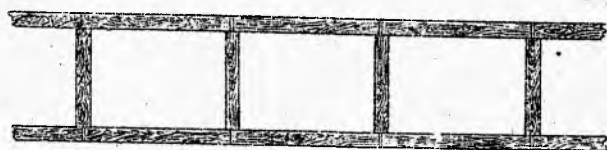
poprzecznicach; które wraz z balami podłużnymi zasypywano do górnej ich krawędzi tłuczniem i żwirem. Ponieważ ten tor miał służyć do przewożenia po nim przy trakcji konnej węgla w zwykłych wozach, więc zastosowano odpowiednie rozstawienie, wynoszące pomiędzy środkami belek podłużnych 5 stóp.



rys. 1



rys. 2.



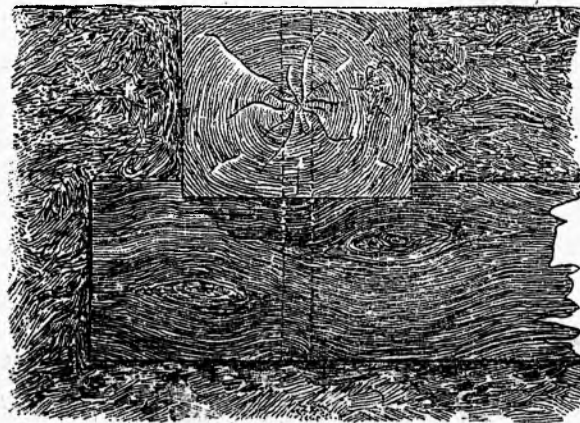
rys. 3.

Ładunek na jednego konia zwiększono w ten sposób czterokrotnie i wprowadzono zamiast jednoosiowych dwuosiowe wozy o ładowności 2-3 tonny.

Beaumont stracił cały swój majątek, budując ulepszone koleje drewniane, jednakże wskazał drogę następcom swym, którzy korzystając z jego doświadczeń i naucej jego

niepowodzeniami, zaczęli ulepszać opisany wyżej rodzaj kolei i rozpowszechniać coraz bardziej.

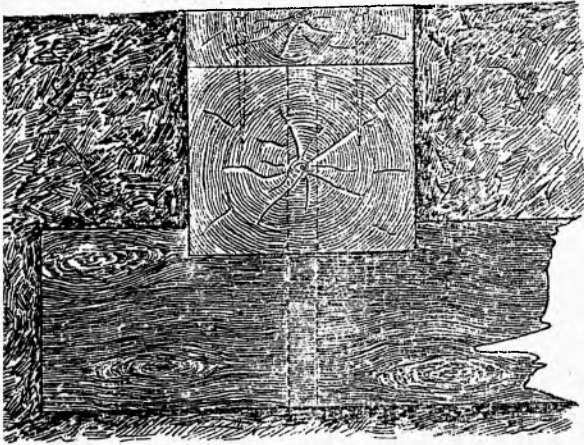
W pierwszym rzędzie wzmocniono bale podłużne, zwiększając ich wysokość (rys.4) i otrzymując w ten sposób sztywne



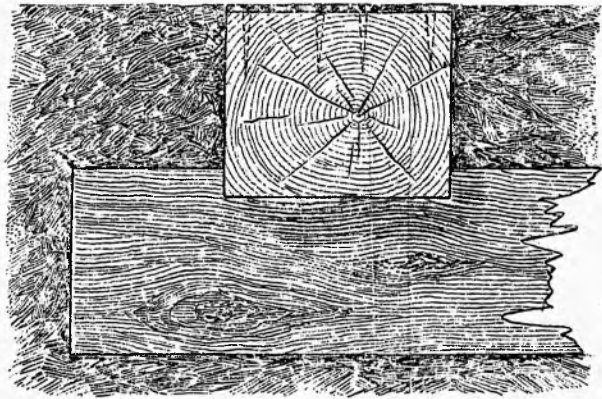
Rys.4.

tor, pracujący tak jak dzisiejsze nasze szyny i podkłady. Następnie zauważono, że bale podłużne prędko się niszczą mechanicznie pod naciskiem kół; zaczęto przeto nabijać na bale podłużne, leżące na podkładach, inne bale z twardego drzewa (rys.5), które w miarę zniszczenia można było zmieniać, nie naruszając całej kolei. Powstały w ten sposób w Anglii double ways czyli koleje podwójne, zamiast pierwotnych single ways - kolej pojedynczych.

Przy double ways stosowano też obicie z żelaza zamiast górnych drewnianych bali podłużnych (rys.6), a następnie

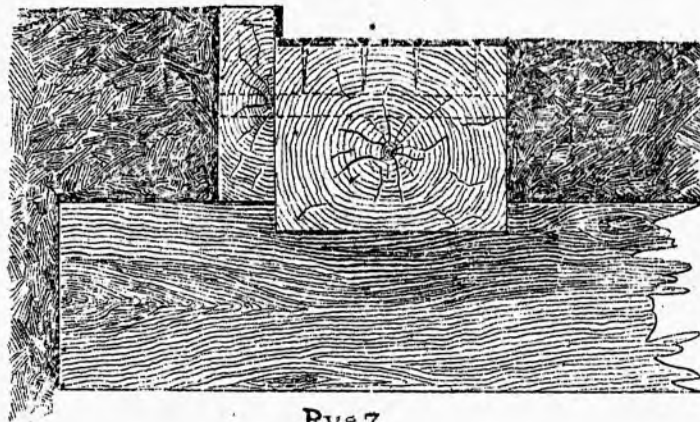


Rys. 5.

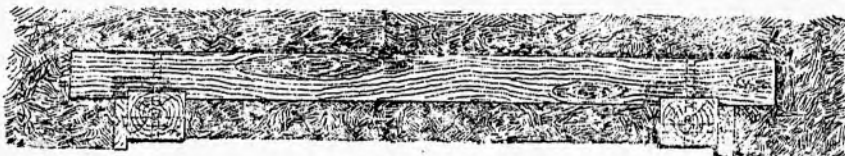


Rys. 6

zaczęto dodawać obrzeża w torze rys. 7 i 8, ażeby zapewnić poruszanie się wozów po torze i przeciwdziałać staczaniu się ich na bok na drogę zwykłą.



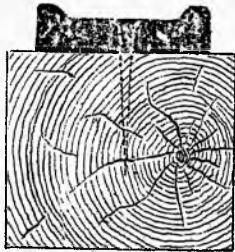
Rys 7.



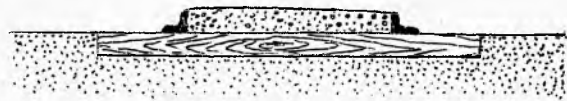
Rys. 8.

Rozpowszechnienie w tym czasie parowej maszyny znacznie wpłynęło na zwiększenie użycia węgla w przemyśle; ruch na drogach wzrastał i opisane rodzaje ich już nie wystarczały. Cienkie pasy żelazne zrywały się i odginały do góry w końcach utrudniając ruch wozów.

Mając to na względzie, ułożył Reynolds w r. 1767 w Colebrodale w Anglii na belkach podłużnych, zamiast pasów żelaznych płyty żeliwne (rys. 9) o długości 5', których wielki zapas miał na składowie wskutek chwilowego zastojów, w przemyśle.



Rys. 9.



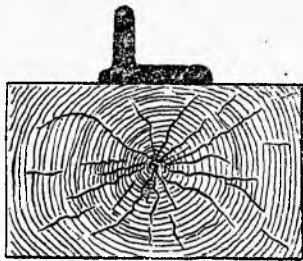
Rys. 10.

Tory te okazały się do takiego stopnia praktycznymi, że płyty pozostały i wtedy, gdy zapotrzebowanie na nie dla innych celów wzrosło. Poza to stosował Reynolds również kątowniki, zamiast opisanych płyt (rys. 10).

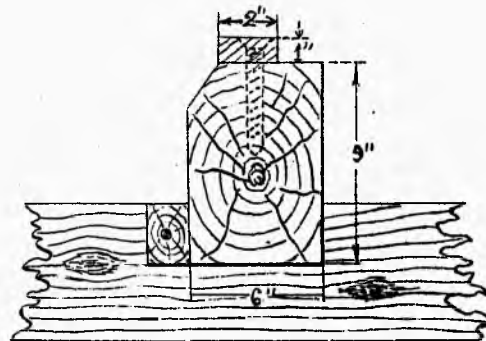
W tym okresie spotykamy się z pociągami, złożonymi z kilku wozów lżejszych, zamiast pojedynczych ciężkich fatalnie oddziaływujących na ówczesny słaby jeszcze tor.

Ze wskazanych na rys 9 szyn powstały stopniowo obecne rowkowe szyny tramwajowe.

W roku 1776 stosował Curr tor wskazany na rys 11. i na tem kończy się w Anglii, ojczyźnie dróg żelaznych, rozwój budowy toru, znanej tam jako double way; zaczy na się stosowanie prototypów dzisiejszej naszej Szyny. Nim przejdziemy do opisu tej sprawy, należy wskazać w r. 1838, gdy projektowano drogę żelazną Warszawsko-Wiedeńską, zamierzano zastosować typ podwójnej szyny (double way) z tą różnicą jednakową, w porównaniu z ^{wskazaniami} odmianami ~~powyżej, że szyny miały być~~ ^{bez} obrzeży, a miały je mieć koła (rys. 12). Przy budowie tego typu nie zastosowano.



rys. 11.

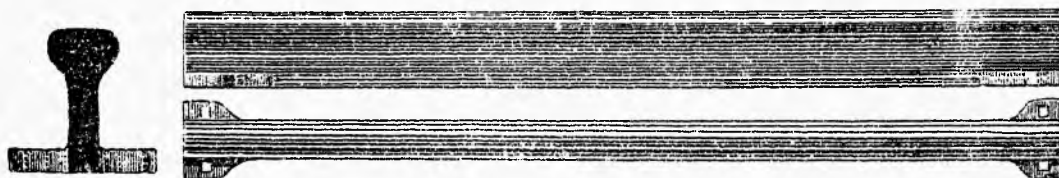


rys. 12.

Opisane wyżej odmiany toru z obrzeżami, aczkolwiek przeciwdziałały skutecznie staczaniu się wozów z szyn miały tę niedogodność, że na torze przy obrzeżu mogły się zbierać kamienie i inne twarde przedmioty; wywoływało to uderzenia i wstrząśnienia przy ruchu toru, szkodliwe jak dla toru, tak i dla ciężko naładowanych wozów.

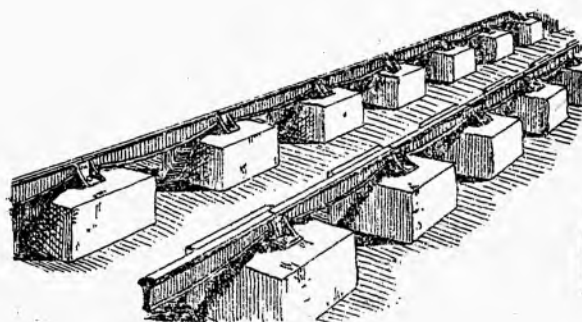
Jessop pierwszy w Europie przeniósł w r. 1789 w Loughborough w Anglii obrzeża ^{keja ułożenia} toru na kole taboru, wprowadzając

szyny, uwidocznione na rys.13.



Rys.13.

Były to beleczki z żelaza lanego o długości 3' do 4' z poszerzoną główką, po której toczyły się koła taboru. Ścianki pionowe miały w końcach u dołu występy z otworami dla umocowania na poprzecznicach drewnianych lub oddzielnych kamiennych oporach.



Rys.14.

Ponieważ szyny te nie miały oparcia na całej swej długości na balach podłużnych, więc nadał im Jessop

w następstwie kształt zmienny co do wysokości z oparciem końców (rys. 14) w siodełkach, zamiast umocowania, jak wyżej, przez występy, które się często łamały. Od chwili zastosowania szyn tego rodzaju datuje ^{się} podział ruchu kolejowego od kołowego na drogach zwykłych, ponieważ wozy a w następstwie wagony o kołach zaopatrzonych w obrzeża, były związane z drogą żelazną, czyli z jej torami i nie mogły się już poruszać po innego rodzaju drogach.

Dużo dróg żelaznych tego rodzaju budował w końcu XVIII i w początku XIX wieku Olivier, skąd otrzymały one wówczas nazwę Olivier way (way po angielsku droga) czy też tramway (nasz tramwaj).

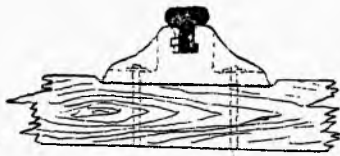
Jednakże tory z szynami z żelaza łanego wkrótce okazały się zbyt słabymi; szyny łamały się często pod naciskiem używanego wówczas taboru i trzeba było przejść do szyn z żelaza walcowanego, a na połączeniach stosowano w końcach szyn siodełka (rys. 15), ponieważ występy w pierwotnych szynach Jessop'a (rys. 13) były zbyt słabe i, jak wspomniano, odłamywały się.

Pierwsze szyny walcowane zastosował w r. 1820 w Bedlington angielski inżynier Birkinshaw. Szyny te o długości ^{4,5 m} 15' leżały na drewnianych podkładach poprzecznych ułożonych w odstępach 3' (rys 15 i 16).

Typ szyn Birkinshaw'a stosował G. Stephenson na budowanych przez siebie kolejach.



$l = 120 \text{ cm}$
rys. 15.



Rys. 16.

Równocześnie ze wskazanym tu rozwojem szyny w Europie, pracowano nad tym zagadnieniem w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej i osiągnięto rezultaty odmienne, dla nas bardzo ważne. Ze względu za bogactwa leśne Stanów i słabe rozwinięty przemysł hutniczy stosowano początkowo szyny naogół podobne do proponowanych pierwotnie dla drogi żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej (rys. 12). Dążąc do możliwie taniej i prostej konstrukcji zastosował amerykański inżynier Rob I Stevens z Hobeken w r. 1832 nowy rodzaj szyny z jedną główką i szeroką stopą umożliwiającą szybkie układanie i dającej dobre oparcie na podkładach (rys 16 a)



rys. 16a.

Z szyny tej przez zwiększenie jej wysokości wyrosła nasza obecna szyna

niesymetryczna Vignoles'a, nazwana tak od inżyniera Vignoles'a który ją wprowadził w Europie w r.1836(rys. 16b), konkurując z szyną Stephensona, wyrosła z pierw-

wowzoru szyny Birkinshaw'a (rys.16a).



rys. 16a.



rys. 16b.

Pierwsze ulepszone tory stosowane były na drogach prywatnych, prawie wyłącznie kopalnianych oraz na drogach łączących kopalnie z drogami

wodnymi; przeznaczone one były dla ładunków kopalnianych a nie dla użytku ogólnego.

Pierwsza kolej konna użytku ogólnego została zbudowana w r.1794 w Anglii przez firmę Homfray pomiędzy Cardiff i Merthyr - Tydfil.

Widzimy więc, że z trzech części składowych drogi żelaznej: toru, wozów lub wagonów i silnika, zajęto się w początku ulepszeniem pierwszej tj. toru; postęp w budowie toru wpłynął w pewnym stopniu na ustrój wozów, silnik zaś pozostawał ten sam tj. żywa siła pociągowa. Szybki rozwój budowy dróg żelaznych rozpoczyna się dopiero od chwili zastosowania pierwszego zdątnego parowozu.

Pierwsze zastosowanie pary do komunikacji miało miejsce przy nieudatnych próbach budowy samochołów; w dalszym ciągu zaczęto stosować na drogach żelaznych

maszyny parowe stałe, ustawione w górnych punktach pochyłych odcinków toru, gdzie wymagana była znaczna siła dla wciągania naładowanych wagonów po pochyłości zapomocą łańcuchów lub lin.

Pierwszy ruchomy silnik parowy, czyli parowóz skonstruował Trevithick w r.1804 dla drogi żelaznej Cardiff -

Martbyr - Trydfil, o której już była mowa wyżej. Jednakowoż wysiłki tak jego, jak i innych współczesnych konstruktorów, poszły w fałszywym kierunku, a mianowicie ku osiągnięciu silniejszego oparcia lokomotywy o drogę, niż to daje przyczepność pomiędzy gładkimi kołami parowozu i gładką główką szyn. A powody ku temu były następujące: drogi żelazne budowano pierwotnie w kierunku lub po drogach zwykłych w celu zmniejszenia oporu przy ruchu, a zatem stosowano takie wzniesienia, jakie spotykano na drogach zwykłych, a często zbyt wielkie dla dróg żelaznych, opartych na przyczepności pomiędzy kołami i szyną; jednocześnie zaś stosowano zbyt lekkie parowozy, nie wyjaśnwszy sobie zjawiska przyczepności, ograniczającej siłę pociągową parowozu, bez względu na siłę cylindrów, do ułamku od wagi parowozu.

Gdy więc pierwsze parowozy, oparte na przyczepności, jak i nasze współczesne zwykłe, nie dały zadawalających rezultatów praktycznych, zaczęto stosować rozmaite sposoby dla zwiększenia przyczepności zamiast zwiększenia wagi parowozu; tak więc Trevithick zaopatrzył koła

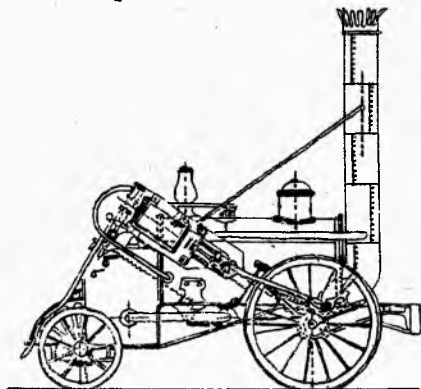
w sterujące na obwodzie gwóźdźcie powbijane poza płaszczyną tęczną w ten sposób, ażeby ohwytały za drewniane podkłady, na których spoczywały szyny, lub specjalne bale podłużne; bracia Chapman (1812 r.) umieścili na parowozie poruszany parą bęben, koło którego obwijał się rozpięty wzdłuż toru łańcuch; Brunton (1813 r.) zaopatrzył parowóz z tyłu w parę żelaznych ruchomych nóg, poruszanych parą, którymi parowóz miał się odpychać, opierając się o drogę i t.d.

Takie nieudatne próby trwały 20 lat, bo dopiero George Stephenson, którego uważamy za twórcę dróg żelaznych, w r. 1825 dał pierwszy zdatny parowóz dla linii Steekton - Darlington i od tej chwili rozwój dróg żelaznych był zapewniony i szybko posuwał się naprzód.

Najlepszą ilustracją tego, jaki przewrót w poglądach na celowość budowy dróg żelaznych wywołał dobrze skonstruowany parowóz, może służyć Thiers, późniejszy prezydent Rzplitej Francuskiej, który w r. 1823 jako minister robót publicznych uważał budowę dróg żelaznych za rzecz bezmyślną, ponieważ jego zdaniem koła lokomotywy musiałyby się poruszać na miejscu, nie wprawiając w ruch pociąg, a w r. 1833 tenże Thiers już opracowywał projekt sieci kolejowej dla Francji.

Wprowadzone w r. 1825 przez G. Stephenson'a ciężkie, jak na owe czasy, parowozy wymagały już szyn silniejszych, walcowanych. Wspomniane wyżej parowozy Stephensona dla

linji Stockton - Darlington były już dosyć udane, a zupełnego powodzenia osiągnął on, zbudowawszy w r. 1829 w fabryce parowozów w Newcastle on Tyne, gdzie dyrektorem był jego syn Robert, parowóz "Rocket" (Rakieta) dla linji Liverpool Manchester (rys. 17).



rys. 17.

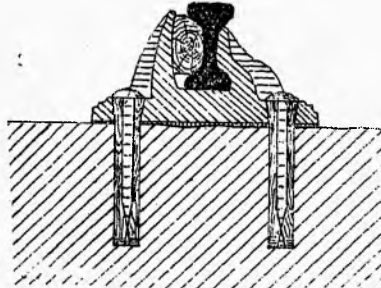
W tym czasie ogłoszony został konkurs na budowę parowozu, który przy wadze nie większej niż 6 ton i nacisku na oś nie większym od $2 \frac{1}{4}$ ton

miał wieźć na linji poziomej ładunek 20 t. z szybkością 16 km. przy ciśnieniu pary w kotle równej 3,5 atm. W rzeczywistości wiózł Rocket wagon z 30 podróznymi z szybkością 48 km. na godzinę, przy wadze własnej 4,5 t., co nawet dzisiaj po sto latach możemy uważać za rezultat dobry. Liczni wówczas przeciwnicy budowy dróg żelaznych wypowiadali obawy, że, po wprowadzeniu parowozów do trakcji na kolejach, zginą od dymu ptaki, rozwiną się choroby nerwowe przy szybkiej jeździe i zajdą inne fatalne dla ludzkości okoliczności; w niektórych wyższych zakładach naukowych wygłaszane prelekcje "o szkodzie, jaką spowodują drogi żelazne parowe".

Rzeczywistość zadała kłam tym pesymistycznym przewidywaniom; ruch na linji Liverpool-Manchester wzrósł

w pierwszym roku po wprowadzeniu trakcji parowej: osobowy 10-krotnie, a towarowy 2-krotnie w porównaniu z ilościami przewidywanymi.

Już w owych czasach poczyniono przy budowie i eksploatacji dróg żelaznych szereg doświadczeń, które są miarodajne dla nas dotychczas; do nich należą następujące najważniejsze: wzmacniając coraz bardziej szyny, zaczęto stosować szyny symetryczne z dwiema główkami (rys. 18),



rys. 18.

z zamiarem odwracania ich po zużyciu główki górnej. Otóż okazało się; że główka dolna w międzyczasie zostaje uszkodzoną w miejscach zetknięcia się z śpiawkami, że nierówności powstałe na niej czynią ją niezdadną do toczenia się po niej kół taboru. Wobec tego stosujemy obecnie w tych tak zwanych szynach Stephensonowskich główki dolne mniejsze, czyli szyny niesymetryczne, nie licząc na możliwość odwracania ich.

Drugie doświadczenie polegało na tem, że na linii Manchester Leeds, dążąc do możliwie mocnej i solidnej budowy, przymocowano w roku 1839 szyny wprost do gruntu na skalistych odcinkach tej linii; rezultat był ten, że po trzech tygodniach szyny popękały i musiano dać balast, czyli warstwę elastyczną i na niej oprzeć drewniane podkłady, również mające pewną elastyczność.

Powodzenie Stephensonów, ojca i syna, mocno ugruntowało dalsze istnienie i rozwój dróg żelaznych, które

też zaczęto budować z pośpiechem gorączkowym, jak wskazuje poniższa tablica długości w poszczególnych latach linii dróg żelaznych, nie licząc drugiego toru i torów dodatkowych na stacjach.

Rok	Ogólna długość km.	Przyrost roczny km.
1830	381	
		315
1835	1955	
		1140
1840	7679	
		1635
1845	15916	
		4600
1850	38568	
		5600
1855	67104	
		8200
1860	108012	
		7400
1865	145485	
		12900
1870	209785	
		17400
1875	296238	
		15200
1880	372429	
		23000
1885	487343	
		26000
1890	617285	
		16600
1895	700613	
		17800
1900	790125	
		23100
1905	905695	
		24900
1910	1030000	

Do chwili obecnej zwiększyła się ta długość o około 25%

Obecna długość dróg żelaznych byłaby dostateczną do opasania kuli ziemskiej 26 razy i jest trzy razy dłuższą niż oddalenie księżyca od ziemi. W ostatnich latach przed

$1030000 - 381 = 1029619$
 $1029619 : 381 = 270241,446$

wojną długość dróg żelaznych wzrastała rocznie o około 3% a koszt ich oblicza się na 300 miliardów złotych.

W poszczególnych stronach świata i krajach gęstość sieci kolejowych jest bardzo nierówna, a charakteryzuje się ją zwykle, wskazując długość dróg żelaznych a) w klm. na 100 km.² przestrzeni lub b) na 10000 mieszkańców; jednokowoż i jedna i druga liczba nie może być miarodajna sama dla porównania, bo np. kraj słabo zaludniony ale rozległy, jak Stany Zjednoczone lub Kanada, może mieć ^{sieć} (bardzo gęstą ^{x)} w zestawieniu z ludnością, a słaba, licząc na 100 km.² powierzchni, gdy znów kraj mały ale gęsto zaludniony (jak Belgja) da znaczną ilość km. kolei na 1 km.² przy nieznacznej normie na 10000 mieszkańców.

Lepiej charakteryzuje się sieć kolejową przez \sqrt{ab} .

Poniższa tablica daje charakterystyczne dane dla części świata i poszczególnych krajów, zaczerpnięte ze statystyki przedwojennej 1910 r. podług prof. Ceglińskiego.

x) $\frac{\text{długość kolei}}{\text{przebieg}}$ $\frac{\text{długość kolei} \cdot 10000}{\text{km. mieszkańców}}$

T a b l i c a Nr.1.

Charakterystyka sieci kolejowej świata podług
statystyki z r.1910.

	Długość sieci km.	Na 100 km ² a. km.	Na 10000 miesz. kańców b. km.	\sqrt{ab}
Europa	334,000	3,4	7,6	5,9
Ameryka	526,000	1,4	30,9	6,59
Azja	102,000	0,2	1,1	0,15
Afryka	37,000	0,1	2,6	0,16
Australja	31,000	0,4	51,7	4,55
r a z e m	1,030,000			
Anglja	37,600	12,0	8,3	10,0
Francja	49,400	9,2	12,6	10,8.
Niemcy	61,100	11,3	9,3	10,3
Austrja	44,400	6,6	8,7	7,6
Włochy	17,000	5,9	4,9	5,4
Hiszpanja	15,000	3,0	8,1	4,9
Szwajcarja	4,700	11,4	13,2	12,3
Belgja	8,510	28,8	11,4	18,1
Szwecja	14,000	3,1	25,6	8,9
Rosja	70,500	0,3	4,4	1,1
" Europ.	59,600	1,0	4,2	2,1
Stany Zjedn.	388,200	4,2	43,6	13,5
Kanada	39,800	0,5	61,2	17,5

Dla naszej sieci kolejowej podaje prof. Wasiutyński dla roku 1924 następujące liczby:

T a b l i c a N.2.

	Obszar tys. km ²	Ludność miljonów	Długość sieci km.	Długość Sieci na 100 km ² α km.	Długość Sieci na 10.000 mieszk. β km.	$\sqrt{\alpha\beta}$
Była dzielnica rosyjska	260	15	7423	2,35	4,84	3,72
Była dzielnica austrjacka	80	8	4417	5,51	5,79	5,65
Była dzielnica pruska	46	4	4805	10,40	12,35	11,34
Dla całego państwa	386	27	16645	4,30	6,19	5,16

Dla porównania z danymi tablicy Nr.1, zaczerpniętymi z roku 1910, należy liczby powyższej zmniejszyć o 20%

Tablica Nr.2 wskazuje, że mamy w Polsce sieć bardzo nierównomierną, najskąbszą w byłym zaborze rosyjskim, najbardziej zaś rozwiniętą w Poznańskim. Dla doprowadzenia sieci naszej do norm przodujących państw europejskich musielibyśmy ją potroić w byłym zaborze rosyjskim i podwoić w Galicji. Należy zatem zwrócić uwagę na to, że w byłej dzielnicy rosyjskiej znaczny odsetek stanowią linje, zbudowane przez Rosjan ze względu wyłącznie strategicznych, jak np. linja Brześć - Chełm, Łuków - Lublin, Pilawa - Mińsk Mazowiecki - Małkinia, Ostrołęka, Tuszcz - Ostrołęka - Łapy. Linje te mają nikłe znaczenie, a pozatem tylko częściowo

$$x) \frac{16645}{\frac{4700 \cdot 200}{10000}} = \frac{16645}{2700} = 6,19$$

mogą służyć dla zmienionych warunków obrony Państwa. Część linii pozatem zbudowano pośpiesznie podczas ostatniej wojny światowej, o bardzo niedogodnych warunkach profilu, a w planie również nieodpowiadającym nowym zadaniom; będą one musiały być przebudowane gruntownie, a w części zamienione, przez linje nowe; należą do nich linje, łączące stolicę ze Lwowem, Lublin - Rozwadów, Rejowiec-Bełżec i inne wewnątrz wieloboku Lublin-Przeworsk-Lwów-Równe-Kowel. Chaotyczną sieć tworzy pozatem większość linii wąskotorowych, zbudowanych również podczas wojny. Zmniejsza to jeszcze sprawność sieci kolejowej w tej części Polski.

Co się zaś tyczy Poznańskiego, to sieć tej dzielnicy jest nawet gęstsza od normy przeciętnej dla Niemiec, ponieważ i tu rozwijano ją, powołując się częściowo względami obrony wschodnich granic Niemiec; aczkolwiek gęsta w dostatecznym stopniu musi i ta sieć być przez nas dopiekniona i miejscami przebudowana, ażeby odpowiadała nowym warunkom gospodarczym i obrony; w obecnym układzie promieniują tam główne magistrale z Berlina, a będą musiały promieniować z Warszawy i ułatwić komunikację pomiędzy stolicą, polskiem morzem i Zagłębiem.

Postęp w kolejnictwie.

Postęp w kolejnictwie najdobitniej charakteryzuje się przez zestawienie taboru i jego pracy za czasów Stephensona i w chwili obecnej.

Gdy parowóz "Rocket" miał nacisk jednej osi równy $2 \frac{1}{4}$ t i

2 osie, mamy obecnie parowozy w Europie z naciskiem 16 -20 t., w Stanach Zjednoczonych zaś - do 30 t., a nośność sześciosiowych wagonów amerykańskich przewyższa już 100 t.; gdy "Rocket" wiozł pociąg o wadze 20 t., waga naszych pociągów, jak i węgole w Europie dochodzi do 1500 t., w Stanach Zjednoczonych 5.000 - 10.000 t., a były poszczególne wypadki uruchomienia pociągów o wadze bliskiej do 20.000 t., jak np. próbna jazda w dniu 23 lipca 1913 roku na drodze żelaznej Erie w Stanach Zjednoczonych, gdzie parowóz "Triplex" ciągnął 250 czterosiowych wagonów towarowych o nośności 50 t., długość pociągu wynosiła 1,6 mili angielskiej, czyli 2,5 km., waga pociągu, nie licząc lokomotywy, 17,912 t; linja miała wzniesienia 0,9 i 5° krzywe, czyli o promieniu 350 m. Przy ruszaniu pomagał drugi parowóz - popychacz i próbna jazda odbyła się na długości 40 km. Parowóz systemu Maleta miał 8 osi pędnych i jedną toczną, 4 cylindry, z których każda para działała na 4 osie pędne; tender pozatem miał 4 osie pędne z trzecią parą cylindrów i jedną oś toczną w końcu. Waga parowozu z tendrem wynosiła 386 t.; średnica cylindrów $d = 914$ mm., skok tłoka $l = 814$ mm., średnica kół pędnych $D = 1600$ mm., ciśnienie pary w kotle 14,7 atm.; powierzchnia ogrzewalna $H_k = 638,7$ m³ a przegrzewacza $H_p = 147$ m²; powierzchnia rusztów 8,36 m². Na tenderze mieściło się 16 t. węgla i 37,85 m³ wody. Największy nacisk na oś 29 t. Normalnie pracuje ten

parowóz, jako popychacz na wzniesieniu $10,6\%$ o długości 13 km.

Znaczenie dróg żelaznych. Z przytoczonych wyżej danych o długości zbudowanych dotychczas linii dróg żelaznych i olbrzymim kapitale i pracy włożonej w nie w ciągu ostatnich stu lat, można sądzić o znaczeniu kolei; wpływ ich sięga do wszystkich prawie dziedzin życia naszego i rzec można śmiało, że od wynalezienia druku nie było wynalazku dla ludzkości bardziej doniosłego od dróg żelaznych po zastosowaniu do nich uprzednio wynalezionej maszyny parowej.

Ruch na drodze żelaznej napotyka daleko mniejsze opory niż na innego rodzaju drogach, wskutek czego wymagana siła pociągowa będzie na drodze żelaznej mniejszą, a razem z nią - praca wykonywana i koszt przewozów. Naogół można scharakteryzować opór ruchu przy małych szybkościach na drogach zwykłych liczbą $0,05 - 0,10$ od wagi wozu, po szosie $0,03$, gdy na drodze żelaznej ta ostatnia norma zmniejsza się dziesięciokrotnie i stanowi $0,0025 - 0,003$ od wagi pociągów.

Koszt przewozu koźmi u nas można przyjąć = 30 groszy za tonno x kilometr i 6 groszy za pasażera x kilometr; drogi żelazne niemieckie wykazywały przed wojną w warunkach normalnych dochód brutto przeciętnie 4 fen. czyli 5 groszy za tonno x kilometr i 2 i pół fen., czyli 3 grosze za pasażera x kilometr, a koszt przewozów wynosił 11,6 fen.

x) czyli 100 kg od 1 tonny przewoźnej
na kole 3 kg - 2,5 kg od 1 tonny przewoźnej

czyli 14 groszy za osio x kilometr; przyjmując podług Schultz - Niborna 1 osio x kilometr = 5 tonno x kilometrom lub 18 pasażero x kilometrom i odrzucając 30% na niepełne wyzyskanie wagonów, otrzymany koszt własny przewozów 3,6 groszy za tonno x kilometr i 1 grosz na pasażero x kilometr.

Na rosyjskich drogach żelaznych obliczano koszt własny przewozów wraz z opłatami dodatkowymi na 3,3 groszy za tonno x kilometr, i 2,5 groszy za pasażero x kilometr, a niektóre taryfy towarowe, jak np. na przewóz zboża, dochodziły prawie 0,6 grosza za tonno x kilometr.

Tu należy zaznaczyć, że ustalenie kosztu własnego przewozu 1 tonno x kilometra i 1 pasażero x kilometra nie daje się uskuteczyć ściśle, ponieważ część tak wydatków eksploatacyjnych, jak i oprocentowania i amortyzacji kapitału, nie można ściśle rozgraniczyć pomiędzy ruchem towarowym i osobowym; stąd też, należy zaznaczyć, powstają w wielu wypadkach niewyczerpane rozbieżności poglądów co do dochodowości lub strat, powodowanych ruchem osobowym.

Inż. Gryżewski określił przeciętne opłaty za 1 tonno x kilometr przed wojną dla odcinków dróg żelaznych w granicach byłego zaboru rosyjskiego: dla drogi warszawsko-wiedeńskiej na 3,4 groszy, dla dróg nadwiślańskich na 2,85 groszy i dla drogi petersburskiej na 3,9 groszy.

Prof. Cegliński określił różnicę kosztów przy transporcie kolejowym i kołowym dla wykonanych w roku 1908 prze-

wozów na drogach żelaznych rosyjskich na 4 miljardy rubli, co stanowi $\frac{2}{3}$ wszystkich wydatków, poczynionych na budowę dróg żelaznych w Rosji do tego roku. Podobne obliczenia dają dla francuskich kolei w roku 1885 2-3 miljardy franków oszczędności, a dla niemieckich w roku 1889 - 3 miljardy marek.

Naśmienić jednakowoż należy, że obliczenia te, dając przekonywający dowód znaczenia dróg żelaznych dla bogactwa kraju, są w rzeczywistości nierealne, ponieważ przewozy w tak olbrzymich ilościach, jakie mamy na drogach żelaznych, nie dałyby się uskuteczyć w ruchu zwykłym kołowym.

Inaczej nieco ma się sprawa transportu wodnego do kolejowego; naogół przewóz arterjami wodnymi jest tańszy; dla Renu np. wynosi około pół grosza za 1 tonno x kilometr. Należy tu jednakowoż zaznaczyć, że przeważnie w ruchu po drogach wodnych nie obciąża się przewozu odpowiednią oszczędnością kosztu robót regulacyjnych i utrzymania drogi, a dla kanałów pozatem amortyzacją kapitału budowlanego, co na drogach żelaznych zawsze ma miejsce. Nie bez znaczenia na to, transport na rzekach głębokich zawsze jest tańszy i przewozy masowe ładunków takich jak ruda, węgiel i t.p. mogą być kierowane drogą wodną, chociaż i tu okolicznością ujemną w porównaniu z transportem kolejowym jest mała szybkość, zależność od stanu wody i pory roku. Pozatem wchodzi w grę kosztowny przeładunek, przeważnie dwukrotny.

Przeciwnie przewóz kanałami, przy prawidłowym obliczeniu kosztu własnego, jak wyżej, będzie droższy od kolejowego; dlatego też kanały w naszych warunkach mają rację bytu jedynie jako kanały, łączące dwie dłuższe drogi wodne naturalne.

Zaznaczyć można jeszcze, że naogół ruch na rzekach po zbudowaniu dróg żelaznych znacznie zmalał, a na niektórych prawie całkowicie zamarł, jak np. na rzekach Mississipi i Hudsonie; kanały zaś, które budowano dawniej w znacznej ilości w Anglii, Francji i Belgji też podupadły, a w Anglii i Francji przeważnie przeszły w ręce towarzystw kolejowych, którym oczywiście nie zależało na ich podtrzymywaniu.

Szosa straciły znaczenie jako drogi dla przewozu ładunków na dalekie odległości, ale utrzymały je na małe, ponieważ w koszcie przewozu kolejowego znaczną część stanowią koszty pracy stacyjnej, związane z przewozem i równe dla wszelkich przewozów niezależnie od ich długości. Na szosach rozwinął się natomiast znaczny miejscowy ruch, promieniujący od każdej stacji kolejowej, pozbawiony dążności, w Anglii już zupełnie widoczna, ze strony towarzystw kolejowych uskuteczniania przewozów drobniejszych w pewnym promieniu od większych miast wprost własnymi samochodami towarowymi ze względu na wskazane powyżej znaczne koszty stacyjne.

Terminowość przewozów.

Drogi żelazne przewyższają inne środki komunikacyjne pod względem szybkości i terminowości przewozów. Szybkość przejazdu końmi można przyjąć przeciętnie na 7 km. na godzinę, przewozów zaś na 3 km. na godzinę. Najszybsze pocztowe karetki w Anglii miały szybkość 15 km. na godzinę, gdy handlowe szybkości pociągów kurjerskich zbliżają się obecnie do 100 km. na godzinę. Najszybsze pociągi kursują obecnie pomiędzy Philadelfią i Atlantic City z szybkością 97 km. na godzinę, przy długości przebiegu, co prawda tylko około 90 km., ale kursują one w odstępach godzinnych i są to zwykłe pociągi osobowe drogi żelaznej Philadelphia and Reading, na które nie pobiera się żadnych dodatkowych opłat ponad normalną taryfę osobową. Z pośród dłuższych przebiegów ^{najszybsze} mamy w Anglii na drodze Zachodniej Londyn - Plymth 96 km. na godzinę, we Francji na Chemin de fer du Nord z Paryża do Calais w stronę Brukselli i Berlina. Pomiędzy Paryżem i Calais kursują pociągi pospieszne z szybkością przeciętną 91 km. na godzinę, przebiegając odległość 295 km. w ciągu 3 godz.15 min. Ten sam przejazd końmi wymagał w roku 1692 - 7 dni, w roku 1785 - 3 dni, w 1834 - 24 godzin. W stronę Brukselli kursuje pociąg, który odległość równą 216 km. pomiędzy Paryżem i Aulnoye przebywa w ciągu 2 godzin 20 min. przy szybkości 93 km. na godzinę. Pociągi z Paryża do Jeumont, idące dalej do Berlina należały dawniej przed wojną do najszybszych i rozwijały szybkość 96 km.

na godzinę; biegą one obecnie nieco dłużej z szybkością handlową 87 km. na godzinę. Inne angielskie pociągi rozwijają szybkości zbliżone do cytowanych dla Chemin de fer du Nord, szczególnie wielka Zachodnia (Great Western Ry) i Północno-Wschodnia dr.żel. (North Eastern Ry), ale poza tem należy zaznaczyć, że gdy na Chemin de fer du Nord kursują z taką szybkością tylko pojedyncze pociągi, to na liniach kolejowych angielskich większa część pociągów biegnie z najwyższymi szybkościami i bez żadnych ograniczeń ani co do klas (1 i 3 kl.), ani co do taryf, gdy tymczasem we Francji szybsze pociągi mają albo tylko wagony 1 albo 1 i 2 klasy.

Na innych dr.żelaznych francuskich szybkości są już znacznie niższe i wahają się obecnie dla pociągów pospiesznych (Rapide) pomiędzy 60 i 70 km. na godzinę.

Dla charakterystyki ruchu towarowego przed powstaniem dróg żelaznych wystarcza przytoczyć za Birkiem warunki przewozu węgla na Górnym Śląsku; otóż przewóz węgla z kopalń Górnego Śląska do Wrocławia kanałami wymagał kilkakrotnego przeładunku, 2 przezimowań i trwał 2 lata. Obecnie ręczą drogi żelazne za terminowość przewozów towarowych. Przepisy rosyjskie (obszczyj ustaw artykuł 53) ustalają maksymalne normy przewozu dla ładunków zwykłych: 1) 2 doby na wysyłkę, 2) jedną dobę na każde 150 wiorst przebiegu, 3) jedną dobę na każdą operację zdawczą pomiędzy linjami odrębnych towarzystw lub dyrekcji kolejowych i 4) jedną dobę na przeładunek przy zmianie w drodze szerokości toru.

Dla przewozów przyspieszonych w pozycji: 1) 1 dobę, w pozycji, 2) jedną dobę na 300 wiorst przebiegu do 600 wiorst, a powyżej jedną dobę na każde 400 wiorst, w pozycji 3) na operację zdawczą dodaje się 100 wiorst przebiegu, w poz. 4) na przeładunek dodaje się w obliczeniu czasu 200 wiorst (1 wiorsta = 1,07 km.).

W Stanach Zjednoczonych przyjęto wyprawiać całe pociągi towarowe z droższymi towarami, jak jedwab, owoce kalifornijskie i t.p. bezpośrednio za pociągami osobowymi pospieszonymi i z równą szybkością, jako tak zwane sekcje lub u nas bis'y w odstępach 15-20 minut; takich pociągów towarowych biegnie czasami 2-6 w jednej tak zwanej paczce i idą one z szybkością 45-60 km. na godzinę na olbrzymich odległościach od Kalifornji do Chicago i nawet do wybrzeży Atlantyku (4000 - 6000 km.).

W Anglii znów widzimy nadzwyczajnie sprawną i szybką organizację dostawy ładunków. Jako przykład można przytoczyć przewozy z hurtowni londyńskich do większych miast prowincjonalnych. Detalista prowincjonalny, mając stałą niewielką ilość towarów na składzie, komunikuje telefonicznie w końcu dnia do hurtownika w Londynie swoje zapotrzebowanie. Furgon kolejowy (w Anglii towarzystwa kolejowe prawie wszędzie same uskuteczniają zbiórkę i rozwożenie towarów, tak zwanej drobniicy, to jest nie zajmującej całego wagonu) zabiera pod wieczór od hurtownika towar obciążony z prowincji i dostarcza na stację towarową, skąd

wieczorem zaczyna się wyprawianie pociągów szybkich towarowych, w pierwszym rzędzie przeznaczonych dla dalszych stacyj, a więc do Szkocji, a później około północy do bliższych, jak Manchester, Liverpool, Sheffield. Pociągi formują się, o ile możliwości, całe do każdego punktu przeznaczenia i przybywają tam nad ranem, tak że przed południem ma już detalista w sklepie obstalowany w przeddzień towar.

Nasze młode kolejnictwo, aczkolwiek nie może się jeszcze pochwalić takimi wprost popisowemi przewozami, to jednakowoż co do terminowości przewozów, szczególnie w ruchu osobowym, może śmiało konkurować z drogami żelaznemi państw zachodnich, a niektóre z nich, nie wyłączając Francji, Niemiec, Austrii i Włoch, stanowczo przewyższa.

Bezpieczeństwo.

Podróżowanie drogami żelaznemi jest znacznie bezpieczniejsze, niż innemi środkami komunikacyjnymi. Dla Francji obliczano zwiększenie bezpieczeństwa przed wojną na około 15 razy. Na ulicach samego Londynu było przed wojną więcej wypadków, niż na całej sieci kolejowej angielskiej. Dla roku 1900 zdarzał się 1 wypadek nie z winy podróżnego na 44 miliony pasażerów x kilometrów, czyli można oczekiwać kalekotwa lub śmierci, objechawszy 40 razy wszystkie drogi żelazne świata, na co trzeba by było użyć do 100 lat, podróżując bez przerwy z szybkością pociągu pospiesznego.

x) $\frac{44\ 000\ 000}{365 \times 24} \approx 1$ wypadku

Obecnie po wojnie ze wzrostem wprost niesłychanym ilości samochodów, bezpieczeństwo ruchu ulicznego i szosowego pogorszyło się w takim stopniu, że już w Stanach Zjednoczonych przybrało wprost zatrważające rozmiary. Wśród pracowników kolejowych wypadki są znacznie częstsze niż wśród podróżnych. Birk oblicza, że pracowników zabitych jest 8 razy, a rannych 4 razy więcej niż podróżnych.

Stażność opłat przewozowych na drogach żelaznych nader dodatnio wpływa na kalkulacje przemysłu i handlu, a co zatem idzie na stażność cen rynkowych. Frachty rzeczne wahają się natomiast w zależności od pory roku, a koszt przewozu po drogach bitych - od stanu dróg, a poniekąd i od warunków atmosferycznych.

Zdolność przewozowa dróg żelaznych jest bardzo znaczna. W tabelicy na str.30 wskazane są niektóre charakterystyczne dane o ruchu osobowym i towarowym, oparte na statyce z roku 1908 i częściowo na danych prof.Ceglińskiego, za wyjątkiem Polski, dla której dane poniższe stosują się do roku 1922, a częściowo do 1 kwartału 1924 r.

Liczby oznaczone x) zostały poźnane podług prof.Wasiutyńskiego "Drogi Żelazne".

Tablica Nr.3.

	R o k 1908						R o k 1922.			
	Francja	Niemcy	Austria	Rosja Europ.	St.Zjed- noczone	Anglja	P o l s k a			Ra- zem.
							b.dzielnic			
							ros.	ostr.	niem.	
1) Przewieziono po- dróżnych milionów	479	1336	258	152	890	1275	65 ^{x)}	51 ^{x)}	24 ^{x)}	140 ^{x)}
2) Przebiegna dług. podróży 1 pasażer- a km.	31	22	37	103	49		71	55	53	64
3) Wykonano prze- ciętnie na 1 km. linji tysięcy pas. x km.	395	548	242	315	125		686 ^{x)}	621 ^{x)}	293 ^{x)}	562 ^{x)}
4) Na 1 mieszkańca pasażero x km.	381	490	195	137	507		320 ^{x)}	379 ^{x)}	310 ^{x)}	330 ^{x)}
5) Ilość podróży na 1 mieszkańca rocznie	12	22	5	1,3	10	32	4,5	6,7	5,9	5,2
6) Zaludnienie pocią- gu - podróżnych	69	84	73		51					197
7) Przewieziono ład- unków milj.ton	163	486	198	198	1615	508	14 ^{x)}	9,8 ^{x)}	12,6 ^{x)}	36,4 ^{x)}
8) Przebiegny prze- bieg 1 tonno-km.	122	96	102	223	215					223
9) Przebiegna waga użytkowa pociągu	128	229	207		357					300
10) Przebiegna ilość przewozów na 1 km. linji milj.tzkm.	0,5	0,9	0,5	0,9	0,9		0,49 ^{x)}	0,40 ^{x)}	0,63 ^{x)}	0,50 ^{x)}
11) Przebiegna ilość pociągów osobowych dziennie na 1 km. linji	15,7	17,8	9,1		6	}	12,9 ^{x)}	14,1 ^{x)}	12,6 ^{x)}	7,7
12) Również towaro- wych	10,7	10,8	6,6		6,9					

(Ikw1924)

W tablicy tej rubryka dla Anglii nie mogła być wypełniona, dlatego że drogi żelazne angielskie, pracujące wzorowo pod każdym względem, prawie że nie posiadają statystyki, oprócz jedynej linii Wielkiej Wschodniej (Great Eastern), która jednakowoż statystykę tę zachowuje dla siebie.

Dane w wierszu 2 powyższej tablicy wskazują charakter ruchu osobowego w poszczególnych krajach; widzimy, że w obszernej Rosji podróżowano na duże odległości; stosunkowo mała liczba (49 km.) w tym samym wierszu dla również obszernych Stanów Zjednoczonych tłumaczy się tem, że na wschodniej uprzemysłowionej części Stanów istnieje nader gęsty ruch osobowy, ruch zaś transkontynentalny i ruch w środkowych i zachodnich rolniczych przeważnie Stanach jest znacznie mniej intensywny i, chociaż tam podróżują na większe odległości, to ruch w Stanach wschodnich przeważa i wpływa na zmniejszenie przeciętnej długości jednej podróży.

Wiersz 3 wskazuje stopień przeciętnego obciążenia linii kolejowych ruchem osobowym. Stany Zjednoczone mają naogół słabe przeciętne obciążenie ruchem wskutek zbyt gęstej sieci w środkowych i zachodnich Stanach. Rosja miała duży ruch, wskutek słabej ilościowo sieci kolejowej.

Wiersz 5 świadczy o ruchliwości ludności, wskazuje ilość podróży rocznie na 1 mieszkańca. Z podanych w tablicy państw największą ruchliwością odznacza się Anglja, następnie Niemcy, a najmniejszą Rosja.

Dane w wierszu 8 zależne są głównie od obszaru państwa i poniekąd od skali ruchu tranzytowego.

Dane wiersza 9 zależą od organizacji ruchu towarowego i w znacznym stopniu od układu życia; zarządy kolejowe dążą stale do zwiększania przeciętnego użytecznego obciążenia pociągu towarowego.

Wiersz 10 charakteryzuje przeciętne obciążenie całej sieci ruchem towarowym. Oczywiście każda sieć posiada linie o znacznie słabszym i o znacznie silniejszym ruchu towarowym w porównaniu z normą przeciętną, wskazaną w tym wierszu. Ujemnie wpływają na tę normę linie strategiczne normalnie słabo pracujące, jak to ma miejsce w byłym zaborze rosyjskim u nas.

Z zestawienia wierszy 3 i 6 z jednej strony, 9 i 10 z drugiej - otrzymujemy przeciętne obciążenie sieci ilością pociągów osobowych i towarowych, wskazane w wierszach 11 i 12.

Skutki ekonomiczne. Budowa dróg żelaznych wywołała ogromny przewrót w warunkach życia i stosunkach ekonomicznych.

Dawniej ludność osiedlała się głównie wzdłuż rzek; obecnie dba o dogodne połączenia kolejowe i w takich punktach rozwija się najlepiej zarówno jak handel tak i przemysł. Rynki zbytu znacznie się rozszerzyły; wywołało to większe współzawodnictwo, ale jednocześnie wpływa na zmniejszenie wahań cen rynkowych, co jest nader ważne szczególnie

w zastosowaniu do artykułów pierwszej potrzeby. W najmniejszym stopniu wpłynął rozwój dróg żelaznych na rolnictwo. Przed powstaniem dostatecznie gęstej sieci kolejowej, ludność podczas nieurodzaju to w tej to w innej części kraju cierpiała głód; szczególnie często zdarzało się to w Rosji i o jakiejś poważniejszej akcji ratowniczej przy ówczesnych środkach komunikacyjnych nie mogło być mowy. Cena mąki pod wpływem nieurodzaju wzrosła się 20-krotnie. Po zbudowaniu dróg żelaznych nie notowano tam przed wojną europejską podrożenia w tych wypadkach, wykraczającego ponad 25% przy stosunkowo bardzo słabej sieci kolejowej rosyjskiej. O ile dla całej ludności taka zmiana jest poprawą na lepsze, to rolnicy muszą obecnie wkładać w swą pracę więcej myśli i umiejętności; dawniej, gdy ziemia obrodziła gorzej, to ceny rosły i rolnik na tym przeważnie ^{nie} tracił; obecnie dowóz z innych okolic nie dopuszcza do większego wzrostu cen; postronem wciągnięto do uprawy na eksport tereny słabo zaludnione, które dawniej nie produkowały na wywóz; maści więc rolnik obecnie uprawiać te plody, które w danym miejscu najlepiej rosną i opłacają się. Z drugiej strony sprzyja rozwojowi rolnictwa ułatwiona dostawa nawozów sztucznych. Wywóz z miejsca produkcji na dalsze rynki zbytu, który dotknął miejscowe rolnictwo i przemysł, że wskazy tu ^{tylko} na węgiel, przewożony obecnie na olbrzymie odległości, wpłynął na podniesienie wszelkich ^{produktów} w miejscu spożycia i na podrożenie ich u źródła, ^{nawet}

jąc w znacznym stopniu ceny. Łatwość przewozów i przejazdów działa w kierunku zrównania warstw ludności, ułatwia podróżowanie klasom mniej zamożnym i znalezienie zarobku poza miejscem stałego zamieszkania.

Koszta budowy dróg żelaznych.

Koszta budowy dróg żelaznych znacznie się różnią w poszczególnych krajach; dla charakterystyki można przytoczyć następujące dane kosztu 1 km.

Szwecja	100.000 złotych
Stany Zjednocz.	200.000 "
" " Wsch.	350.000 "
Rosja	280.000 "
B.zab.ros.Polski	290.000 "
Niemcy	350.000 "
Francja	425.000 "
Belgja	525.000 "
Anglja (metropol)	350.000-1.100.000"

Liczbę powyższe znacznie się różnią pomiędzy sobą; głównie należy to przypisać niejednokowemu stopniowi doskonałości technicznej, do którego zupełnie słusznie w wielu wypadkach dążono przy budowie dróg żelaznych, w zależności do warunków miejscowych. Szczególnie pouczającym powinien tu być dla nas przykład budowy amerykańskich kolei; w Stanach Zjednoczonych uważa się za słuszne budować nowe linje z najskromniejszym możliwie wyposażeniem technicznym i odrobieniem; dopiero w następstwie, jeżeli linja się opłaca, ulepsza się ja odpo-

wiednio do ruchu, jaki się na niej rozwinął. Znaczna część linii amerykańskich, szczególnie w Zachodnich Stanach, urządzona jest daleko skromniej i, rzecz oczywista, mniej bezpiecznie, niż większość europejskich; ale też dzięki takiemu porządkowi budowy mają Stany Zjednoczone 400.000 km. dróg żelaznych. Nad tym powinniśmy się głęboko zastanowić i, biorąc pod uwagę rażący brak dróg żelaznych w byłym zaborze rosyjskim, a szczególnie na Kresach, gdzie ruch osobowy i towarowy nie może być odrazu duży, co przypomina stesunki zachodnio-amerykańską, powinniśmy powiedzieć sobie, że jeżeli chcemy budować prędko, chociażby ze względu na obronę Państwa, to musimy budować tanio i skromnie, wzorując się jedynie na Stanach Zjednoczonych. Obecnie zaś widać u nas, w budownictwie kolejowym jasną tendencję wzorowania się na Niemczech, Austrii lub Rosji; wyposażamy przeważnie linje zbyt bogato; linja powinna możliwie kosztować tylko tyle, ile może rentować, a w każdym razie możliwie mało; jeżeli nie będziemy budować do ostatecznej możliwości tanio, zbudujemy bardzo mało; to spowoduje, że kraj nie będzie się tak rozwijał, jak przy taniej i szybkiej budowie kolei, i wtedy dopływ środków na dalszą budowę będzie znów wolniejszy; w ten sposób nie dogonimy i nie dotrzemy kroku sąsiadom w walce o przemysł i kulturę. Podkreślić należy wyraźnie, że z bogatym programem wyposażenia, jaki mamy dla budujących się obecnie linii, oprócz zbudowanej już Kutno-Strzałków, jesteśmy na zupełnie fałszywej drodze.

Finansową stronę budowy i eksploatacji dróg żelaznych

charakteryzują następujące dane: wydatki eksploatacyjne wynosiły w Rosji przed wojną 8%, w Niemczech 9,5%, w Anglii 4,5% od kosztu budowy, a kapitał obrotowy był jeszcze mniejszy. Dla porównania godzi się zaznaczyć, że stosunek kapitału zakładowego do obrotowego w przemyśle przedsiębiorczym wynosi 60%. Mamy więc w kolejnictwie ogromną, rzadko spotykaną, przewagę kapitału stałego nad obrotowym; jeżeli zważywszy, że eksploatacja jest uważana naogół za doskonałą, jeżeli stosunek wydatków do dochodu brutto czyli tak zwany, współczynnik eksploatacji jest nie większy od 1/2, to wynika z tego, że dokładność w ustaleniu programu i kosztorysu budowy musi jak najdalej być posunięta, ażeby uzyskać linię dochodową. Jeżeli, dążąc do nadmiernie doskonałego wyposażenia linii, niżby tego wymagał przewidywany ruch, zwiększymy koszty budowy, to łatwo możemy otrzymać linię deficytową, a należy się tego obawiać w daleko większym stopniu przy budownictwie państwowym, niż przy prywatnym, ponieważ przy pierwszym zwraca się zwykle więcej uwagi na formalne zachowanie norm i przepisów, a mniej na stronę handlową. Prywatny kapitał takiego punktu widzenia nigdy nie przyjmie; dlatego powinniśmy się i przy państwowym budownictwie wzorować na budownictwie amerykańskim, wyłącznie prywatnym, gdzie osiągnięto pod względem rozwoju sieci rezultaty świetne, nigdzie indziej nie spotykane i wyposażenie linii zależące od tego, czy przebiega ona tereny z intensywnym lub ekstensywnym życiem.

Wydatki budowlane dzielą się pomiędzy poszczególne kategorie robót w przybliżeniu, jak następuje:

Wykaszczenie	10 %
Urządzenie torowiska z dzieł sztuki	26 %
Budowa wierzchnia	21 %
Sygnalizacja i telegraf	1,5 %
Warsztaty	1,5 %
Stacje	13 %
Tabor	22 %
Koszta administracyjne	4 %
Koszta ogólne	1 %
r a z e m	100 %

Klasyfikacja dróg żelaznych.

W zależności od szerokości toru odróżniamy linje normalnotorowe, szeroko torowe, wąskotorowe, jednoszynowe, bezszynowe.

Na drogach żelaznych normalnotorowych szyny są postawione w odcinkach prostych o 1435 mm., licząc pomiędzy wewnętrznymi brzegami główek.

Szerokość ta, ustalona ostatecznie na międzynarodowej konferencji w Bernie w roku 1886. powstała w następujący sposób: jak było wskazane wyżej (rys. 10 i 19) zastosował Reynolds tor z kątownikami, rozstawionymi w odległości 5 stóp, w zależności od rozstawu kół wozów.

1 stopa = 12 cali

1' = 0,305 metra ≈ 30 cm.



Rys. 19.

Jessop, wprowadzając szyny z główkami, bez obrzeży, przyjął rozstawienie Reynolds'a 5 stóp pomiędzy zewnętrznymi brzegami główek (rys. 19), przy szerokości ich równej $1\frac{3}{4}$ " dało to rozstęp pomiędzy wewnętrznymi brzegami $4'8\frac{1}{2}" = 1555$ czyli 1435 mm., do którego powinny być zastosowane obrzeża kół taboru i ich rozstawienie. Szerokość ta zwiększa się w krzywych odcinkach toru, lecz nigdy ponad 1465 mm., jak będzie wskazane niżej; pozatem dopuszczalne są zmiany pod wpływem działania taboru w kierunku zwężenia do 3 mm. i poszerzenia do 10 mm., jednakże łącznie z poszerzeniem w krzywej nigdy poza 1470 mm. Linje normalnotorowe stanowią naogół 70% całej długości dróg żelaznych i są przyjęte powszechnie w Europie poza Hiszpanją, Portugalją, Irlandją i Rosją; w Stanach Zjednoczonych, ustalono właściwie $4'9"$ i do tej szerokości doprowadzono stopniowo wszystkie linje początkowo zbudowane o rozmaitych szerokościach toru. We Francji przyjęto rozstęp 1500 mm. pomiędzy osiami szyn, co nie jest teoretycznie, aczkolwiek praktycznie niema większego znaczenia przy ~~żyjących~~ ^{skusznym} obecnie typach szyn; a nie jest ono skuszne, ponieważ rozstęp pomiędzy wewnętrznymi brzegami główek szyn, miarodajny dla ustroju kół, zależy jest wtedy od szerokości główki i waha się od 1440 mm. do 1450; 1440 mm. mają linje Nord, Paris-Orleans i Ceinture w Paryżu, 1450 mm. - Est, Etat, Midi i Paris-Lyon-Méditerranée.

Większe od normalnej szerokości toru miały, szczególnie w pierwszych okresach, sporo zwolenników; uważano takie

szersze koleje za korzystne ze względu na większą stateczność toru i taboru na nim. 7' zastosował słynny inżynier Brunel przy budowie jednej z najlepszych i największych linii kolejowych Anglii Great Western Ry, która przy tej szerokości miała w obiegu bardzo szybkie pociągi pospieszne a i dziś ma najszybsze na świecie

Kolej tę przeszyto na normalną szerokość toru w roku 1892; ta sama szerokość istnieje na dr.żel. Central of Brazil i państwowych na Ceylonie.

6' istniało dawniej na Erie Railroad (U.S.A.), i z Petersburga do Carskiego Sioka; była to pierwsza droga żelazna w Rosji, zbudowana przez Gerstnera; obecnie linii kolejowych tej szerokości niema.

5'6'' ma Hiszpanja, Portugalia, Indje, gdzie zastosowano tę szerokość ze względu na huragany, Ceylon, Siam, Argentyna, a dawniej miała Kanada.

5'3'' ma Irlandja, Brazylja, Chili, Australja.

5' ma Rosja, gdzie szerokość tę zastosował inżynier Whistler; dawniej istniała w Stanach Zjednoczonych.

Z szerokości toru, węższych od normalnej, można wymienić:

4'2'' Chili

4' Szwecja, Indja, Brazylja

3'9'' Hiszpanja

1100 mm. Belgja, Brazylja

1067- 3'6'' Japonja, Australja, Południowa Afryka, Egipt, Szwecja, Norwegja, Holandja.

1000 mm. Niemcy, Francja i u nas (w ich liczbie linja Grójeck

w okolicach Warszawy).

955 mm. Włochy

2' = 914 mm. Szwajcya, Stany Zjednoczone (Denver i Rio Grande RR.) Mexico;

890 Szwajcya

800 mm. koleje górskie Szwajcarii, Jawa, Anglja, Francja, u nas linja Marea w okolicach Warszawy.

795 mm. Niemcy

762 = 2'6'' Indje, Chili, Bolivia,

760 mm. Bośnia, Brazylja

750 mm. Kongo, Egipt, Saksyj, Rosja, Polska (Wilanowska, Jablonno-Wawerska, i inne).

2' = 610 mm. Niemcy, Afryka niemiecka

1'10'' = 559 mm. Dublin

1'6'' = 457 mm. Crewa, Woolwich, Chatham w Anglji.

Wielkiny więc niezmierną rozmaiłość odmiennych szerokości toru; ale jest rzeczą wprost fatalną jeżeli sieć magistralna w kraju składa się z linii o niejednolitym ^{typie} pod tym względem, powstaje bowiem wtedy konieczność przeładowywania towarów, co wymaga dużo czasu, kosztów i zmniejsza sprawność pracy sieci dróg żelaznych.

W technice kolejowej ustala się obecnie pogląd, że należy ustalić ogólnie kilka szerokości toru i innych nie stosować; naogół przyjmuje się poza szerokością normalną 1435 mm. jeszcze szerokości 1000, 750 i 600 mm.; ale zdaje się korzystnem będzie wyeliminować z nich jeszcze szerokość 750 mm., ponieważ daje ona już tylko małe oszczędności w porównaniu z sze-

rokością 1000 mm., a przy przyszłej elektryfikacji już sta się niedogodną wskutek trudności umieszczenia motorów pomiędzy kołami; 600 mm. nadaje się jedynie dla kolejek fabrycznych, relnych i wojskowych przenośnych.

W roku 1910 z ogólnej liczby 1 miliona istnieją^{ch} wów dróg żelaznych było 130,000 linii wąskotorowych czyli 13% w tej liczbie :

linij o szer. toru $S > 1000$ mm.	40%	czyli 52.000 km.
" " " $S = 1000$ "	42%	" 54.000 "
" " " $S < 1000$ "	18%	" 24.000 "

Statystyka z roku 1909 daje następujące długości dróg żelaznych^w poszczególnych częściach świata.

1909 r.	Normalnotorowe		Szerokotorowe		Wąskotorowe	
	Km	%	Km	%	Km	%
Europa	220026	71	67525	22	21215	7
Ameryka Półn.	376741	98	80	-	8373	2
" Połudn.	5934	14	14745	36	20212	50
Azja	6005	7	34530	43	40042	50
Afryka	4835	17	-	-	23752	83
Australja	5454	20	6290	22	15939	58

Z tablicy tej widać, że linje normalnotorowe dominują w Ameryce Północnej i przeważają w Europie, gdzie linii wąskotorowych jest stosunkowo mało. Ameryka Południowa i Azja wykazują połowę linii wąskotorowych, poza tem znaczną ilość szerokotorowych; w Afryce przeważają wyraźnie linje wąskotorowe.

Poniższe zestawienie, niezupełnie ścisłe co do ogólnej sumy, daje odsetki linii różnych szerokości z pominięciem tych z pośród nich, które są mało stosowane.

S = 5'6"	53220	km.	6 %	} 14,5
S = 5'3"	12650	"	1,5%	
S = 5	57300	"	7 %	
S = 1435 mm.	618990	"	71 %	
S = 3'6"	52310	"	6 %	} 14,5
S = 1000 mm.	54520	"	6 %	
S < 1000 mm.	22700	"	2,5%	

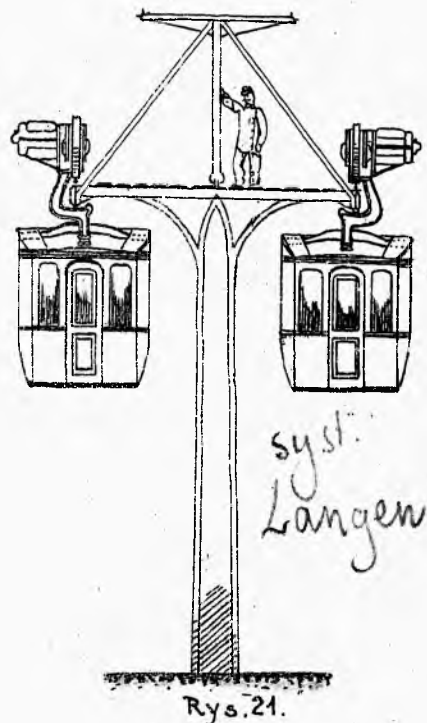
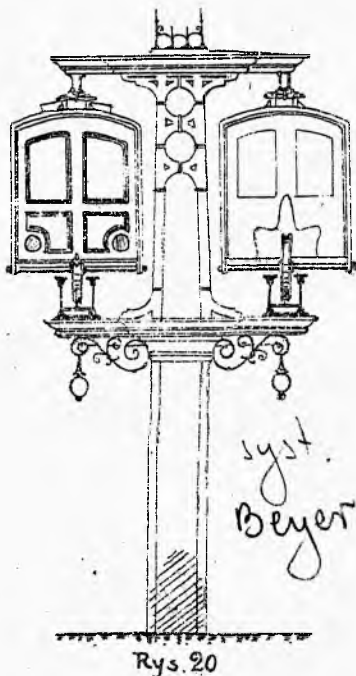
W niektórych krajach uważano za wskazane, ze względów strategiczno-wojskowych, stosować szerokość toru odmienną od sąsiadów; przypuszczano bowiem, że w ten sposób utrudni się wkroczenie wroga do kraju; tem kierowała się Rosja, obrawszy S = 5', szerokość zbliżoną do normalnej, a bądź co bądź przyjętej zasady nieco odmienną od niej. Wojna światowa wykazała mylność, bo korzyści podczas wojny nie osiągnięto, a nawet powstały pewne trudności, a w czasie pokoju taka odmienna szerokość toru wywoływała wiele niedogodności w przeładunku, szczególnie, że linja Warszawsko-wiedeńska, Bydgoska i Fabryczno-Łódzka na lewym brzegu Wisły miały szerokość toru normalną. Podczas cofania się armji rosyjskiej przesywali niemcy i austriacy tory z szybkością zmiany pozycji, i chcąc opóźnić posuwanie się ich, musieli rosjanie wysadzać w powietrze większe mosty, lub psuć wszystkie szyny, gnąc je i rwąc w złączach; otóż tylko to, a szczególnie odbudowa prowizoryczna tych większych

mostów i sklepień mogło wpłynąć na posuwanie się większych mas wojsk przeciwnika, utrudniając dowóz amunicji i prowiantów, a efekt byłby przy takich uszkodzeniach linii prawie ten sam, gdyby w Rosji istniała normalna szerokość toru; austriacy i Niemcy byli raczej w dogodniejszym położeniu, mając przy normalnej szerokości toru węższą skrajnię taboru i budowali, niż Rosjanie, nie natrafiali na trudności na stacjach, ze względu na rozstawienie torów i budynki, oraz w mostach z jazdą dolną i przy przejeździe pod wiaduktami; Rosjanie natomiast, mając skrajnię a więc i tabor wyższy i szerszy, byli zmuszeni do większych przeróbek urządzeń stacyjnych. Przeróbka rozjazdów stacyjnych też jest trudniejsza przy poszerzeniu niż przy zwężeniu toru. Poza to były chwile gdy Rosjanie po zajęciu większych połączeń z linjami normalnotorowymi, albo z powodu niemożności ^{ładzenia} ~~ładzenia~~ /przeszywania lub z innych względów, ^{musieli} eksploatować linje normalnotorowe i wtedy mieli do dyspozycji jedynie tabor dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, którego było mało, a poza to trudno go było przewieźć na miejsce przeznaczenia po liniach szerokotorowych.

Gdy powstaje konieczność przepuszczenia na danym odcinku linii taboru dwóch szerokości toru, uskutecznia się to przez ułożenie trzeciej lub dwóch dodatkowych szyn na tych samych podkładach; pierwszy wypadek ma miejsce, gdy różnica /szerokości toru jest znaczna, jak np. na kilkuset kilometrach Denver and Rio Grande Railroad w dolinie rzeki Rio Grande, gdzie przechodzi na trzech szynach tor normalny i tor 3'. Drugi

wypadek ma miejsce np. przy zetknięciu się toru normalnego z torem rosyjskim, wskutek nieznacznej różnicy^w/szerokości, wynoszącej 3,5 cala. Przed wojną mieliśmy taki stan rzeczy w węźle warszawskim, w Zagłębiu dąbrowskim i na wszystkich tych pogranicznych stacjach pomiędzy zaborami rosyjskim, austriackim i niemieckim, do których dochodziły ze wschodu tory rosyjskiej szerokości. W pierwszym wypadku, a szczególnie w drugim, powstają znaczne trudności, w układzie rozjazdów i wogóle tor o czterech szynach w miejscach, gdzie jest dużo rozgałęzień, jest tak niedoskonały, że szybkości pociągów muszą być przepisowo znacznie mniejsze od normalnych; warunki takie oczekują nas na wszystkich ^{wschodnich} stacjach granicznych.

Linje kolejowe jednoszynowe budowane są bardzo rzadko, przeważnie dla szybkiego ruchu międzymiastowego na mniejszych odległościach; są to przeważnie linje nadziemne (rys. 20 i 21).



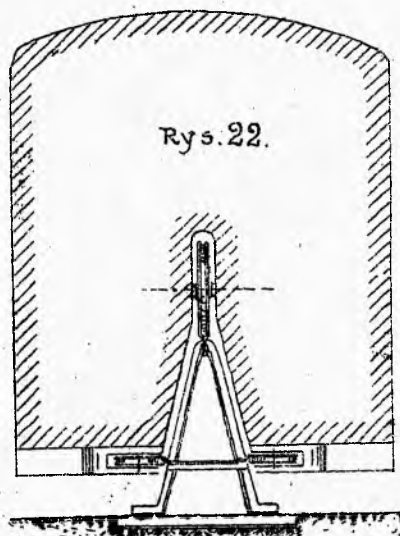
Na rys.20 uwidoczni^ona jest droga żel.systemu Beyera. Wagony toczą się dolnymi kołami po szynie, ułożonej na dźwigarach podłużnych, opartych na szeregu wież.

Na dachu wagonu umieszczone są pary mniejszych poziomych kół, opierających się z boku /szynę podłużną górną, ażeby utrzymać wagon w położeniu pionowym.

Na rys.21 widzimy system Langen'a, zastosowany z zupełnem powodzeniem na linii wiszącej pomiędzy Elbertald i Barmen w Niemczech. System ten może mieć przyszłość przy budowie nadziemnych kolei miejskich.

Wieże podtrzymują szynę podłużną; po niej toczą się koła, na których wisi u spodu wagon i umocowane są pozatem motory elektryczne. System ten jest bezpieczniejszy od systemu Beyera, ponieważ wagony mogą się odchyłać na krzywych odcinkach linii pod wpływem siły odśrodkowej, i wskutek tego można tu stosować większe szybkości jazdy.

Na rys. 22 uwidoczni^o system Lartigue'a, zastosowany



w Tunisie i Algierze, a pozatem w Irlandji z Listewei do Ballibunion. Pierwsze tego rodzaju koleje były projektowane w roku 1821 Robinsona Palmera. Wagony toczą się na kołach, umieszczonych wzdłuż osi wagonu; dla uniknięcia zaś przechylania się taboru i tarcia o jarzma, podtrzymu-

jące szynę główną, służą koła poziome pod podłogą wagonów, opierające się z pewnym luzem o pomocnicze szyny boczne.

Poza wskazanymi rzadko spotykanymi systemami, stosuje się często dla celów przemysłowych i budowlanych kolejki linowe; wagoniki tych kolejek wiszą i toczą się przy pomocy kół po linie stalowej, zarzuconej na szeregu wież. Kolejki te umożliwiają najłatwiejsze i najtańsze przekraczanie głębokich parów, rzek i łatwo podnoszą się na znaczne wysokości.

W okresie prób znajdują się koleje jednoszynowe z zastosowaniem wirników, umieszczonych pionowo w wagonach i utrzymujących je w pozycji pionowej. Linje takie mogłyby mieć wielką przyszłość dla ruchu osobowego, ponieważ umożliwiłyby przewożenie osób z ogromnymi szybkościami po liniach o trudnych warunkach trasy.

Podług znaczenia dzielą się u nas drogi żelazne na: 1) pierwszorzędne, 2) drugorzędne i 3) trzeciorzędne; do pierwszych zaliczamy wielkie magistrale znaczenia międzynarodowego i linje znaczenia krajowego, ale z dużymi ilościami przewozów; do linii drugorzędnych zaliczamy linje miejscowego znaczenia ze znacznym ruchem, jak np. Skarżysko-Koluszki, Herby - - Kielce, Łuków-Dęblin, południową linję transwersalną w Karpelcu Sucha - Stróże - Chyrów - Sambor; po takich liniach, pociągi pospieszne o znacznych szybkościach nie kursują; wreszcie do linii trzeciorzędnych zalicza się linje normalno- lub wąskoterowe wyłącznie miejscowego znaczenia, łączące się z siecią kolejową jednym tylko końcem, a z pośród łączących się z obydwuch końców te, po których nie przebiega wyraźny znaczniejszy potok ruchu tranzytowego.

Jeżeli wychodzić z szerszego punktu widzenia, nie ograniczając się do naszej polskiej sieci, to rzec można, że w klasyfikacji tej szerokość toru może i nie odgrywać roli; widzimy np., że w Japonii cała sieć, a więc i najróżnolitejsze pierwszorzędne linje, jest wąskotorowa i ma szerokość toru 3' 6". W zależności od ilości i szybkości ruchu stosuje się na liniach różne zasady eksploatacji z większymi lub mniejszymi wymaganiami w kierunku zagwarantowania bezpieczeństwa ruchu; z tem wiążą się odpowiednie przepisy prawne, przepisy kolejowe i mniej lub więcej złożona procedura koncesyjna. We Francji przepisy prawne, techniczne i eksploatacyjne odróżniają tylko dwie kategorie dróg żelaznych:

"Chemins de fer d'intérêt général" i "Chemins de fer d'intérêt local"; w Anglii oprócz linii głównych widzimy "light railways" z odmiennym prawodawstwem i przepisami. Niemcy odróżniają: 1) linje pierwszorzędne czyli "Hauptbahnen" z szybkością jazdy do 120 km. na godzinę, 2) linje drugorzędne "Nebenbahnen" z szybkością do 50 km. na godzinę; linje tej kategorii mogą mieć szerokość toru oprócz $S = 1435$ mm. również 1000 lub 750 mm.; poza tem 3) linje miejscowe "Lokalbahnen" z szybkością jazdy do 30 km. na godzinę, które mogą mieć tabor odmienny od linii 1 i 2 kategorii, aczkolwiek pożądanem jest takie techniczne wyposażenie linii, żeby po nich mógł również kursować i tabor normalny; wreszcie 4) linje dojazdowe, położone w obrębie jednej gminy.

Drogi żelazne dzielą się ze względu na topografię miejscowości na: 1) równinne, które powinny być projektowane możliwie tak, ażeby nie zachodziła potrzeba hamowania pociągów towarowych przy jeździe na spadkach, dłuższe wzniesienia nie powinny być przewyższać 5‰, a promienie krzywych być mniejsze od 1000 m.; 2) podgórskie z dłuższymi wzniesieniami przy $i \leq 10‰$ i promieniami $R \gg 600$ m.; 3) górskie o trudniejszym profilu.

W zależności od położenia względem terenu odróżniamy linje nasienne, podziemne i nadziemne.

Linja kolejowa może całkowicie należeć do jednej z tych kategorii lub mieć odcinki różne. Przeważna część dróg żelaznych należy do pierwszej grupy; dłuższe lub krótsze odcinki takich linii przechodzą w wykopach lub w nasypach, w zależności od falistości terenu, a w Stanach Zjednoczonych spotykamy niekiedy zamiast nasypów długie wiadukty drewniane, zwane estakadami.

Do wybitnie podziemnych linii należą metropolitany miejskie, prowadzone w wykopach lub krytych przekopach i tunelach (tube, under ground, Unterpflasterbahn); drogi żelazne zwykle mogą mieć takie odcinki w podejściu do wielkich miast lub w przejściu przez nie; do nich należy budująca się linja średnicowa w Warszawie, wejście Etat do Paryża, wejście Pennsylvania Railroad i Newyork Central and Hudson River Railroad do Nowego Yorku, przejście Baltimore and Ohio Railroad przez miasto Baltimore i inne.

Drugi rodzaj dróg żelaznych są to przeważnie linje miejskie lub podejścia, jak wyżej, linii magistralnych do wielkich miast. Przeprowadza się je na wysokości przynajmniej 5 m. ponad terenem na wale, z wiaduktami dla przepuszczenia ulic pod koleją, albo też na estakadach murowanych lub żelaznych. Do nich należą elewated railroad w Nowym Yorku, Chicago, Philadelphia, Liverpool u. Srednica i Stadtbahn w Berlinie i inne, a u nas świeżo wykończona część linii obwodowej w Warszawie pomiędzy Wolą a Powązkami i średnicowa linja w obrębie Pragi. Do tej kategorii należy również zaliczyć opisane wyżej kolejki linowe i wiszące jednoszynowe.

Szybki rozwój dróg żelaznych rozpoczął się od chwili zastosowania do trakcji pary; parowa lokomotywa panowała niepo-
dzielnie do ostatnich czasów oprócz linii specjalnych, jak linje miejskie, międzymiastowe, tramwaje, gdzie przeważała trakcja elektryczna czy to pod postacią wagonów motorowych, czy lokomotyw. Obecnie zaczyna się rozpowszechniać trakcja elektryczna również i na liniach magistralnych, w ruchu podmiejskim pod postacią pociągów, złożonych z szeregu wagonów motorowych i zwykłych wagonów przeczepnych; w ruchu dalekim wprowadzano lokomotywy elektryczne pierwotnie w dłuższych tunelach dla uniknięcia dymu; następnie zainteresowały się rozwojem trakcji elektrycznej kraje, nie posiadające własnego węgla za to zapasy energii wodnej, jak Szwajcaria i Włochy. Przeciwnicy trakcji elektrycznej pod-

kreślali jej braki, wskazując na strajki, kiedy kilku pracowników elektrowni mogłoby unieruchomić całą sieć, i na względy strategiczne. Obecnie przeważa opinia, że właśnie łatwiej utrzymać w ruchu elektrownię, niż przy pracy znaczną ilość wykwalifikowanych brygad parowozowych, a lokomotywa elektryczna nie wymaga specjalnie wyszkolonej obsługi i może być prowadzona w razie potrzeby przez kogcelników. Z obszernych zamierzeń w dziedzinie elektyfikacji kolei magistralnych z ostatnich kilku lat powojennych, można dojść do wniosku, że i obawy o obronę kraju musiały w znacznym stopniu odpaść. Należy przypuszczać, że przy zachowaniu na wypadek wojny na sieci przyfrontowej składów paliwa i wodociągów, a przy dostatecznej ilości parowozów na sieci krajowej, można je w razie potrzeby przerzucić na zagrożone linje elektryfikowane i użyć przy wkroczeniu na terytorjum wroga. Za trakcją elektryczną przemawia znaczna ekonomja w ilości i gatunku zużywanego paliwa, możliwość użytkowania miazgu węglowego, torfu, siły wodnej i uwolnienie znacznej ilości taboru (około 8%) zajętego przewożeniem węgla kolejowego dla parowozów. Obecnie zelektryfikowano pewną część linii magistralnych w Szwajcarji, Różnocnych Włoszech, Południowej Francji, Niemczech i Stanach Zjednoczonych. Duże programy elektryfikacji opracowały Francja, Anglja i Włochy. U nas sprawa ta była studjowana w specjalnej komisji mię-

dzyministerjal^{nej} od roku 1919 i wyniki przemawiają za elektryfikacją. Przeszkodę stanowią znaczne kapitały potrzebne na ten cel i konieczność sprowadzenia^z zagranicy przeważnej części maszyn i przewodów.

Znaczny krok naprzód w budowie lokomotyw elektrycznych uczyniono w Stanach Zjednoczonych przez skonstruowanie dla linii Butte Anaconda i Chicago Milwaukee and St. Paul dobrych motorów stałego prądu o 3000 Volt.

Elektryczna lokomotywa z akumulatorami stosuje się wyłącznie przy małym ruchu osobowym. Para nie daje jednakowoż za wygraną i w ostatnich latach możemy zaobserwować wysiłki w kierunku ulepszenia lokomotywy parowej; prowadzą się próby z turbinami parowymi, ostatnio z przekładnią elektryczną.

Lokomotowy spalinowe znalazły zastosowanie głównie w Stanach Zjednoczonych, bądź to, jako wagony motorowe, dla ruchu linii ze słabym miejscowym ruchem osobowym, z mechaniczną przekładnią systemu Ma Keen'a lub z przekładnią elektryczną systemu General Electric Company. Małe lokomotywy spalinowe pracowały dobrze na wojnie a obecnie przy budowach. Silniki pneumatyczne, pracujące powietrzem sprężynowym do 60-80 atm., spotykamy w Paryżu w wagonach systemu Mękarskiego.

Konna trakcja wymiera na liniach miejskich i stosowana jest tylko narówni z trakcją ręczną na kolejkach przemysłowych i rolnych.

Lokomotywy z kołami gładkimi, oparte na przyczepności

po między kołem i szyną, pracują dobrze i na znacznych pochyłościach do 35-40‰, ale już od 25‰ jeżeli w grę nie wchodzi szybkość, może z nimi konkurować trakcja zębata.

Największe pochylenie przy trakcji zwykłej parowej istnieje na linii Le Havre-Sainte Marie we Francji i dochodzi do 115‰, najbardziej zaś stroma linja zębata na Wezwuzuszu ^{RA} i = 630‰

Większa część linii kolejowych posiada jeden tor; linje takie mogą zazwyczaj przy ruchu towarowym i osobowym i ciężkich pociągach przepuścić 21-24 par pociągów na dobę, to jest 21 w jedną stronę i tyleż w odwrotną. Gdy ilość pociągów warasta ponad tę normę, buduje się drugi tor, co daje możność przepuszczania w zależności od stopnia doskonałości urządzeń sygnalizacyjnych 45-70 par pociągów, a jeżeli kursują pociągi lekkie i wszystkie z jednakową szybkością, to do 300 par pociągów na dobę.

Gdy to nie wystarcza, buduje się linje wielotorowe linij takich jest w Niemczech z 3 torami 70 km., z 4 - 218 km. i z 5 torami 5 km.; w Anglii według statystyki 1909 r. było z ogólnej x długości 26370 km. linji:

2 torowych	20,440 km.	8 torowych	27 km.
3 "	1,660 "	9 "	11 "
4 "	2,050 "	10 "	6 "
5 "	250 "	11 "	5 "
6 "	140 "	12 "	3 "
7 "	56 "	13 "	2 "

Podług charakteru ruchu odróżniamy linje kolejowe z ruchem mieszanym, towarowym, osobowym. Przeważna część linii należy do pierwszej kategorii i służą one zarówno dla przewozów osobowych jak i towarowych, czy to w pociągach mieszanych osobowo-towarowych, czy też w odrębnych pociągach osobowych i odrębnych towarowych. Linje z ruchem wyłącznie osobowym spotykamy najczęściej w obrębie miast, jako linje miejskie; rzadziej jako linje podmiejskie osobowe; o ile nie przewożą one jednakowoż towarów, to w każdym razie mają ruch bagażowy. Do linii wyłącznie towarowych należą bocznice przemysłowe do fabryk i składów, odnogi wojskowe i portowe.

Przy wzroście ruchu, gdy jedna para torów na szlaku nie wystarcza i rozwija się linję do trzech lub czterech torów, dzieli się wtedy tory główne pomiędzy kategorjami ruchu tak, że po dwóch torach kursują pociągi osobowe, po reszcie zaś towarowe, lub też zastosowuje się specjalizację torów podług szybkości, skupiając na jednej parze torów pociągi szybsze osobowe i towarowe, a na drugiej pociągi miejscowe również osobowe i towarowe o wolniejszym biegu. Przemawia za tem wskazana wyżej korzyść, polegająca na uzyskaniu większej zdolności przelotowej oddzielnych torów drogi żelaznej. Te same względy spowodowały, w węzłach kolejowych wielkich miast, ruch rozdziela się przy wejściu do węzła z podziałem na linje wyłącznie osobowe i wyłącznie towarowe. Do tej sprawy powrócimy jeszcze przy omawianiu zasad projekto-

wania węzłów.

Drogi żelazne państwowe i prywatne.

Pierwsze drogi żelazne powstały dzięki prywatnej inicjatywie i przy udziale wyłącznie kapitału prywatnego. W następstwie z tych lub innych powodów państwo obejmowało poszczególne linje i budowało nowe. Podług statystyki 1913 roku istniało na kuli ziemskiej 29,4% linii państwowych i 70,6% prywatnych. W Europie było 51,9% państwowych i 48,1% prywatnych, w Ameryce odpowiednio 3,7% i 96,3%, w Azji 58% i 42%, w Afryce 59,7% i 40,3% i wreszcie w Australji 93,6% i 6,4%. Sprawa czy drogi żelazne powinny być państwowe, czy prywatne, nie jest dotychczas rozstrzygniętą i wzbudza namiętne i nieskonczone spory szczególnie w Anglji i Stanach Zjednoczonych, gdzie wszystkie linje są w rękach prywatnych. Przypuszczamy, że w ostatecznym wyniku drogi żelazne będą w rękach Państwa, ale nie powinno to mieć miejsca przed zbudowaniem dostatecznej dla danego kraju sieci kolejowej. Faktem bowiem jest, że nie było jeszcze wypadku stworzenia bujnej sieci, zadawalającej wymagania ludności, wyłącznie lub przeważnie przez inicjatywę państwową; ohyba, że ^{idzie} budowę linii strategicznych lub linii tak zwanych pionierskich w niekulturalnych i mało zasiedlonych kolonjach. Dla stworzenia większej sieci kolejowej potrzebny jest tak wielki wysiłek wobec znacznego kosztu, że należy przyciągać i ułatwiać pracę inicjatywie prywatnej, a nie

odpychać jej i utrudniać zadanie. Nawet zbyt wczesny wykup linii prywatnych przez Państwo, musi szkodliwie wpłynąć na dalszy rozwój sieci, bo odstrasza poważny prywatny kapitał, zmniejszając jego zainteresowanie w przedsiębiorstwie kolejowym. Z drugiej strony powinien być ustalony daleko idący nadzór organów państwowych nad koncesjonowaniem, budową, eksploatacją i taryfami dróg żelaznych ze względu obrotu i polityki gospodarczej państwa; puszczona bowiem ^{zupełnie} /luźną inicjatywa prywatna, aczkolwiek może stworzyć nadzwyczajnie bujną sieć, skłonna jest nie liczyć się dostatecznie z celowością i ekonomją z szerszego punktu widzenia zużytkowania zasobów i wysiłków całego kraju. Rażący przykład widzimy w Stanach Zjednoczonych, gdzie można było przy innej polityce państwowej zaoszczędzić sporo pieniędzy przy budowie, a co zatem idzie i przy eksploatacji, że wspomniemy tylko o 7 konkurencyjnych liniach kolejowych pomiędzy Nowym Yorkiem i Chicago albo o 3 liniach jedno torowych, biegnących tuż obok siebie w odległości kilkudziesięciu metrów jedna od drugiej pomiędzy Toledo i Detroit (U.S.A); widzimy ^{tu} /obok siebie po 3 oddzielne stacje; pozatem mają koleje amerykańskie zwyczaj ze względu konkurencji wypuszczać pociągi osobowe o jednym najbardziej korzystnym dla podróżnych czasie. To też mógł państwowy generalny dyrektor dróg żelaznych Stanów Zjednoczonych podczas wojny światowej, p. Mac Adoo, zaoszczędzić znaczne sumy, kasując pociągi równoległe; i poczynić cały

szereg oszczędności w porównaniu z konkurencyjną gospodarką prywatną.

Jednak trzeba przyznać, że przy administracji państwowej tych linii podczas wojny inne wydatki wzrosły niepomierne, szczególnie utrzymanie pracowników, tak że część towarzystw kolejowych wzbraniała się skłaniać po wojnie objąć powrotem linje bez odszkodowania. Sieć kolejową powinna budować inicjatywa prywatna pod nadzorem i możliwie wspólnie z Państwem; dopiero gdy, jak się rzekło, kraj będzie nasycony kolejami, będzie można bezpiecznie oddać je w zarząd wyłącznie państwowy, bo wtedy trzeba będzie przeważnie tylko zwiększać i ulepszać ich wyposażenie techniczne; nie wymaga to już szerszej inicjatywy, którą rzadko posiada urzędnik w dostatecznym stopniu, a do tego będzie pchało samo życie - wzrastający ruch, przerastający istniejące urządzenia.

Stronnicy kolejnictwa państwowego wskazują nie niebezpieczeństwo, mogące wyniknąć przy istnieniu prywatnych kolei dla obrony kraju podczas wojny. Pogląd na pozór słuszny, ale zastanawiający jest fakt, że w ostatniej wojnie światowej zwyciężyły państwa, mające sieć kolejową wyłącznie prywatną, abstrahując Włochy, które nie walczyły na głównych frontach; zwyciężone zaś zostały państwa, mające (Niemcy) sieć wyłącznie państwową albo z olbrzymią przewagą ich (Austria 60% linii państwowych, Rosja 60%). Jeżeli taki stan nie sprzyjał wygranej, to w każdym razie należy stwierdzić, że nie sta-

na jej na przeszkodzie. Zaznaczyć należy dla ścisłości, że Francja ma poza linjami prywatnymi dwie sieci państwowe połączone Etat i Ouest, ale położone w północno-zachodniej części kraju, gdy wszystkie działania wojenne odbywały się całkowicie w obrębie ^{sieci} prywatnych Est i Nord.

Siec całkowicie prawie państwową posiadają Włochy. Niemcy do ostatnich dni. Rumunja, Bułgarja, Jugosławia, Norwegja, posiadają ^{ja} Austrja, obecnie zaś państwa sukcesyjne, kolonie angielskie i byłe niemieckie w Afryce, Indje, Siam, Japonja, Egipt i Australja.

Sieci prywatne: Stany Zjednoczone, Kanada i wogóle cała Ameryka, pozostała część Azji, Anglja, Francja, Hiszpanja i kraje mniejsze.

W niektórych państwach widzimy sieci do połowy państwowe i prywatne: tak było w Rosji europejskiej, tak jest w Belgji, Holandji, Szwajcarji, Danji, Peru, Brazylji, Chili. Ponadto należy zanotować, że istnieją, np. w Belgji, koleje państwowe, eksploatowane przez towarzystwa prywatne w celu osiągnięcia większej sprawności i inicjatywy; odwrotny wypadek można sobie wyobrazić w warunkach normalnych jedynie przy nadzwyczajnie złej gospodarce prywatnej.

Jednym z zadań najważniejszych państwowej polityki kolejowej jest zawczasu opracować ogólny projekt rozwoju sieci kolejowej; jedynie w ten sposób można osiągnąć z czasem logiczny układ sieci. Tak jednakowoż uczyniła jedynie Francja: plan ogólny dla niej opracował już w 1833 roku Thiers, a osta-

tecznie zrewidował w roku 1878 Freycinet; jest ^{to} bodaj najlogiczniejsza sieć kolejowa ze wszystkich istniejących. Nasze Ministerstwo kolei również już ustaliło główne kierunki linii, które będą z czasem zbudowane.

Historja rozwoju kolejnictwa wskazuje, że pierwotne drobne towarzystwa kolejowe łączą się z sobą z biegiem czasu. W 1905 roku składało się w Anglii na sieć 36,430 km. 225 towarzystw akcyjnych; jeżeli jednakowoż wziąć pod uwagę towarzystwa większe, liczące każde ponad 100 milj., czyli 160 km. linii, to takich było już tylko w Anglii państwowej 18, w Szkocji 5, Irlandji 4, które jednakowoż obejmowały około 93%, całej sieci, czyli ²⁹ reszta 198 towarzystw, są to już tylko zupełnie krótkie linje, nie odgrywające większej roli w całokształcie pracy sieci. Obecnie po wojnie zmusiło państwo wskazane wyżej towarzystwa kolejowe do dalszego połączenia się w 4 grupy, w celu osiągnięcia lepszych i ekonomiczniejszych rezultatów ³ogólniejszego punktu widzenia.

Słuszność ingerencji czynników państwowych do gospodarstwa kolei prywatnych opiera się na monopolu, jaką kolej ma w mniejszym lub większym stopniu w sferze wykonywania przewozów; pozatem wyposaża jeszcze państwo towarzystwa kolejowe przy budowie linii w prawo wywłaszczenia gruntów i budynków, ze względów na użyteczność publiczną kolei, za to też musi się prywatna kolej poddać owej kontroli w odróżnieniu od innych przedsiębiorstw przemysłowych lub handlowych.

Przy wydawaniu koncesyj poszczególnym towarzystwom na koleje zachowuje się podział terytorjalny, jak we Francji, lub nie, zachowuje się go, jak było np. w Anglii. We Francji, zgodnie z opracowanym ogólnym projektem sieci, każde z 6 wielkich towarzystw ma swój sektor, wychodzący z Paryża; w ten sposób usuwa się zbyteczną konkurencję, jaką widzimy w Stanach Zjednoczonych i w Anglii w najbardziej rażącej formie. Natomiast ma rząd francuski zawsze możność zmuszenia danego towarzystwa do zbudowania jakiejś nowej linii w jego terenie, niezbyt może dla towarzystwa korzystnej, bądź to przy przedłużaniu kończącej się koncesji na którąkolwiek ze starszych linii, bądź też przy udzieleniu koncesji na proponowaną przez samo towarzystwo nową linię. Bez ścisłego ujęcia w plan całego budownictwa przez rząd zdarza się zwykle, że mniej dochodowe, a potrzebne z innych względów linje, musi on sam budować. Ingerencja państwa sięga oprócz koncesjonowania i budowy również i do taryf, a to w mniejszym lub większym stopniu; albo zatwierdza się maksymalne dopuszczalne stawki taryfowe, albo zmusza się towarzystwa do uruchamiania jednego lub więcej pociągów podług przepisanej minimalnej taryfy (parliamentary trains w Anglii) lub też ustala się stawki zupełnie ścisłe, jak było np. w Rosji; ale wtedy wypływa zwykle, nie bez racji, żądanie gwarantowania przez państwo minimalnego oprocentowania kapitału, włożonego w budowę i zdarza się nie-

kiec, że jeżeli pewne linje towarzystwa są gwarantowane przez państwo, inne zaś nie, iż ruch skierowuje się w znacznym stopniu sztucznie na linje niegwarantowane, jeżeli w ten sposób można uzyskać zwiększenie dopłaty gwarancyjnej ze strony Skarbu.

Ze względu na charakter przewozów odróżniamy linje wielkie z ruchem tranzytowym na dalekie odległości; do nich należą u nas np. linje węglowe z Zagłębia Dąbrowskiego na wschód, północ-wschód i do Gdańska, linje wywożące drzewo ze wachodu i linje tranzytu międzynarodowego; dalej idą linje z ruchem miejscowym, co nie wymaga dalszego wyjaśnienia; następnie linje podmiejskie, promieniejące z wielkich miast jak Warszawa; linje międzymiastowe, których zadaniem jest dać częstą i szybką komunikację osobową pomiędzy znacznymi ośrodkami zaludnienia, wreszcie mamy linje miejskie, tramwaje i metropoliteny. Nad trzema grupami ostatnimi należy się zastanowić w celu ustalenia ich charakteru. Linje miejskie mają zazwyczaj trakcję elektryczną i nie wychodzą, za granice dalszych przedmieść; tramwaje kursują jako oddzielne wagony lub po 2 najwyżej 3 razem; metropoliteny kursują w składzie różnym, często zmiennym w zależności od pory dnia i wahań ruchu; pociągi metropolitenu dochodzą do 6 i 8 wagonów - 4-osioowych, chociaż w większości wypadków są krótsze (od 3 do 5 wagonów). Kolej międzymiastowa jest to najmłodsza odmiana dróg żelaznych. Z rozwojem życia

handlowego i przemysłowego okazało się, że linje magi-
stralne ^{kolejowe} nie są w stanie, ze względu na swą przelotność
i charakter ruchu na nich, uruchamiać znacznej ilości po-
ciągów lekkich, ale bardzo szybkich, zabezpieczających
dobrą komunikację o każdej porze dnia ruchliwej ludności
dwóch sąsiadujących miast jak np. Łódź i Warszawa u nas,
Chicago-Milwankee, ^{Celn - Dusseldorf} Celn-Borm. Tym wymaganiom czynią zadość
linje typu zbliżonego do tramwajów, o trakcji elektrycznej,
krótkich 2-4 wagonowych pociągów, lecz biegnące ze znaczną
szybkością 60 i wyżej km. na godzinę po własnym torowisku
z ciężkimi wagonami, ze względu na szybkość, i nie zatrzy-
mujące się po drodze w celu uniknięcia straty czasu. Przy
idealnym rozwiązaniu wchodzi te pociągi na tory tranwa-
jowe obydwu miast, poruszając się w obrębie ich oczy-
wiście ze zmniejszoną normalną szybkością zwykłych tramwajów.
W ten sposób zapewnia się przejazd pomiędzy centralnymi
dzielnicami miast bez konieczności dojazdów do dworców
i przesiadania się.

Ruch podmiejski istnieje w większych rozmiarach tylko
w dużych miastach, u nas tylko w Warszawie; w miastach
mniejszych obsługuje on się łatwo bądź to przez pociągi
kolei magistralnych, bądź przez kolejki podmiejskie, ale
jest jedną z trudniejszych zadań komunikacyjnych dobre
zorganizowanie ruchu podmiejskiego i na tym tle popełnie-
no dużo błędów. Ruch podmiejski w dużych miastach, o któ-

rych tu tylko mówić będziemy, odznaczają się następującymi cechami: masowość, znaczne zgęszczenie w rannej porze w kierunku do miasta^{a)} (po południu w kierunku odwrotnym, wymagana szybkość, regularność i trwanie nie więcej od 30-35 minut. W ruchu tym podróżują codziennie mieszkańcy okolic podmiejskich do pracy w mieście. Większość tych podróżnych dąży do centralnych dzielnic biurowych, handlowych i w mniejszym stopniu do przemysłowych. Podróżując co dzień nie może taki podróżny tracić dużo czasu na czekanie i zjawia się do pociągu zwykle w ostatniej chwili. Praktyka wielkich miast światowych wskazuje, że ruch ten jest obsługiwany prawie wyłącznie przez pociągi dróg żelaznych normalnych, szczególnie jeżeli one dochodzą do centralnych dzielnic miasta. Tramwaje podmiejskie, mając zaledwie 2 lub 3 wagonowe pociągi i kursując zazwyczaj w odstępach nie mniej 8-10 min. nie mogą przewieźć wielutysięcznych tłumów na pewien czas, ściśle określony nie tylko godziną ale minutami; a jak pasażerom podmiejskim zależy na każdej minucie, o tym można się najlepiej przekonać na przykładzie dworca Liverpool Street Station w Londynie, mającego największy ruch podmiejski na świecie i należącego do Wielkiej Wschodniej dr. żel. (Great Eastern Ry); tam publiczność przepełnia w niebywały sposób specjalnie pociąg przychoźący o pewnej godzinie i minucie, pomimo 5 minutowych odstępów między pociągami z jednego kierunku w tym czasie; ponadto w tych

właśnie pociągach są przekładane pierwsze wagony, ponieważ z nich można się wcześniej dostać na ulicę, a wyjście z ostatnich wagonów zajmuje przy czółowym dworcu około 4 minut czasu więcej, niż z pierwszych, przy długości pociągu 200 mt. i szybkości 3 km. na godzinę poruszania się tłumu po peronie. Specjalne kolejki podmiejskie dobrze pracują, jeżeli są doprowadzone do krańcowej stacji metropolitemu, aczkolwiek wymagają dodatkowego przesiadania się; jeżeli zaś dochodzą tylko do sieci tramwajów ^{to} miejskich, to jest (związane ze znaczną niedogodnością dla publiczności przy zdobywaniu miejsc w tramwajach, ze względu na mniejszą zdolność przewozową w krótkim okresie czasu tramwajów w porównaniu z pociągiem kolejki podmiejskiej; poszczególne środki komunikacyjne bowiem, wchodzące jako ^{ogniwa} skład komunikacji z okolic podmiejskich do miast, powinny posiadać zdolność przewozową coraz większą a nie mniejszą, ponieważ w miarę zbliżania się do centrum przybywają ponadto pasażerowie, zamieszkałi w mieście.

Wszystkie te rodzaje dróg żelaznych należą do linii ogólnego użytku; do linii zaś prywatnego użytku należą jedynie beznice i linje fabryczne przemysłowe, kopalniane, rolne i t.p. Pierwsze winny obsługiwać w równej mierze wszystkich klientów, drugie tylko interesy swych właścicieli.

Ze wszystkiego powyższego wynika, jak bardzo skomplikowanym i subtelnym w gruncie aparatem jest droga żelazna, ile ma odmian i odcieni, jak trudnym i odpowiedzialnym zadaniem jest

polityka koncesyjna i taryfowa państwa i jakiego fachowego wyrobienia oraz organizacyjnego i administracyjnego talentu wymaga od kierowników, specjalnie, gdy pozatem zwrócimy uwagę na to, że w tym wielkim przedsiębiorstwie, jakim jest kolej, pracuje naogół 1% całej ludności.

Tabor.

Tabor kolejowy w odróżnieniu od taboru, używanego na drogach zwykłych odznacza się następującymi zasadniczymi cechami charakterystycznymi:

- 1) nieruchomem nasadzeniem kół na osiach,
- 2) obrzeżami na obręczach kół,
- 3) równoległością osi,
- 4) zewnętrznem względem kół obciążeniem osi wagonów przez oparcie ramy na częściach osi, występujących poza koła, czyli na szepach. Koła znajdują się w ten sposób pod pudłem wagonu.

Nieruchome nasadzenie kół na osiach ma na celu nadanie kołom i osi, czyli zestawowi kół, większej mocy, co jest konieczne wobec znacznych uderzeń, powodowanych szybkim ruchem pociągów; luźne ^{na} sadzenie kół, na osiach, jakie się stosuje w wozach zwykłych, nie dało by dostatecznej gwarancji bezpieczeństwa w warunkach pracy taboru na drogach żelaznych, ponieważ wywołałoby zbyt wielkie solieranie osi i koła w powierzchniach dotyku.

Przy ruchomem obsadzeniu koła na osi powstałyby znaczne

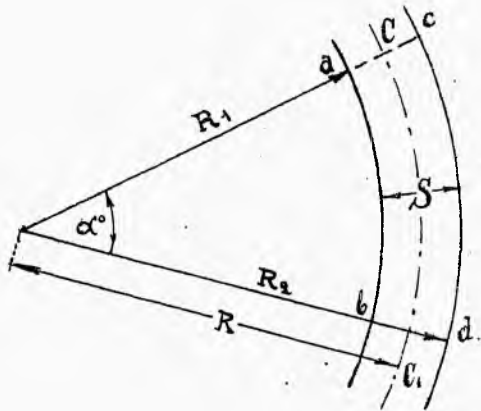
siły w punktach a i b, przy oparciu się lub uderzeniu obrzeża o szynę; siła pozioma H, powoduje moment sił w w wyżej wskazanych punktach a i b (Rys. 25).

Nieruchome nasadzenie kół na osiach powoduje jednakowoż ślizganie jednego z kół przy ruchu w krzywych częściach szlaku, ponieważ w obrębie krzywej droga koła, toczącego się po wewnętrznej szynie, jest krótsza od drogi koła, biegnącego po szynie zewnętrznej, ułożonej po krzywej o promieniu większym o szerokość toru, czyli $r + 1,435$ m; gdzie r oznacza promień krzywizny szyny wewnętrznej.

Dla przeciwdziałania ślizganiu na krzywych ma służyć stożkowość obręczy kół, dochodząca do $1/20 - 1/16$; w krzywych zestawy kół przesuwają się pod wpływem siły odśrodkowej z położenia symetrycznego względem osi toru bliżej ku szynie zewnętrznej zależnie od szybkości ruchu i promienia krzywej; dzięki temu koło, biegnące po dłuższej drodze szyny zewnętrznej, powinno się toczyć po kole obręczy o większym promieniu; odwrotnie, koło, biegnące po krótszej drodze szyny wewnętrznej, będzie się toczyło po kole o mniejszym promieniu (rys. 26); widzimy więc, że stożkowość działa w kierunku zmniejszenia ślizgania.

Określamy drogę ślizgania w torze o promieniu osi

ARKUSZ V.



Rys. 23.

toru $R = \frac{R_1 + R_2}{2}$; S oznacza szerokość toru; $S = R_2 - R_1$; cd ,

oś toru w krzywej;

promień szyny wewnętrznej $R_1 = R - \frac{S}{2}$

" " zewnętrznej $R_2 = R + \frac{S}{2}$

α - kąt krzywej.

Długość ślizgania: $l = cd - ab =$

$$= \frac{2\pi\alpha^\circ}{360} R_2 - \frac{2\pi\alpha^\circ}{360} R_1 =$$

$$= \frac{2\pi\alpha}{360} (R_2 - R_1) = \frac{2\pi S}{360} \alpha = \frac{2 \times 3,14 \times 1435}{360} \alpha = 25 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

czyli 25 mm. na 1° krzywej,

Dla krzywej przy $\alpha = 90^\circ$ $l = 2250 \text{ mm.} = 2,25 \text{ m.}$

Z powyższego wynika, że długość ślizgania nie zależy od promienia krzywej i przy jednakowym kącie będzie dla krzywych o różnych promieniach jednakowa w absolutnej swej długości, ale różna w stosunku procentowym do przebieganej przez koła drogi.

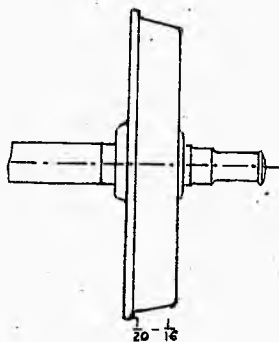
Tak dla promienia $R = 300 \text{ m.}$ i $\alpha = 90^\circ$ przy długości krzywej $\frac{\pi R}{2} = \frac{3,14 \times 300}{2} = 470 \text{ m}$ będzie ślizganie stanowiło $\frac{2,25}{470} \approx 0,5\%$ drogi w krzywej.

Z dwóch kół jednego zestawu ślizga się w krzywej koło mniej obciążone.

Na prostych odcinkach toru sprzyja stożkowość obręczy teoretycznie utrzymaniu taboru w położeniu symetrycznym.

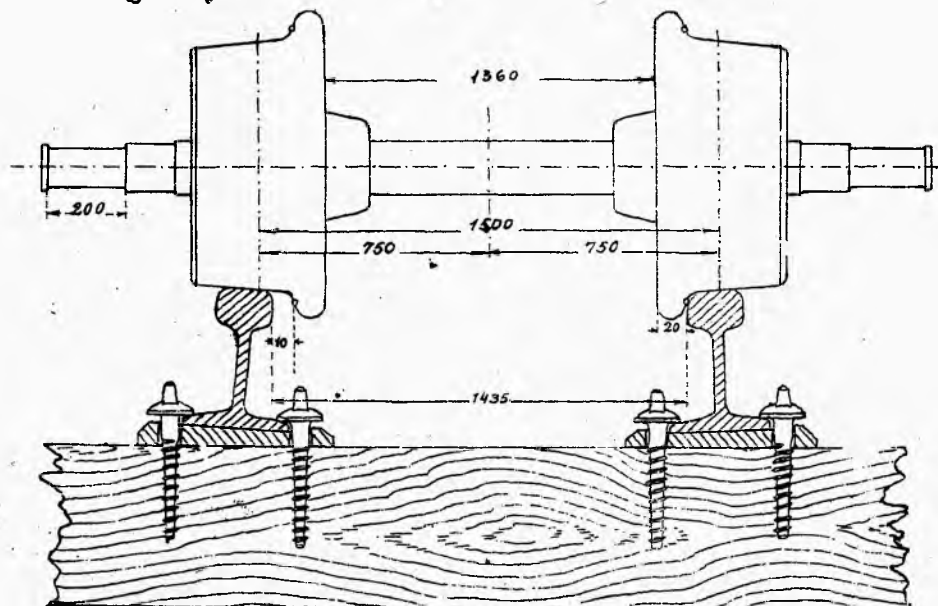
względem osi toru (Rys.26).

Koła wykuwa się z żelaza lub odlewa z żelaza lanego lub stali; osadza się je na osiach nieruchomo przy pomocy pras hydraulicznych. Osiom nadaje się łagodną stożkowość w miejscach nasadzenia kół, dla szczelniejszego przylegania.



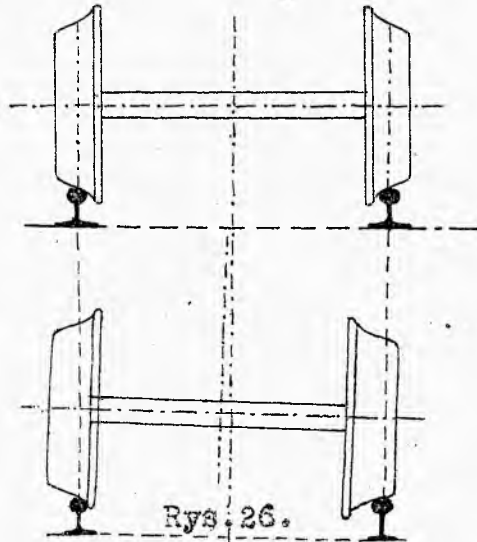
Obręcze walcują się ze stali z jednego kawału bez spawania i nasadzają się po uprzednim nagrzananiu na chłodne koła; stygnąc, kurczą się obręcze i ściskają koło. Średnice obręczy w stanie chłodnym stosuje się ⁰/₁₀₀₀ mniej-
sze od średnicy koła. Dla łatwiejszego nasadzania nagrzanymi obręczami

na koła, nadaje się tym ostatnim również łagodną stożkowość.



Rys. 25.

W Stanach Zjednoczonych używają przeważnie dla wagonów towarowych koła tarczowe odlane razem z obrotami z jednej



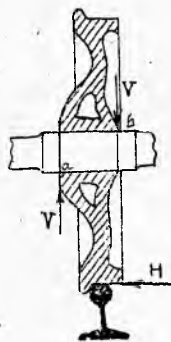
Rys. 26.

sztuki. (rys. 27). W Europie koła takie są mało używane z po-

wodu trudności otrzymania dostatecz-
nie twardego materiału na obwodzie
tocznym. Koła zaś odlane z bardzo
twardego materiału mają tę słabą
stronę, że z trudem dają się
obtaczać.

ponownie do prze-
pisowego przekroju, co powinno mieć
miejsce po pewnym zbyt wielkim i

nieprawiłkowym stopniu zużycia obwodu



Rys. 27.

Koła tarczowe z miększego odlewu obtacza się po zużyciu

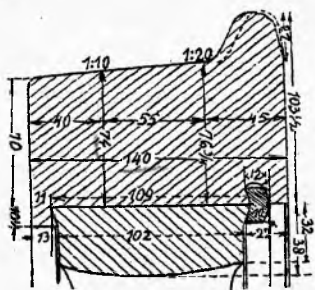
o tyle, żeby można było na nie nasadzić normalną obręcz. W Sta-
nach Zjednoczonych stosują stożkowść znacznie słabszą niż u
nas, bo tylko 1/40, nie nadając znaczenia wyżej opisanym zja-

wiskom biegu zestawu kół w krzywej, a tylko mając na widoku złagodzenie uderzeń bocznych obrzeży o szynę, czemu stożkowość skutecznie przeciwdziała, zmniejszając przesunięcia boczne osi. Pogląd taki ma dużo słuszności, ponieważ przy rozpatrywaniu ruchu wagonu lub pociągu w krzywej stożkowość nie ma takiego znaczenia, jakie wypływa z warunków ruchu pojedynczej osi. Przekonamy się o tem poniżej.

Pomimo bardzo ścisłego przylegania do koła obrzeży, obsadzonych w stanie gorącym, nie wystarcza to dla bezpieczeństwa ruchu. (daje się dodatkowe połączenia ze względu na możliwość pęknięcia obrzeży. Połączenia te powinny być takie, ażeby części pękniętej obrzeży nie spadały z koła. Na rys.28 pokazane jest połączenie, przy którym koło, obtoczone z poszerzeniem ku obwodowi, opiera się w odpowiednich zagłębieniach

a. wytoczonych w obrzeży od wewnątrz, i zabezpiecza się żelazną obręczą B, wcisniętą w rowek b. Obręcz obchwytuje więc koło, poszerzone na obwodzie, z jednej strony przez kolisty

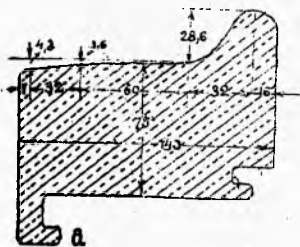
występ a, z drugiej zaś przez wsadzoną w rowek b obręcz B. Obręczom kół nadaje się stożkowość 1/20 w części bliższej do obrzeża; dalsza zaś zewnętrzna część powierzchni tocznej obrzeży otrzymuje zwykle większe pochylenie 1/10; daje to pewien zapas na zużycie



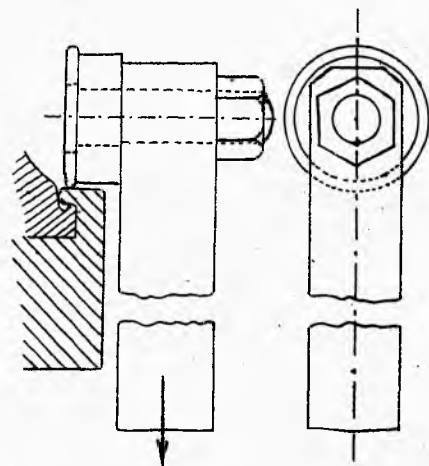
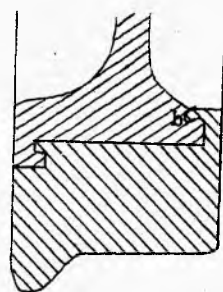
Rys.28.

obręczy przy ruchu, w bliższej do obrzeża części powierzchni tocznej.

Na rys. 30 pokazane jest połączenie koła z obręczą. Stosowane w Stanach Zjednoczonych; obręcz, uwidocziona na rys. 29 ma występ a, koło zaś na wewnętrznym obwodzie odpowiedni rowek b;

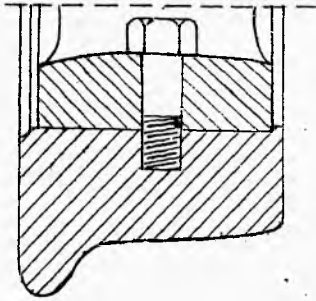


Rys. 29.

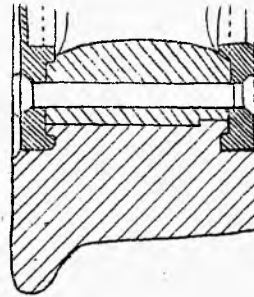


Rys. 30.

Dawniej łączono obręcze z kołami przy pomocy śrub, wkręconych przez obwód koła w dziury, wywiercone w obręczy (rys. 31); miejsca te jednakowoż osłabiały obręcze o tyle, że powodowały niekiedy pęknięcia ich; bezpieczniejsze są obrączkowe połączenia, z których jedno z lepszych wskazano już powyżej na rys. 28. Przez dłuższy czas było w użyciu połączenie Masella, uwidocznione na rys. 32. Ustąpiło ono innym w rodzaju wskazanym na rys. 28 i 29 wskutek większej ich prostoty.



Rys. 31.



Rys. 32.

Podczas ruchu
obrzeże kół
zużywają się
stopniowo i
tworzy się w
nich wyżłobie-
nie w pasie tę-
czenia się po
szynach; przez

obtaczanie nadaje ^{im} się pierwotny kształt powierzchni toczonej; musi jednakowoż obtaczanie ustać przy zbyt wielkiej utycie obręczy, która nie powinna być cieńszą od 30 mm. w taborze osobowym i 25 w towarowym.

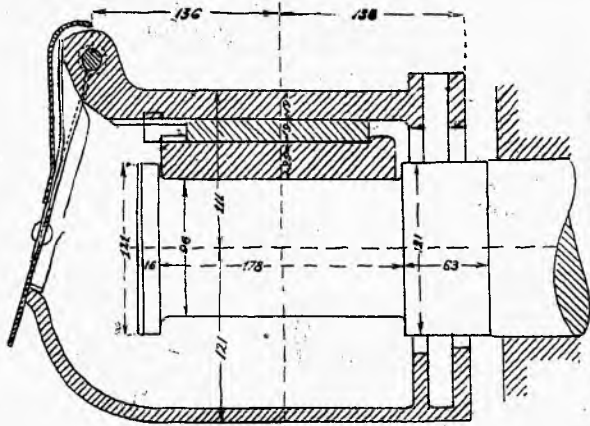
Koła osadza się na osi tak, ażeby pomiędzy obrzeżami i wewnętrznymi ściankami główek szyn pozostawał luz; w Niemczech przyjęto luz 10 mm. (Rys. 25), we Francji 21-26 mm. w prostych odcinkach toru. Luz ten zmniejsza opór ruchu, po nieważ normalnie nie powinno być tarcia pomiędzy obrzeżami i szynami. Większy luz, stosowany we Francji, odbija się jednakowoż niekorzystnie, ^{wywołując} większe boczne wahanie taboru podczas jazdy. Berneńska konferencja ustaliła rozstęp pomiędzy zewnętrznymi linjami obrzeży od 1425 do 1405 mm. czyli luz pomiędzy obrzeżami i szynami od 10 do 30 mm. jak dopuszcza przy przejściu taboru w ruchu międzynarodowym z jednej na kolejowej na drugą.

Osie wykonywane są ze stali.

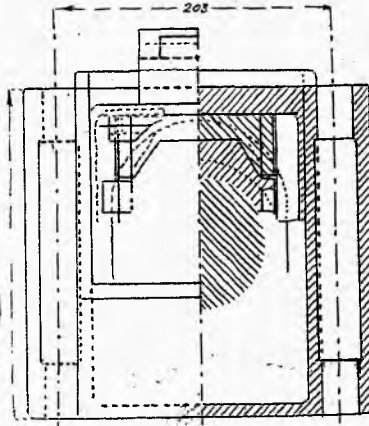
Na końcach osi, sięgających na zewnątrz poza koła, czyli na t.zw. czopach, opiera się całym ciężarem wagon przez maznicę i resory; na czopie leży bezpośrednio panewka a z brązu, wylana białym metalem. Maznica (Rys.33) składa się przeważnie z dwóch części; w górnej obsadzona jest panewka, w dolnej mieści się smar, zmniejszający tarcie pomiędzy czopem i panewką, zazwyczaj olej mineralny; dawniej stosowano tłuszcze, umieszczane w górnej części maznicy; pod wpływem ciepła, powstającego przy ruchu i tarciu, tłuuszcz topił się stopniowo i spadał kroplami na czop.

Obecnie olej, nalany do dolnej części maznicy, zwilża spód czopa albo przy pomocy poduszek, przyciskanych do czopów przez sprężyny lub przy pomocy pakunków włóknistych, elastycznych, dzięki domieszce włosa końskiego. Istnieje nieskończona ilość odmian maznic, z których rys.33, 34 i 35 pokazują jeden z najlepszych i najprostszych typów amerykańskich. Na maznicy opierają się resory o długości skali 1 m. dla wagonów towarowych i 1,5 m. dla osobowych, złożone z 7 do 12 piór stalowych różnej długości, związanych opaską a (Rys.36). Resory wiszą tu na wieszakach b, obejmujących drugim końcem koziółki c, przymocowane do ramy wagonu (Rys.36. 36 a).

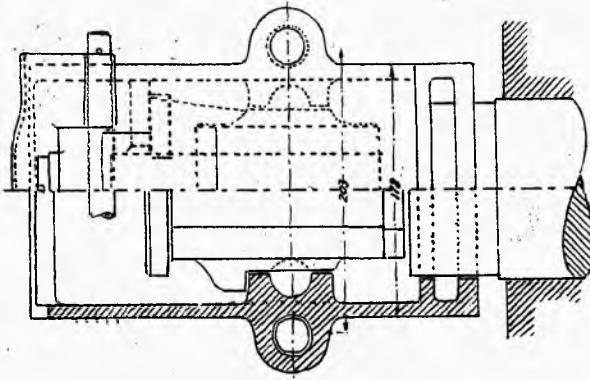
Widły mazniczne cc (Rys.36 i 37) utrzymują osie w położeniu prostopadłym do osi wagonu. Maznica może się ślizgać w kierunku pionowym wzdłuż wideł maznicznych, odpowiednio



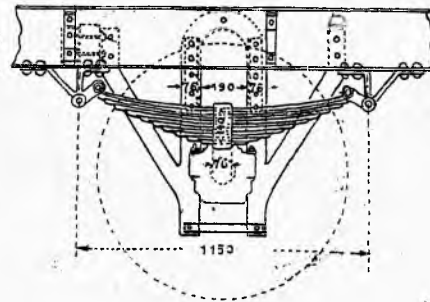
Rys. 33.



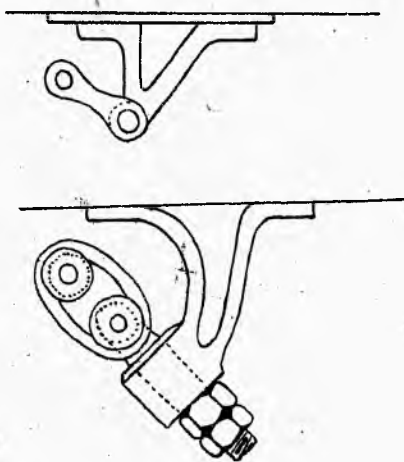
Rys. 34.



Rys. 35.



Rys. 36.

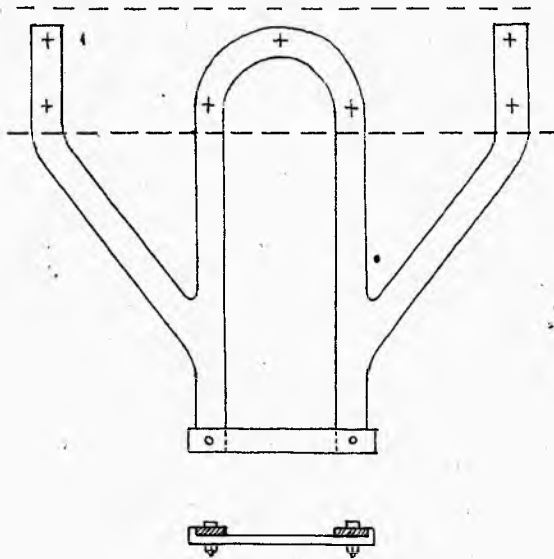


Rys. 36a.

do zgięcia się reserów.

Dwie lub 3 osie jednego wagonu, nie mając zasadniczo swobody ruchu w płaszczyźnie poziomej względem osi połużnej wagonu, pozostają pionowo do niej i równoległe do siebie. Nie mogą więc one ustawiać się w kierunku promienia w krzywych odcinkach

toru. Rys.38 przedstawia dwuosłowy wagon w krzywej:

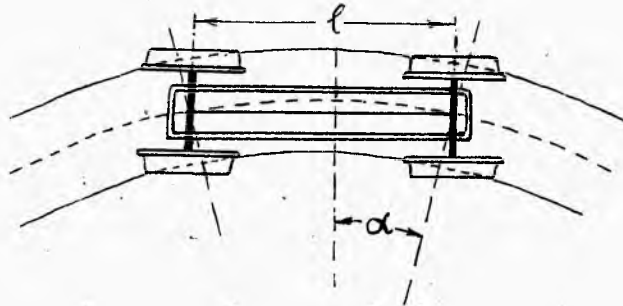


Rys.37.

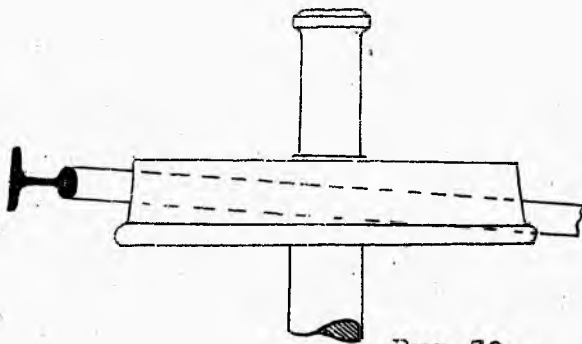
Płaszczyzny kół ustawiają się pod kątem α do stycznej w miejscu nabiegania koła zewnętrznego na szynę.

Koło w punkcie A przy ruchu od lewej ręki ku prawej ma tendencję poruszania się w kierunku AB i gdy, opierając się obrzeżem swym o szynę, przejdzie do punktu C (Rys.39), to ruch można roz-

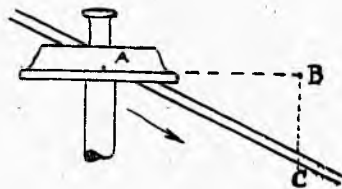
członkować na dwa ruchy: toczona się na długości AB i przesuwania poprzecznego wzdłuż własnej osi na długości BC.



Rys.38.

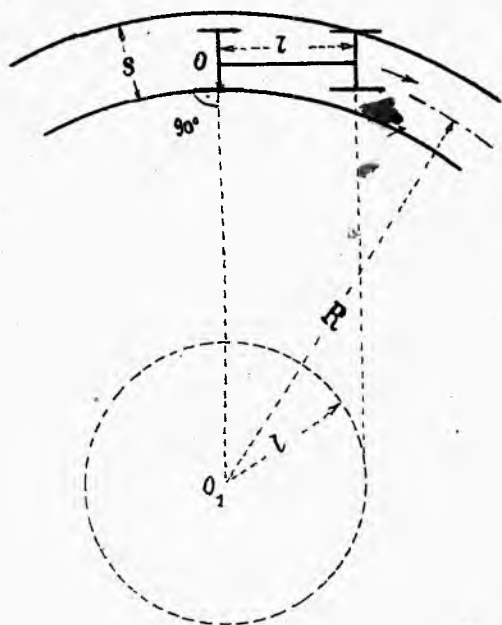


Rys.39.

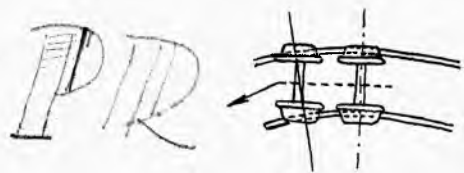


Przy szybszym ruchu wagonu dwuosłowego w torze

krzywym można ustalić na zasadzie obserwacji (rys.40), że przednie zewnętrzne koło nabiega pod pewnym kątem na szynę i toczy się po dłuższej szynie (zewnętrznej) większym kołem stożkowej swej powierzchni; wewnętrzne zaś koło tej-że osi, aczkolwiek również pod pewnym kątem do promienia, toczy się po krótszej szynie mniejszym kołem swej powierzchni. Natomiast oś tylna ustawia się w kierunku promienia, a więc pod tym względem prawidłowej od osi przedniej, ale za to przyciska się kołem wewnętrznym do szyny krótszej wewnętrznej, czyli toczy się z większym ślizganiem, niż gdyby



Rys.40.



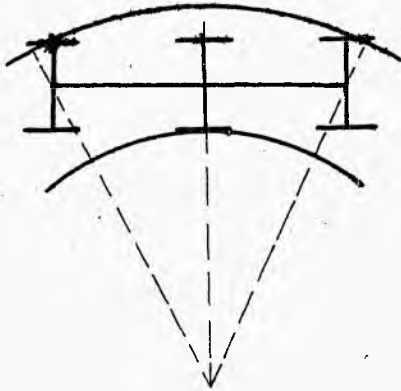
Rys.41.

nie miała kół stożkowych (rys.41).

Wagon trzyosiowy przechodzi przez krzywe odcinki toru w jeszcze gorszych warunkach

Rozstawienie skrajnych osi jest zwykle znaczne. Przy symetrycznym ustawieniu wagonu trzyosiowego w torze krzywym.

opierają się koła zewnętrzne skrajnych osi pod kątem do szyny zewnętrznej, koło zaś wewnętrzne środkowej osi o szynę wewnętrzną toru (Rys.42)..

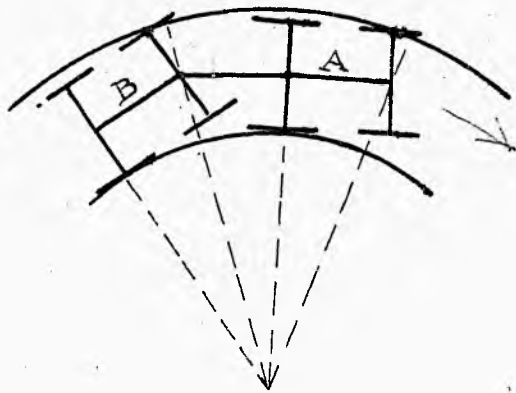


Rys.42.

Z powyższego widzimy, że przy przebieganiu wagonów po krzywych, osie ich znajdują się w warunkach dalekich od teoretycznych idealnych warunków, rozpatrzonych wyżej dla pojedynczego zestawu kół. W rzeczywistości, osie przechodzą przez krzywe w pozycjach pochylonych w planie do promieni krzywej, towarzyszy temu ślizganie się kół i przesuwanie wzdłuż osi zestawu, a więc widzimy, że nie daje stożkowość kół takich rezultatów, jakie wypływają z rozpatrzenia ruchu pojedynczej osi po krzywej przy działaniu siły odśrodkowej; dlatego też nie jest pozbawiony słuszności pogląd amerykański, nadający mniejsze znaczenie stożkowości i ograniczający ją do $1/40$, a to głównie w celu złagodzenia uderzeń bocznych obrzeża kół o szynę. Należy podkreślić, że w Stanach Zjednoczonych dawniej stosowano koła cylindryczne i dopiero z czasem zaczęto nadawać im wskazaną łagodną stożkowość.

O ile przejście pojedynczego wagonu lub parowozu po krzywej odbywa się, jak widzieliśmy, w gorszych warunkach, niż

przejście jednej osi, o tyle znów warunki te zmieniają się nieco na lepsze przy ruchu szeregu wagonów, ciągnionych przez parowóz (Rys.43).

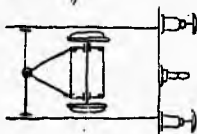


Rys.43.

Parowóz A, gdyby szedł sam, zajmował by w krzywej położenie, wskazane na rys.40; również i wagon B; gdy jednakże parowóz A ciągnie wagon B (Rys.43), to tylna os' parowozu odciąga przedni os' wagonu i jej zewnętrzne koło od szyny zewnętrznej, zmniejsza więc jej nabieganie na tę szynę i jednocześnie znów wagon B odciąga tylną os' parowozu od szyny wewnętrznej; to samo zjawisko będzie miało ^{miejsce} pomiędzy wszystkimi dalszemi wagonami pociągu. Widzimy więc, że wszystkie osie wagonów i tylna os' parowozu, będą przebiegały krzywą w położeniu, zbliżonem do symetrycznego, aczkolwiek nie będą prostopadłe do odpowiednich stycznych, wskutek równoległości osi jednego wagonu. Przednia zaś os' parowozu będzie nabiegała pod kątem na zewnętrzną szynę, znajdując się w najgorszych warunkach, co się też potwierdza obserwacjami nad obrzeżami, które ^{największe} zaużycie w przedniej sztywnej osi parowozu, który poza to prawie zawsze idzie przodem, gdy wagony nabiegają mniej silnie, a poza to poruszają się raz w jedną stronę, raz w drugą.

Urządzenia, ułatwiające ruch taboru krzywych.

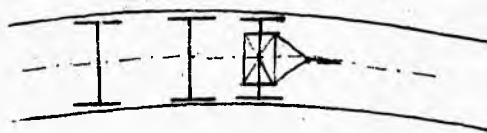
Dla ułatwienia ruchu taboru w krzywych stosuje się szeregi środków zaradczych. Osiom tocznym nadaje się przesuwność boczna około 10 mm. przez odpowiedni luz pomiędzy maźnicą i widkami maźnicznymi; następnie stosuje się w niektórych środkowych osiach mniejsze obrzeża, lub daje się w tych miejscach w parowozach wieloosiowych koła zupełnie bez obrzeży (Rys.47). Przednie osie parowozów dają się często toczne, to jest takie, na które nie działają cylindry, i wtedy urządza się je jako ruchome w płaszczyźnie półwozaki lub wózki; te ostatnie - jak w wagonach 4 lub 6 osiowych. Na rys.44 widzimy półwozak, pchany przy ruchu naprzód; oś tego półwozaku może się nastawiać pod kątem



Rys.44.

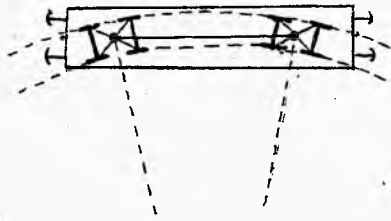
do osi parowozu, obracając się razem z całym półwozakiem około osi A; mogą one być również ciągnięte, jak wskazuje rys.45. Półwozaki te wracają samoczynnie do położenia symetrycznego przy wejściu na prostą, gdy w pchanych półwozakah (rys.44) służą do tego specjalne sprężyny lub płaszczyzny pochyłe.

Wózki (rys.46) stosują się u nas często w łukach



Rys.45.

wagonach osobowych, a w Stanach Zjednoczonych wogóle we wszystkich, a więc i w wagonach towarowych. Wozak ma możność obracania się koło pionowej osi i znakomicie ułatwia ruch w krzywych nawet o małych promieniach. Takież wozaki sto-

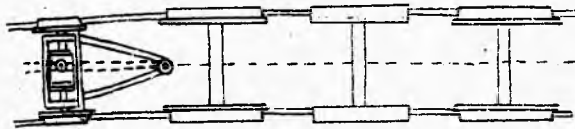


suje się często dla pierwszych dwóch osi parowozów, szczególnie szybkich, używanych w pociągach pospiesznych. Na rys. 47 widzimy układ kół czteroosiowego parowozu z pierwszą osią w półwozaku

Rys. 46. pohanym i 3 osią, czyli środkową

pędną, gładką bez obrzeży.

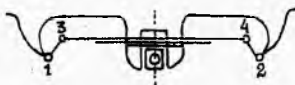
Pozatem daje się osiom wagonowym niekiedy pewną ograniczoną



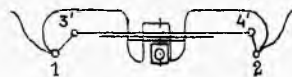
możność obracania się koło własnej pionowej osi, przewidując luz pomiędzy bokami maźnicy i wideł maźniczych

Rys. 47.

Na rysunku 48 osi, znajduje się w położeniu normalnym, a na rys. 49 w obróconym w planie pod kątem.



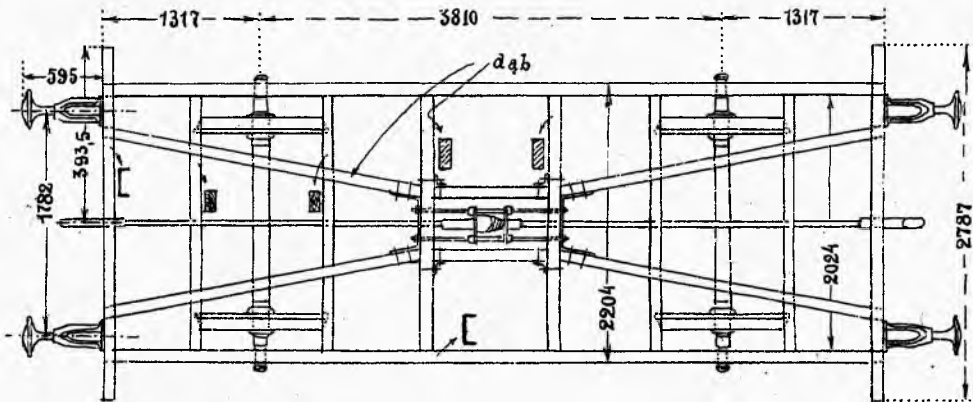
Rys. 48.



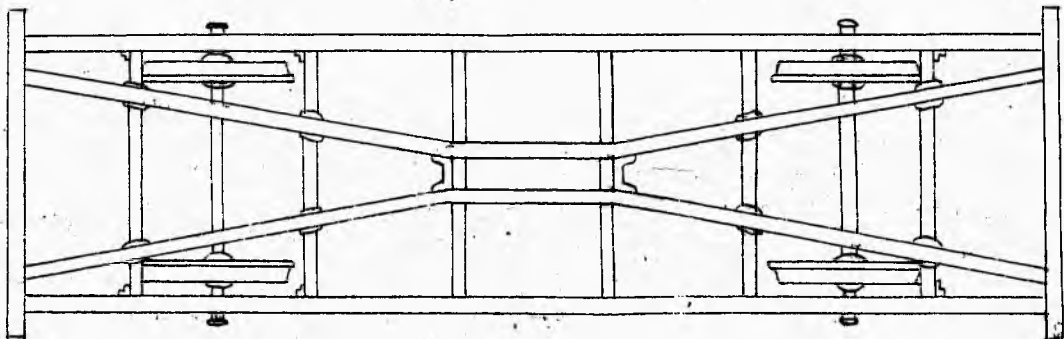
Rys. 49.

Rama i sprzężko.

Na resorach leżą ostoje, czyli ramy wagonów; dawniej stosowano ostoje drewniane (rys.50), następnie zaczęto używać dla podłużnych dźwigarów, czyli ostojni, oraz dla czołowych belek poprzecznych żelaza (ceówek), lub też budować całą ostoję z żelaza (rys.51).



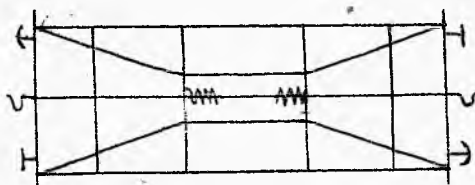
Rys. 50.



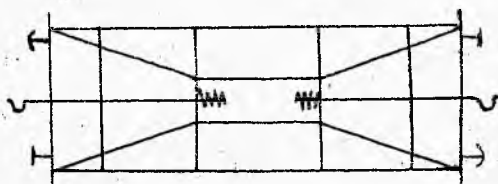
Rys. 51.

Do belek poprzecznych czołowych przymocowane są lub prze-

chodzą przez nie po bokach zderzaki, a po środku sprzęgło; bywa ona ciągła lub przerywana. Przy sprzęgłe ciągłym (rys. 52) przechodzi pod każdym wagonem na osi jego pręt żelazny, zakończony hakami /obwiednich stron za belkami czokowani. Do haków są przymocowane pałaki ze śrubami czyli właściwe aparaty sprzęgowe. Gdy wszystkie wagony są połączone między sobą, to, w tego rodzaju sprzęgłach cała siła pociągowa działa jedynie przez wskazane pręty, ostoje zaś wagonów pracują tylko każda dla swego wagonu. Przy sprzęgłe przerywanym przechodzi siła pociągowa przez ostoje wagonów (rys.53).

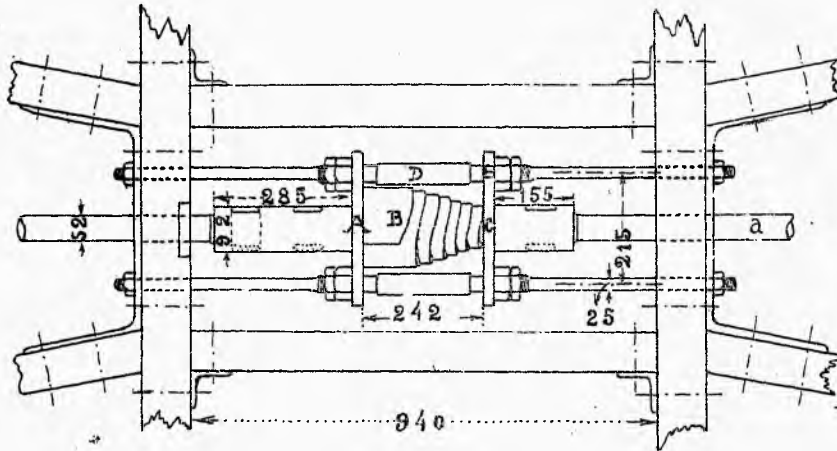


Rys.52.



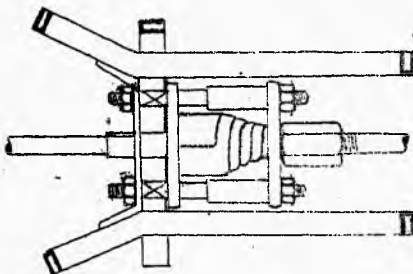
Rys.53.

Rysunek 54 daje połączenie wagonu rosyjskiego z prętem sprzęgłowym. Przy ruszaniu wagonu w prawą stronę pociąga pręt a za sobą poprzecznicę żelazną i sciskając sprężynę B, opierając się o poprzecznicę C, przesuwą gilzę D aż do zetknięcia się z poprzecznicą C w punkcie. Podobnie działa wskazane na rys.55 połączenie sprzęgłowe niemieckie.



Rys. 54.

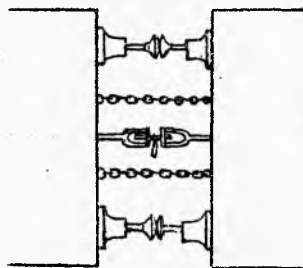
Na każdym haku wiszą zewnętrzne aparaty sprzęgłowe (rys. 57); pałak a zarzuca się za hak sąsiedniego wagonu i skręcając śrubą, która ma nacięcia, skierowane w rozmaite strony, można dowolnie silnie połączyć ze sobą wagony. W sprzęgle typu



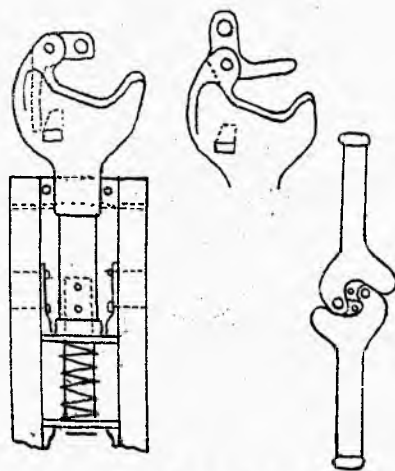
Rys. 55.

starszego (Rys. 56) łączy wagony tylko jeden pałak, drugi zaś zwiesza się swobodnie; przy tym sprzęgle stosuje się poza tym łańcuchy zapasowe (rys. 58) na wypadek zerwania sprzęgła: łańcuchy jednak rzadko pomagają przy rozerwaniu pociągu na szlaku, to jest w wypadkach, gdy to jest najbardziej niebezpieczne. Gdy pęknie sprzęgło główne,

wagony rozciągają się raptownie i zwykle pękają również łańcuchy zapasowe; mają łańcuchy jednakowoż to praktyczne znaczenie, że doświadczony maszynista, rzadko odczuwając moment pęknięcia sprzęgła głównego, zwykle zauważa to drugie szarpnięcie, gdy pękają łańcuchy wtedy stosuje odpowiednie środki ostrożności; środki te są różne w zależności od okoliczności, w jakich nastąpiło rozerwanie pociągu, czy wobec warunków spadków linii, oderwana część pociągu toczy się w tym samym kierunku i dogania przednią część pociągu, czy też toczy się w odwrotną stronę i albo może zderzyć się z następnym pociągiem, idącym w tym samym kierunku co pierwszy, albo też wpaść na poprzednią stację i nawet minąć ją i spowodować zderzenie z innym pociągiem. Bezpieczniejsze są sprzęgła tak urządzone, że obydwie pałaki można jednocześnie założyć na haki dwóch sąsiednich wagonów, i wtedy sprzęgło mniej naciągnięte będzie służyło ^{jako} zapasowe, a ze względu na silną konstrukcję, może wytrzymać szarpnięcie przy rozerwa-

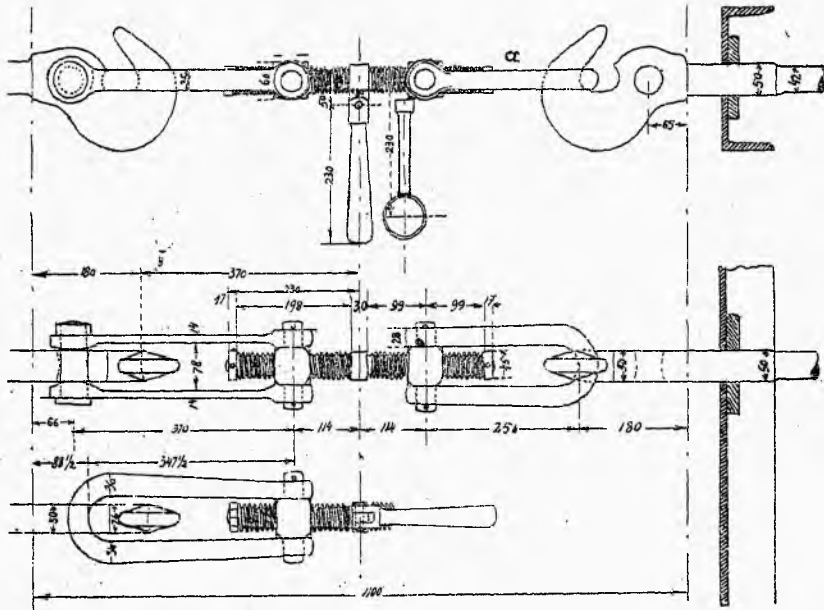


Rys. 58.

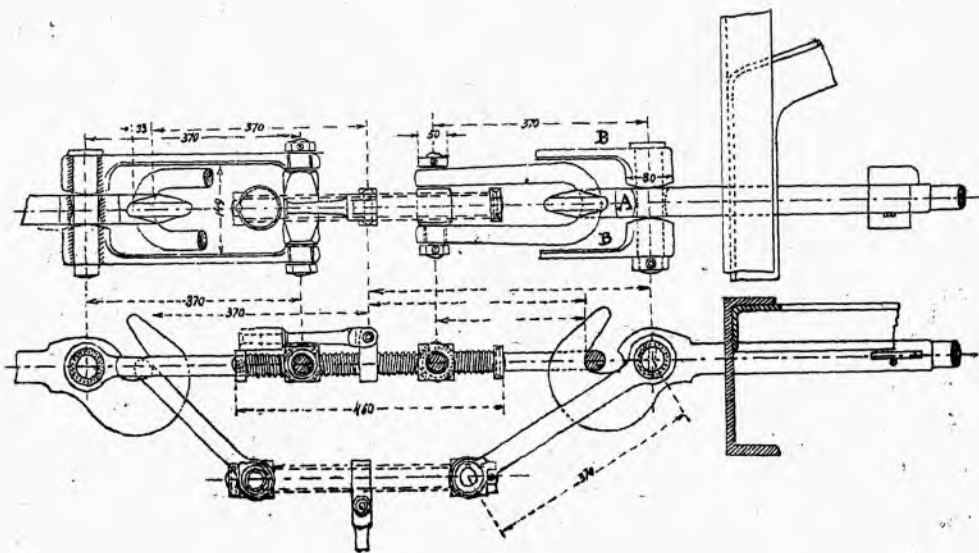


Rys. 61.

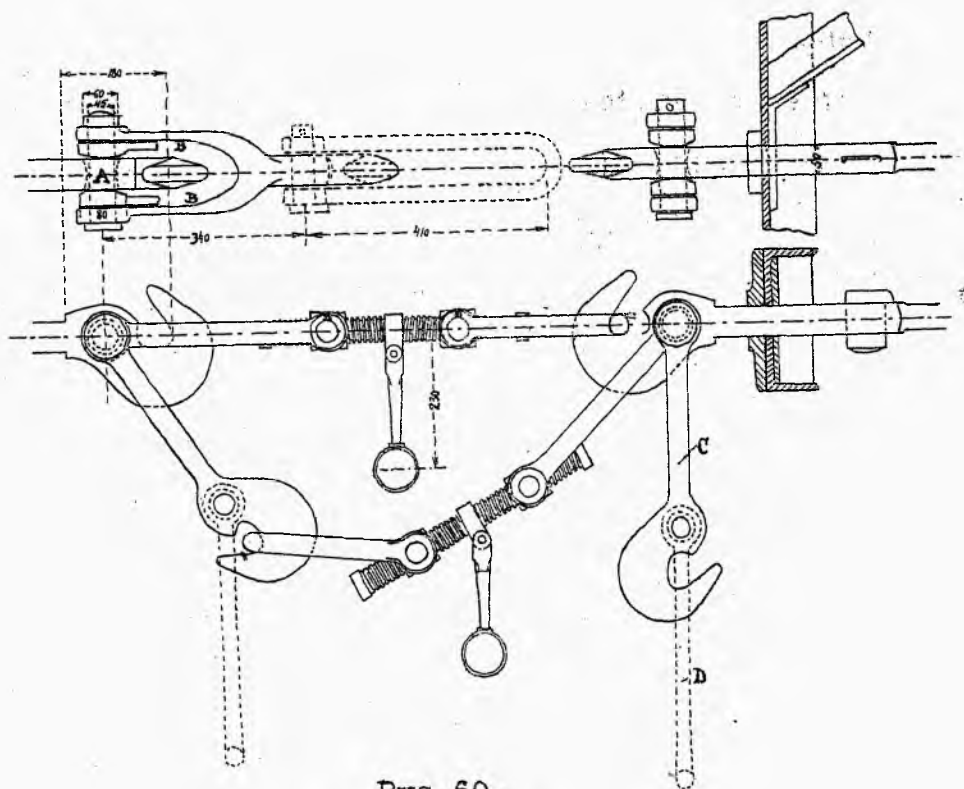
niu sprzęgła pierwszego; rys.59 daje sprzęgło Uhlenhuth'a.
stosowane w rosyjskim taborze, a rys.60 sprzęgło niemieckie.



Rys. 57.



Rys. 59.



Rys. 60.

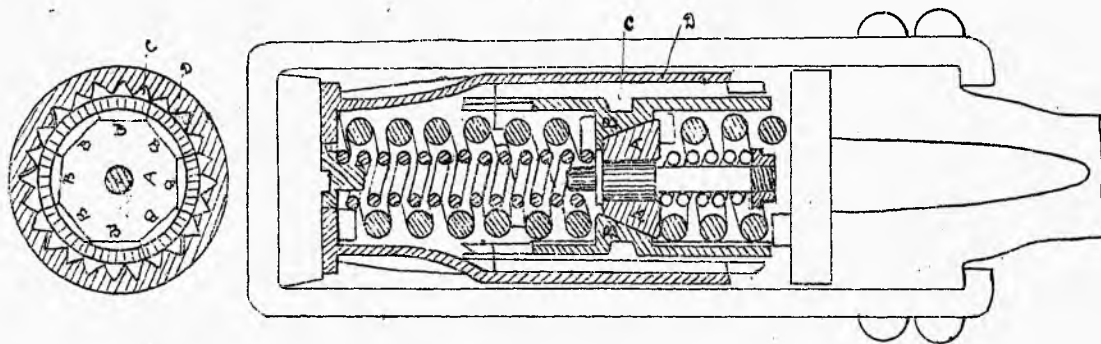
W sprzęgle niemieckiem, szop A, na którym wiszą nożyce B, jest krótszy niż w sprzęgle Uhlenlutha, pracuje on więc daleko lepiej na zgięciu. Haki zabezpieczające C dają jeszcze jedno zapasowe połączenie przy zawieszeniu połąka D na sąsiednim haku C. Sprzęgła europejskie obliczano dawniej na 12 t. siły rozciągającej; nowe sprzęgła są obliczone na 21 ton.

Tabor linii trzeciorzędnych ma prostsze sprzęgła najrozmaitszy systemów, aż do łączenia zwyczajnymi łańcuchami.

W Stanach Zjednoczonych stosuje się sprzęgła przerwane, automatyczne; wagony szepiają się przy uderzeniu jednego o drugi, a rozłączyć można je z boku wagonu; nie zachodzi więc potrzeba, ażeby spinacz wchodził między wagony, co jest nie-

bezpieczne i służy u nas stale powodem licznych wypadków kalectwa i śmierci.

Amerykańskie sprzęgła wytrzymują do 40 t., jeżeli elastyczność połączenia jest ^{oparta} na systemie sprężyn spiralnych (rys.61); sprzęgła silniejsze do 80 t. oparte są na tarcia pomiędzy klinami, zawartymi w stalowym pudle (rys.62). Uwidocznione na tych rysunkach sprężyny działają przy mniejszych siłach, przy większych zaś zaczynają działać klinowe płaszczyny tarcia, opierające się o ściany pudła sprzęgłowego. Amerykańskie sprzęgła, łącząc wagony i oddając siłę rozciągającą pociągową z wagonu na wagon, służą jednocześnie za



Rys.62.

zderzaki, przyjmując elastycznie siły ściskające w razie uderzeń lub pchania pociągu. W Europie daje się w tym celu oddzielne boczne zderzaki sprężynowe.

Są one, zwykle okrągłe, mają powierzchnię zewnętrzną, zwróconą ku sąsiednim wagonom, albo płaską albo sferyczną. Ustalono, że zderzak prawy patrząc z wagonu, powinien być sfe-

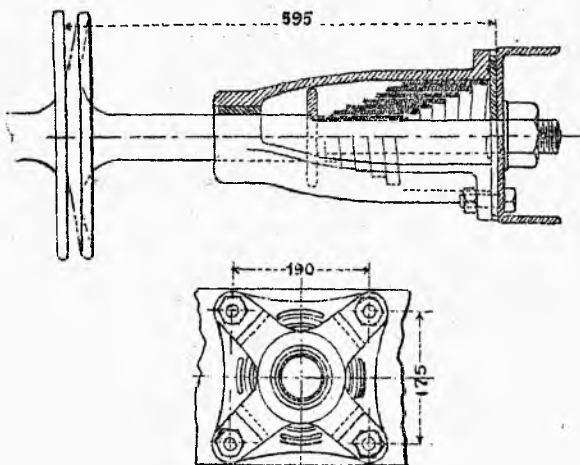
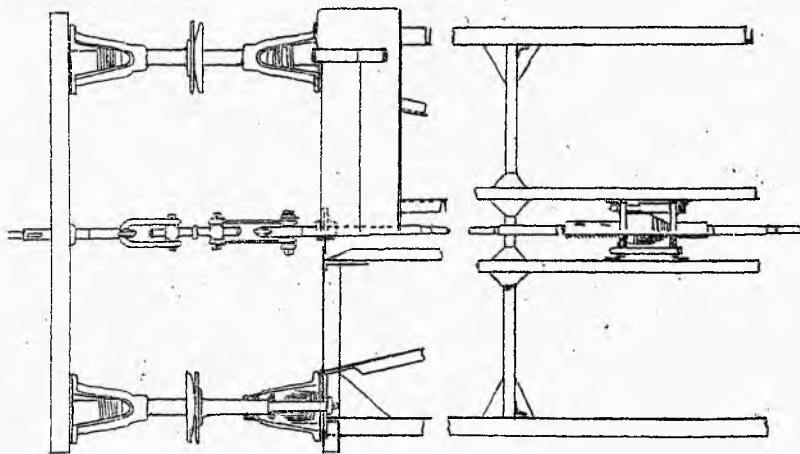
ryczny, a lewy płaski (rys.63); w ten sposób dotykają się zawsze wzajemnie jeden płaski i jeden sferyczny zderzak. Gdyby wszystkie zderzaki były płaskie, to tarcie pomiędzy nimi byłoby znacznie większe, pozatem przy przejściu krzywych, gdy wagony znajdują się pod kątem jeden względem drugiego, dotykałyby się zderzaki płaskie brzegami i: **łatwo** przy pewnym wahaniu taboru mogłyby tarcze zaskoczyć jedna za drugą i wywołać w następstwie wykolejenie. Gdyby wszystkie zderzaki były sferyczne, to mogłoby, przy silnym nacisku wzajemnym pomiędzy wagonami, **powstawać** niebezpieczeństwo wykolejenia, ponieważ wagon dobrze załadowany osiada na resorach i ma nieco obniżone zderzaki, wagon zaś sąsiedni może być próżny i mieć zderzaki na wyższym poziomie; przy tych warunkach mogłoby nastąpić pewne wypieranie wagonu lekkiego ku górze przez sąsiednie ciężkie naładowane wagony. Przy zderzakach do połowy płaskich i do połowy sferycznych unika się tego. Rys.64 przedstawia zwykłe zderzaki i aparat sprzęgłowy. Zderzaki składają się z tarczy z trzonem, wchodzącym w pochwę i upierającym się o sprężynę, które najczęściej bywają stożkowate, stalowe. Pochwy stosuje się czwororamiennie (rys.65) lub całkowite.

Opisane powyżej zderzaki daje się w wagonach towarowych i krótkich osobowych. W długich i 6 osiowych wagonach osobowych kąty pomiędzy wagonami przy ruchu w krzywych o mniejszych promieniach są tak znaczne, że zderzaki wewnętrzne nadmiernie by się ścisnęły, zewnętrzne zaś rozchodziłyby się;

ażeby uniknąć tego stosuje się urządzenie bardziej złożone

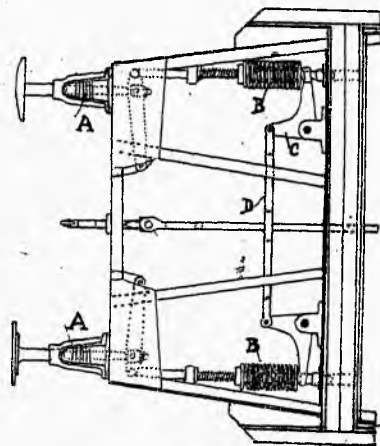


Rys.63.



Rys.65.

Rys.64.

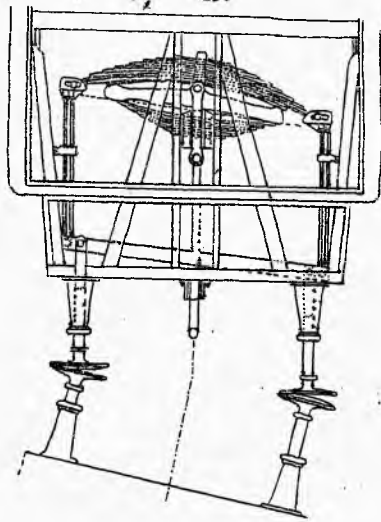


Rys.66.

z systemem dźwigni wyrównawczych i podwójnymi sprężynami (rys. 66). Przy takim urządzeniu i przy słabszych naciskach na zderzak pracują tylko sprężyny w pochwach A, przy większych zaś ściska zderzak drugie sprężyny B, a przez nie działa na dźwignie C i przez zesparę D na sąsiedni zderzak. Jeżeli więc jeden zderzak nadmiernie się wcisnie, to drugi * tyleż się wysunie z pochwy i kontakt pomiędzy zderzakami

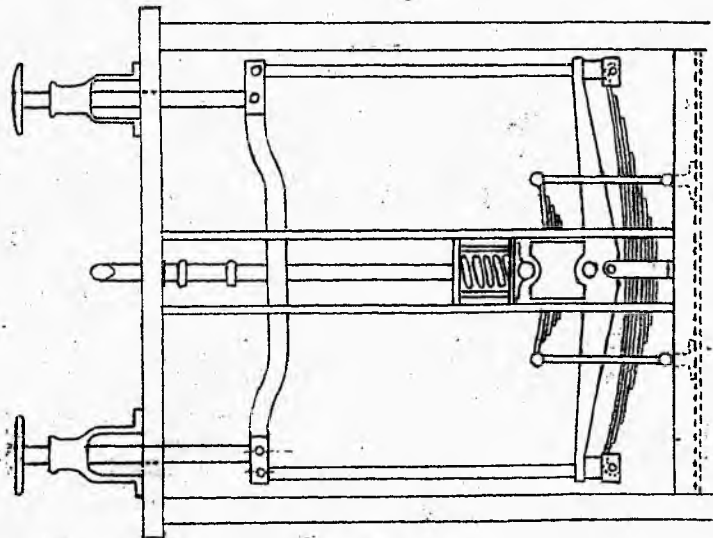
sąsiednich 2 wagonów będzie utrzymany.

Pokazane na rysunku 67 i 68 urządzenie zderzawo Międzynarodowego Towarzystwa wagonów sypialnych jest jeszcze czulsze pod tym względem, nie mając sprężyn w pochwach nasewnątrż wagonów.

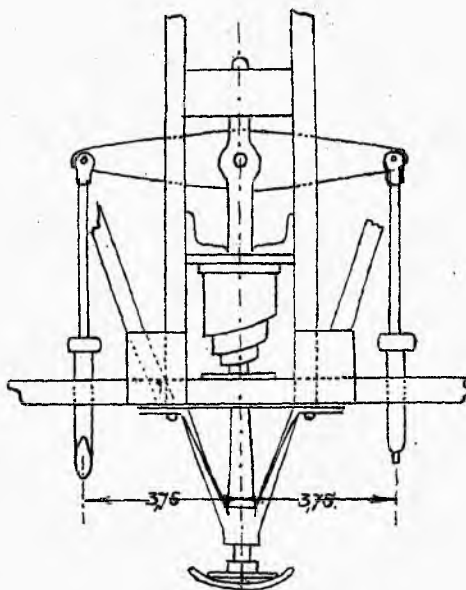


Rysunek 69 daje jedno z lepszych sprzęgieł dla taboru wąskotorowego, połączone ze zderzakiem centralnym.

Rys.67.



Rys.68.

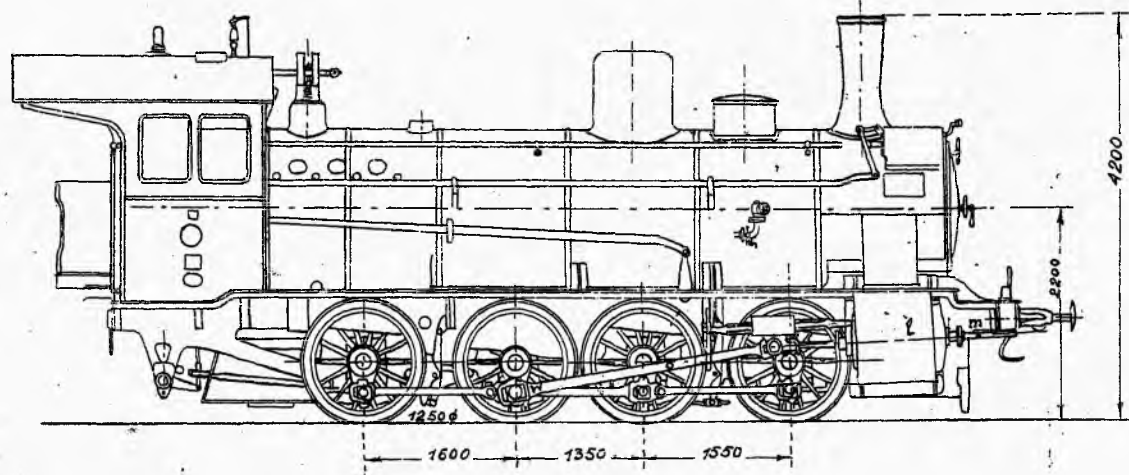


Rys. 69.

P a r o w ó z .

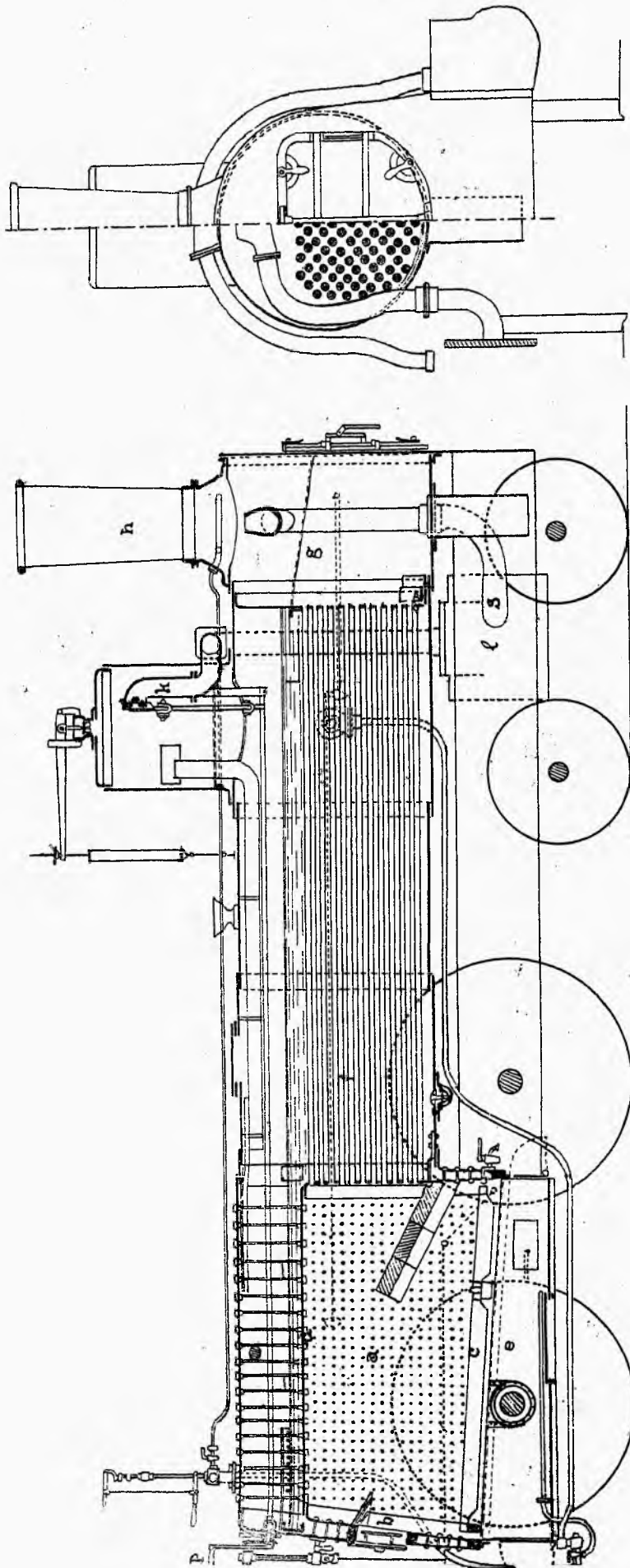
Konstrukcji parowozu będzie dalej poświęcony specjalny dział; tutaj dajemy jedynie krótki opis, umożliwiający zrozumienie warunków pracy parowozu.

Koła mają naogół konstrukcję, opisaną wyżej. Te koła, na które działają cylindry, wprawiając je w ruch, nazywamy kołami pędnymi; oprócz nich może mieć parowóz z przodu przed kołami pędnymi lub za nimi pod paleniskiem koła o mniejszej średnicy, na które cylindry nie działają; służą one jedynie do podtrzymania części wagi parowozu i nazywają się kołami tocznymi. Parowóz wskazany na rys. 70 nie ma kół tocznych, zaś na rys. 71 posiada 2 osie pędne i 2 toczne. Rama parowozu może być zewnętrzna względem kół i spoczywa wtedy na czopach, jak w wagonach, lub też może być wewnętrzna. Na ramie spoczywa keciok. W tylnej części



Rys. 70.

kotła znajduje się palenisko a; przez otwór b wrzuca się na ruszt c paliwo; d oznacza sklepienie w palenisku, ulepszące proces spalania; pod rusztami znajduje się popielnik e, produkty spalania przechodzą po długich rurkach - płomieniówkach f do przedniej części kotła czyli dymnicy g, skąd ulatują przez komin h. Zewnętrzna powierzchnia paleniska i płomieniówek stanowi powierzchnię ogrzewalną; powinna ona być zawsze pokryta wodą. Z wody wytwarza się para, zbierająca się w górnej części kotła; z dzwona parowego i (zbieralnika) prowadzi rura k do cylindrów l parowych; wylot rury k można otwierać w dowolnym stopniu z budki maszynisty przy pomocy regulatora P (przepustnicy), zmniejszając lub zwiększając w ten sposób dostęp pary do cylindrów; w każdym cylindrze l chodzi tłok m, porusza-

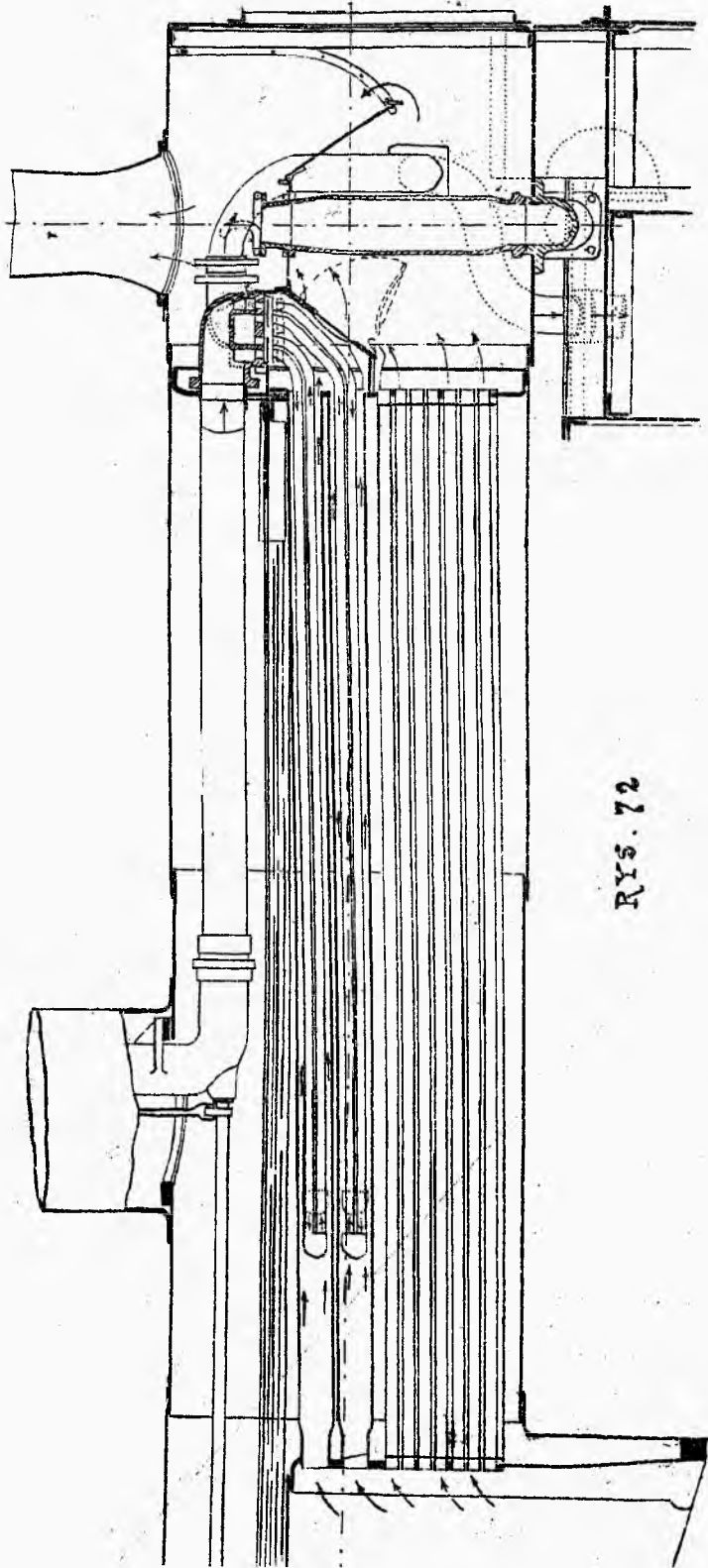


Rys. 71.

jąc koła pędne przy pomocy trzonu n i związanego z nim w krzyżulcu o drąga korbowego o; wszystkie osie pędne są związane ze sobą przez wiązary w. Dostęp pary do cylindrów reguluje się z budki maszynisty przez nastawnicę, przesuającą jarzmo r, czyli kulisę, działającą na suwak, regulujący bezpośrednio dostęp pary do wnętrza cylindrów, przesuując się w skrzynce suwakowej; para zużyta w cylindrach ulata przez dyszę s do komina, zwiększając ciąg i sprzyjając lepszemu spalaniu węgla.. Para może być wpuszczaną do wszystkich cylindrów wprost z kotła i taki parowóz nazywany jednoprzężnym; w parowozach dwuprzężnych (compound) daje się cylindry niejednakowej średnicy; para z kotła wstępuje do cylindrów mniejszych i po dokonaniu pracy w nich przechodzi do cylindrów o średnicy większej, skąd dopiero uchodzi do komina. Parowozy mogą mieć dwa lub cztery cylindry, rzadziej trzy a niekiedy w bardzo dużych parowozach specjalnej konstrukcji i więcej niż cztery. Przy dwóch cylindrach, mogą one być umieszczone albo nazewnątrz kół pędnych, jak zwykle u nas, albo nawewnątrz, jak np. w Anglii. Przy czterech cylindrach umieszcza się dwa wewnątrz i dwa nazewnątrz. Przy wewnątrznym cylindrach musi os, na którą one działają, być wygięta kolonkowato.

Na rys. 72, 73 wskazany jest parowóz z przegzewaczem; w maszynach takich para z kotła nie idzie wprost do cy-

litrów, a skierowuje się przez system rurek, ułożonych



Rys. 72

w części płomie-
niówek o większej
średnicy; para
osusza się w
nich i nagrzewa
do wyższej tem-
peratury, co
daje znaczne po-
lepszenie efektu
cieplnego.

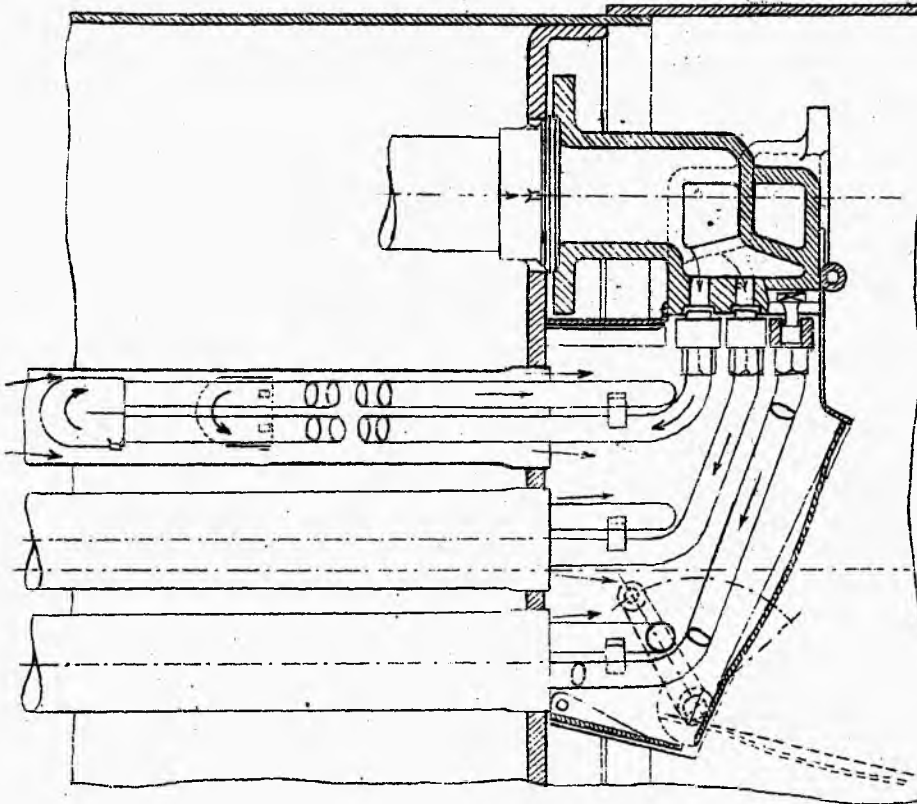
Praca parowozu.

O pracy, jaką
może wykonywać
parowóz, decydu-
ją trzy główne
czynniki, a mian-
owicie:

- 1) jego waga
przyczepna,
- 2) cylindry,
- 3) kocioł.

Wagę przy-
czepną nasywamy
obciążenie

wszystkich osi pędnych parowozu; na koła pędne działają



Rys.73.

cylindry; obrotowi kół pędnych na miejscu przeciwdziała przyczepność pomiędzy szynami i obwodem kół. Jeżeli pociąg jest o tyle ciężki, że cylindry parowozu muszą rozwinać siłę Z na obwodzie kół pędnych większą od przyczepności pomiędzy nimi i szynami, to wtedy koła pędne zaczną się obracać na miejscu, nie wprowadzając w ruch pociągu. Trzeba więc, żeby opór pociągu, a co zatem idzie, wymagana siła pociągowa parowozu na obwodzie kół pędnych była mniejszą od Lp , gdzie Lp oznacza wagę pędną parowozu, a f

współczynnik przyczepności. Współczynnik ten zależy od stanu powierzchni szyn i waha się od $1/3$ do $1/12$ w zależności od stanu zawilgocenia główki szyn; $1/3$ i $1/4$ stosuje się do szyn zupełnie suchych; $1/10$ - $1/12$ do szyn zawilgoczonych i lepkich, gdy pokrywają je np. mokre opadki z drzew liście, owady lub gołędz; współczynnik przyczepności jest natomiast znacznie wyższy od tych ostatnich norm podczas dużych deszczów i może dojść do $1/5$; tłumaczy się to tem, że duża ilość opadów lub wilgotność powietrza rozmiękcza jedynie kurz, lub cząstki roślinne, pokrywające główkę szyny, i wytwarza się wtedy na niej warstwa lepka i śliska, gdy natomiast silny deszcz zmywa wszystkie naleciałości obce z główki szyny, wytwarzając czystą stalową powierzchnię toczenia kół po szynach ze znaczną przyczepnością.

U nas liczy się normalnie na przyczepność od $1/5$ do $1/7$ x). W Stanach Zjednoczonych, gdzie używają częściej

x) $1/6$ - $1/5$ stosuje się na liniach o łatwym profilu, zaś $1/6$ - $1/7$ należy stosować na liniach z dużymi spadkami, gdzie parowóz pracuje często przy małych szybkościach; również przyjmuje się większe współczynniki dla pociągów osobowych niż dla towarowych i większe od $1/5$ dla lokomotyw elektrycznych z powodu bardziej równomiernego momentu obrotowego.

podsypania piasku pod koła liczą od 1/3 do 1/5. Każdy parowóz ma nad kotłem umieszczoną piasecznicę z dobrym spłykiem piaskiem; Wypuszczanie strumienia piasku tego przez rurki, wiodące z piasecznicy pod koła używa się u nas głównie przy ruszeniu pociągu lub w wyjątkowych wypadkach np. podczas gośledzi, na stromych wzniesieniach. W warunkach przyrzepności, przyjmowanych u nas, może więc parowóz rozwinąć maksymalną siłę pociągową, od 143 do 200 kg. z każdej tonny swej wagi napędnej, o ile oczywiście cylindry są odpowiednio skonstruowane.

Odpowiada to współczynnikom przyrzepności od 1/7 do 1/5.

Siła pociągowa, zależna od przyrzepności Z_p określa się

więc:

$$Z_p = f \cdot L_p$$

Z określenia przyrzepności pomiędzy kołami parowozu i szynami można wnioskować o największych wzniesieniach, jakie możemy stosować na zwykłych drogach żelaznych i przy zwykłych typach parowozów:

$$Z_p = f \cdot L_p = W$$

Przy ruchu o stałej szybkości musi się siła pociągowa równać oporowi ruchu W , z jakim się porusza pociąg.

Opór ruchu wyraża się zwykle w kilogramach na tonnę wagi pociągu: jeżeli przez w oznaczymy opór ruchu na poziomie i przez i , również w kilogramach na tonnę, dodatkowy opór, wywołany wzniesieniem, to otrzymamy:

$$W = (L + Q)(w + i)$$

gdzie L oznacza całkowitą wagę parowozu, a Q wagę wagonów wraz z ładunkiem, czyli wagę brutto.

$$f \cdot L_p = (L + Q)(w + i)$$

Przyjmując, że mamy do czynienia z parowozem bestendrowym/wszystkimi osiami pędziami, będziemy mieli $L_p = L$; przy $f = 1/7 = 0,143$ czyli 143 kg. na tonnę wagi parowozu i przyjmując, że wagony ważą tyleż co i parowóz i że przy danej szybkości jazdy $w = 5$ kg. na tonnę, otrzymamy:

$$f \cdot L_p = (L + Q)(w + i) = 2L(w + i)$$

czyli: $f = 2w + 2i$;

$$i = \frac{f - 2w}{2} = \frac{f}{2} - w = \frac{143}{2} - 5 = 71,5 - 5 = 66,5$$

a ponieważ przy jeździe pod górę wzniesienie powoduje dodatkowy opór w kilogramach na tonnę, równy ilości metrów wzniesienia, na 1 kilometr linii czyli ilości tysięcznych wzniesienia, o czym się przekonamy dalej (str.), więc przychodzimy do przekonania że parowóz może ciągnąć wagony o ogólnej wadze brutto, równej własnej wadze parowozu, na wzniesieniu:

$$i = 66,5\%$$

t.j. pochyleniem w stosunku 66,5 m. na 1 kilometr linii. Sam parowóz, bez wagonów, może się poruszać najwyżej na wzniesieniu

$$f \cdot L = L(w + i)$$

$$i = f - w = 143 - 5 = 138\%$$

Powyżej jest mowa o parowozie bez tendra, tak zwanym

tankowym, nie mającym osi tarcznych i praca jego jest rozpatrywana przy współczynniku przyczepności 1/7.

Jazda taka byłaby nadzwyczaj nieekonomiczna i gdyby ze względu na warunki topograficzne zachodziła potrzeba urządzenia wzniesień powyżej 35‰, należałoby zastosować specjalne rodzaje trakcji, z których najbardziej używaną była dotychczas trakcja zębnicowa.

Dla porównania trakcji parowozowej zwykłej z trakcją zębnicową przyjmijmy linię ze wzniesieniem największym $i = 50‰$. Przypuśćmy, że mamy parowóz o mocy $H = 500$ koni, szybkości jazdy 10 km. na godzinę i opór na linii zębatej trzykrotnie większy niż na linii kolejowej, opartej na przyczepności, tj. $w = 15$ kg. na tonnę

$$75N = Z \cdot v \quad ; \quad Z = \frac{75N}{v}$$

gdzie Z jest siła pociągowa, v szybkość w metrach na sekundę i N moc parowozu; biorąc pod uwagę, że szybkość, wyrażona w kilometrach na godzinę: $V = \frac{v}{1000} \cdot 3600 = 3,6v$

otrzymamy: $Z = \frac{75N}{v} = \frac{75 \cdot 3,6 \cdot N}{V} ; Z = \frac{270N}{V}$,

skąd $Z = \frac{270 \cdot 500}{10} = 13500 \text{ kg.}$

a waga pociągu, tj. wagonów z lokomotywą będzie się równała:

$$L + Q = \frac{Z}{w+l} = \frac{13500}{15+50} = 208 \text{ t.}$$

a waga wagonów przy $L = 50$ t. będzie $Q = 158$ t.

Gdyby w tych samych warunkach zastosować zwykłą lokomotywę bez kół zębnych otrzymalibyśmy:

$$Z = f \cdot L = \frac{1}{7} \cdot 507 = 7143 \text{ kg.}$$

$$\text{I wagę pociągu } L + Q = \frac{7143}{5+50} = 130 \text{ t.}$$

a wagonów $Q = 80 \text{ t.}$, czyli 2 razy mniejszą niż przy trakcji zębnicowej. W ostatnich czasach daje się zauważyć dążenie techników do zastosowania innych środków pracy na stromych wzniesionych poza trakcję zębnicową.

Doskonałe wyniki dały silne parowozy Mammuty na linii Halberstadt-Elanckenburg, ^{x)} pracujące na wzniesieniach 60‰ z szybkością dwa razy większą, niż dają parowozy zębnicowe. Parowozy Mammuty odznaczają się bardzo dużą wagą przyczepną czyli pędną, dużymi średnicami cylindrów, a małymi kół pędnych, posatem specjalnem urządzeniem do podsypywania piasku pod każde koło z obydwuch stron; piasek wyrzuca się pod ciśnieniem sprężonego powietrza i zwiększa tarcie przy szynach wilgotnych do 1/4 - 1/3; przy tak znacznych spadkach można by się obawiać ślizgania pociągu na wilgotnych szynach przy jeździe z góry; dla oszczędzania hamulców używa się odwrotnego ciśnienia pary w cylindrach.

Opierając się na dotychczasowych doświadczeniach uważa Dr. Flügel, że Mammuty mogłyby pracować na wzniesieniach do 75‰

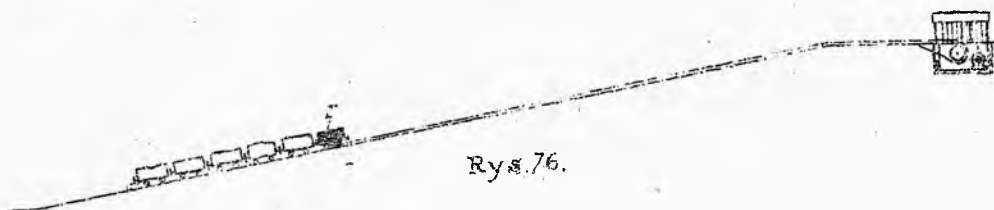
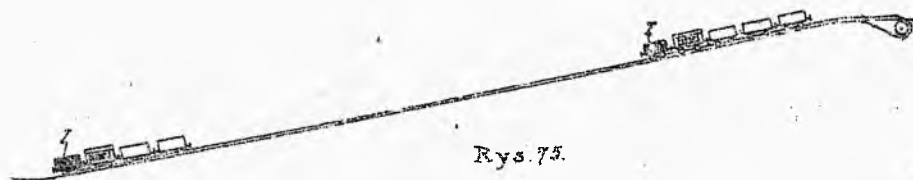
Ciekawą jest rzeczą, że przy bardziej stromych wzniesieniach daje się zauważyć tendencję do powrotu do liny ^{x)} Eisenbahnwesen Dr. Ing. Flügel 1925.

stalowej i maszyny staczej, która była pierwszym zastosowaniem pary do trakcji na drogach żelaznych, jeszcze przez zbudowaniem zdolnego do użytku parowozu; tylko

...że wtedy, to jest sta

zgorą lat temu robiono próby zastosowania maszyny staczej i liny na 3% , co nie mogłoby być odpowiednim terenem pracy dla tego rodzaju trakcji.

Przy słabym ruchu może być trakcja lánowa urządzona, jak wskazuje rys.74 (Oberweissbach); do jednego końca

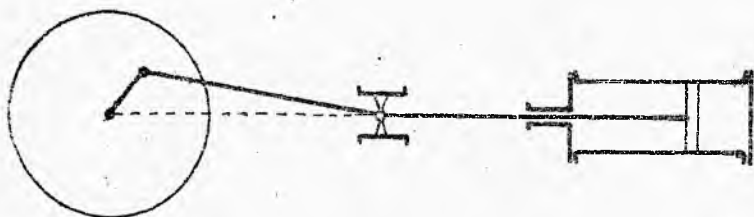


liny przyczepiony jest stale wagon osobowy, drugi koniec ciągnie wagon towarowy. Stacja maszyn (w Oberweissbach motor spalinowy o 60HP) pracuje jedynie na różnicę wagi

tych dwóch wagonów.

Dla linii z silniejszym ruchem i przy spadkach do 140‰
czyli 1/7 mogą być zastosowane liny bez stałych maszyn,
gdy pracę, wynikającą z różnicy wagi dwóch pociągów i opo-
rów ruchu, dają elektryczne lokomotywy pociągowe (rys.75);
przy nierównomiernym ruchu w obie strony, można zawiesić na jed-
nym końcu liny albo wagon osobowy albo balastowy (rys.76).

Rysunek 76 daje urządzenie, przy którym wagon balastowy,
składający w przykładzie poprzednim za przeciwwagę, zastąpiono
maszyną stałą.



Przy długich
stromych odcin-
kach należy dzie-
lić je na części,
tak żeby liny nie
były dłuższe od
5 km.

Najdogodniejsze
warunki dla
trakcji linowej

Rys.77.

istnieją tam, gdzie w górnym końcu linii znajduje się źródło
produkcji ciężkiego surowca, jak np. złomy kamienne; próby na
linji w Solnhof wskazały, że idący w dół pociąg o wadze
130 ton może ciągnąć pod górę pociąg 100 tonnowy, bez do-
datkowej siły pociągowej; dla takich jednakowż kolei, to

jest nie mających maszyn ani stałych ani ruchomych, należy specjalnie projektować podłużny profil linii, a mianowicie tak, ażeby jedna część profilu, licząc od środka, stanowiła lustrzane odbicie drugiej; jeżeli wtedy jeden pociąg znajdzie się, powieśzmy, na wzniesieniu $i = 95\%$, to drugi powinien się znaleźć na spadku o równej wielkości. Ze względu na koszt robót nie mogą takie linje przy znaczniejszej długości mieć spadków zupełnie równomiernych.

Ponad 140% można stosować linową trakcję z zastosowaniem specjalnych wózków-transporterów, na których ustawia się normalne wagony towarowe.

Dla określenia cylindrycznej siły pociągowej nazwijmy przez p manometryczną prężność pary w kotle, p_1 prężność pary w cylindrze, przeciętną podczas przesunięcia się tłoka z jednego końca cylindra do drugiego, czyli podczas tak zwanego skoku tłoka l ; przez P przeciętną siłę, działającą na tłok podczas jednego skoku, D średnicę kół pędnych, d średnicę cylindrów i Z_1 siłę pociągową, indykowaną, mierzoną na obwodzie kół pędnych. Przyrównujemy pracę siły pociągowej pracy tłoków podczas jednego obrotu kół pędnych, czemu odpowiadają dwa skoki tłoków w jedną i w drugą stronę, napiszemy dla parowozu dwucylindrowego bliźniaczego (rys. 71):

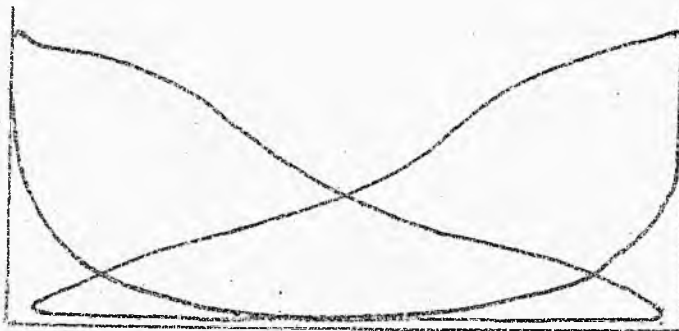
$$Z_1 \pi D = 2 P \cdot 2l,$$

gdzie $P = p_i \frac{\pi d^2}{4}$

$$Z_i \pi D = 2 p_i \frac{\pi d^2}{4} 2\ell = p_i \pi d^2 \ell$$

Srednia siła pociągowa $Z_i = p_i \frac{\pi d^2 \ell}{\pi D} = p_i \frac{d^2 \ell}{D} \dots (1)$

Z_i nazywamy indykowaną siłą pociagową, ponieważ zależy ona od przeciętnej prężności pary w cylindrach p. mierzonej przy pomocy indykatora, aparatu umocowywanego przy doświadczeniach na cylindrach parowozu, i dającego wykres zmian p_i podczas poruszania się tłoków; dzieląc płaszczyznę (rys. 78) wykresu indykatora przez skok tłoka ℓ otrzymujemy średnie ciśnienie pary w cylindrze.



Rys. 78.

Jeżeli przez p_i i d oznaczymy prężność i średnicę małego, wysokoprężnego cylindra a przez p_i' i d_1 niskoprężnego, dużego cylindra, to przy dwóch cylindrach:

$$Z_i = \frac{\ell}{2D} (p_i \cdot d^2 + p_i' \cdot d_1^2) \dots (4)$$

Dla parowozu czterocyldrowego bliźniaczego

otrzymany wzór:

$$Z_i = p_i \frac{2d^2 \ell}{D} \dots (2)$$

i wogóle dla n cylindrów:

$$Z_i = p_i \frac{d^2 \ell}{2D} n \dots (3)$$

Dla parowozów dwuprzężnych (Compound):

Wymiary wysokie i niskoprężnych cylindrów oraz prężność pary określa się dla dwuprężnych parowozów tak, ażeby siła działająca na tłoki była jednakowa; możemy wobec tego stosować i dla tych parowozów wzory, wskazane powyżej dla parowozów bliźniaczych (1, 2 i 3). Ponieważ przekrój niskoprężnych cylindrów jest w przybliżeniu dwa razy większy od przekroju cylindrów wysokoprężnych, więc stosuje się niekiedy dla parowozów dwuprężnych wzór (5):

$$Z_i = p_i \frac{d_i^2 \ell}{4D} n \quad (5)$$

do którego wprowadzono d_i średnicę cylindra niskoprężnego, zamiast d średnicy wysokoprężnego we wzorze 3.

Ze wzorów od 1 do 5 widzimy, że siła pociągowa będzie większa przy danych cylindrach i małych średnicach kół napędnych i odwrotnie. Dlatego też parowozы towarowe powinny mieć duże cylindry i małe koła, nie wymagamy bowiem od nich znacznych szybkości, natomiast dużej siły pociągowej; przeciwnie zaś parowozы osobowe, a szczególnie pospieszne, muszą rozwijać znaczne szybkości, powinny więc mieć duże koła pędne, wymagana zaś od nich siła pociągowa, może być zwykle mniejszą ze względu na mniejszą wagę pociągów osobowych w porównaniu z pociągami towarowymi. Uwagi te dają zazwyczaj możność określić typ parowozu z wyglądu zewnętrznego.

Część siły indykowanej, określonej jak wyżej, zużywa się na wewnętrzne opory mechanizmu parowozu. Siła więc

pociągowa cylindrowa, pozostająca po przewyciężeniu wewnętrznych oporów mechanizmu parowozu i mierzona na obwodzie kół pędnych będzie mniejszą i wynosi

$$\text{od } Z_{it} = 0,80 Z_i \quad \text{do } Z_{it} = 0,95 Z_i$$

Średnia prędkość pary w cylindrach P_1 zależna jest od prędkości pary w kotle, od długości l_1 części skoku tłoka, na której ma miejsce dopływ pary do cylindrów i wreszcie od szybkości jazdy. Jeżeli oznaczymy przez a stosunek średniej prędkości pary w cylindrze do prędkości pary w kotle $a = \frac{p_i}{p}$, to przy małych szybkościach otrzymamy dla różnych stopni napełnienia cylindrów $\frac{l_1}{l}$:

$\frac{l_1}{l} = 0,15$	-	$a = 0,34$
" 0,20	-	" 0,41
" 0,25	-	" 0,48
" 0,30	"	" 0,54
" 0,40	-	" 0,65
" 0,50	-	" 0,73
" 0,60	±	" 0,79
" 0,75-0,80	-	" 0,85

Dla przybliżonego, a dla naszych celów dostatecznego, obliczenia siły pociągowej cylindrycznej możemy przyjmować podług prof. Ceglińskiego dla parowozów:

jednoprzędnym osobowym	$a = 0,55$
" towarowym	$a = 0,60$
dwuprzędnym osobowym	$a = 0,45-0,38$

dwuprzężnych towarowych $a = 0,50-0,40$

w zależności od stosunku δ cylindrów;

jednoprzężnych z przegrzaniem pary $a = 0,75$

dwuprzężnych " " $a = 0,55$

Przy ruszaniu z miejsca można stosować dopływ pary większy $\frac{\ell_1}{\ell} = 0,75-0,80$ odpowiednio $a = 0,85$.

Otrzymamy wtedy największą siłę cylindryczną na obwodzie kół:

$$Z_{it} = 0,90 \cdot 0,85 p \frac{d^2 \ell}{D} \quad (9)$$

Siła pociągowa na obwodzie kół zmienia się w ciągu jednego obrotu koła w zależności od chwilowego położenia korby; można przyjąć że dla lokomotywy dwucylindrowej

$$Z_{max} = 1,25 Z_{it}$$

Żeby koła przy ruszaniu nie zaczęły kręcić się na miejscu powinno być:

$$Z_{max} \leq f L_n$$

czyli:
$$Z_{it} \leq \frac{f L_n}{1,25}$$

Przy większej ilości cylindrów wahania siły na obwodzie będą mniejsze. Zjawisko to może powstać tylko przy małych szybkościach, przy ruszaniu przeważnie i bierze się pod uwagę przyjmując $f = 1/5-1/7$.

Przyczepność parowozu może być zwiększona przez posypywanie szyn piaskiem; natomiast niema sposobu na zwiększenie określonej powyżej największej siły pociągowej cylindrycznej; należy przeto unikać stosowania zbyt małych

cylinarów, co ogranicza siłę pociągawą i w udatnio sprojektowanych parowozach początkowa największa siła Z_{it} powinna być większą od siły pociągowej podług przy- czepności, przy odpowiednich współczynnikach. Dla przykła- du sprawdzimy kursujący na naszej sieci parowóz typu pruskiego G'_7 - jest to parowóz jednoprężny, bliźniaczy, dwacylinárov, czterosiłowy, bez osi ślizgowych o wadze 53,5 t., prężności pary w kotle 12 atM., średnicy cy- lindrów $d = 520$ mm., skoku tłoku $l = 630$ mm., średnicy kół pędnych $D = 1250$ mm.

$$\text{Przyczepność } Z_p = \frac{53500}{7} = 7643 \text{ kg}$$

Największa siła pociągawą na obwodzie kół pędnych przy ruszeniu: $Z_{it} = 0,9 \cdot 0,80 \cdot 12 \frac{52^2 \cdot 630}{1250} = 11750 \text{ kg. (1)}$

$$\text{co odpowiada współczynnikowi: } f = \frac{11750}{53500} = \frac{1}{4,55}$$

Przy większych szybkościach jazdy zależy, możliwe do zastosowania, napełnienie cylindrów, a więc i siła pociągawą od ilości pary, jaką może wyprodukować kocioł. Ilość ta w ciągu godziny zależy od szeregu czynników, a w pierw- szym rzędzie od powierzchni rusztów R i powierzchni ogrze- walnej H , których stosunek H/R wynosi w parowozach opala- nych węglem od 50 do 70, dla osobowych zwykle 50-60, a dla towarowych 55-70.

Ostatnie badania dowiodły jednakowoż przewagi rusztów nad powierzchnią ogrzewalną. Dalsze od paleniska części

promieniówek oddają wodzie w kotle według Hednera^{x)} nieproporcjonalnie mniejszą ilość ciepła niż części bliższe, a doświadczenia Hewry na drodze żelaznej Paris-Lyon-Mediterranee wykazały, że zwiększenie długości promieniówek ponad 4 m. zmniejsząłoby raczej wydajność parowania.

Na 1 m² rusztów można spalać na godzinę normalnie 250-300 kg. węgla, maksymalnie u nas 500 do 650 kg.; w Stanach Zjednoczonych dochodzą do 800 kg. ale przy dużej stracie energii cieplnej.

Degen^{xx)} daje następujące normy dobrego spalania z 1 m² rusztów w zależności od szybkości jazdy

V km. na godzinę	40	60	80	100	120
ilość węgla w kg. na m ²	300	350	450	575	650

Jeden kilogram daje 6 - 8 1/2 kg. pary nasyconej a rozchód takiej pary na 1 konia parowego waha się od 9 do 13 kg.

Orientacyjna więc norma koni parowych, otrzymywanych z jednego metra kwadratowego rusztów wyniesie:

$$N = \frac{500 \cdot 7}{12} = \approx 300 \text{ HP}$$

x) Memoires et compte rendu des travaux de la Societe' des Ingenieurs Civils de France Septembre 1906.

xx) Methode belge d'essai de la locomotive en route, Bul. du Cong. des Chemins de fer 1910.

Stąd możemy określić siłę pociągową Z w zależności od szybkości v m/sek. lub V km/g.

$$Z_v = 75 N$$
$$Z = \frac{75 N}{v} = \frac{75 N \cdot 3,6}{V} = \frac{270 N}{V}$$

Ciepłota wartości naszego węgla dąbrowskiego wynosi na 1 kg. około 6300 ciepłotek; na odparowanie 1 kg. wody w kotle parowozowym można przyjąć 635 ciepłotek, należałoby więc oczekiwać $6300/635 \sim 10$ kg. pary z 1 kg. węgla, tymczasem otrzymujemy z naszego węgla 6 kg.; widzimy więc że współczynnik sprawności kotła wynosi około

$$\eta = 0,6$$

a może on być jeszcze niższy przy wysokich stopniach natężenia paleniska, tj. przy spalaniu większych ilości węgla z 1 m.² rusztów na godzinę, ponieważ wtedy część paliwa ginie wskutek niezupełnego spalania. Według prof. Wasiatyńskiego możemy dla naszych warunków przyjąć normę 500 kg. przy największej stałej pracy i 650 kg., jako chwilową i kranową.

Profesor Tajani przystacza dane z doświadczeń nad trzema parowozami w laboratorjum S.Louis.

	A			B			C			
1) Powierzchnia rusztów R m ²	3,10			2,70			4,64			
2) Bezpośrednia pow. ogrzew. m ²	16,49			9,62			14,10			
3) Całkowita pow. ogrzew. H m ²	247			163			279			
4) Prężność pary w kotle p $\frac{kg}{cm^2}$	15,4	15	15	14,2	14,5	13,8	14,6	15,5	15,3	14,8
5) Ilość obrotów kół na min. n	160	160	280	80	160	160	80	160	240	240
6) Ilość węgla spal. na godz. z 1 m ² rusztu kg.	170	331	423	203	310	450	130	230	320	660
7) Temperatura w palenisku C°	927	1022	1117	1152	1158	1126	1013	1193	1070	1280
8) Temperatura w dymnicy O°	264	311	305	312	354	376	266	307	332	394
9) Ilość pary nasyconej na godz. kg.	4986	7520	8776	4157	5993	6800	5679	9044	1123	18627
10) Odparowane wody na 1 kg. węgla S/B kg.	9,42	7,01	6,63	7,56	6,91	5,61	9,60	8,41	7,57	6,08
11) Współczynnik wydajn. kotła η	0,733	0,570	0,515	0,633	0,583	0,482	0,753	0,654	0,640	0,469

Dla współczynnika sprawności kotła $\eta = \frac{S}{B} \cdot \frac{C_s}{c_p}$ daje Strahl wzór doświadczalny^{x)}

$$\eta = 0,843 - 0,061A$$

A oznacza natężenie paleniska, S ilość pary produkowanej w ciągu godziny, B - oznacza ilość węgla spalanego na godzinę, C_s - ilość ciepła w 1 kg. pary, c_p - wartość cieplna 1 kg. paliwa

$$A = \frac{B \cdot c_p}{10^6 R}$$

Dla B nie nadmiernie wielkiego i jeszcze ekonomicznego wyraża Nadai ilość wody, którą można odparować w ciągu godziny w zależności od powierzchni rusztów R przez

$$S = 4000 R,$$

Strahl zaś wyraża S w zależności od R i H wzorem:

$$S = R \frac{\alpha}{1 + 7 \frac{R}{H}}$$

przyjmując dla pary nasyconej $\alpha = 4250$, dla pary przegrzanej $\alpha = 3800$, przy pracy chwilowej największej. Dla węgla dąbrowskiego należałoby liczyć we wzorze Nadai

$$S = 3500 R$$

we wzorze Strahla $\alpha = 3700$, dla pary nasyconej i $\alpha = 3300$ dla pary przegrzanej. Współczynniki α powinny być zmniejszone o $\sim 15\%$ dla utrzymania największej stężonej masy pary.

x)

Prof. Wasiljowski-Drogi Żelazne II wyd.

Zużycie pary na 1 HP można przyjąć w powyższych warunkach na 10-12,5 kg. przy parze nasyconej i 6,5 - 8 kg. przy parze przegrzanej. Ilość tę, czyli S/N określa Strahl dla rozmaitych rodzajów parowozów i najekonomiczniejszych szybkości (patrz niżej).

- 1) Dla parowozów 1-prężnych o parze nasyc. t. Γ kg. 11,5
- 2) " " 2-prężnych, dwucylindrowych II t F " 10,3
- 3) " " " czterocylindr. IV t F " 9,7
- 4) " " 1-prężnych o parze przegrz. T. Γ " 6,7
- 5) " " 2-prężnych " " " T. F " 6,2.

Nadal będziemy oznaczali parowozy dwucylindrowe przez II, czterocylindrowe - IV, pracujące parą nasyconą - t, a przegrzaną T, jednoprzężne - Γ i dwuprzężne F , jak wskazano w powyższej tabelicy.

Na zasadzie tych danych można ustalić moc parowozu; dla ogólnikowych przybliżonych obliczeń, jakie dla naszych celów, a szczególnie w warunkach pracy wojskowych, będą częste dostateczne - można ją przyjąć za stałą przy rozmaitych szybkościach.

Dla wspomnianego wyżej parowozu G_7 otrzymamy (Naddala) podług wzoru przy $R = 2,25 \text{ m}^2$ i $H = 152 \text{ m}^2$

$$N = \frac{S}{11,5} = \frac{4000 R}{11,5} = \frac{4000 \times 2,25}{11,5} = 782 \text{ HP}$$

a podług wzoru Strahla

$$N = \frac{S}{11,5} = R \frac{a}{11,5 \left(1 + 7 \frac{R}{H} \right)} = 2,25 \frac{4250}{11,5 \left(1 + 7 \frac{2,25}{152} \right)} =$$

$$2,25 \cdot \frac{4250}{11,5 \times 1,103} = 755 \text{ HP} ; \quad \frac{N}{R} = \frac{755}{2,25} = 336 \text{ HP}$$

Dla dokładniejszych obliczeń należy się jednakowoż liczyć z zależnością mocy parowozów od szybkości. Moc parowozu będzie największą przy pewnej większej szybkości i zmniejsza się zarówno przy zwiększeniu jej jak i przy zmniejszeniu.

Strahl ustalił, że największą moc otrzymuje się przy szybkości, której odpowiadają prężności pary w cylindrach p_1 ; wskazane poniżej przy prężności pary w kotle $p = 12$ at. Przy wyższym ciśnieniu należy mnożyć podane tu prężności przez współczynnik $a = 1 + 0,03 (p-12)$.

Najkorzystniejsza prężność

przy parze nasyconej i cylindr. jednoprzężnych	$t \Gamma_{p_1} = 4,0-4,2$
" " " " " dwuprzężnych	$t \Gamma_{p_1} = 3,8-4,0$
" " przegrzanej " jednoprzężnych	$T \Gamma_{p_1} = 3,6-3,8$
" " " " " dwuprzężnych	$T \Gamma_{p_1} = 3,4-3,6$

Dla węgla dąbrowskiego przy spalaniu $\frac{S}{B} = 500 \text{ kg}$.
 węgla na godzinę z 1 m^2 rusztu można liczyć $\frac{S}{B} = 6,2$ dla pary nasyconej i $\frac{S}{B} = 5,4$ dla przegrzanej, a dla górnośląskiego $\frac{S}{B} = 6,5 \text{ kg}$. dla pary nasyconej i $\frac{S}{B} = 5,7$ dla pary przegrzanej.

Możemy stąd ułożyć tablicę największych mocy parowozów:

	III t Γ	II t F	IV t F	T Γ	T F
$\frac{S}{B}$	11,5	10,3	9,7	6,7	6,2
$\frac{N}{R} \text{ MAX}$	280	315	335	425	460

Określiwszy w ten sposób największą moc parowozu, znajdziemy odpowiadającą jej najkorzystniejszą szybkość V' ze wzoru:

$$V' = \frac{270 N_{\max}}{Z}$$

gdzie Z określamy z wymiarów cylindrów i kół przy powyższych prędkościach w kotle.

Dla określenia mocy parowozu przy odmiennych od najkorzystniejszej szybkości daje Strahl wzory:

$$\text{przy } \frac{V}{V'} < 1 \quad \frac{N}{N_{\max}} = 0,6 \left(2 - \frac{V}{V'} \right) \frac{V}{V'} + 0,4$$

$$\text{przy } \frac{V}{V'} > 1 \quad \frac{N}{N_{\max}} = 0,5 \left(3 - \frac{V}{V'} \right) \sqrt{\frac{V}{V'}}$$

Wzory te dają możność obliczenia wielkości N , zmieniających się w zależności od V , i zbudowania odpowiedniego wykresu,

uwidocznionego w załączniku przy obliczeniu parowozu G_8

Mając dla rozmaitych V odpowiednie N , ustalamy wielkości siły pociągowej Z dla poszczególnych szybkości.

Prof. Ceglński daje następujące liczby koni parowych indykowanych z 1 m² powierzchni ogrzewanej $\frac{N}{H}$: dla parowozów osobowych jednaprzędnym przy jednym obrocie kół pędnych na sekundę 3,5 HP, a przy czterech obrotach - 6 HP, a dla parowozów dwuprzędnym 4 HP i odpowiednio 7 HP; dla parowozów towarowych jednaprzędnym przy jednym obrocie kół pędnych 3 HP, a przy trzech obrotach 4,5 HP, dla parowozów zaś dwuprzędnym 3,5 HP i odpowiednio 5 HP, zaznaczając, że największa moc otrzymuje się przy 3,5 - 4,5 obrotach.

tach kół pędnych na sekundę i że przy większych szybkościach moc ta się zmniejsza; dla parowozów, pracujących parą przegrzaną do temperatury około 300° przyjmuje prof. Cagliński moc ^o 25% większą, niż dla parowozów z parą nasyconą.

Przy parowozach wąskotorowych można, z braku norm doświadczalnych i różnorodności typu, przyjmować dla określenia mocy od 2,8 do 3,3 HP/1 m² powierzchni ogrzewalnej, a przeciętnie 3 HP.

Parowozy klasyfikuje się według ilości osi pędnych i osi tocznych. Dawniej określano stosunek ten ułamkiem, np. $\frac{2}{4}$ dla parowozu, mającego dwie osie pędne i dwie toczne, ale ponieważ ułamek ten określa zarówno typ amerykański jak i tak zwany Columbia (patrz tablicę poniższą), więc sposób ten obecnie zarzucono, i używa się albo sposób niemiecki, gdzie (rubryka 3 tablicy) pierwsza liczba oznacza ilość osi tocznych z przodu parowozu, litera łacińska ilość osi pędnych, a mianowicie A - 1 os, B - 2 osie, C - 3 osie i t.d., wreszcie liczba za literą oznacza ilość osi tocznych pod paleniskiem, za osiami pędnymi. Rubryka 4 tablicy, wskazuje amerykański sposób oznaczenia; cyfry określają ilość kół, a nie osi, jak to miało miejsce w oznaczeniu niemieckim.

W rubryce 5 wskazano popularne nazwy amerykańskie ty-pów, używane ^{jako} często i u nas. Rysunkowo osie pędne oznaczają się większymi kółkami, osie zaś toczne - mniejszymi. Kółko z lewej strony oznacza t.zw. cow-catcher amerykański, sku-

żący do usuwania z toru przedmiotów postronnych i wskazuje
przód parowozu.

Klasyfikacja lokomotyw.

1	< o0	1/2	1A	2-2-0	
2	< ooo	1/3	1A1	2-2-2	
3	< ooo	1/3	2A	4-2-0	
4	< oooo	1/4	2A1	4-2-2	
5	< oo	2/2	B	0-4-0	
6	< ooo	2/3	1B	2-4-0	
7	< ooo	2/3	B1	0-4-2	
8	< oooo	2/4	2B	4-4-0	American
9	< oooo	2/4	1B1	2-4-2	Columbia
10	< oooo	2/4	B2	0-4-4	
11	< ooooo	2/5	2B1	4-4-2	Atlantic
12	< ooooo	2/5	1B2	2-4-4	
13	< ooooo	2/6	2B2	4-4-4	
14	< ooo	3/3	C	0-6-0	Six-wheeler, sześciokołowa
15	< oooo	3/4	1C	2-6-0	Mogul
16	< oooo	3/4	C1	0-6-2	
17	< ooooo	3/5	2C	4-6-0	Ten-wheeler, dziesięćkołowa
18	< ooooo	5/5	1C1	2-6-2	Prairie
19	< ooooo	3/5	C2	0-6-4	
20	< ooooo	3/6	2C1	4-6-2	Pacific
21	< ooooo	3/6	1C2	2-6-4	Adriatic
22	< ooooo	3/7	2C2	4-6-4	Baltic
23	< oooo	4/4	D	0-8-0	eight-wheeler, osmiokołowa

24	< e0000	4/5	1D	2-8-0 Consolidation
25	< ee0000	4/6	2D	4-8-0 Mastodont
26	< e0000e	4/6	1D1	2-8-2 Mikado
27	< ee0000e	4/7	2D1	4-8-2 Mountain, górski typ
28	< 00000	5/5	E	0-10-0
29	< e00000	5/6	1E	2-10-0 Décapod
30	< e00000e	5/7	1E1	2-10-2 Santa Fe
31	< 00-00	2x2/2	BB	0-4-0-0-4-0 Parowozy syst. Mallet'a
32	< e00-00		1B-B	2-4-0-0-4-0 " " "
33	< 000-000		CC	0-6-0-0-6-0 " " "

i t.d.

Dla ruchu osobowego pospiesznego używamy w chwili obecnej przeważnie parowozu dziesięciokołowego, typu 4-6-0 N 17 powyższej tablicy; os' toczna za osiami pędnymi, daje możność poszerzenia paleniska nad jej kołami, przy łagodnym profilu linii; przy łagodnych wzniesieniach dobrze jest używać do pociągów pospiesznych, biegnących bez zatrzymania na znacznych odległościach parowozów typu Atlantic N 11 - 4-4-2; nazwa ta powstała stąd, że pierwszy taki parowóz uruchomiono na odcinku od Filadelfji do Atlantic City, miejsca kąpielowego na brzegu oceanu, na drodze żelaznej Philadelphia and Reading.

Używano tam początkowo parowozów grupy 17 4-6-0; dając do utrzymania większej ilości pary przez zwiększenie paleniska zamieniono ostatnią os' pędną na os' toczną i strzy-

nano w ten sposób parowóz 4-4-2; szczegóły ten jest pozatem ciekawy z tego względu, że pociągi osobowe tej linii, prowadzone przez parowozy typu Atlantic są najszybsze w Stanach Zjednoczonych, przebiegając odległość 55,5 mil. ang. od Camden, przedmieścia Filadelfji, do Atlantic City w ciągu pięćdziesięciukilku minut z szybkością niespełna 100 km. na godzinę. Dla linii cięższych lub też dla bardzo ciężkich pociągów szybkich w powyższych warunkach profilu nadaje się doskonale parowóz N.20 typu Pacific 4-6-2.

Dla pociągów osobowych zwykłych, biegnących z częstymi przystankami dobre są typy N17, 4-6-0, N15 Mogul 2-6-0 i w trudniejszych warunkach profilu N24 Consolidation 2-8-0. Na dr. żel. północnej we Francji używano przed wojną dla najszybszych na kontynencie naszym pociągów pospiesznych typu Baltic N22, 4-6-4; obecnie zastąpione je przez parowozy typu Pacific.

Dla lekkich pociągów osobowych nadają się parowozy typu amerykańskie N8, 4-4-0, używane bardzo często w Anglii.

Dla pociągów podmiejskich, krótkobieżnych, należy uważać za najlepsze ciężkie parowozy beztendrowe, typu N9, 18, 13 i 22.

W ruchu osobowym przeważają wogóle parowozy z dwiema osiami tocznymi z , aczkolwiek np. w Rosji używane bardzo często typów z półwozakiem Mogul N15 i szczególnie dobry parowóz dla najszybszych pociągów Pralka N18.

Co do parowozów towarowych, to zdania co do tocznych osi są podzielone; dla toru są parowozy z półwozakiem bez perowsa-

nia korzystniejsze od parowozów z samymi tylko osiami pęd-
nemi. Nasze Ministerstwo Kolei ustaliło na przyszłość typy
Consolidation 2-8-0 N24 i Decapod 2-10-0 N.29; te same wi-
dzimy w Stanach Zjednoczonych, gdzie używa się w ruchu towa-
rowym przeważnie parowóz z półwezakiem. Zato w innych kra-
jach, jak np. w Niemczech, są w wielkim użyciu parowezy
D i E bez osi tocznych, z których parowóz D, tak zwany G₈,
używa się u nas obecnie; jest to parowóz bardzo dobry z zu-
pełnym wykorzystaniem wagi z punktu widzenia przyczepności.

Dla lżejszej pracy towarowej, dla pociągów zdawczych,
lekkiej pracy manewrowej (przetaczania) używa się typu C,
0-6-0 N.14; przy cięższej pracy manewrowej typu D, 0-8-0
N.23 a przy przepychaniu przez górki na sortowniach czasami
typów jeszcze cięższych.

Dla ruchu mieszanego towarowo-osobowego nadaje się typ
Mogul N.15, 2-6-0.

Parowezy osobowe odróżniają się od towarowych średnicą
kół pędnych. Naogół używa się dla ruchu towarowego średnio
D = 1,2 - 1,5 m., osobowego 1,5-1,7 i dla pośpiesznego
1,8-2,1; parowezy starszego typu o jednej osi pędnej, a
więc typów 1A1, 2A1 i pokrewnych miały koła pędne, docho-
dzące do D = 2,3-2,5 m., np. na linii Great Northern i Great
Western w Anglii, gdzie wskutek wrodzonego konserwatyzmu
używano tych typów jeszcze do niedawna dla lekkich, ale
bardzo szybkich pociągów osobowych.

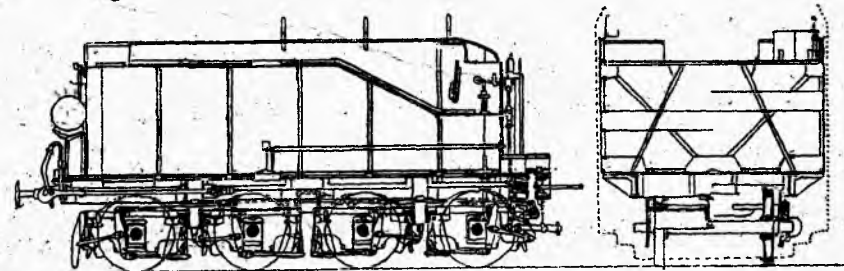
Największa, dopuszczalna i bezpieczna szybkość jazdy zależy od konstrukcji parowozu, a więc od ilości osi pędnych i tocznych i od umieszczenia paleniska; jeżeli się ono zwiesza poza tylną os parowozu, to powstają znaczne naciski boczne na szyny, przy wężykowatym ruchu parowozu, wywołanym ruchem tłoków i związanych z nimi kerb i wiązarów; dla parowozów takich dopuszcza się mniejsze szybkości, niż dla parowozów z paleniskiem podtrzymanym przez tylne jego osie.-

Przepisy rosyjskie przewidywały najwyżej 225 obrotów kół pędnych na minutę dla parowozów towarowych i 260 dla osobowych.





Bardziej pełne przepisy niemieckie, przytoczone w poniższej tablicy uwzględniają, jak wyżej, ilość osi i umieszczenie paleniska, i peżatem ilość i umieszczenie cylindrów, ponieważ parowozy z cylindrami, umieszczeniemi wewnątrz ramy parowozowej, lub parowozy zewnętrzne mają bieg równiejszy od parowozów z dwoma cylindrami zewnętrznymi lub z 3 cylindrami.

Przepisy niemieckie, normujące największe dopuszczalne ilości obrotów kół pędnych na minutę.

A) Przy jednej osi, umieszczonej pod lub za paleniskiem:



Rys. 74.

Typ parowozu				
< 000, <0000, <00000		320		360
<000000		260		280
<0000000		230		280
<00 <000 <0000		280		310
<00000		260		280
<000000		230		280
< 000 <00 <000		260		280
<0000 <00000		200		250

B) przy zwieszającym się palenisku :

<00, <000, 000, 0000 240

<00, <000 220

<00000, <000000 180

Dla parowozów systemu Mallet'a. 200

Największe dopuszczalne obciążenie osi wynoszą w Niemczech do 16 ton. (obecnie po wojnie projektuje się zwiększenie do 20 t. a na niektórych liniach do 25 t.), we Francji i Belgii 18 t., w Anglii 20 t., w Stanach Zjednoczonych dochodzą one do 28-30 ton. Na liniach wąskotorowych osiągają obciążenia te do 7 ton dla S = 600 mm., do 8 ton dla 750 mm. i do 9 ton dla 1000 mm. Siła pociągowa parowozów wynosi zazwyczaj dla S = 600mm. do 1.5 t., dla S = 750 i 1000 mm. 2-4 ton, dla linii normalnotorowych zaś przy parowozach osobowych 3-7 ton, towarowych 6-15 ton.

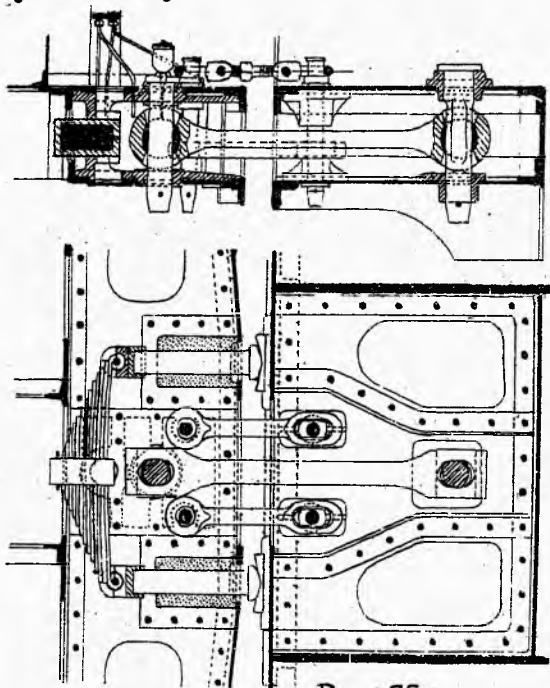
Peza parowozami beztendrowemi, czyli tak zwanemi tankowemi, posiadają zwykłe parowozy związane z nimi specjalne wozy, czyli tendry, przeznaczone dla pomieszczenia na nich wymaganego dla ruchu zapasu wody i paliwa. Tendry mają od 2 do 6 osi i mieszczą przy normalnej szerokości toru od 8 do 32 m³ wody i od 3 do 12 ton węgla. Parowozy beztendrowe niesą na sobie od 1-2,5 m³ a niekiedy do 20^{m³}/wody i 3,5-4,5 ton węgla; parowozy wąskotorowe 0,5-1,5 m³ wody i 0,5-2 t. węgla.

Parowóz zużywa wody około 8 razy więcej niż węgla; jeżeli z powyższych danych wynika, że zapas wody na tendrze jest stosunkowo mniejszy niż węgla, to polega^{to} na tem, że zapas wody łatwiej można dopełniać podczas jazdy na stacjach pośrednich, niż ładować węgiel. W krajach o łagodnym klimacie, jak np. w Anglii, miejscami również¹ we Francji, stosuje się pobieranie wody do tendra podczas biegu pociągu sposobem Ramsbottoma. Polega on na tem, że na poziomym odcinku linii umieszcza się na podkładach na osi toru długie żelazne koryta, napełnione wodą. Z tendra zwieszają się wzdłuż rura z ruchomym końcem, który się opuszcza, gdy parowóz znajdzie się nad korytem; pod biegu wpycha wodę przez rurę tę do tendra. W ten sposób można nabrać 1 m³ wody ze 100 m. bieżących koryta przy szybkości jazdy $V = 40 \frac{\text{km}}{\text{godz}}$; długość koryta wyniesi około 1 km., można więc nabrać przy uważnej obsłudze i szybkiej jeździe do 10 m³ wody.

Zużycie paliwa waha się w szerokich granicach w zależności

od ciężaru pociągu, wielkości wzniesień czyli od profilu i od szybkości jazdy. Na 1 parowozo-kilometr może one wynosić dla toru normalnego od 10 do 200 kg. węgla.

Dla najogólniejszej tylko orientacji można wskazać 25 kg., jako zużycie węgla dla lżejszych pociągów towarowych przy niezbyt trudnym profilu i odpowiednią normę zużycia wody do 200 litrów.



Rys.74 wyobraża tender dróg żelaznych niemieckich, a rys.75 połączenie jego z parowozem.

Rys.75.

Tabor pociągów osobowych.

Pociągi osobowe składają się z wagonów osobowych, bagażowych i pocztowych. Wagony osobowe mają 2, 3, 4 lub 6 osi. Dwa i trzysiosowe wagony używają się w pociągach lżejszych nie mających zbyt szybkiego biegu, a mianowicie w podmiejskich i zwykłych osobowych. Ciężkie wagony, przeznaczone dla pociągów pospiesznych buduje się zwykle na dwóch wózkach, każdy o 2 osiach; mają one równiejszy bieg, mogą być dłuższe

i łatwiej przechodzą po krzywych odcinkach toru. Najcięższe z nich, a w ich liczbie przeważnie wagony sypialne, restauracyjne i ciężkie bagażowe i pocztowe, otrzymują w ostatnich czasach coraz częściej 2 wózki trzyosiowe; szczególnie często stosuje się to w Stanach Zjednoczonych, od czasu, gdy organa państwowe narzuciły towarzystwom kolejowym budowę wagonów niepalnych dla najszybszych pociągów osobowych. Wagony 6-osiowe budują również Anglja, Francja, Niemcy a rzadziej inne Państwa. W pociągach szybkich mogą kursować również wagony 2 i 3 osiowe o silnej konstrukcji, należy jedynie zwracać uwagę na to, żeby nie włączać takich wagonów do składów złożonych z wagonów cięższych 4 i 6-osiowych, bo grozi to ich zmiążdżeniem przy katastrofach, gdy składy pociągów złożone z wagonów jednolitego typu wskazują w takich okolicznościach mniejsze uszkodzenia. Ostatnie katastrofy 1911-1913 roku, z pociągami na odcinku New York -Chicago, należącymi do najszybszych dalekobieżnych w Ameryce, wskazują, że dzięki jednolitej stalowej budowie nie następuje, obserwowane zwykle, teleskopowanie wagonów, to jest wsuwanie jednego w drugi, najbardziej niebezpieczne dla podróżnych; porażenia są w tych warunkach zwykle stosunkowo nieliczne i drobne; dzięki pozatem jeszcze temu, że wagony są wszystkie wewnątrz miękkie i bagaż ręczny nie lokuje się

w siatkach nad siedzeniami, co zwykle daje znaczny ciężar porażek. W nowszych wagonach sypialnych, a ostatnio przed wojną w nowych zwykłych wagonach rosyjskich 1 i 3 klasy urządza się schowanka dla cięższego ręcznego bagażu nad korytarzem z dostępem od wnętrza przedziałów.

Wagony osobowe mają u nas 1, 2 i 3 klasę; w Anglii tylko 1 i 3, za wyjątkiem pociągów, idących na południe od Londynu na połączenie ze statkami, odpływającymi do kontynentu, które mają 1 i 2 klasę. W Stanach Zjednoczonych istnieje tylko jedna klasa, w urządzeniu swoim w pociągach gorszych nieco skromniejsza od naszej pierwszej, w pociągach zaś lepszych nawet ją przewyższająca, szczególnie pod względem dodatkowych udogodnień, jak np. czytelnie, salonu dla ogólnego użytku w końcu pociągu, maszyn do pisania, kąpieli, fryzjera i t.p. Za wskazane udogodnienie nie pobiera się tam zazwyczaj dodatkowych opłat.

Wagony osobowe otrzymują albo wyjścia boczne z każdego przedziału, albo wyjścia końcowe w systemie korytarzowym.

Wagony pierwszego rodzaju bardzo popularne w Europie (Anglja, Francja, Włochy i Niemcy) są dogodnie przy ruchu bliskim, gęstych przystankach, a szczególnie w ruchu podmiejskim, azkolwiek przy naszym klimacie są w zimie nieco przykre.

Wagony korytarzowe są znacznie dogodniejsze przy dalszych podróżach; przedziały mniej się wyiębiają przy wsiadaniu i wysiadaniu podróżnych; praca konduktorów znacznie ułatwio-
to
na i do tego stopnia, że w Stanach Zjednoczonych, gdzie używa-

ne są tylko długie wagony z końcowymi wejściami, przejściami przez środek całego pociągu i bez przedziałów w wagonach. wystarcza zawsze jeden tylko konduktor do kontroli biletów w pociągu. Wagony korytarzowe mogą być połączone między sobą miechami skórzanymi, co chroni znakomicie wnętrza wagonów od kurzu i zimna i umożliwia bezpieczną komunikację wzdłuż pociągu, np. do wagonu restauracyjnego. Wagony bagażowe mają zwykle przedział służbowy; czasami, jak np. w Anglii buduje się ^{je} również z korytarzem wzdłuż jednej ściany, ażeby dać możność pasażerom przechodzenia przez nie, wtedy, gdy one są włączone w środek pociągu; ma to miejsce w pociągach, złożonych z kilku części, które się rozchodzą od pewnego punktu w różnych kierunkach. Odczepianie kilku wagonów z pasażerami na stacji pośredniej odbywa się w Anglii często bez zatrzymywania pociągu. Konduktor, obsługujący te kilka ostatnich wagonów, odczepia je z wewnątrz wagonu przed dojazdem do stacji, a potem zahamowuje przy peronie. Nazywa się to slip.

Oświetlenie wagonów pociągów osobowych może być świecowe, gazowe i elektryczne. Pierwsze, aczkolwiek najprostsze w obsłudze, zanika w warunkach normalnych, może mieć jednak zastosowanie w czasie wojny. Przy gazowym oświetleniu, mającym obecnie szerokie zastosowanie, wskutek dogodności, prostej instalacji i taniości, gaz pod ciśnieniem, pompu-

je się do rezerwuarów, przymocowanych pod pudłem wagonu. Ostatnio zauważa się jednakowoż tendencja ku szerokiemu zastosowaniu oświetlenia elektrycznego, głównie ze względu na niebezpieczeństwo, związane z możliwością wybuchu gazu, przy katastrofach kolejowych i wskutek tego pożaru wykołajonych wagonów.

Oświetlenie elektryczne może polegać albo na dynamo, umieszczonej w wagonie bagażowym, albo być indywidualne, oddzielnie w każdym wagonie.

Pierwszy sposób może być zastosowany jedynie w pociągach stale kursujących w niezmiennym składzie i jest stosowane rzadziej. Przy oświetleniu indywidualnem otrzymuje każdy wagon swoją małą dynamo, pędzoną od osi wagonu; pozatem umieszcza się w skrzyni pod pudłem wagonu baterję akumulatorów; włączają się automatycznie, gdy szybkość biegu wagonu zmniejszy się do pewnej minimalnej granicy. Podczas po-
prąd
stoję czerpie się jedynie z akumulatorów.

Ogrzewają się wagony zwykle parą od parowozu, przeprowadzoną przez cały pociąg w systemie rurek.

Gdy pociągi są długie, trudno jest utrzymać podczas większych mrozów dostateczną temperaturę w ostatnich wagonach; doczepia się wtedy w końcu lub środku specjalny wagon- parnik ze stałym kotłem parowym.

Ogrzewanie z parowozu ma tę złą stronę, że działa tylko, gdy wagon jest przyczepiony do pociągu z parowozem. Oddziel-

ne wagony bezpośredniej komunikacji, odzlepiane na wązkowych stacjach, dla przyczepienia do pociągów, biegnących w innym kierunku, mogą się przy dłuższym oczekiwaniu nadmiernie wyziębiać. Ażeby tego uniknąć używa się niekiedy, szczególnie w wagonach sypialnych ogrzewania indywidualnego z małym kotłem parowym w każdym wagonie.

Stopniowe ulepszanie konstrukcji i urządzenia wewnętrznego wagonów, mające na celu udogodnienie jazdy, wywołało znaczne zwiększenie wagi ich w stosunku do jednego podróżnego jak widać z poniższej tablicy wzrosła ona z 287 kg. na 1 podróżnego, właściwie na jedno miejsce siedzące w wagonie 2 osiowym III kl. typu pruskiego do 2,500 kg. i nawet do 3 ton w wagonach sypialnych, mieszczących oczywiście bardzo ograniczoną ilość podróżnych przy znacznej wadze wagonu.

Wpływa to fatalnie na koszt własny przewozów i na rezultaty eksploatacji wogóle.

W ostatnich czasach czynią niektóre towarzystwa kolejowe próby budowy wagonów, odpowiadających co do urządzenia wymaganiom współczesnym, ale jednocześnie lekkich, tanich i mogących zmieścić znaczną ilość podróżnych. W tablicy na str. 130 przytoczono charakterystyki dwóch takich wagonów, oznaczonych 1): dr. żel. francuskiej Midi I kl. dwuosiowy z bocznym korytarzem o 38 miejscach siedzących z wagą 500 kg. na jednego podróżnego, co daje dużą oszczędność w porównaniu z wagonem I kl. P.L.M. w wierszu czwartym tablicy; drugi wagon ekonomiczny III kl. dr. żel. Paris-Orléans z 80 miej-

Wagony osobowe.

	Ilość osi	Długość podstawy		Długość m.	Waga próżnego wagonu		Ilość miejsc.
		Sytuacja	Całkowitej.		Całkowite t	Na 1 podr. kg.	
S = 1435 mm.							
1) III kl. pruski	2	4,6	4,6	9,7	12,6	287	44
2) III " "	3	6,5	6,5	11,8	15,5	310	50
3) III " ruski	3	8,5	8,5	14,65	23	573	40
4) I Paris-Lyon Mediter.	3	7,2	7,2	11,80	16,10	644	25
5) III badenski	2x2	2,5	13,90	17,16	30,0	406	74
6) I/II pruski	2x2	2,5	14,50	18,29	31,0	775	40
7) I/II "	2x2		13,50	18,660	41,9	1102	38
8) amerykański	2x3		16,40	23,672	61,69	812	76
9) I kl. sypialny pruski	2x3	3,6	17,5	20,5	50,9	2545	20
10) " ameryk.	2x3		17,5	24,8	65	2700	26
11) III kl. polski 1923 r. x)	2x2		13,50	19,71	37,0	514	72
12) II kl. " " x)	2x2		13,50	19,82	41	976	42
13) I kl. francuski Midi 1)	2	9	9	13,94	19,2	500	38
14) III kl. " Paris Orleans 1)	2	8,2	8,2	13,0	13,15	146	90
S < 1435 mm.							
15) S = 600 mm.			10,15	11,75	5,7	124	46
16) S = 750 mm.			10,0	12,26	4,75	182	26
17) S = 1000 mm.			8,0	12,9	7,0	145	48
18) Wagon bagażowy S = 1435	2	6	6	10,3	12,90		
19) " "	3	7,5	7,5	12,9	16,6		
20) " " polski 1923 x)	2x2		12,00	18,59	33,0		

Uwaga: Dla wagonów pocztowych można przyjąć wymiar i wagę wagonów bagażowych. - patrz prof. A. Wasilutyński, Drogi żelazne.

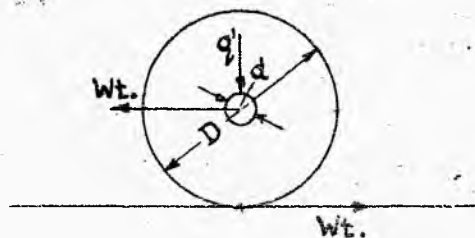
scami siedzącymi i bocznymi wejściami, waży tylko 164 kg. na 1 podróżnego. Wspomnieć tu należy, że 80-88 miejsc mają zwykle najdłuższe amerykańskie wagony pasażerskie na wózkach, a więc 4 lub 6 osiowe.

Opory pociągu.

Dla określenia składu pociągu, jaki dany parowóz może wieźć na danym profilu lub odwrotnie, dla określenia siły pociągowej, jaką powinien mieć parowóz dla poruszenia obranego składu pociągu, musimy ustalić wielkość oporu pociągu w danych warunkach profilu i szybkości jazdy.

Oprócz oporów wewnętrznych mechanizmu parowozu, mamy następujące rodzaje oporów dla taboru kolejowego:

1) tarcie czopów osiowych w panwiach; zależne ono jest od obciążenia osi, a mało zależne od szybkości jazdy; pozatem wpływa nań temperatura, tak że zwiększa się w zimie i zmniejsza w lecie; opór ten wzrasta ze zwiększeniem średnicy czopów i zmniejsza się ze zwiększeniem średnicy kół. Jeżeli oznaczymy przez d średnicę czopu, D średnicę kół, f współczynnik tarcia pomiędzy czopem i panwią, przez q' obciążenie koła, to dla oporów w_t możemy napisać wóór:



Rys. 81.

$$W_t = \frac{d}{D} f q'$$

naogół możemy przyjąć dla

$$\text{wagonów } \frac{d}{D} = 0,1. \quad f = 0,01$$

$$\text{! wtedy } w_t = \frac{1}{1000} q' \text{ czyli}$$

1 kg. na każdą tonnę obciążenia osi.

2) opór toczenia się kół po szynach, zwiększa się w stosunku prostym ze wzrostem nacisku koka i zmniejsza się ze wzrostem średnicy koka; będzie więc równy

$$\frac{a \cdot g}{D}$$

Doświadczenia wskazują, że dla kół o średnicy $D = 1$ m,
 $a \approx 0,001$, czyli:

$W_t = 0,001 \cdot g$ a więc również około 1 kg. na tonnę wagi pociągu.

Opór ten tłumaczy się przegniatanie materiału szyny i obręczy przy toczeniu się kół po szynach.

Na wielkość tego oporu szybkość jazdy nie wpływa.

3) Opór od uderzeń, wywołanych nierównościami w torze, głównie na złączach szyn; w zależności od lepszego lub gorszego stanu złącza powstają tu mniejsze lub większe nierówności. Opór ten zależny jest od masy; szybkości V i drugiej potęgi V i teoretycznie ustalić się nie daje.

4) Opór spowodowany ślizganiem się kół po szynach z przyczyn już poprzednio wyliczonych;

5) Opór powietrza z osi i przy tarciu o boczne ścianki wagonów, zależny jest od siły i kierunku wiatru i od składu pociągu; z tego ostatniego względu otrzymujemy większe opory przy taborze towarowym, jeżeli pociąg składa się naprzemiennie z grup wagonów krytych i grup węglarek lub platform; poza tym zwiększa się opór na tonnę wagi pociągu, gdy w próż-

nych wagonach towarowych pozostawie drzwi otwarte. Zwiększając opór ten również odstępy pomiędzy wagonami, powodujące wiry powietrzne; tabór osobowy angielski i amerykański buduje się z minimalnymi odstępami między wagonami, co znacznie zmniejsza opór przy szybkiej jeździe. Opór powietrza mierzony w kilogramach na tonnę jest mniejszy dla wagonu ciężko naładowanego niż dla próżnego, lub słabo naładowanego.

6) Opór od krzywych, zależy od promienia R i sztywnej podstawy osi wagonu. Wzory doświadczalne będą również podane niżej.

7) Opór spowodowany wzniesieniami będzie poniżej ściśle określony.

8) Opór bezwładności masy pociągu.

Z powyższego widać, że wielkości oporów od 1. do 5. zawarte w jednym wzorze, określającym opór na odcinku prostym i poziomym nie dają się ustalić teoretycznie i liczne wzory, używane w praktyce przy obliczeniach trakcyjnych, oparte są na doświadczeniach z taborem.

Ponieważ jedne z tych oporów nie zależą od szybkości, inne zaś zależą od V lub V^2 , więc wzory, określające opór w kilogramach na tonnę wagi parowozu, wagonów lub pociągów mają wygląd

$$w = a + bv + cv^2$$

i mogą być mniej lub więcej ściśle, w zależności od tego czy uwzględniają rodzaj taboru, osobowy, czy towarowy, na wózkach lub nie, stopień naładowania i t.d. Należy baczyć, czy

przyjęty do obliczeń wzór obejmuje opór mechanizmu parowozu, czy też nie; od tego zależy bowiem, czy powinna być przyjęta pod uwagę siła pociągowa indykowana czy też mierzona na obwodzie kół pędnych.

Dla najogólniejszej orientacji można przyjąć, że opór pociągów średniej wagi i przy niezbyt wielkich szybkościach wynosi 4-5 ^{kg} na tonnę wagi; licząc oddzielnie można przyjąć 6-8 kg. dla parowozu 3-4 kg. dla wagonów.

Sauvage daje dla oporu pociągów, złożonych z wagonów na wozkach, wraz z wagą parowozu i tendra:

3 kg.	na tonnę	przy	szybkościach	do	40 km.	na	godzinę
5 "	"	"	"	"	70 "	"	"
7 "	"	"	"	"	100 "	"	"

Opory samych lokomotyw będą mniej więcej 2 razy wyższe.

Liczby powyższe nie powinny służyć dla obliczeń trakcyjnych, a zostały przytoczone jedynie w celu scharakteryzowania porządku wielkości oporów.

Do najpopularniejszych należy stary wzór Clark'a, wyrażający całkowity opór pociągu.

$$w_{kg/t} = 2,4 + \frac{v^2}{1000} ;$$

Wzór ten może być stosowany dla pociągów towarowych.

Dla większych szybkości i ulepszanego taboru został wzór ten zmieniony z czasem po doświadczeniach w Erfurtskiej dyrekcji kolejowej, skąd znany jest pod mianem wzoru erfurtskiego

$$w_{kg/t} = 2,4 + \frac{v^2}{1300}$$

Wzór ten jednakowoż daje rezultaty wygórowane dla wagonów na wózkach i dla szybkości ~ 100 km. na godzinę i wyżej.

Goering daje dla zwykłych pociągów towarowych i osobowych, złożonych z lekkich wagonów z parowozem

$$W_{kg/t} = 2,5 + 0,0006 v^2$$

dla ciężkich zaś pociągów towarowych i osobowych pospiesznych

$$W_{kg/t} = 2,5 + 0,0004 v^2$$

Dla bardziej dokładnych obliczeń należy stosować jedne wzory dla oporu parowozu z tendrem i inne dla wagonów, ponieważ w zależności od wielkości spadku miarodajnego (naogół największego drugiego spadku na danej linii) stosunek wagi parowozu z tendrem do wagi wagonów będzie się wahał w bardzo znacznych granicach, a, jak widzieliśmy już wyżej, opór w kg. na tonnę wagi parowozu i tendra jest znacznie większy od takiegoż oporu samych tylko wagonów.

I. Wzory oporów parowozu z tendrem wraz z wewnętrznymi oporami mechanizmu.

Strahl ustalił wzór, zalecony przez nasze Ministerstwo Kolei

$$W_{kg/t} = \left[2,5 L_t + a L_p + 0,6 \Omega \left(\frac{v+12}{10} \right)^2 \right] \frac{1}{L_t + L_p}$$

gdzie L_t oznacza ciężar tendra i obciążonych osi tocznych parowozu, L_p ciężar obciążonych osi pełnych parowozu, Ω oznacza powierzchnię rzutu parowozu na płaszczyznę pro-

stopadką do osi parowozu; można przyjąć $\Omega = 10 \text{ m}^2$;

współczynnik a zależy od rodzaju parowozu:

$a = 5,8$ dla parowozów kategorii BII (z dwiema osiami pęd-
nemi i 2 cylindrami)

$a = 6$ " " " BIV

$a = 7,3$ " " " CII

$a = 7,5$ " " " CIV (z 3 osiami pędnymi i
4 cylindrami)

$a = 8,4$ " " " DII

$a = 8,6$ " " " DIV

$a = 9,3$ " " " EII

$a = 9,5$ " " " EIV

Barbier daje wzory oporów parowozów z tendrami

$$w_{\text{kg/t}} = 3,8 + 0,9 v \left(\frac{v + 30}{1000} \right) \text{ dla parowozów B IV F pociągów}$$

$$w_{\text{kg/t}} = 3,8 + 0,66v \left(\frac{v + 30}{1000} \right) \text{ " " B II F "}$$

$$w_{\text{kg/t}} = 4 + v \left(\frac{v + 30}{1000} \right) \text{ " " C IV F osobowych}$$

$$w_{\text{kg/t}} = 6,5 + 0,66 \left(\frac{v + 20}{1000} \right) \text{ " " D II towarów.}$$

II. Wzory oporów wagonów osobowych.

Strahl ustala wzór:

$$w_{\text{kg/t}} = 2,5 + 0,52 \frac{S}{q} \left(\frac{v}{10} \right)^2 \dots \dots (S)$$

gdzie S oznacza powierzchnię zastępczą dla ustalenia oporu wiatru; q średnią wagę wagonów w tonnach; Strahl przyjmuje dla wagonów pociągów osobowych na wózkach dla wagonów bagażowych $0,52S = 1$, a pozatem $q = 40 \text{ t.}$ dla wagonów na wózkach i $q = 30 \text{ t.}$ dla wagonów 3 osiowych.

Powyższy wzór przeistoczy się wówczas w następujący

sposób:

$$w_{kg/t} = 2,5 + \frac{1}{40} \left(\frac{V}{10} \right)^2 = 2,5 + 0,00025V^2$$

dla wagonów 4 osiowych

$$i \quad w_{kg/t} = 2,5 + \frac{1}{30} \left(\frac{V}{10} \right)^2 = 2,5 + 0,00033V^2$$

dla wagonów bez wózków

Przy silniejszym bocznym ^{wietrze} należy zamiast $\left(\frac{V}{10} \right)^2$ we wzorze (S) przyjąć $\left(\frac{V+12}{10} \right)^2$.

Barbier daje wzory oparte na doświadczeniach Chemin de fer du Nord. Dla wagonów 2 osiowych o wadze 10-11 ton; przy wadze pociągów, z którymi eksperymentowano od 120 do 200 ton i przy szybkościach od 60 do 120 km. na godzinę

$$w_{kg/t} = 1,6 + 0,46V \left(\frac{V+50}{1000} \right) \quad I.$$

Dla wagonów na wózkach o wadze około 30 ton i wadze wagonów pociągu około 200 ton i szybkościach jak poprzednio

$$w_{kg/t} = 1,6 + 0,456V \left(\frac{V+10}{1000} \right) \quad II.$$

Ostatnie wzory dają następujące opory w kg. na tonnę wagi przy rozmaitych szybkościach.

V = m/s	40	60	80	100	120	
I	1,6	3,3	4,6	6,4	8,5	11,0
II	1,6	2,5	3,5	4,9	6,6	8,7

Franck daje wzory:

1) Dla wagonów o wadze 12 t.

$$w_{kg/t} = 2,5 + 0,00044V^2$$

2) dla wagonów o wadze 15 t.

$$w_{\text{kg/t}} = 2,5 + 0,0004v^2$$

3) dla wagonów o wadze 30 t.

$$w_{\text{kg/t}} = 2,5 + 0,0003v^2$$

III wzory oporów wagonów towarowych:

Strahl daje wzory:

1) dla pociągów towarowych pospiesznych

$$w_{\text{kg/t}} = 2,5 + \frac{1}{25} \left(\frac{v}{10} \right)^2$$

2) dla pociągów towarowych zwykłych

$$w_{\text{kg/t}} = 2,5 + \frac{1}{20} \left(\frac{v}{10} \right)^2$$

3) dla pociągów towarowych z próżnych wagonów

$$w_{\text{kg/t}} = 2,5 + \frac{1}{10} \left(\frac{v}{10} \right)^2$$

a przy wietrze bocznym $\left(\frac{v + 12}{10} \right)^2$ zamiast $\left(\frac{v}{10} \right)^2$.

Franck daje wzory:

1) $w_{\text{kg/t}} = 2,5 + 0,00041v^2$

dla pociągów, złożonych z około 50 wagonów krytych

2) $w_{\text{kg/t}} = 2,5 + 0,00032v^2$

dla 50 wagonów niekrytych

3) $w_{\text{kg/t}} = 2,5 + 0,00053v^2$

dla 50 wagonów mieszanych, krytych i niekrytych, ładownych i próżnych.

Dla wagonów amerykańskich, będących u nas obecnie również w użyciu można przyjąć wzór Baldwin'a

$$w_{\text{kg/t}} = 1,5 + 0,0518v.$$

Na liniach będących w budowie tor jest zawsze gorszy, a

więc i opór większy. W takich wypadkach proponuje prof. Tajani wzór dla określenia oporu całych pociągów

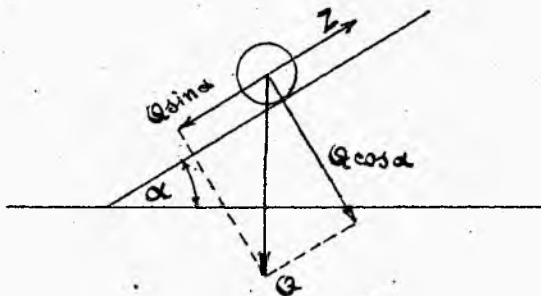
$$w_{\text{kg/t}} = 4 + \frac{v^2}{1000}$$

Dla linii dojazdowych z braku danych doświadczalnych stosuje się zwykle wzory podane przez Haarman'a.

	Opór parowozów	Opór wagonów
S = 1435 mm.	$w_{\text{kg/t}} = 4 \sqrt{n} + 0,0020V^2$	$w_{\text{kg/t}} = 1,5 + 0,0010V^2$
S = 1000 "	" = $4 \sqrt{n} + 0,0025V^2$	" = $1,7 + 0,0013V^2$
S = 750 "	" = $4 \sqrt{n} + 0,0030V^2$	" = $2,0 + 0,0015V^2$
S = 600 "	" = $4 \sqrt{n} + 0,0035V^2$	" = $2,2 + 0,0017V^2$

gdzie n oznacza ilość osi pędnych parowozu.

Opór ruchu od wzniesienia.



Rys. 82.

Gdy pociąg porusza się na wzniesieniu pod górą, musi siła pociągowa lokomotywy przewycięzać, poza oporem zwykłym, siłę składową $Q \sin \alpha$.

gdzie α oznacza kąt pomiędzy

linią wzniesienia i poziomem. Zwykły opór pociągu, jako na odcinku poziomym i prostym będzie $w \cdot Q \cos \alpha$. Ponieważ na drogach żelaznych, poza zębnicowemi, kąt α jest bardzo nieznaczny, możemy przyjąć $\cos \alpha = 1$ i $\sin \alpha = \text{tg } \alpha = i$; wynika stąd, że dodatkowy opór od wzniesienia wynosi $Q i$ czyli tyle kilogramom na 1 tonnę wagi pociągu, ile tysięcy na wzniesienie. Np. na wzniesieniu 8‰ otrzymamy

dodatkowy opór 8 kg. na tonnę, a więc dla pociągu poruszającego się z szybkością 40 km. na godzinę

$$w = W_p + W_i = 2,4 + \frac{v^2}{1300} + 8 = 2,4 + \frac{1600}{1300} + 8 = 11,7 \text{ kg/t.}$$

Opór dodatkowy przy ruchu w łukach nie da się określić teoretycznie; zależy on jest od wielkości promienia krzywizny i od sztywnego rozstawu osi.

U nas używa się dotychczas zwykle wzorów Röckl'a, opartych na doświadczeniach dr. ści. Bawarskich.

Wzory te dają opór mierzony w kilogramach na tonnę wagi pociągu:

1) dla linii pierwszorzędnych

$$w_k = \frac{650}{R - 60}$$

2) dla linii drugorzędnych

$$w_k = \frac{650}{R - 55}$$

3) dla linii trzeciorzędnych

a) $w_k = \frac{600}{R - 50}$ przy $S = 1435 \text{ mm.}$

b) $w_k = \frac{400}{R - 25}$ przy $S = 1000 \text{ mm.}$

c) $w_k = \frac{350}{R - 10}$ przy $S = 750 \text{ mm.}$

d) $w_k = \frac{200}{R - 5}$ przy $S = 600 \text{ mm.}$

Wzory te dają dla linii normalnotorowych przy $R = 700 \text{ m.}$
 $w_k = \sim 1 \text{ kg/t.}$ czyli około 1/1000 wagi pociągu.

Hoffmann daje wzór, oparty na doświadczeniach dróg żelaznych saskich:

$$w_k = 21 \frac{4b + b^2}{R - 45}$$

w którym b oznacza podstawę sztywną; wzór ten daje rezultaty podobne jak wzór Röckla dla $S = 1435$ mm. przy $b = 3,8 - 4$ m.

Wzory powyższe dają rezultaty przesadnie duże dla małych promieni.

Francuzi stosują wzór pod tym względem skuszeniejszy, a mianowicie:

$$w_k = \frac{500S}{R}$$

przyjmując dla normalnej szerokości toru $S = 1,5$ m., jako odległość między osiami szyn, czyli

$$w_k = \frac{750}{R}$$

Dla $R = 100$ m., otrzymujemy więc $w_k = 7,5$ kg/t.

gdy ze wzoru Röckl'a wypada $w_k = \frac{600}{R-50} = \frac{600}{50} = 12$ kg/t.

Powyższe wzory dają opór dla pociągów, złożonych z normalnego europejskiego taboru dwuosiowego, ponieważ oparte są na doświadczeniach z takimi wagonami; obecnie posiadamy znacznie większą ilość taboru amerykańskiego i należy przypuszczać, że wagony towarowe czterosiowe znajdą szersze zastosowanie w Europie; uważam przeto za wskazane przytoczyć normy oporu w krzywych na zasadzie ostatnich postanowień z 1913 roku amerykańskiego Stowarzyszenia Inżynierów Kolejowych, mających w Stanach znaczenie decydujące.

W technice kolejowej amerykańskiej przyjęto określać krzywą wskazując, zamiast wielkości promienia jak u nas,

kąt w stopniach, przy którym długość ciężkiemu łuku równa się 100 stopniom; odnośnie promienie wskazane są w poniższej tabeliczce; znaczenia pośrednie określa się przez interpolacje:

Stopień	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	18°
R { atóp	5730	2865	1910	1433	1146	935	819	717	637	573	319
m.	1750	875	582	436	350	291	250	218	194	175	97

a) Opór od krzywej wynosi 0,3 kg/t na 1° krzywizny w rozumieniu powyższej tablicy:

jeżeli długość krzywej jest mniejszą od połowy długości najdłuższego pociągu.

jeżeli krzywa znajduje się w obrębie pierwszych 20' czyli 6 m. pionowego wzniesienia dłuższego pochyłego odcinka:

jeżeli opór łuku nie ogranicza wagi pociągu w danym wypadku.

b) 0,35 kg/t na 1° krzywizny:

jeżeli długość łuku waha się pomiędzy 1/2 a 3/4 długości najdłuższego pociągu ;

jeżeli łuk znajduje się pomiędzy 6 a 12 m. wzniesienia jak wyżej.

c) 0,4 kg/t na 1° krzywizny:

jeżeli szybkość jazdy w łuku jest zwykle nieznaczna; jeżeli łuk jest dłuższy od 3/4 długości najdłuższego pociągu;

jeżeli łuk znajduje się na wzniesieniu zbyt wielkim dla pociągów torowych

i wszędzie gdzie krzywizna toru może wpłynąć na ograniczenie wagi pociągu.

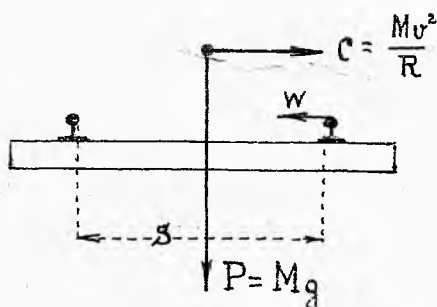
d) 0,5 kg/t tam gdzie można uniknąć straty wzniesienia.

Z powyższych danych możemy wyprowadzić następujące normy graniczne dla punktów od a do d i używanych u nas powszechnie promieni:

R =	1000 m.	800 m.	600	500	400	300	200	180	100
Stopień	1° 44'	2° 10'	2° 54'	3° 28'	4° 21'	5° 48'	8° 42'	9° 41'	17° 30'
a	0,52	0,65	0,87	1,04	1,30	1,74	2,60	2,90	5,25
b	0,61	0,76	1,02	1,21	1,52	2,03	3,04	3,38	6,10
c	0,70	0,87	1,16	1,39	1,74	2,32	3,47	3,86	7,00
d	0,87	1,08	1,45	1,74	2,17	2,90	4,35	4,83	8,74
ze wzorów Rœckla									
	0,69	0,88	1,20	1,48	1,91	2,70	4,65	5,40	12,00
z wzoru francuskiego									
	0,75	0,94	1,25	1,50	1,88	2,50	3,75	4,19	7,50

Z powyższego zestawienia widzimy, że normy amerykańskie dają mniejsze opory w warunkach wskazanych pod a i b, i w których znajdują się przeważnie łuki u nas.

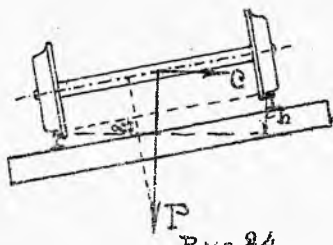
Przechyłka toru w krzywych.



Rys. 83.

Przy ruchu w krzywych działa siła odrodkowa $C = \frac{Mu^2}{R}$; przyciska ona obrzeża kół do szyny zewnętrznej i, wywierając nań nacisk, stara się ją przewrócić

nazewnątrz. Przy torze poziomym w kierunku poprzecznym do osi jego, musiałaby zewnętrzna szyna tak mocno być przymocowana do podkładów, ażeby móc przeciwstawić opór równy sile odśrodkowej czyli $W = C$. Tabor przy ruchu w krzywej nie będzie wywierał nacisku na szynę zewnętrzną, czyli że $W = 0$, jeżeli odpowiednio przechylić tor, podnosząc szynę zewnętrzną, jak pokazano na rysunku 84.



Rys. 84.

Szyna zewnętrzna musi być wtedy podniesiona o tyle nad szyną wewnętrzną, ażeby

$$C \cos \alpha - P \sin \alpha = 0$$

$$\frac{Mv^2}{R} \cos \alpha - Mg \sin \alpha = 0$$

Jeżeli przeszybkę oznaczymy przez h to $h = S \sin \alpha$, a wobec małych kątów α można przyjąć $\cos \alpha = 1$; otrzymujemy wtedy

$$\frac{v^2}{R} - g \frac{h}{S} = 0$$

czyli

$$h_{\text{min.}} = \frac{Sv^2}{gR} = \frac{8_{\text{mm}} (V \frac{\text{km}}{\text{h}})^2}{3,6^2 \cdot 9,81 \cdot R_{\text{m}}} = \frac{SV^2}{127R} = \frac{1500V^2}{127R} = 11,8 \frac{V^2}{R}$$

Wzór powyższy daje zbyt wielkie dla praktyki przeszybki przy znacznych szybkościach; obecnie stosuje się wobec tego przeważnie wzór praktyczny

$$h_{\text{min.}} = n \frac{V^2}{R} \quad \text{w metrach}$$

gdzie $n = 0,5 - 0,7$; u nas przyjmuje się przeważnie $n = 0,5$. W Prusiech stosują również $n = 0,5$, w Saksonji $n = 0,6$.

W Stanach Zjednoczonych przyjmuje się zazwyczaj 1 cal

przechyłki na 1° krzywej, które okresla się tam jak było wyłożone na str.143; dla krzywej 4°, której odpowiada $R = \sim 450$ m. mielibyśmy przechyłki $h = \sim 100$ mm., dla 6° przy $R = \sim 300$ m., $h = \sim 150$ mm.; liczby te znacznie przewyższają nasze normy. Największe przechyłki używane w Stanach, dosięgają 6" - 9". Nasze przepisy techniczne projektowania i budowy kolei żelaznych w roku 1923 zastrzegają w par.12. że przy przechyłce toru w łuku, szyna wewnętrzna nie powinna odchyłać się na zewnątrz poza linię pionu, co ograniczałoby przechyłkę do 72 mm; nie jest jasnym

z tych przepisów, czy mają one na celu zasadniczo takie ograniczenie przechyłki, czy też należy w krzywych o mniejszych promieniach, gdzie przechyłka 72 mm. nie wystarcza, dawać wewnętrznej szynie przechylenie do wewnątrz większe niż 1/20; obawę przed przechyleniem szyny wewnętrznej nazew: od pionu należy uważać za nieuzasadnioną; potwierdza to praktyka sieci Stanów Zjednoczonych, przewyższającej długością całą sieć Europy; w Stanach, jak widzieliśmy szyny umocowuje się prostopadle do podkładów, to jest bez nachylenia 1/20; a więc otrzymuje się wychylenie szyny wewnętrznej na zewnątrz od pionu przy najmniejszych nawet przechyłkach toru.

Bardzo wyczerpujące przepisy niemieckie (Bau und Betriebsordnung par.66) określają największe dopuszczalne szybkości jazdy w krzywych w zależności od promienia, w nastę-

pujący sposób:

przy R =	1200,	1100	1000	900	800	700	600	500	400
V =	115	110	105	100	95	90	85	80	75
h =	48	50	53	56	59	64	71	80	94

R =	300	250	200	180
V =	65	60	50	45
h =	108	120	125	125

Na liniach drugorzędnych

R =	200	180	150	120	100
V =	50	45	40	30	25

Przepisy niemieckie ograniczają przechyłkę do 125 - 150mm.
We Francji stosuje się przeważnie dla określenia przechyłki toru w krzywych wzór teoretyczny:

$$h = \frac{12 V^2}{R}$$

bliski do wyprowadzonego na str.144 : $h = 11,8 \frac{V^2}{R}$

Szybkość w praktyce ograniczają koleje francuskie do

120 km. przy promieniach R = 800m.

90 " " " R = 500 m.

60 " " " R = 300 m.

czyli stosują znacznie większe szybkości od niemieckich przy częściej używanych większych promieniach. Profesor Desseubes daje dla określenia maksymalnych szybkości, dopuszczalnych w zależności od promienia krzywych, następujący wzór:

$$V = \sqrt{22R - 3000}$$

Wzór ten może być stosowany dla promieni od 800 do 800 metrów. Powyżej 800 m. niema podług niego mowy o ograniczeniu szybkości; wzór $h = \frac{12V^2}{R}$ daje dla tego promienia i stosowanej we Francji największej przechyłki $h = 150$ mm. dopuszczalną szybkość:

$$V = \sqrt{\frac{hR}{12}} = \sqrt{\frac{150 \times 800}{12}} = 100 \text{ km}$$

a ponieważ określa się tam przechyłkę zwykle podług szybkości najdłuższych pociągów, zmniejszonej w 15-25% więc odwrotnie można dopuścić na krzywej o promieniu $R = 800$ m. przy przechyłce $h = 150$ mm. szybkość $V = 120$ km, co stanowi granicę dzisiejszych szybkości.

Z powyższych dociekań wynika, że nader ważnem jest stosować możliwie duże promienie na liniach, po których mają przebiegać szybkie pociągi, zasadniczo nie mniejsze od $R = 800$ m., ponieważ musimy się liczyć z doprowadzeniem i u nas w przyszłości szybkości pociągów pospiesznych do tej normy. Dla wszystkich linii magistralnych, szczególnie o znaczeniu międzynarodowem, powinien ten warunek być zachowywany bezwzględnie na szlaku; na dojazdach do większych węzłów kolejowych napotyka to niekiedy na znaczne trudności ze względu na istniejące zabudowania; możliwość

zastosowania w tych miejscach łuków o mniejszym promieniu powinna być w każdym wypadku szczegółowo badana i może mieć miejsce, gdy najszybsze nawet pociągi mają przewidziane rozkładem jazdy postoje w tych węzłach i

oczywiście zwalniają bieg na dojeździe do stacji. W Anglii zastawiano niejednokrotnie w trudnych miejscach łuki o wyjątkowo małych promieniach na linjach z bardzo szybkim ruchem pociągów, ale też zmniejsza się w tych miejscach przepisowo szybkość biegu; pomimo to notuje kronika kolejowa angielska szereg poważnych wypadków z pociągami ekspresowymi, spowodowanymi zbyt szybką jazdą jedynie wskutek nieuwagi maszynistów. Na niektórych sieciach kolejowych przechyłka nie jest uważana za konieczną, ze względów na bezpieczeństwo ruchu, za wyjątkiem bardzo małych promieni; natomiast daje się ją w celu uzyskania równiejszego biegu pociągu i uniknięcia bocznych szarpnięć, bardzo przykrych dla podróżnych; poza tem w celu zmniejszenia starcia zewnętrznej szyny; próby przeprowadzone około 30 lat temu na drogach żelaznych państwowych we Francji w Noisy-le-^{Souai}Sec i w Droue, wykazały, że można bez przechyłki jeździć nawet ze znacznymi szybkościami, ale próby te wykazały jednocześnie, że trudno było utrzymać tor w tych warunkach w należyтым stanie, i trzeba go było stale poprawiać.

W określeniu wymaganej przechyłki nie napotykamy trudności na linjach o mniejszem znaczeniu, a więc drugorzędnych i dojazdowych, gdzie szybkość nie są znaczne a, co najgłówniejsze, mniej więcej równe dla wszystkich

pociągów; to też stosuje się zwykle na tych liniach wzór teoretyczny, który dla rozmaitych szerokości torów będzie:

$$\begin{aligned} \text{dla } S &= 1000 \text{ mm.} & h &= 7,9 \frac{\sqrt{V^2}}{R} \\ \text{" } S &= 750 \text{ mm.} & h &= 5,9 \frac{\sqrt{V^2}}{R} \\ \text{" } S &= 600 \text{ mm.} & h &= 4,75 \frac{\sqrt{V^2}}{R} \end{aligned}$$

Trudniej jest ustalić wielkość przechyłki, gdy mamy, jak to najczęściej się zdarza, linię, po której kursują pociągi o bardzo odmiennych szybkościach, a więc pospieszne i zwykłe towarowe. W naszych warunkach, gdy pierwsze mają mieć szybkość $V = 90 \text{ km.}$, a drugie $V = 35 \text{ km.}$, otrzymalibyśmy podług norm francuskich dla $R = 800 \text{ m.}$

$$\text{dla } V = 90 \text{ km.} \quad h = \frac{12 \times 8100}{800} = 121 \text{ mm.}$$

$$\text{i dla } V = 35 \text{ km.} \quad h = \frac{12 \times 1225}{800} = 18 \text{ mm.}$$

a podług niemieckiego wzoru $h = n \frac{V}{R}$

$$\text{dla } V = 90 \text{ km.} \quad h = \frac{90}{2 \times 800} = 56 \text{ mm.}$$

$$\text{i dla } V = 35 \text{ km.} \quad h = \frac{35}{2 \times 800} = 22 \text{ mm.}$$

Nie jesteśmy więc w stanie przeciwdziałać w zupełności wpływowi siły odśrodkowej w tych warunkach: pociągi szybkie będą ścierały szynę zewnętrzną nie spotykając odpowiedniej przechyłki, towarowe zaś przeciwnie szynę wewnętrzną, wskutek zbyt znacznego dla nich przechylenia toru, dlatego też liczą francuzi, jak było wskazane wyżej, na szybkość najprędszych pociągów, zmniejszając ją o 15-25% w zależności

od tego, czy pociągów wolnych jest mniej lub więcej w stosunku do liczby pociągów szybkich.

Pierwszorzędna droga żel. Paris Lyon Méditerranée stosuje w tych warunkach wzór

$$h = \frac{K}{R}$$

określając K w zależności od charakteru ruchu na linii:

dla linii o dużych promieniach i bardzo znacznych szybkościach

$$K = 70$$

" " " " i znacznych szybkościach $K = 60$

" " o średnich promieniach i szybkościach $K = 50$

" " o małych promieniach i mniejszych szybkościach $K = 40$.

Pierwszorzędna angielska droga żelazna Midland Railway, łącząca Londyn ze Szkocją i posiadająca pociągi bardzo szybkie nie daje większych przechyłek ponad 88 mm. nawet w łukach o promieniu $R = 200$ m, natomiast stosuje przechylenie toru i to dosyć znaczne na krzywych o dużych promieniach jak np. 22 mm. dla $R = 4000$ m.

Nacóż, gdy linję przebiegają pociągi o rozmaitych szybkościach, należy bacznie obserwować tor i gdy się daje zauważyć znaczniejsze scieranie szyny zewnętrznej, podnieść ją, gdy zaś wewnętrzna szyna się ściera, opuścić szynę zewnętrzną, czyli zmniejszyć przechyłkę.

Zazwyczaj nie daje się przechyłki przy promieniach począwszy od $R = 2000$ m. wzwyż na liniach pierwszorzędnych

i od $R = 1000$ na drugorzędnych. Przechylenie toru może być wykonane albo przez podwyższenie szyny zewnętrznej, albo też przez opuszczenie wewnętrznej do połowy przechyłki i podniesienie o tyleż szyny zewnętrznej z pozostawieniem osi toru na tej samej wysokości. Częściej stosuje się pierwszy sposób, przy którym nie zmniejsza się grubości warstwy balastu pod szyną wewnętrzną, ale za bardziej prawidłowy należy uznać sposób drugi, przy którym środek ciężkości taboru pozostaje na jednej wysokości; daje to bowiem spokojniejszy ruch pociągu.

Reasumując powyższe należy ustalić, że wpływ przechyłki na bezpieczeństwo ruchu pociągów nie jest ustalony; ma on² natomiast znaczenie pod względem zapewnienia spokojniejszego biegu i mniejszego ścierania szyn.

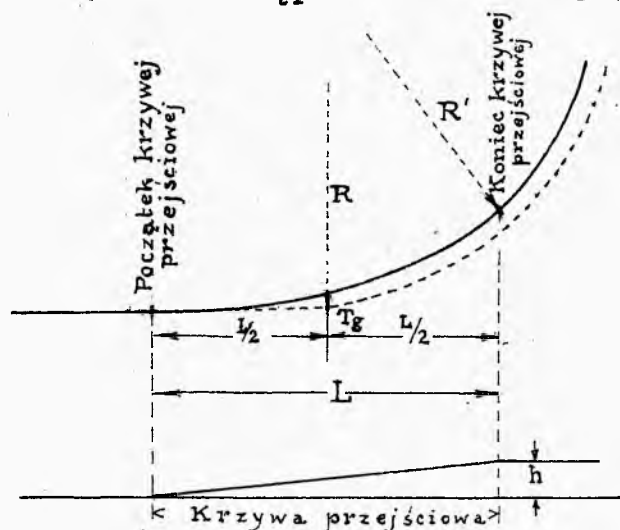
Łuk kołowy może być połączony bezpośrednio z prostymi odcinkami toru jedynie na liniach o nieznacznej szybkości ruchu pociągów, a więc tylko na liniach o znaczeniu dojazdow³m: „Nasze” przepisy techniczne o budowie i eksploatacji silnikowych kolei żelaznych normalnotorowych III rzędu i wąskotorowych” (wydanie 1920) zezwalają na to jedynie gdy $R \geq 600$ m. przy normalnej szerokości toru $S = 1435$ mm. i dla $R \geq 300$ m. dla linii wąskotorowych i są pod tym względem zbyt wymagające.

Normalnie urządza się połączenia prostych odcinków toru z łukami przy pomocy przejściowej krzywej o zmiennym

promieniu. W miejscach tych, gdyby nie było przejściowych krzywych, dało by się odczuć mniej lub więcej silne uderzenie boczne, spowodowane raptownym przejściem od promienia $R = \infty$ do danego R łuku; pozatem musimy mieć w łuku przechyłkę h , jak było wykazane wyżej; przechyłka mogłaby być stopniowo wykonana od początku krzywej, ale wtedy byłaby ona niedostateczną na długości, na jakiej stopniowo przechylamy szynę; albo też można by przechylić tor już na prostej przed krzywą; co znów dałoby się odczuć przy jeździe w sposób bardzo przykry i znacznie obciążałoby szynę wewnętrzną. Przy zastosowaniu krzywych przejściowych układanych w połowie swej długości od teoretycznego punktu zetknięcia się prostej z łukiem kołowym, czyli tangensu w stronę prostej i w drugiej połowie od tegoż tangensu w stronę łuku kołowego, przechylamy tor jednocześnie na całej długości krzywej przejściowej; otrzymujemy w ten sposób w planie łagodne przejście od prostej do łuku kołowego ze stopniowym zmniejszeniem zmiennego promienia ρ od ∞ do R i jednocześnie stopniowe przechylenie toru w każdym punkcie odpowiadające zmiennemu ρ . U nas stosuje się zwykle parabola Szescien; długość jej powinna być taka, ażeby była dostateczną dla łagodnego stopniowego przechylenia toru; nasze "przepisy techniczne projektowania i budowy kolei żelaznych z roku 1923" polecają w p. II przejściową krzywą o długości nie mniejszej od 375-krotnej przechyłki;

będzie więc ta ostatnia wzrastała o 1 cm. na 3,75 m., czyli z pochyleniem $\ll 1/375$. Przepisy zarówno francuskie jak i niemieckie przewidują bardziej łagodne przejścia od prostej do łuku a mianowicie z pochyleniem od $1/500$ do $1/1000$, a dla linii trzeciorzędnych $1/200$.

Przy zastosowaniu krzywej przejściowej łuk przesuwają się nawewnątrz w porównaniu z położeniem jego określonym przy trasowaniu wstępnym bez zastosowania krzywych przejściowych



Rys.85.

wych (rys.85) i promień R łuku kołowego zmienia się nieznacznie do R' .

Dalsze szczegóły o zastosowaniu krzywych przejściowych będą podane w części drugiej.

Promienie łuków na liniach normalnotorowych nie powinny być mniejsze

od 180 m., ze względu na tabor a szczególnie na parowozy; nasze "przepisy techniczne 1923 r" przewidują dla linii pierwszorzędnych minimalny promień 300 m. a dla drugorzędnych 180 m. Przepisy niemieckie interesujące nas ze względu na to, że są zastosowane do jednakowych typów taboru, jaki mamy obecnie po zaborcach, przewidują minimalne promienie dla linii pierwszorzędnych i drugorzędnych 180 m.

o ile na tych ostatnich mają kursować wagony z linii głównych; pozatem można stosować na liniach drugorzędnych (Nebenbahnen $R \gg 100$ m.

Stosowanie jednakowoż na liniach pierwszorzędnych promieni mniejszych od 300m może mieć miejsce jedynie za każdorazowym zezwoleniem centralnych władz technicznych, czyli Ministerstwa. Wskazane promienie stanowią dolną granicę, pozostaje w sile powiedziane wyżej o celowości stosowania maogół promieni daleko większych dla linii, na których ruch pod względem ilości a szczególnie szybkości może się z czasem rozwinąć; stosowania możliwie dużych promieni jest również ważne przy budowie wąskotorowych linii, o których mowa poniżej, gdy istnieje możliwość przewidywania przebudowy ich w przyszłości na normalną szerokość toru. Znacznie łatwiej zwykle bywa zgodzić z czasem zbyt strome wzniesienia, zastosowane początkowo na danej linii, niż zwiększać promienie łuków; to ostatnie wymaga często w takich razach częściowego zarzucenia starej trasy i szukania nowych kierunków na większych lub mniejszych długościach linii.

Stacje powinny być położone, o ile możności, na prostych odcinkach linii; gdy to jest niewykonalne, należy w obrębie stacji stosować łuki o dużych promieniach, a w każdym razie urządzić kołce stacji na odcinkach prostych lub łagodnych łukach, co umożliwia ułożenie rozjazdów stacyjnych (przęd.

techn.p.20).

Dla linii wąskotorowych przewidują nasze odnośne przepisy z roku 1920 promienie dla szlaku

dla $S = 1000$ mm. $R \geq 100$ m.

" $S = 750$ mm. $R \geq 75$ m.

" $S = 600$ mm. $R \geq 60$ m.

dla stacyj zaś i bocznic^o odpowiednio 50,40 i 30 m. Ustalenie tak małych promieni dla "stacyj" musi polegać na nieporozumieniu lub niedomówieniu i nie może być zalecane; dla bocznic jest to zupełnie szkodliwe.

Niemieckie "Grundzüge für den Bau und Betriebseinrichtungen der Lokalbahnen" przewidują minimalne promienie wskazane w drugiej kolumnie poniższej tablicy; trzecia zaś kolumna daje najmniejsze promienie, zalecane przez prof. Birk'a.

	Grz	prof. Birk
$S = 1000$ mm.	minim. $R = 50$	minim. $R = 75$
$S = 750$ mm.	" $R = 40$	" $R = 50$
$S = 600$ mm.	" $R = 25$	" $R = 30$

Przy trasowaniu linii należy pozostawić pomiędzy tangensami dwóch sąsiednich łuków kołowych kierunku odwrotnego wstawki proste, dostateczne co najmniej dla wciśnięcia na nich krzywych przejściowych. (p.22 przep. techn. r.1923). Przepis ten jest bardziej skutoczny od przepisu niemieckiego (Bau.u.Betr.Ord. §7,4) zalecającego pozatem

wstawkę ≥ 30 m. dla linii pierwszorzędnych i ≥ 10 m. dla drugorzędnych; ruch taboru będzie spokojniejszy przy bezpośrednim przejściu z jednej przejściowej krzywej w drugą. Dla linii dojazdowych przewidują nasze przepisy 1920 r. wstawkę o długości przynajmniej 10 m. pomiędzy początkami wzniesień toku zewnętrznego; możnaby się bez tego swobodnie obejść.

W razie bliskiego przylegania dwóch łuków skierowanych w jedną stronę, należy podług naszych przepisów 1923 r. unikać między nimi krótkich wstawek.

Wzniesienia.

Wiemy już, że opór ruchu linii prostej i poziomej wynosi około 3 kg. na tonnę wagi ciągniętej, przy niezbyt dużych szybkościach; taki sam opór dodatkowy da wzniesienie $i = 0,003$, czyli, że opór ruchu na odcinku z takim pochyleniem podwaja się w porównaniu z odcinkiem poziomym. Widzimy więc, że łagodne nawet wzniesienia odbijają się w znacznym stopniu na warunkach ruchu pociągów, wpływając na zmniejszenie szybkości pociągów pospiesznych i wagi pociągów towarowych.

Jedną z najważniejszych spraw przy projektowaniu drogi żelaznej stanowi ustalenie tak zwanego "miarodajnego wzniesienia", które dla danego typu parowozu ogranicza największą wagę pociągu, dopuszczalną przy obranym typie

parowozu; naogół będzie to najbardziej strome wzniesienie -----
na linii przy odpowiedniej jego większej długości. Wyjątek
mogą stanowić w poszczególnych wypadkach wzniesienia
jeszcze bardziej strome, ale o tyle krótkie i tak usytuowane,
że nadwyżka oporu wzniesienia ponad spotykany na wzniesie-
niu miarodajnym, będzie mogło być pokonywane przez rozpęd
pociągu, kosztem zmniejszenia szybkości na długości rozpa-
trywanego wzniesienia; o tem będzie jeszcze mowa w dalszym
wykładzie.

Nasze przepisy techniczne 1923 r. nie ustalają jeszcze
granic maksymalnych dopuszczalnych wzniesień dla poszczegól-
nych kategorii dróg żelaznych; przepisy te wskazują je -
dynie, że stacje powinny być położone zasadniczo na pe-
ziemiu, a gdy w wyjątkowych wypadkach trzeba będzie umieścić
na spadku, to nie powinien on przekraczać 2,5‰; ograni-
czenie to, spotykane jako ogólna zasada również w przepi-
sach innych krajów, wynika ze wskazanego oporu 3 kg. na tonnę
na linii poziomej; idzie tu o to, żeby oddzielnie stojące
na torach stacyjnych wagony lub grupy wagonów, nie mogły
się zbyt łatwo zacząć toczyć, czy to od wypadkowego ude-
rzenia, czy pod wpływem silniejszego wiatru. Przepisy
techniczne zezwalają na układanie na spadkach końców to-
rów mijankowych; warunek ten ogranicza się zwykle tylko
do rozjazdów, położonych w końcach stacji; należy unikać

stosowania tej ulgi na nowo-budujących się liniach, pozostawiają ją, jako rezerwę, na przyszłość, gdy wzrastająca długość pociągów towarowych zmusza do wydłużania torów mijankowych.

Dalej wskazują przepisy techniczne, że pochylenia na dojazdach do stacji ⁱ mijanek powinny być, o ile możliwości, zagodzone.

Powinno to w silniejszym stopniu dotyczyć wzniesienia, gdzie się tor podnosi od ^{stacji} w stronę szlaku, niż spadków w tym kierunku, ponieważ wzniesienia utrudniają ruszanie pociągów ze stacji i zmniejszają przyspieszenie przy ruszaniu w drogę. Dla ułatwienia ruszania korzystnym będzie rozpocząć wzniesienia w pewnym oddaleniu od końca stacji, oczywiście licząc się z możliwościami topograficznymi, lub, o ile możliwe, zagodzić wzniesienia. Baczność uwagę zwracają na tę sprawę technicy włoscy.^{x)} Opór dodatkowy, wynikający z przyspieszenia, określi się wzorem:

$$w = \frac{P}{g} \frac{dv}{dt}$$

mierząc przyspieszenie w metrach na sekundę², zaokrąglając $g = \sim 10$, możemy w przybliżeniu przyjąć, że opór, wywołany przez przyspieszenie będzie wynosił tyle kilogramów na tonnę wagi pociągu, ile centymetrów przespie-

x)

Prof. Tajani Milano 1921.

szenia otrzymamy na sekundę; a więc, jeżeli chcemy osiągnąć szybkości towarowego pociągu $V = 36 \text{ km/godz.}$ czyli 10 mtr./sek. w przeciągu 100 sek. , to będzie to równe dodatkowemu oporowi 10 kg. na tonnę, ponieważ przyspieszenie będzie wynosiło 10 centymetrow na sekundę; taki dodatkowy opór może na odcinku poziomym pokonywać lokomotywa, jeżeli skład pociągu odpowiada miarodajnemu wzniesieniu danej linii

$$i_{\text{max}} = 10\text{‰};$$

musimy więc dla osiągnięcia wskazanych rezultatów mieć przed parowozem, stojącym na stacji, czyli naogół za stacją na szlaku odcinek poziomy o długości 500 m.

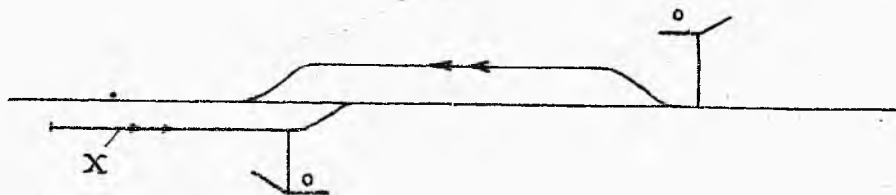
Jeżeli mamy linię z miarodajnym wzniesieniem $i = 8\text{‰}$ i nie chcemy tracić przy ruszaniu pociągu towarowego więcej niż 2 minuty , co stanowi normę często używaną, to przy szybkości 36 km. na godzinę musimy osiągnąć szybkość 10 m. na sekundę w najtrudniejszych warunkach profilu po 240 sek. ¹⁷⁶ Mając w tych warunkach za stacją poziomy odcinek szlaku, wymagana jego długość będzie w przybliżeniu 625 m. ; nadmiar siły pociągowej wynosi przy $i = 8\text{‰}$ na odcinku poziomym 8 kg./t. , co da przyspieszenie 8 cm./sek. , czyli, że osiągniemy szybkość żadaną po $1000 \text{ cm./}8 \text{ cm.} = 125 \text{ sek.}$ na długości 625 m. przy przeciętnej szybkości podczas przyspieszenia 5 m. na sekundę, osiągnięcia szybkości 10 m./sek. w ciągu

240 sek. może mieć miejsce w najtrudniejszych warunkach profilu przy przeciętnym wzniesieniu nie większym od $i = 4\text{‰}$ na długości 1200 m., ponieważ przyspieszenie musi wynosić $1000/240 = 4 \text{ m./sek.}$ i nadmiar siły pociągowej 4 kg./t. ; takim nadmiarem swobodnej siły podługowej możemy dysponować ^{na} wzniesieniu o 4‰ mniejszym od miarodajnego $i_{\max} = 8\text{‰}$ czyli na $i = 4\text{‰}$; długość takiego odcinka przy średniej szybkości 5 m./sek. będzie wynosiła $240 \times 5 = 1200 \text{ m.}$

Dla innych warunków profilu, tj. pomiędzy $i = 0$ i $i = 4\text{‰}$ otrzymamy długości pośrednie pomiędzy 625 i 1200 m.

Jeżeli przylegające do stacji wzniesienie będzie bardziej strome, niż 4‰ , nie możemy otrzymać żądanej szybkości w ciągu 4 minut i strata na ruszanie będzie większa od dwa minut.

W trudnych warunkach topograficznych nie łatwo będzie przy projektowaniu drogi żelaznej zadość uczynić powyższym warunkom. Koleje włoskie stosują w takich wypadkach t.zw. "leinari di lanciamento, a więc tory martwe x, położone z przeciwnego końca stacji i mające



Rys. 86.

odwrotny spadek ; będzie więc miał pociąg cofnięty na te tory po przyjeździe na stację, możność łatwego ruszenia i rozwinięcia pewnej szybkości już w obrębie stacji.

Dogodne będą w tych warunkach wskazane poniżej typy stacji z torami martwymi, popularne szczególnie w Anglii, a we Francji obecnie często stosowane.



Rys. 87.

W wyjątkowo trudnych miejscach daje się przy ruszaniu ze stacji dodatkowy parowóz, który pomaga wszystkim ruszającym z miejsca pociągom, popychając z końca; nie przyczepia się go do pociągu i od pewnego miejsca wraca on na stację. Tu należałoby wprowadzić poprawkę na pewne opóźnienie w osiągnięciu we wskazanym czasie żądanych szybkości, wskutek tego, że część siły pociągowej będzie zużyta na zwiększenie rotacyjnej energii kół, co przy trakcji parowej wynosi od 5% do 8%, a przy trakcji elektrycznej znacznie więcej w zależności od motorów.

Poprawek tych można jednakowoż w danym razie nie wprowadzać, bo wyłożony sposób, będąc bardzo przybliżonym a jednocześnie nadzwyczaj prostym może dzięki temu właśnie dać pewien materiał orientacyjny inżynierowi, projektującemu drogę żelazną, a szczególnie prowadzącemu poszukiwania w polu.

Na łagodnych spadkach nie trzeba będzie hamować pociągu przy jeździe z góry, gdy opór ruchu przy danej największej dopuszczalnej szybkości wyrażony w kilogramach na tonę nie będzie mniejszy od spadku, wyrażonego w tysięcznych czyli jeżeli $w \gg i$ 0/00. Spadki takie będziemy wobec tego nazywali nieszkodliwymi. Bardziej strome spadki będą natomiast wymagały hamowania przy większej ich długości i będą szkodliwymi. Lsunhardt uważa za granicę nieszkodliwych spadków $3,6^{\circ}/00$ co ze wzoru $W = 2,4 + \frac{V^2}{1300} = i$ odpowiadałoby szybkości $V = 39,5 \frac{\text{km}}{\text{godz.}}$. Inne ustalają praktyczną granicę dla nieszkodliwych spadków $i = 5^{\circ}/00$. W warunkach równinnych, czyli w terenie łatwym, należy unikać stosowania spadków szkodliwych; francuzi uważają za wskazane stosować dla linii pierwszorzędnych $i \leq 5^{\circ}/00 - 6^{\circ}/00$; dla linii strategicznych $i = 9^{\circ}/00$ *) ; dla linii o mniejszym ruchu $i \leq 15^{\circ}/00$; w terenach górskich $i \leq 30^{\circ}/00$ i $35^{\circ}/00$; starając się jednakowoż możliwie zmniejszać te ostatnie normy maksymalne, ze względu na znaczne zmniejszenie wagi pociągu na liniach z tak znacznymi wzniesieniami.

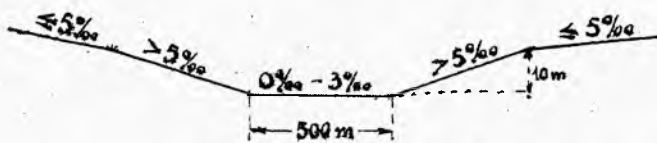
Przepisy niemieckie ograniczają wzniesienia dla linii pierwszorzędnych/Hauptbahnen/do $25^{\circ}/00$ a dla drugorzędnych/Nebenbahnen/ do $40^{\circ}/00$ z zastrzeżeniem, że zastosowanie wzniesienia większego od $12,5^{\circ}/00$ na linii pierwszorzędnej wymaga każdorazowo umotywowania i zgody urzędu naczelnego.

*) prof. Descubes

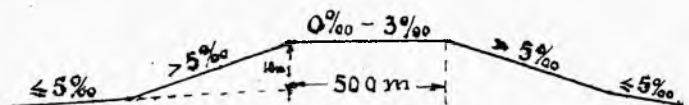
czyli Ministerstwa; pozatem przewidują te przepisy, że w miejscu zetknięcia się dwóch wzniesień, zwróconych w odwrotnym kierunku i przewyższających $5^{\circ}/\text{oo}$, z których jedno wznosi ^{się} więcej niż o 10 m. - powinien być przewidziany pomiędzy pochyłościami odcinek o długości 500 m. albo poziomy albo też mający pochYLENIE mniejsze od $3^{\circ}/\text{oo}$ /rys. 88 i 89/.

W praktyce przytrzymują się niemieccy inżynierowie /prof. Giese Linienführung.

- W terenie równinnym $i \leq 5\text{‰}$
- " pagórkowatym $i \leq 10\text{‰}$
- " górkim $i \leq 25\text{‰}$ dla linii pierwszorzędnych;
- " " $i \leq 40\text{‰}$ " " drugorzędnych.

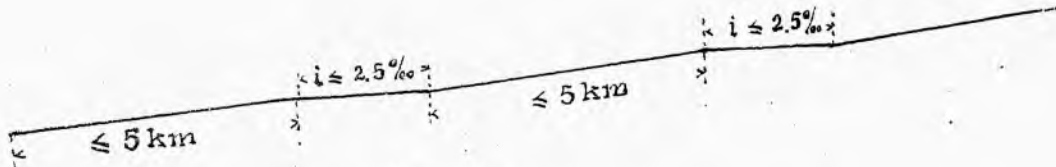


Rys. 88.



Rys. 89.

Bardzo długie i strome wzniesienia należy co 5 km. rozdzielać odpoczynkowymi odcinkami o wzniesieniu nie większym od $2,5^{\circ}/\text{oo}$, a możliwie poziomymi /rys. 90/.



Rys.90.

Dla linii wąskotorowych przewidują nasze przepisy 1920 r. przy trakcji elektrycznej $i \leq 70\text{‰}$ i przy innych a więc i parowej $i \leq 40\text{‰}$; dla stacji $i \leq 30\text{‰}$, dla "mijanek są na szlaku poza stacjami", /określenie niezupełnie jasne/ $i \leq 7\text{‰}$.

Przepisy niemieckie przewidują w tym wypadku $i \leq 40\text{‰}$, prof Birk radzi jednakże nie przekraczać 30‰ .

Zaokrąglenia przekomów w profilu podłużnym.

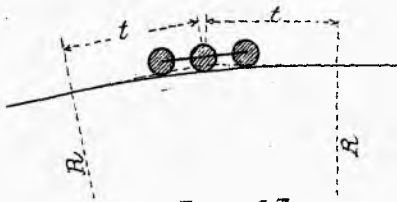
Gdyby pochyłe odcinki toru przecinały się pod kątem między sobą i z odcinkami poziomymi, groziłoby to wykolejeniem kół taboru, gdy kąty przekomów będą o tyle znaczne, że obrzeża kół nie będą się opierały o szynę, podnosząc się nad nią /rys.91 i 92/. Dla uniknięcia tego i zabezpieczenia spokojnego toczenia się taboru po szynach zaokrąglą się wskazane przekomy dużymi promieniami (rys.93-96).



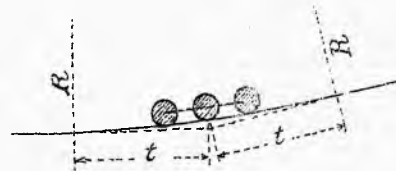
Rys.91.



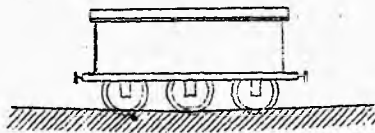
Rys.92.



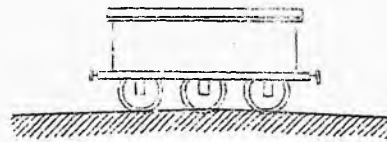
Rys. 93.



Rys. 94.

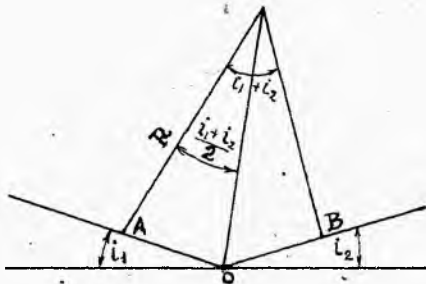


Rys. 95.



Rys. 96.

Nasze przepisy 1923 r. przewidują zakręglenia na szlaku promieniem $R \gg 10,000$ m., w obrębie zaś stacji i dojazdów do nich $R \gg 5000$ m; dla linii trzeciorzędnych i wąskotorowych przewidują nasze przepisy 1920 r. $R = 5000$ m:



Rys. 97:

Oznaczając /rys. 97/ przez i_1 i i_2 dwa pochylenia przecinające się w punkcie O, otrzymamy przy danym promieniu zakręglenia R długość stycznej tego zakręglenia przekroju podłużnego.

$$t = AO = OB = R \cdot \frac{i_1 + i_2}{2}$$

Przepisy niemieckie przewidują dla linii pierwszorzędnych $R \gg 5000$ m na szlaku i $R \gg 2000$ m. przed i na stacjach, dla linii zaś drugorzędnych $R = 2000$ m.-

Francuskie "cahier des charges" przewidują odcinek poziomy o długości 100 m. pomiędzy dwiema odwrotnemi pochyłościami, nie stawiając wyraźnego żądania złączenia zakamach pomiędzy odcinkiem poziomym i pochyłym; prof. Descubes uważa to za nieracjonalne, wypowiadając się za zakręgleniami jak

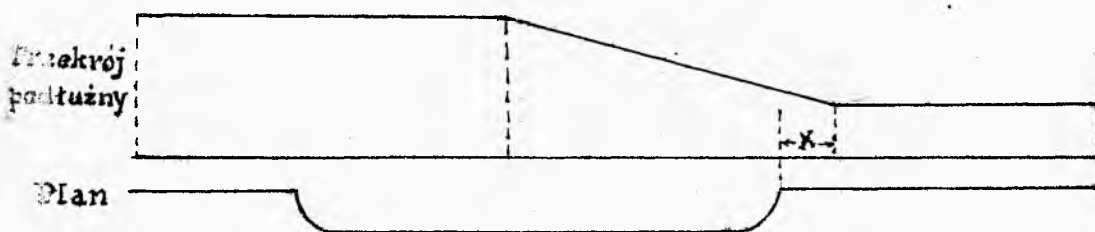
wyżej o promieniach

$$R = \frac{V^2}{g} \text{ we wklęsłościach}$$

$$R = \frac{1}{2} \frac{V^2}{g} \text{ w wypukłych przekłomach.}$$

Stosuje on więc dwa razy większe promienie w niskich miejscach profilu, a to ze względu na większy impet ruchu w pierwszym wypadku; liczy on się zupełnie słusznie z szybkością ruchu najszybszych pociągów.

Przy projektowaniu drogi żelaznej należy baczyć ażeby przejściowa krzywa, łącząca w planie łuk z prostym odcinkiem toru nie zachodziła na styczną, czyli na zaokrąglenie przekłomów w przekroju podłużnym. Należy więc rozsuwać teoretyczne tangensy w planie i punkty przekłomów w przekroju przynajmniej o tyle ażeby $X > \frac{l}{2} + t$ /rys.98/. poza tem można



Rys.98.

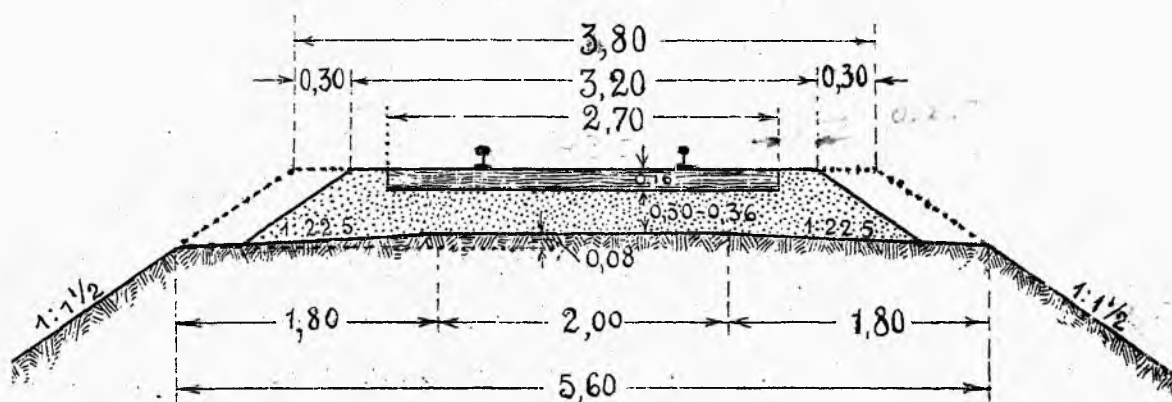
projektować zaokrąglenie przekłomów w obrębie krzywej kołowej w planie.

Przekroje torowiska.-

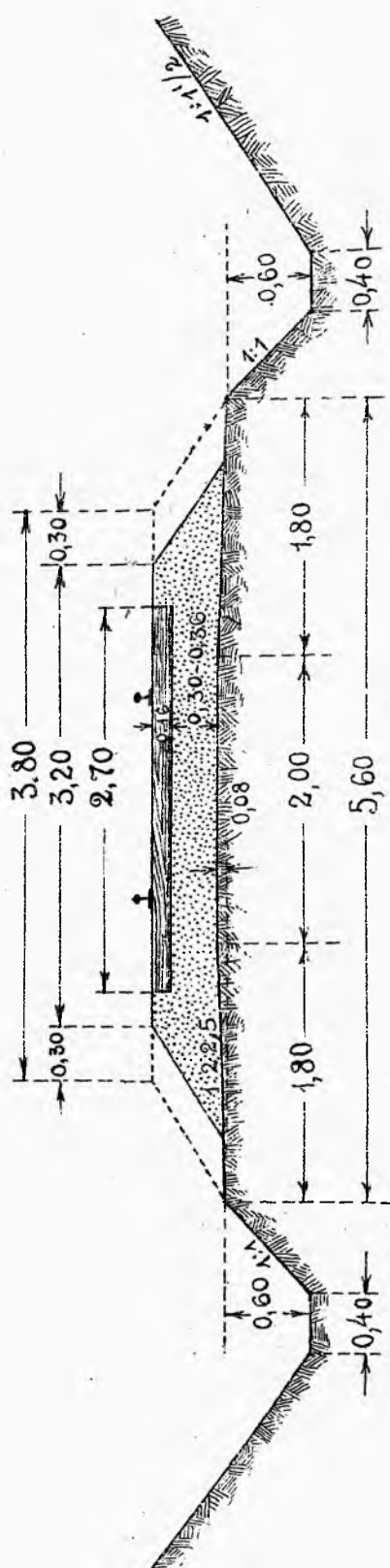
Wiemy już, że linje kolejowe muszą mieć pewne stosunkowo łagodne pochylenia; nie będą one naogół odpowiadać pochy-

leniom terenu: zmusza to do prowadzenia drogi żelaznej miejscami w nasypach, miejscami zaś w przekropach. Dolną część torowiska wykonywuje się z gruntów miejscowych, poza niektórymi ich rodzajami, nie szatnami do tego celu, o czym mowa będzie dalej; nasypom i wykopom kolejowym nadaje się prawidłowy kształt przekroju, wskazany na poniższych rysunkach. Szerokość torowiska zależy od kategorii drogi żelaznej i powinna być większa dla linii pierwszorzędnych o gęstym i szybkim ruchu; dla linii o mniejszym znaczeniu wyznacza się dla oszczędności mniejszą szybkość po górze; wpływa to na zmniejszenie ilości ziemnych robót. Stokom bocznym torowiska daje się w zwykłych gruntach spadek $1:1\frac{1}{2}$ przy znacznych wysokościach nasypów stosuje się stoki łagodniejsze, w kamienistych zaś gruntach można stoki dać bardziej strome $1:1\frac{1}{4}$ i $1:1$.

Nasze przepisy z roku 1919 wskazywały 3 rodzaje przekrojów; dla linii pierwszorzędnych rys. 99 i 100.



Rys. 99.

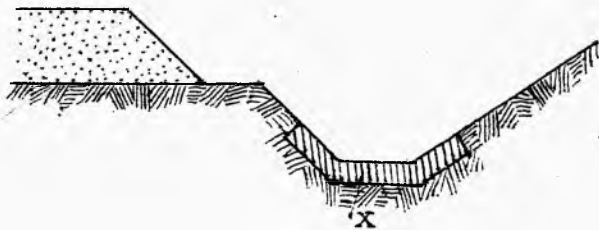


Rys. 100.

Wskazane przekroje dają szerokość torowiska 5,60 m; szerokość balastu po wierzchu wynosi 3,20 m. przy długości podkładów 2,70 m i szerokości balastu poza końcami podkładów z każdej strony po 0,25 m; stoki balastu mają normalną pochyłość 1:1 1/2, grubość warstwy balastowej, może się wahać od 0,30 - 0,36 m. licząc od wierzchu torowiska do spodu podkładu i zależy od gatunku balastu i w słabszym stopniu od gatunku ^{gruntu} torowiska; środkowa część torowiska na szerokości 3m jest pozioma, bocznymi ^{zaś} szerokości 1,80 m. nadaje się pochylenie 1:22,5 w celu zapewnienia lepszego odwodnienia torowiska; od krawędzi torowiska do warstwy balastowej pozostaje z każdej strony kawałek szerokości 0,30m; przeznaczenie jej polega na zabezpieczeniu stoków nasypu, a szczególnie rowów bocznych w nasypach od obsuwania się balastu,

poza to służą ławy lub bermy dla składania na nich materiałów nawierzchni, a więc podkładów, szyn, złącz przy robotach torowych wreszcie ułatwiają pracę straży i robotnikom kolejowym szczególnie przy przejściu pociągów. W wykopach urządza się rowy boczne dla doprowadzenia wody wzdłuż torowiska w kierunku najbliższych dzieł sztuki, a więc mostów albo przepustów pod nasypem. Wymiary rowów bocznych zależą od ilości wody, jaką należy odprowadzać; wskazane minimalne wymiary rowów będą zwiększane poza to, gdy spadek torowiska będzie mniejszy od spadku rowu dostatecznego dla przepływu wody.

Rowy nie powinny mieć spadku mniejszego od 1‰ ; wskazanem jest jednakowoż stosować możliwie spadki $\geq 5\text{‰}$; przy spadkach $\geq 4\text{‰}$ należy zabezpieczać stoki rowów darnią. Ze względu na spadek rowów należy możliwie unikać dłuższych przekopów poziomych. W środku długości przekopów skąd rowy otrzymują spadek w dwóch kierunkach, można zmniejszyć ich głębokość do 10-20 cm., utrzymując normalną ich szerokość. Wskazanem jest przy dłuższych rowach o nieznanym spadku zakładać poprzeczne progi (x) betonowe o długości około 30 cm. wzdłuż rowu rys. 101. Progi te urządzać należy

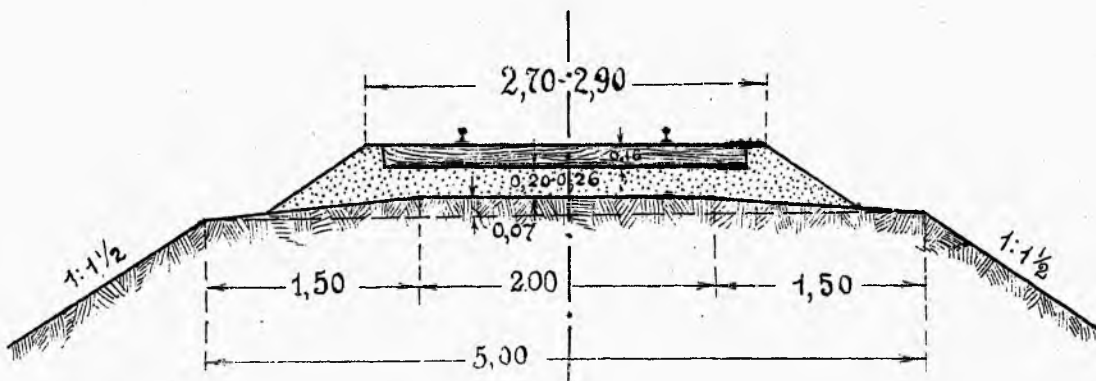


Rys. 101.

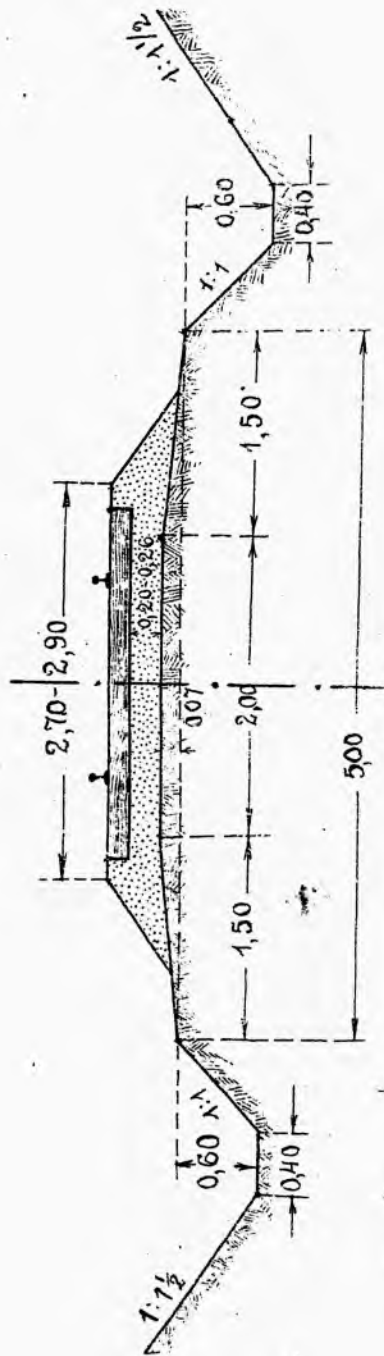
w odległości 30-50 m; ułatwiają one utrzymanie prawidłowego spadku rowów przy periodycznym przecyzszczeniu ich od namoku lub chwastów.

Normalne wymiary rowów wskazane na rys.100 wyoszą szerokość dna 0,40 m, głębokość rowu 0,60 m; skarpa rowu od strony torowiska może mieć pochYLENIE 1:1 ze względu na stosunkowo nieznaczną wysokość.

Dla linii drugorzędnych przewidywały przepisy 1919 r. przekroje wskazane na rys.102 i 103; grubość balastu wynosi tu 0,20-0,26 m. licząc od spodu podkładu do wierzchu torowiska, a całkowita 0,36-0,42 m. przy grubości podkładu 0,16m; szerokość u góry warstwy balastu waha się od 2,70 do 2,90 m; szerokość ta przy podkładach o długości 2,70 pozostawia minimalną ilość balastu w końcach podkładów; przy przejściu pociągów obsypuje się balast w tych miejscach wskutek wstrząśnięć i bocznych uderzeń i obnaża końce podkładów; nie ma to większego znaczenia, jak przekonamy się, rozpatrując amerykańskie typy torowiska, ale wskazaniem byłoby już w takim razie odrazu zdecydować się nie dosypywać w tych miejscach balastu, bo po obsypaniu się go tor nabiera wyglądu nieporządnego i źle utrzymanego. Szerokość ogólna torowiska wynosi tu 5,00m., na co się składają: środkowa część pozioma o szerokości, jak wyżej 2,00 m. i pochyłe boczne po 1,50 m. każda.-



Rys. 102

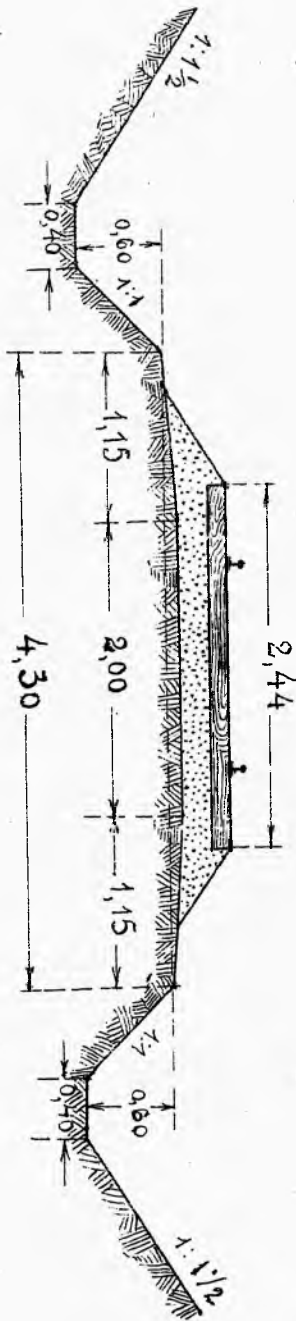


Rys. 103.

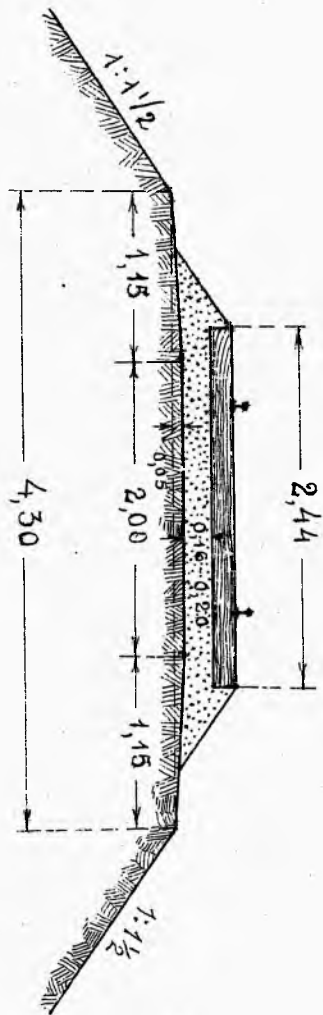
Wreszcie dla linii trzeciorzędnych przewidują te same przepisy przekroje wskazane na rys. 104 i 105.

Różnią się one od poprzednich grubością warstwy balastu, wynoszącej 0,16-0,20 m. pod podkładem; szerokością balastu 2,44 m, która tu również odpowiada długości podkładów.





Rys. 105.



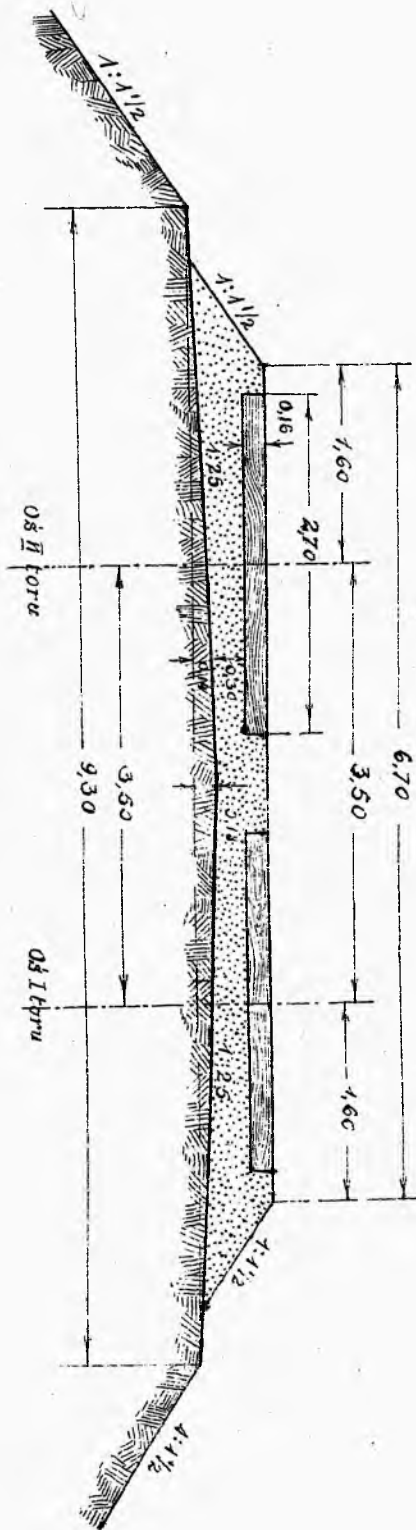
Rys. 104.

szerokość torowiska wynosi 4,30 m,

Stosując powyższe przepisy należałoby torowisku linii dwutorowej nadać szerokość 9,3 m. między krawędziami przy odległości 3,50 m. pomiędzy osiami torów /rys.106/; jest to najmniejsza dopuszczalna szerokość międzytorza dla linii normalnotorowych; przy szerokości 3,5 m. w jednym z krzyżujących się na szlaku pociągów mogą być otwarte drzwi; gdy drzwi są otwarte w stronę międzytorza w obydwu pociągach, to już zawadzają jedno o drugie; obecnie daje się zauważyć tendencja w kierunku zwiększenia szerokości międzytorza. Nasze przepisy 1923 roku wyznaczają 3,50 m. jako minimum; przy większej niż dwa ilości torów głównych na szlaku, należy dać co drugie międzytorze o szerokości przynajmniej 4 m.; szerokość ta umożliwi pracownikom kolejowym w wyjątkowych wypadkach pozostawać na międzytorzu pomiędzy dwoma przechodzącymi pociągami, gdy wskutek nieuwagi nie zdążą zejść z torowiska. W razie potrzeby ustawienia na międzytorzu sygnałów stałych należy poszerzyć międzytorze przynajmniej do 4,70 m.

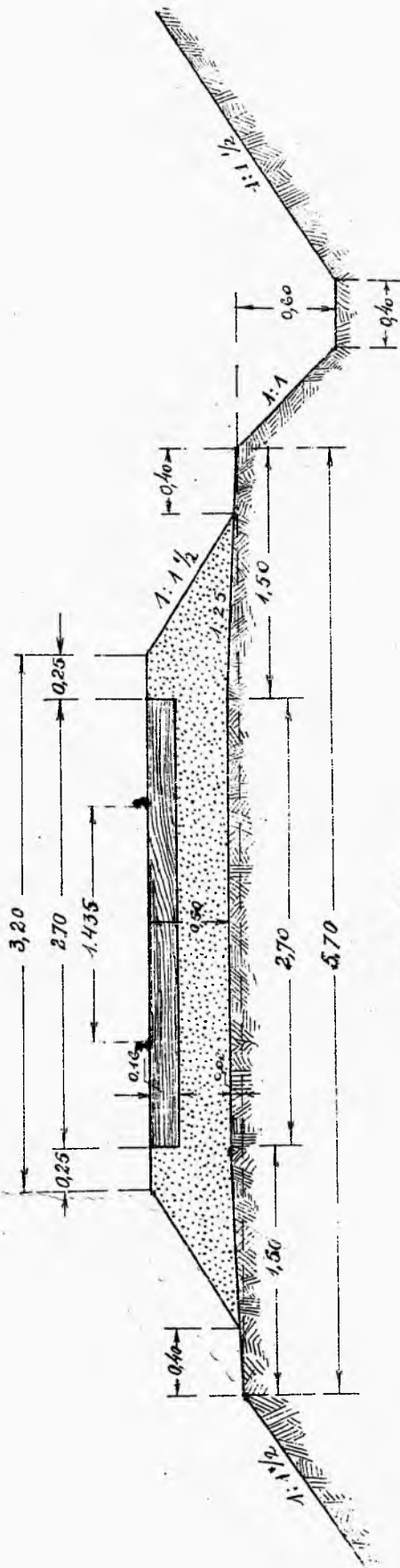
Na łukach o promieniu mniejszym niż 400 m. odległość między osiami sąsiednich torów winna być zwiększona odpowiednio do największej długości wagonów.

Nowe przepisy 1923 r. dają nieco zmienione dane dla projektowania poprzecznego przekroju torowiska. Ława czyli bieżnia od krawędzi torowiska do brzośa warstwy balastowej ma wynosić co najmniej 0,40m; środkowa część torowiska powinna być pozioma na długość podkładu, którą przepisy ustalają na 2,70m. dla zasadniczych torów głównych linii pierwszorzędnych dopu-



Rys. 106

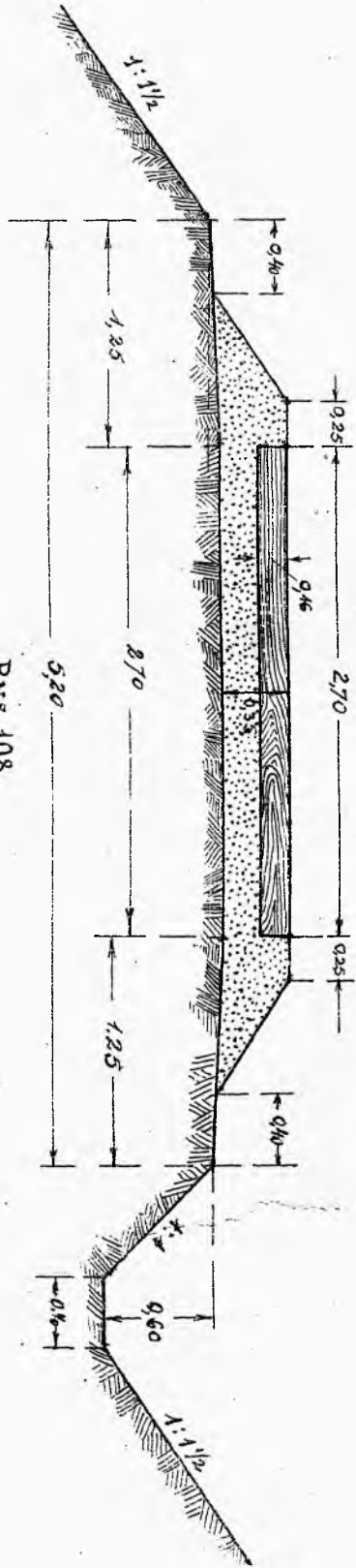
szczając zmniejszenie tej długości do 2,50 m. dla linii drugorzędnych i pozostałych torów stacyjnych linii pierwszorzędnych. Grubość warstwy balastowej, mierzona od spodu szyny winna wynosić od 35 do 50 cm. w zależności od materiału budowy spodniej czyli nasypu lub wykopu, gatunku balastu i rozstępu podkładów. W torach stacyjnych i na kolejach drugorzędnych grubość ta może być mniejsza, lecz nie więcej niż odpowiednio o 5 do 8 cm. Szerokość górnej powierzchni balastu winna być większa od długości podkładów na liniach pierwszorzędnych co najmniej o 50 cm., na drugorzędnych zaś co-



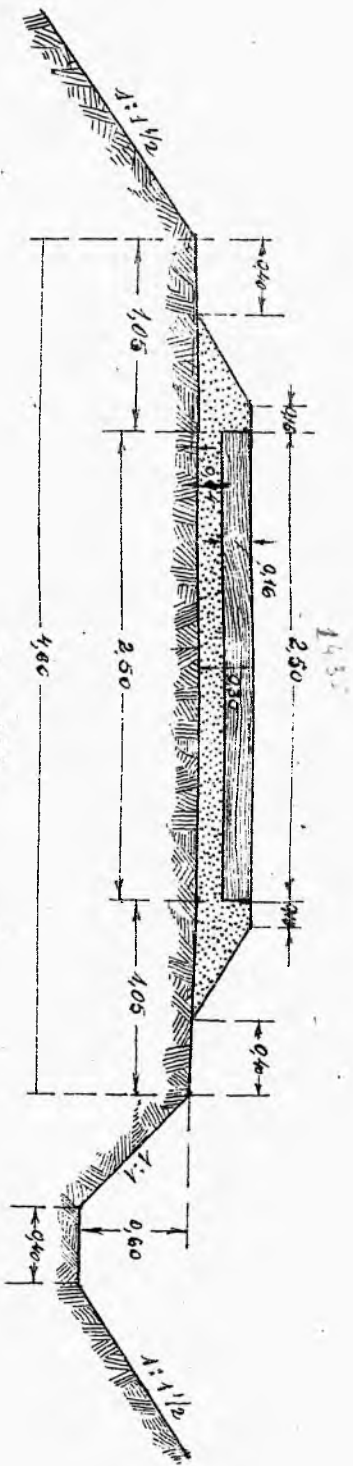
Rys. 107.

najmniej o 30 cm. Boczne stoki warstwy balastowej winny mieć pochylenie 1:1 1/2. Na zasadzie tych danych można wskazać następujące typy przekrojów poprzecznych torowiska:

- 1/ dla linii pierwszorzędnych przy wymaganej większej grubości warstwy balastowej (rys. 107);
- 2/ dla linii pierwszorzędnych przy zastosowaniu niższej granicy grubości warstwy balastu: (rys. 108)
- 3/ dla linii drugorzędnych lub oddzielnych torów stacyjnych przy niższej granicy grubości balastu i długości podkładów: (rys. 109).

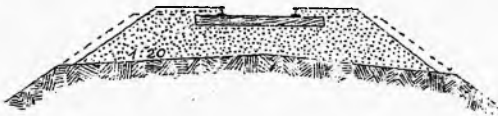


Rys. 108.

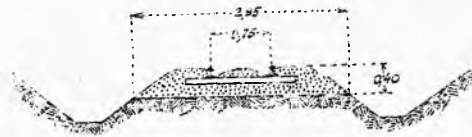


Rys. 109.

Warstwie balastu daje się u nas z góry wykończenie poziome w płaszczyźnie podstawy szyny, jak wskazano w powyższych typach przekroju torowiska: niektóre koleje zagraniczne zasypują natomiast podkłady częściowo lub całkowicie balastem; rys. 110 daje przekrój warstwy balastowej z zasypaniem końców podkładów, jak to stosuje np. francuska kolej Paris - Orléans.



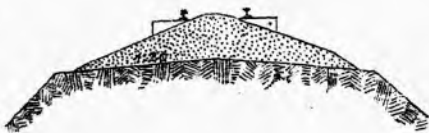
Rys. 110.



Rys. 111.

na rys. 111 natomiast widzimy całkowite pokrycie podkładów balastem.

Na drogach żel. amerykańskich zasypuje się zwykle balastem środkową część podkładów pomiędzy szynami natomiast pozostawia się niezasypane końce ich na całej wysokości podkładów, jak widać z rysunku. 112.

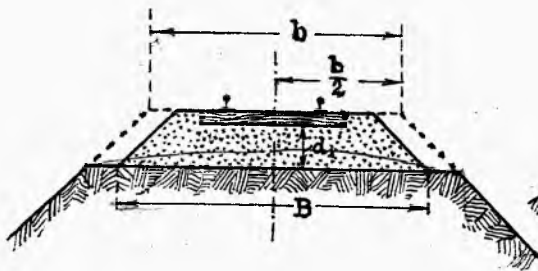


Rys. 112.

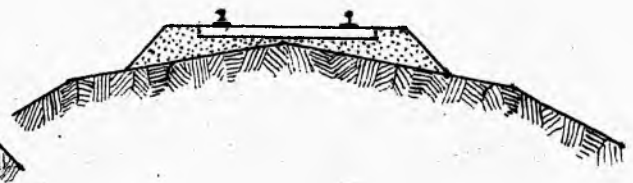
Odkryte zgóry podkłady mogą być lepiej nadzorowane przez pracowników drogowych, szczególnie co do stanu złączeń szyn i umocowania szyn na podkładach,

ale podkłady więcej namakają podczas deszczów; pokryte natomiast balastem mają lepsze oparcie w podsypce, która je jednocześnie ochroni od działania słońca, a warstwa balastu nad podkładami w środkowej ich części ułatwia chodzenie po torze straży kolejowej; za najlepszą należy uważać zasadę amerykańską wskazaną na rys. 112, przy której podkład dobrze leży w balastie, pośrodku wytwarza się dogodna dróżka dla przejścia, złącza są dobrze widoczne a pochyła powierzchnia balastu sprzyja lepszemu odwodnieniu torowiska.

Niemieckie przepisy dotyczące poprzecznego przekroju torowiska ustalają szerokość "korony torowiska" czyli odległości pomiędzy przedłużeniem skarp nasypu lub wykopu w poziomie spodu szyny b. rys. 113.



Rys. 113.



Rys. 114.

Dla korony torowiska i grubości warstwy balastu mierzonej od torowiska do spodu podkładów pod szyną ustalają przepisy niemieckie następujące minimalne wymiary:

dla linii pierwszorzędnych	$\frac{b}{2} \geq 2 \text{ m.}$;	$d_1 \geq 20 \text{ cm}$
" 7 drugorzędnych	$\frac{b}{2} \geq 1,75 \text{ m.}$;	$d_1 \geq 15 \text{ cm}$

dla linii trzeciorzędnych	$\frac{b}{2} \geq 1,50 \text{ m}$	$d_1 \geq 13 \text{ cm}$
" " wąskotorowych	$\frac{b}{2} \geq 5$	$d_1 \geq 10 \text{ cm}$

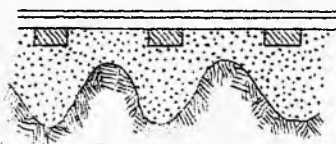
Niemiecki sposób ujęcia przepisów tych jest najprostszy i skuszny, ponieważ daje dla obranej jednostajnej korony różne szerokości torowiska B (rys.113) w zależności od grubości warstwy balastu, która może się zmieniać na danej linii w zależności od rodzaju gruntu i gatunku balastu; nasze przepisy 1923 są najwidoczniej oparte na powyższych normach niemieckich, ponieważ dla przekroju, wskazanego na rys.107 i 108 otrzymujemy "koronę torowiska" $320 + 2 \times 40 = 400 \text{ cm}$.

Górnej powierzchni nasypów i wykopów nadają Niemcy spadki w obydwie strony, jak widać z rysunku 114, na rys.113 pokazana ona jest poziomą jedynie dla uproszczenia schematu.

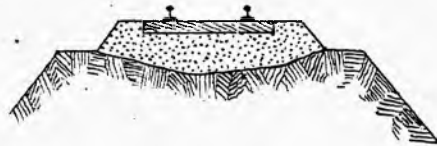
Przy budowie jednotorowych pierwszorzędnych linii należy rozważyć, w jakim czasie można przewidywać konieczność budowy drugiego toru; jeżeli drugi tor będzie potrzebny wkrótce, to wskazan^{ym} byłoby górnej powierzchni podtorza nadać pochylenie jednostronne na szerokości, odpowiadającej połowie szerokości torowiska linii dwutorowej podług rys.101; jeżeli się w takim wypadku zastosuje normalne jednotorowe przekroje podług rysunków 102 lub 103, to drugi tor będzie musiał w przyszłości otrzymać nadmier- ną grubość balastu, wskutek konieczności nadania pochy-

lenia podłoża balastu już na znaczniejszej szerokości. Różnica ta będzie stanowiła około 350 m³ balastu na 1 km. linii. W krzywych częściach toru wskazanem byłoby ze względu na przechyłkę dawać podtorzu jednolity spadek w jedną stronę. Oszczędza się w ten sposób na balastie i otrzymuje się bardziej równomierną, a przy mniejszych promieniach nawet zupełnie równomierną warstwę pod podkładami. W rzeczywistości rzadko się to stosuje.

Podkłady osiadają w balastie przy przejściu pociągów: dla doprowadzenia powierzchni toczenia szyn do pierwotnego poziomu, podnosi się je i uszczelnia balast pod podkładami, szczególnie w bliskości szyny na pewnej długości z każdej strony. Uszczelnienie to czyli podbijanie podkładów wykonywuje się przez wtkaczanie balastu przy pomocy drewnianych okutych podbijaków lub oskardów. Podbijanie musi być periodycznie powtarzane i tem częściej im gorszy jest balast i im cieńsza jego warstwa; po wielokrotnem podbijaniu podkładów tworzą się w podtorzu niecki, wskazane na rys. 115 i 116 wskutek wtkaczania w grunt nasypu lub wykopu dodatkowych ilości balastu.

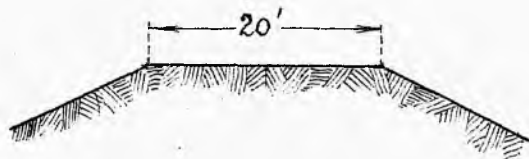


Rys. 115.



Rys. 116.

Z powyższego widać, że wypukłe odrobienie podtorza przy budowie nie osiąga celu zamierzonego i nie gwarantuje na dłuższy czas odprowadzenia wody, przenikającej przez warstwę balastową do rowów bocznych; może ono jedynie nieco złagodzić i opóźnić tworzenie się koryt, czyli niecek w podtorzu; powołując się tymi względami stosują amerykańskie koleje coraz częściej poziome na całej szerokości podtorza, przyjęte ostatnio jako normę przez Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Kolejowych; normy tego Stowarzyszenia przewidują trzy typy podtorza:

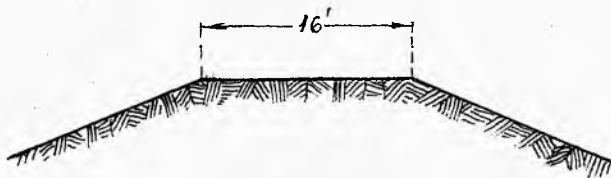


Rys. 117.

- 1) Podług rysunku 117 dla klasy A, do której należą wszystkie linje dwutorowe oraz te jednotorowe linje, które wykazują nie mniej niż

150,000 towarowych wagono x kilometrów lub 10,000 osobowych wagono x kilometrów na kilometr linji rocznie przy szybkości osobowych pociągów nie większej od 80 km. na godzinę. Należy zaznaczyć, że przeciętna ładowność wagonu amerykańskiego przewyższa 35 ton.

- 2) Podług rysunku 118 dla klasy B, do której należą

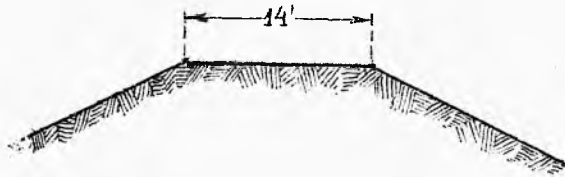


Rys. 118.

linje, mające nie mniej niż 50,000 towarowych wagono x kilometrów

lub 5000 osobowych wagono x kilometrów na kilometr linii rocznie przy szybkości pociągów osobowych nie większej od 64 km.na godzinę.

3) Podług rys.119 dla klasy C, do której należą linje



Rys.119.

o ruchu słabszym niż wskazany dla klasy B. Rowy boczne powinny być wykonywane podług tych przepisów zgodnie z rysunkiem 120, a więc bez poziomego dna, jakie się stosuje w Europie, które zdaniem

techników amerykańskich zapływa

ziemią i wymaga perjodycznego

czyszczenia. Niektórzy technicy

amerykańscy idą jeszcze dalej i

wypowiadają się za nadawaniem

torowisk ^ukształtów zaokrąglonych,

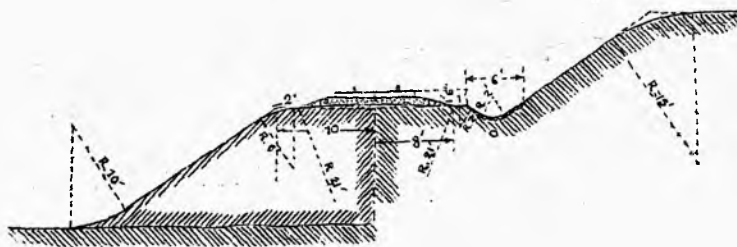


Rys.120.

ponieważ do tego dąży natura, zacierą ostre krawędzie i załomy. Prof. William G. Raymond uważa za najbardziej

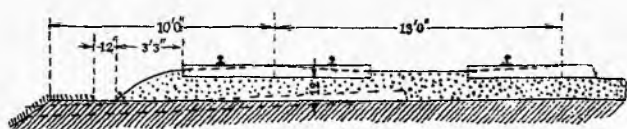
wskazany przekrój torowiska zaproponowany przez

D.J. Whittemore'a, zgodnie z rys.121.

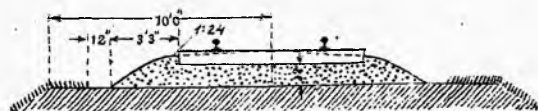


Rys.121.

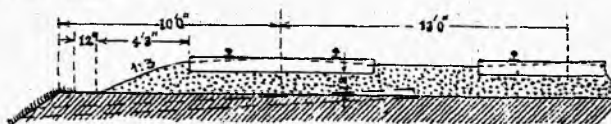
Jak już było wskazane wyżej, nadają Amerykanie warstwie balastu powierzchnię pochyloną lub zaokrągloną, ażeby ułatwić ściekanie wody deszczowej po powierzchni i możliwie zmniejszają ilość wody przenikającej w warstwę balastu. Na rys.122 i 123 wskazane są przekroje dla balastu z tłucznia i żuzlu, na rys.124 i 125 dla żwiru i leszu. Z rysunków tych widzimy, że pomiędzy stopą szyny i powierzchnią balastu pozostawia się luz 1"-2" dla ułatwienia ściekania wody; na liniach dwutorowych odwadnia się środkową część torowiska przy pomocy rurek



Rys.122.



Rys.123.



Rys.124.

Rysunek 126 daje przekrój dla linii klasy B przy balastie lżejszego gatunku a więc piasku żwirkowa-

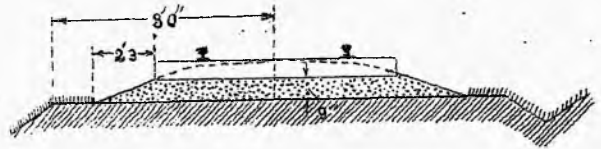


Rys.125.

drenowych, wyprowadzonych na skarpe. Część ławy lub biermy pokrywa się murawą. Rys.122 - 125 są to normy amerykańskie Stow. inżynierów kolejowych dla dróg żelaznych klasy A.

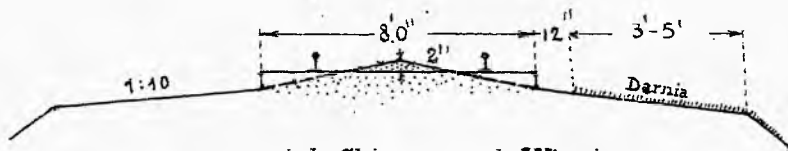
watym z pewną domieszką gliny.

Gdy zdatnego materiału na balast niema pod ręką. ruch jest przewidywany nie duży i linja ma być zbudowana bardzo tanio. obcho- dzą się amerykańskie kole-



Rys.126.

je bez balastu; rys.127 daje taki przekrój drogi żelaznej Chicago and Eastern Illinois. Podtorze jest szersze, ma znaczne spiski i pokryte jest darnią poza podkładami.



Rys.127.

Najlepszym materia-
łem dla balastu
jest tłuczeń; od-
dzielne kamyki
nie powinny być
zbyt małe i zbyt

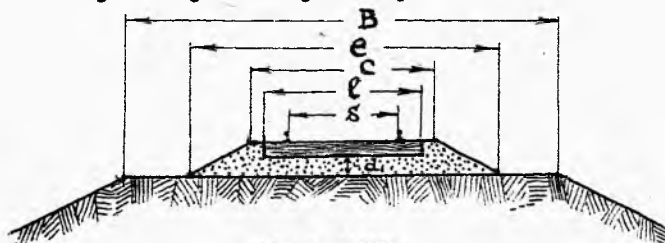
duże. dobry balast tłuczniowy powinien się zatrzymywać na kółku o średnicy 18 mm. i przechodzić przez kółko 40 i najwyżej 50 milimetrowe; francuzi dopuszczają 70 i 80 mm.

Najlepszy jest tłuczeń granitowy. mogą być jednakowoż stosowane i gorsze gatunki kamieni. Najbardziej pożądanem jest ażeby oddzielne kamyki miały ostre brzegi; wtedy pod-
kładki lepiej się trzymają w balastie. Dobry ^{również} jest balast żuźlowy. Gdy linja ma być zbudowaną z zachowaniem pewnej oszczędności, daje się balast tłuczniowy jedynie pod pod-

kładami, podtrzymującymi szynę i pod rozjazdami przy wejściu na stacje. Tańszy i nieco gorszy jest balast ze żwiru; następnie stosuje się u nas najczęściej w byłym zaborze rosyjskim, gdzie w wielu miejscowościach brak kamienia, piasek gruboziarnisty z większą lub mniejszą domieszką żwirku; domieszki gliny zmniejszają wartość balastu, utrudniając przesiekanie wody i sprzyjając rozmiękczeniu balastu; narówni z lichszym piaseczystym balastem stoi lesz parowozowy, który należy przesiać, oczyścić przed użyciem. W Stanach Zjednoczonych stosuje się często balast z mocno przepalanej gliny; materiał ten używa się w miejscowościach, nie posiadających kamienia, żwiru lub piasku, na liniach o słabszym ruchu; glinę wypala się wzdłuż toru, układając zwały z warstw paliwa i grudek gliny; na tego rodzaju balast należy i u nas zwrócić uwagę: może on leżeć w torze 4-6 lat i kosztuje od 1,50 do 3,00 złotych za metr sześcienny.

Przekroje torowiska linii wąskotorowych.

Nasze przepisy techniczne z roku 1920 dla linii trzeciorzędnych i wąskotorowych dają dla linii wąskotorowych następujące najmniejsze wymiary dozwolone:



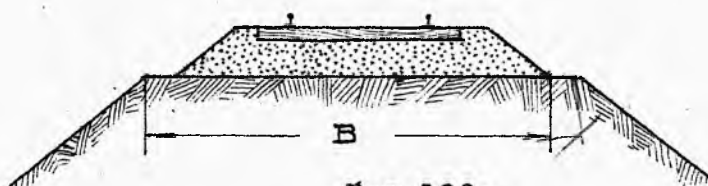
Rys. 128.

S	l	c	e	B	d _l	Uwagi.
1000	1800	2100	2350	3200	130	wymiary
750	1500	1800	2550	2900	130	w milimetrach
600	1200	1500	2050	2600	130	

Z tej tablicy widzimy, że przepisy ustalają większą od długości podkładów szerokość warstwy balastu, pozostawiając 15 cm. balastu z każdej strony za końcem podkładu. Jest to naogół żądanie słuszne, przy naszym europejskim przekroju balastu, ale tego jednocześnie nie wymagały przepisy 1919 r. dla linii II i III rzędnych normalnotorowych; ławy boczne czyli bermy mają wymiar $35/2 = 17,5$ cm. z każdej strony; długość podkładów powinna być podług wskazanych przepisów 1,8-2 krotnie większa od szerokości toru, a więc 180, 150 i 120 cm.; ostatnią długość, przepisaną dla S = 600 mm., należy uważać za bardzo małą; lepiej byłoby stosować 130-140 cm., jak wskazane będzie niżej; natomiast należy uważać za bardzo uciążliwe żądanie przepisów, ustalające najmniejszą szerokość podkładów 17 cm; Francja stosuje na liniach normalnotorowych podkłady o szerokości od 20 do 28 cm. a Stany Zjednoczone od 20 do 25 cm., a przy gęstym układaniu po 2200 podkładów na kilometr zwięzają podkłady nawet do 15 cm. (6"); należy więc uważać za możliwe, jak się to dzieje w Niemczech (patrz niżej), stosować podkłady o sze-

rokości do 15 cm.; natomiast dozwolona przepisami najmniejsza grubość podkładów 11 cm. dla sosny i 10 cm. dla dębu jest bardzo mała i nie należałoby iść pod tym względem poniżej 13 cm.; zwiększy to znacznie sztywność podkładów, i należy trzymać się tej normy przynajmniej przy trakcji mechanicznej i większym nacisku na oś taboru. Ze względów wykuszczonych powyżej i z powyższymi zastrzeżeniami, trudno jest uważać wymiary torowiska, podane w powyższych przepisach za najmniejsze dopuszczalne.

Znaczna część linii wąskotorowych o znacniejszym ruchu i co zatem idzie droższej nieco budowie ma szerokie torowiska B (rys.129).



Rys.129.

	B	
dla S = 100 cm.	3,3 - 3,5 m.	a przeciętna B = 3,5S
" S = 75 cm.	2,8 - 3,0 m.	" " B = 4S
" S = 60 cm.	2,4 - 2,8 m.	" " B = 4,5S

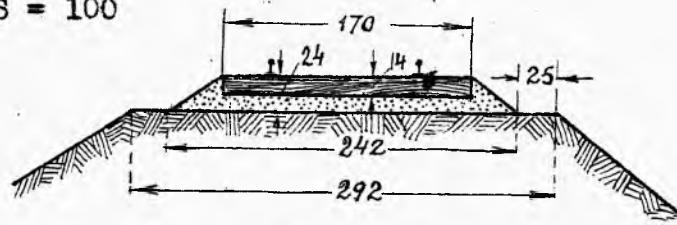
Stosowane w Niemczech wymiary podkładów dla różnych rodzajów dróg żelaznych wskazane są w poniższej tabelicy podług Lichmana.

Wymiary w centymetrach podkładów niemieckich:

	I i II rzędne normal.	III rzędne i dojazdowe.			
		normal.	S = 100	S = 75	S = 60
Długość	250-270	250	170-180	150	130-140
Szerokość	26	70	17-18	15-17	15-17
Wysokość	16	15	14	13-14	13

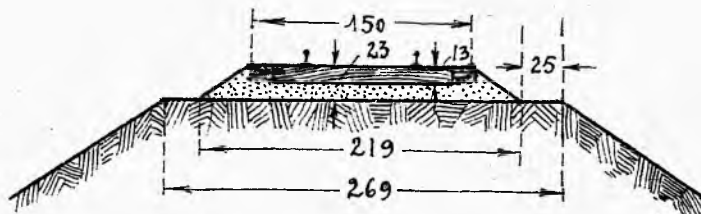
Opierając się na tych wymiarach i na przepisie niemieckim, ustalającym jako najwyższą koronę torowiska $b = 2,5$ i minimalną grubość warstwy balastu pod podkładem $d_1 = 10$ cm., otrzymamy następujące najmniejsze przekroje dla linii wąskotorowych.

dla S = 100



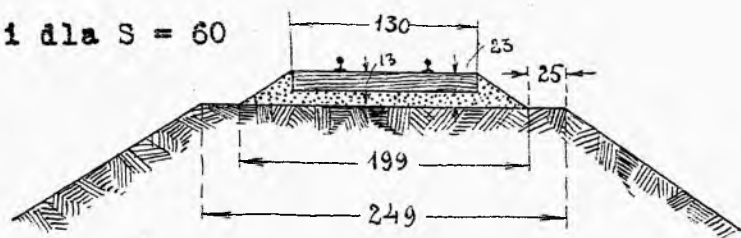
Rys.130.

dla S = 75



Rys.131.

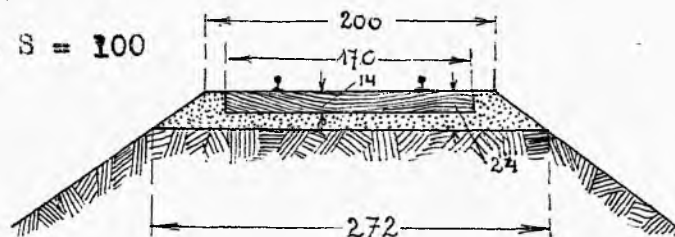
i dla $S = 60$



Rys.132.

Gdyby ze względów oszczędnościowych albo też w celu przyspieszenia budowy trzeba było zrzec się bocznych kraw. te przekroje można jeszcze zredukować do następujących:

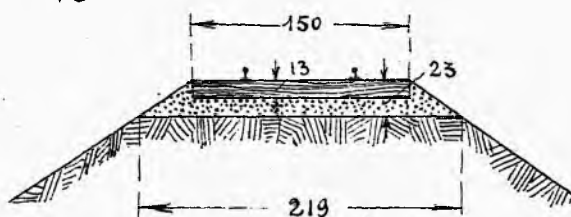
dla $S = 100$



Rys.133.

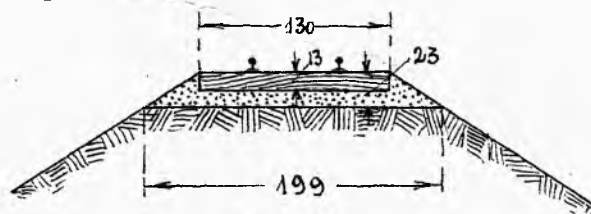
szerokość $b = 200$ cm. wynika z żądania ażeby $b \geq 2S$.

dla $S = 75$



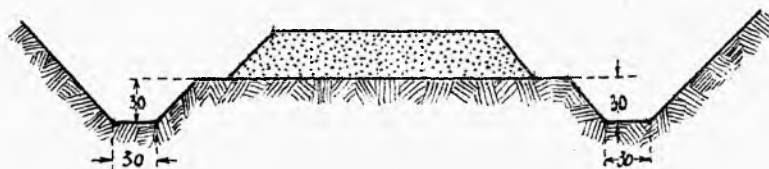
Rys.134.

dla $S = 60$



Rys.135.

Rowy boczne na liniach wąskotorowych powinny mieć szerokość po dole przynajmniej 30 cm. i także głębokość, mierzoną od dna rowu do krawędzi torowiska, na poziomie podstawy szyny rys.136.



Rys.136.

Torowisko kolejowe linii normalnotorowych powinno być o tyle wzniesione nad miejscami, które periodycznie są zalewane, ażeby, podług naszych przepisów 1923 roku, woda przy najwyższym stanie nie dochodziła do krawędzi torowiska przynajmniej o 60 cm. Niemieckie przepisy są pod tym względem mniej wymagające, ustalając tę normę nie dla podwyższenia nad poziomem wód krawędzi torowiska, lecz stopki szyny.

Dla linii dojazdowych wąskotorowych można nie stawiać tego wymagania, ażeby nie zwiększać kosztów budowy i linje takie mają niekiedy odcinki, zalewane przez krótki czas w okresach wiosennych powodzi.

Skrajnia budowli i taboru.

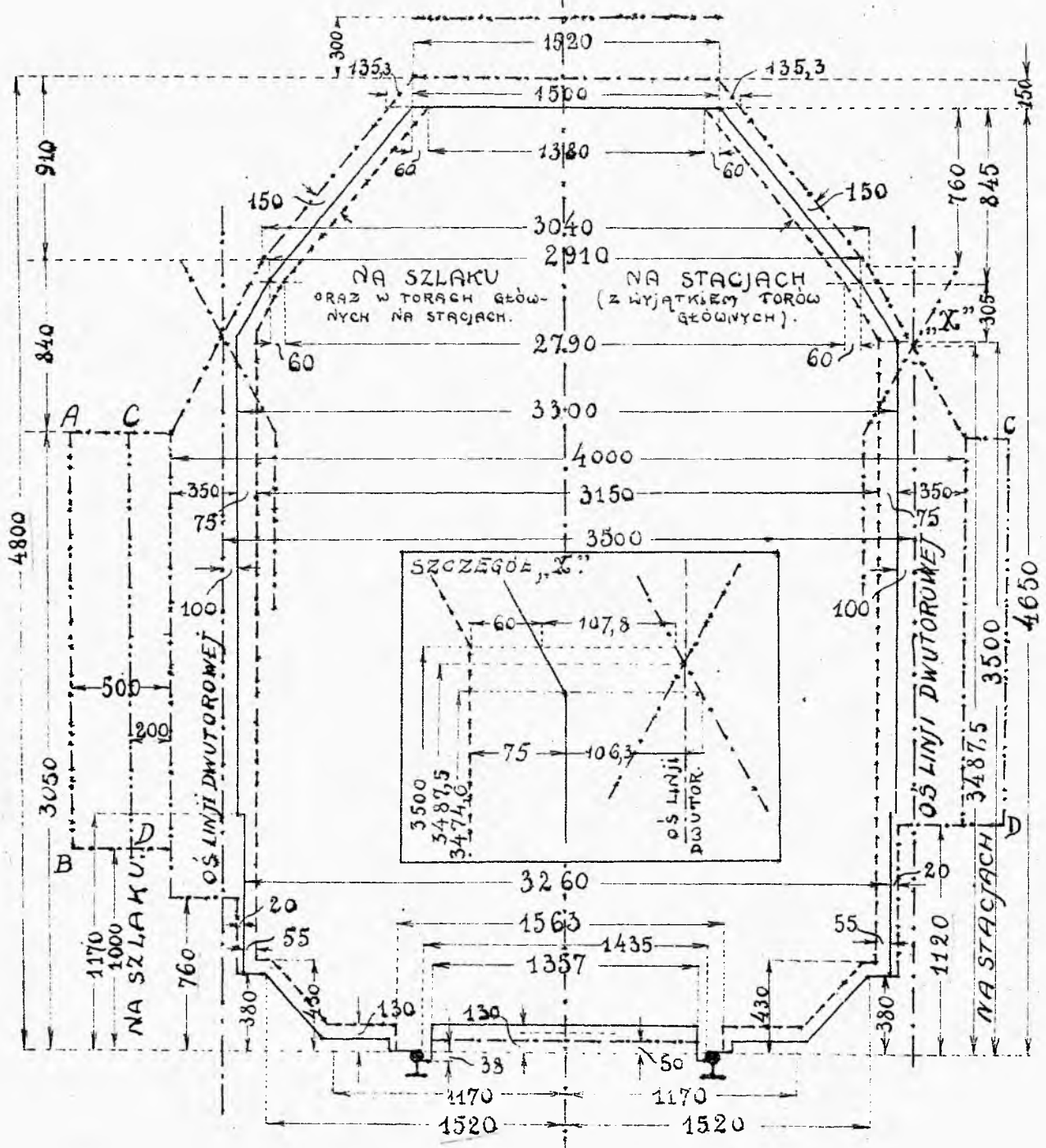
Dla swobodnego i bezpiecznego ruchu taboru po torach kolejowych ustala się pewien kontur, symetryczny do osi toru, poza który nie może wychodzić nazewnątrz żadna

część wagonów czy lokomotyw i drugi kontur, nieco obszerniejszy, w którym mieści się całkowicie i z zapasem^{wzdłuż} całego obwodu pierwszy kontur taboru; ten drugi kontur ogranicza wszelkie budowle kolejowe o tyle, że nie mogą one sięgać wewnątrz jego obwodu. W ten sposób usunięta zostaje możliwość jakiegokolwiek zetknięcia się taboru z budowlami i urządzeniami stacjami na szlaku lub w obrębie stacji.

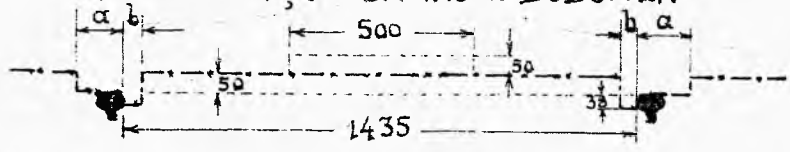
Pierwszy kontur nazywamy obrysem lub skrajnią taboru, drugi - obrysem czy też skrajnią budowli. Skrajnię często nazywają gabarytem.

Na rys. 137 uwidocznione są skrajnie dla linii normalno-torowych: lewa część stosuje się dla szlaku i dla głównych torów na stacjach, to jest tych wszystkich torów, po których przechodzą całkowite pociągi; po prawej stronie uwidoczniona jest skrajnia dla reszty torów stacyjnych, po których zorganizowane pociągi nie kursują, a więc dla torów ładunkowych, manewrowych, postojowych i t.p.

Główne wymiary skrajni budowli, na które należy zwrócić szczególną uwagę są: wysokość nad główką szyny 4800 mm., szerokość od osi toru 2000 mm.; wysokość ta przyznoszeniu nowych budowli powinna być zwiększona do 2500 mm. na szlaku i do 2200 mm. na stacjach; wysokość 760 mm. na dole po lewej stronie wskazuje, że możemy budować platformy i perony osobowe tej wysokości pod warunkiem odsunięcia ich krawędzi o $(3260 + 20 + 20) \frac{1}{2} = 1650$ mm. od osi toru; wysokość zaś 380 mm. daje możliwość przysuwania perony i platformy tej



DOLNA CZĘŚĆ SKRAJNI BUDOWLI.

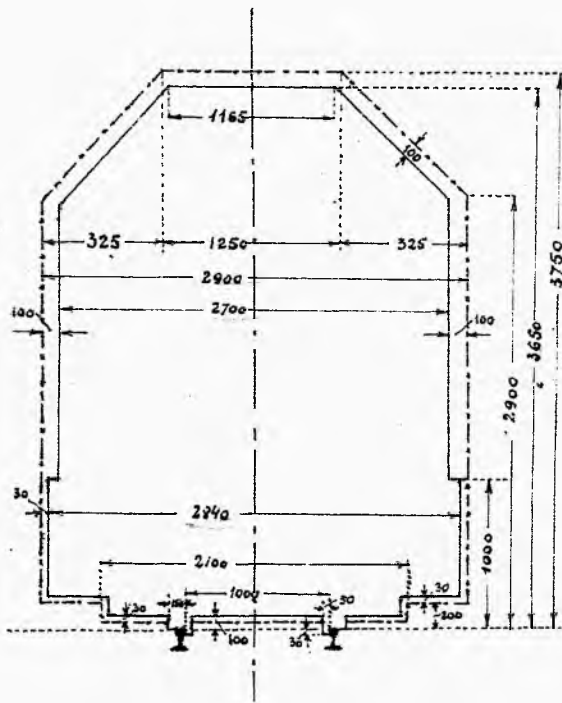


- SKRAJNIA BUDOWLI
- - - - - OGRANICZENIE SKRAJNI DLA BUDOWLI NOWYCH { A-B NA SZLAKU
C-D NA STACJACH
- OGRANICZENIE SKRAJNI DLA DOLNEJ KRAWĘDZI WIADUKTÓW
- WLGOWE POSZERZENIE SKRAJNI BUDOWLI DLA KOLEI ZĘBNICOWYCH
- - - - - SKRAJNIA TABORU (DLA WAGONÓW)
- SKRAJNIA TABORU WLGOWA (DLA WAGONÓW W LUKACH)

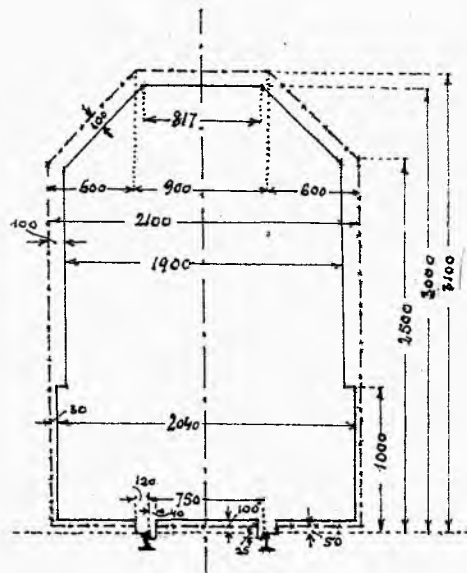
wysokości i niższe bliżej do szyn ale nie dalej jak do odległości 1520 mm. pomiędzy krawędzią ich i osią toru; wysokość 4800 mm. zwiększa się dla wiaduktów z drzewa o 300 mm., czyli do 5100 mm; ma to na celu ich skuteczniejszą ochronę od pożarów, pozatem uwzględnia się w ten sposób możliwe większe wygięcie budowli drewnianych; należałoby już obecnie zrewidować sprawę wysokości skrajni i budowli, uwzględniając przyszłe wymagania trakcji elektrycznej, przy której wysokość 5100 mm. jest również minimalną przy zawieszeniu drutu roboczego na wysokości 4800 mm. i umieszczeniu pod wiaduktami izolatorów; wysokość 4800 mm. do drutu roboczego dopuszczona jest ostatnimi przepisami szwajcarskimi i austriackimi, ale wymagają one jednocześnie znaczniejszego podniesienia budowli nad drutami, natomiast najnowsze przepisy niemieckie dopuszczają dla istniejących tuneli i wiaduktów zawieszenie drutów na wysokości 4850 mm., żądają natomiast dla nowych tuneli i wiaduktów większej wysokości skrajni, a mianowicie 5510 mm., a dla mostków sygnalizacyjnych, kolejek linowych i t.p. 7010 mm; należałoby więc maszą skrajnię podwyższyć w górnej części dla nowszych budowli; podwyższenie 1120 mm. w prawej dolnej części skrajni umożliwiłoby przysunięcie ładowni i ramp towarowych o 1650^{mm.} do osi toru przy wysokościach, sięgającej podłogi wagonów towarowych, a więc około 1 m. Skrajnia taboru ogranicza wysokość do 4650 mm. i szerokość do 3150 mm; zagraniczne środkowe i zachodnie europejskie

normy przewidują wysokość 4650 mm. dla wagonów, przeznaczonych dla ruchu miejscowego, natomiast dla taboru, mającego kursować w ruchu międzynarodowym, ogranicza wysokość do 4280 mm., a szerokość do 3100 mm.

Skrajnie dla linii wąskotorowych są uwidocznione na rys.138 dla $S = 1000$ mm. i na rys.139 dla $S = 750$ i $S = 600$ mm.



Rys.138.



Rys.139.

Wzniesienia i łuki.

Na wzniesieniu, położonym w linii prostej powinien parowóz dać siłę pociągową:

$$Z^t = P(w + i),$$

gdzie P oznacza wagę pociągu wraz z parowozem i tendrem; przy odwrotnym kierunku jazdy, a więc przy jeździe wódź w tych samych warunkach profilu linii, dostateczna będzie siła pociągowa:

$$Z'' = P(w - i).$$

O ile wzniesienie i mierzone w tysięcznych, nie będzie większe od oporu na linii prostej i poziomej w , mierzonego w kilogramach na jedną tonnę wagi pociągu, to niezależnie od długości wzniesienia nie zajdzie potrzeba hamowania pociągu; przeciętna siła pociągowa w tych warunkach przy jeździe pod górę i z góry:

$$Z_{\text{przec}} = \frac{Z' + Z''}{2} = P \cdot w$$

nie będzie większą od siły pociągowej przy jeździe na odcinku prostym i poziomym; wzniesienia takie nie wymagają więc przeciętnie, przy jeździe w obydwie strony większej siły pociągowej i nie powodują spalania większej ilości paliwa i kosztów, niż odcinki poziome. Wiemy, już, że wzniesienia takie należą do grupy nieszkodliwych; ponieważ opór na odcinku prostym i poziomym w zależy od szybkości jazdy, a hamowanie będzie potrzebne, poza dojazdami do stacji, jedynie przy jeździe z góry na spadkach, gdzie szybkości będą znaczne, dochodząc do dopuszczalnych dla danego typu pociągu i parowozu, więc będzie zależała granica wzniesienia nieszkodliwego od szybkości pociągów, będzie wyższą dla pociągów osobowych,

niż dla towarowych i również wyższą dla linii i odcinków o szybszym wogóle biegu pociągów. Na liniach pierwszorzędnych w niezbyt trudnych warunkach topograficznych dąży się do zastosowania miarodajnych wzniesień nie większych od

$$i_{\max} = 5\text{‰}$$

Jeżeli zastosujemy wzór erfurcki

$$w = 2,4 + \frac{V^2}{1300}$$

to dojdziemy do wniosku, że spadki 5 ‰, przy zastosowaniu ich na prostych odcinkach będą nieszkodliwe przy większej nawet długości, jeżeli dopuszczalna szybkość jazdy pociągów na danej linii będzie mogła dochodzić do 58 km. na godzinę.

Przy jeździe w zuku wynosi opór:

$$w' = w_p + w_k$$

gdzie w_p oznacza opór w kg. na tonnę wagi pociągu na odcinku prostym, a w_k dodatkowy opór od krzywej; oznaczając przez w_{pp} opór na odcinku prostym i poziomym, możemy napisać dla warunków jazdy pod górę na wzniesieniu

$$w_p = w_{pp} + i$$

$$i \quad w' = w_{pp} + i + w_k$$

Przy jeździe w kierunku odwrotnym, a więc na spadku będzie :

$$w'' = w_{pp} - i + w_k ;$$

o ile zastosujemy w takich warunkach graniczny spadek hamujący i_{ham} .

to

$$w'' = w_k$$

i przeciętna siła pociągowa

$$Z_{przec.} = P(w_{pp} + w_k)$$

będzie więc większą od siły pociągowej na odcinkach prostych i poziomych.

Z powyższego wynika, że na odcinkach, położonych w łuku, możemy z korzyścią stosować

$$i > i_{ham}$$

a mianowicie

$$i = i_{ham} + w_k$$

i wtedy przy jeździe z góry na spadku otrzymamy

$$w'' = 0$$

Łuki, położone na spadkach grają rolę hamulców przy jeździe z góry i spadki nieszkodliwe mogą być w łukach większe, niż na prostych odcinkach toru.

Na odcinkach poziomych i na łagodnych spadkach przy

$$i < i_{ham} + w_k$$

krzywe są szkodliwe przy jeździe w obydwuch kierunkach; należy ich przeto możliwie unikać przy projektowaniu drogi żelaznej. Na wzniesieniach bardziej stromych wymagają łuki dodatkowej siły pociągowej przy jeździe pod górę w porównaniu z jazdą na odcinku prostym; przy jeździe natomiast w kierunku odwrotnym działają jako hamulce, można więc na kolejach o trudniejszym profilu,

czyli na liniach podgórskich i górskich, w mniejszym stopniu unikać zastosowania łuków przy projektowaniu drogi żelaznej, niż na liniach projektowanych w terenie łatwiejszym.

Jeżeli na odcinku o krańcowym wzniesieniu wypada łuk, to na jego długości musi być zastosowane zmniejszenie wzniesienia miarodajnego ^owielkość dodatkowego oporu krzywej, opór w łuku

$$w = w_p + w_k,$$

powinno więc być:

$$w_p < w_{max}$$

ponieważ na odcinku prostym

$$w_{max} = w_{pp} + i_{max}.$$

więc będzie na odcinku krzywym

$$w_{max} = w_{pp} + i + w_k$$

powinno więc być

$$i < i_{max}$$

$$i = i_{max} - w_k$$

Oznaczmy przez α_{max} kąt pochylenia wzniesienia miarodajnego a przez α kąt największego dopuszczalnego wzniesienia w łuku o danym promieniu R , a długość łuku przez l_k .

Zastosujemy (rys.140) na długości łuku OA wzniesienie OB mniejsze od miarodajnego OC; wskutek tego stracimy na wzniesieniu na długości krzywej l_k :

$$h_k = AC - AB = l_k (\operatorname{tg} \alpha_{max} - \operatorname{tg} \alpha)$$

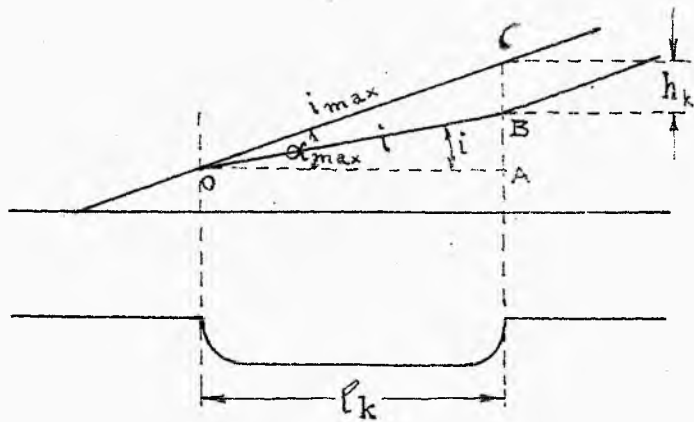
$$i = i_{max} - w_k$$

$$w_k = i_{max} - i$$

$$\underline{h_k} = \underline{l_k} (\underline{\operatorname{tg} \alpha_{\max}} - \underline{\operatorname{tg} \alpha}) = \underline{l_k} (i_{\max} - i) = \underline{l_k} \cdot \underline{w_k}$$

strata wzniesienia, spowodowana przez krzywą, h_k równa się

więc długości krzywej, pomnożonej przez dodatkowy opór w krzywej.



Rys. 140.

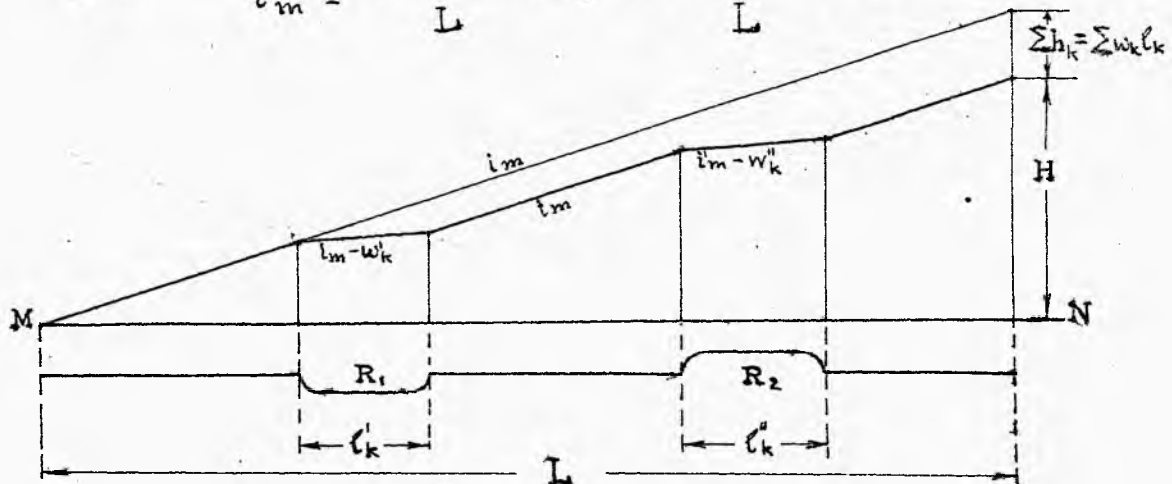
Jeżeli mamy na odcinku o krańcowym wzniesieniu szereg łuków l'_k, l''_k , (rys. 141), to łączna strata wzniesienia na tych odcinkach wyniesie

$$\sum h_k = \sum w_k l_k,$$

a wzniesienie zastępcze i_m dla całego odcinka MN, które nie może być większe od miarodajnego i_{\max}

będzie

$$i_m = \frac{H + \sum h_k}{L} = \frac{H + \sum w_k \cdot l_k}{L}$$



Rys. 141.

W praktyce nie należy projektować i wykonywać redukcji miarodajnych wzniesień na długości łuków ściśle w sposób powyżej teoretycznie uzasadniony. Poprzednio było już wskazane, że zaokrąglenia punktów przełomowych w przekroju podłużnym nie powinny leżeć na przejściowych krzywych, urządanych przy przejściu w planie z prostej do łuku. Należałoby więc i zredukowane o opór krzywej wzniesienie zastosować w każdym wypadku na długości większej od długości łuku, przynajmniej o sumę długości stycznej zaokrąglenia w profilu podłużnym i połowy długości krzywej przejściowej w każdym końcu łuku.

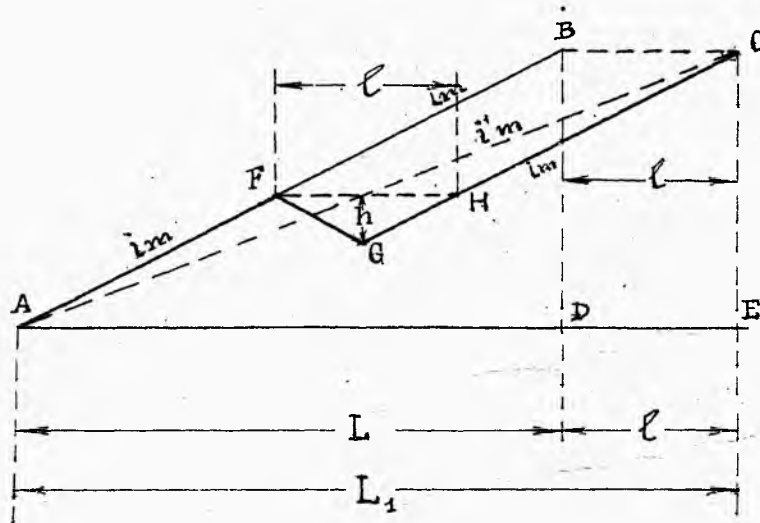
Spadki w obrębie dłuższych łuków na odcinkach z miarodajnym wzniesieniem należy redukować, jak wskazano, wydłużając redukcję poza krzywą; gdy jednakowoż mamy szereg krzywych, krótszych od długości pociągu, rozdzielonych stosunkowo krótkimi prostymi odcinkami,, to takie teoretyczne stosowanie redukcji spadków dałoby niespokojną w profilu linię; w praktyce będzie wskazanem, biorąc pod uwagę rozpęd pociągu, stosować w takich razach, ^zdo stateczną oczywiście oględnością przeciętne zredukowane wzniesienie, które należy określić dla . . . dłuższego odcinka linii, obejmującego szereg zbliżonych do siebie krótkich łuków i łączące je odcinki proste; dłuższe odcinki proste, przylegające do omawianej grupy krótkich krzywych,

nie powinny oczywiście wchodzić w skład obliczonego we wskazany sposób przeciętnego zredukowanego wzniesienia, a powinny otrzymać wzniesienie miarodajne.

Wzniesienia nieszkodliwe nie wywołują dodatkowego oporu przy łącznym rozpatrywaniu ruchu w obydwóch kierunkach, i nie powodują większego zużycia paliwa, niż odcinki poziome; rezultat taki otrzymaliśmy powyżej na zasadzie dociekań teoretycznych, opartych na założeniu, że ilość ładunków w obydwóch kierunkach, a więc i waga pociągu jest jednakową; w rzeczywistości warunek ten nie istnieje na większości linii kolejowych i ruch, szczególnie towarowy, jest zwykle w jednym kierunku silniejszy, niż w drugim, w mniejszym lub większym stopniu; w jednym kierunku przebiega pewna ilość próżnych wagonów towarowych, a więc i średnia waga pociągów będzie mniejsza; z tym zastrzeżeniem należy się liczyć przy korzystaniu w praktyce z powyższych danych teoretycznych. Eliminując w dalszym rozpatrywaniu to praktyczne zastrzeżenie i biorąc pod uwagę jedynie wpływ spadków szkodliwych i nieszkodliwych na hamowanie pociągów, ustalamy, że wzniesienia nieszkodliwe możnaby stosować bez ograniczenia, wzniesienia i spadki naprzemian; umożliwia to bliskie zastosowanie linii do terenu i bardzo daleko idące oszczędności

w ilości ziemnych robót przy wykonaniu torowiska, a więc zmniejszenie kosztów budowy; z drugiej jednak strony, przy nadużywaniu krótkich wzniesień i spadków, otrzymuje się linię niespokojną w profilu podłużnym; zadaniem inżyniera, projektującego drogę żelazną, jest wyczuć, jak daleko może się w tym kierunku posunąć w zależności od przewidywanej intensywności ruchu na danej linii. Im większy będzie ten ruch, tem więcej należy unikać krótkich wzniesień i spadków i stosować długie wzniesienia, chociażby to powodowało znacznie większe zwiększenie ilości ziemnych robót i kosztu dzieła sztuki.

Gdy mamy wzniesienia większe, szkodliwe, to każdy



spadek odwrotny w kierunku ogólnego wzniesienia linii będzie straconym (rys. 142).

Linia AFGC ze szkodliwym spadkiem FG, powoduje stratę wysokości h , wydłużenie linii w porównaniu z linią AB,

Rys. 142.

o nieprzerwanym wzniesieniu i_m o długość:

$$FH = BC = l = L_1 - L$$

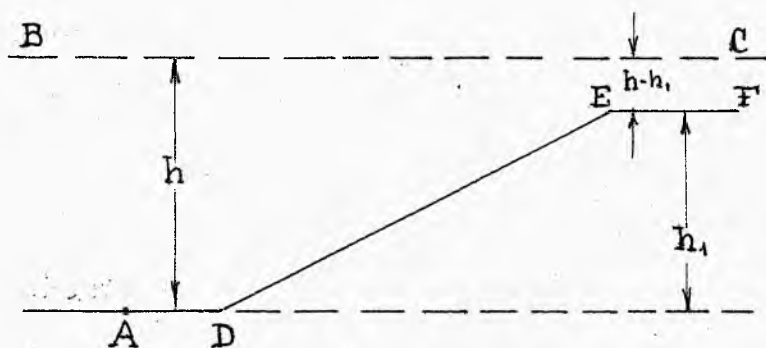
Jeżeli linja AB jest niewykonalną z tych lub innych względów, czy to wskutek kosztów czy też trudności terenowych, to należy zbadać, czy zamiast linji AF GHC nie udało by się przy danych warunkach topograficznych zastosować linję AC o przeciętnem wzniesieniu i'_m mniejszem od i_m :

Wpływ rozpędu na ruch pociągu na szlaku.

Przy ruszaniu z miejsca i przy zwiększaniu szybkości ruchu pociągu przewycięża siła pociągowa parowozu odpowiednie dodatkowe opory; jednocześnie zwiększa się energia kinetyczna pociągu. Jeżeli założymy, że parowóz rozwija stałą taką siłę pociągową, jaka jest wymagana dla przewyciężenia oporu ruchu na odcinku poziomym, to otrzymamy warunki ruchu pociągu bez tarcia po torze idealnym. Energia, jaką pociąg wtedy będzie posiadał w pewnym punkcie swej drogi, nie będzie się zmieniała ilościowo na całym jego przebiegu, o ile nie zajdzie potrzeba hamowania; będzie ona jedynie przechodziła z kinetycznej w potencjalną lub odwrotnie w zależności od profilu podłużnego linji, i jednocześnie będą się zmieniały szybkości jazdy.

Przy powyższych warunkach pracy parowozu, na profilu podług rysunku 143 i ruchu pociągu od lewej ręki ku prawej z szybkością U metrów na sekundę w punkcie A odcinka poziomego, da ta szybkość pociągowi możność wtoczenia się ^{po} wzniesieniu na ogólną wysokość:

czyli do pewnego poziomu BC, po osiągnięciu którego po mniej lub więcej stromem wzniesieniu, pociąg straci swą szybkość pierwotną i zatrzyma się (rys.143)



Jeżeli pociąg nie dojdzie do poziomu zero-
wych szybkości BC, ale profil
linji ADEF będzie taki, że

Rys.143.

punkt E wznosi się nad poziomem AD o $h_1 < h$, to na całej długości od E do F szybkość pociągu będzie zależała od odległości $(h - h_1)$ i będzie

$$v_E = \sqrt{2g(h - h_1)}$$

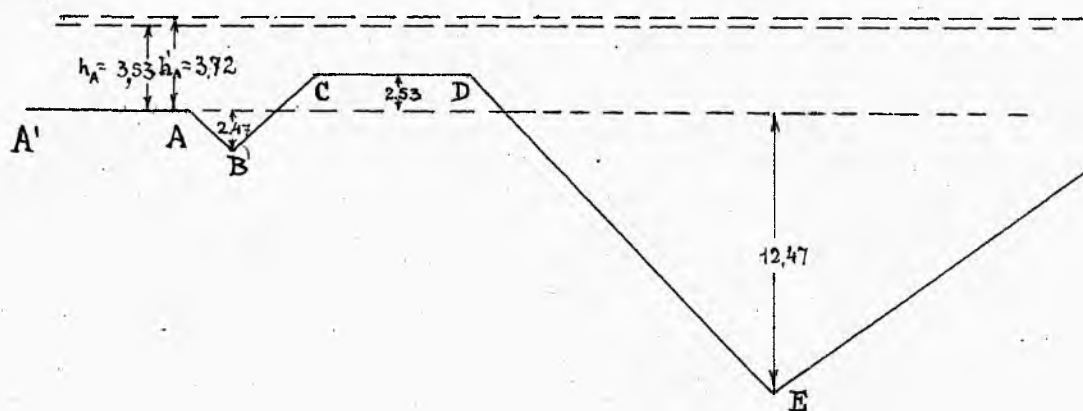
Dla większej ścisłości należy tu wprowadzić poprawkę na zmianę, bezwładności pociągu w zależności od obrotowego ruchu kół.

Przy zwiększaniu szybkości v ruchu pociągu, część pracy traci się na zwiększenie energii obrotowej kół i odwrotnie przy zmniejszaniu się szybkości v oddają zestawy kół akumulowaną w ruchu obrotowym energję. Przy trakcji parowej można ocenić tę poprawkę na 5% do 8%, w zależności od rodzaju taboru i stosunku wagi kół do wagi taboru. Przy trakcji elektrycznej będzie ta poprawka większą i będzie się wahała w znacznych

granicach wobec dużej masy motorów lokomotywy lub wagonów motorowych.

Z powyższą poprawką, którą ustalimy na 5% przy trakcji parowej, otrzymamy odmienne warunki ruchu, a mianowicie poziom, do którego pociąg może się podnieść, zmniejszając szybkość do $v = 0$, będzie wyższy. Szybkość pociągu w danym punkcie C (rys.144), leżącym wyżej od punktu pierwotnego A będzie większą, niż przy rozpatrywaniu warunków ruchu bez wprowadzenia poprawki na ruch obrotowy zestawów kół; natomiast w punktach niższych od A jak w B i E szybkości będą mniejsze.

Dla przykładu zbadajmy przy powyższych założeniach warunki ruchu na odcinku ABCDE, wskazanym na rys.144, w którym C leży o 2,53 m. wyżej od A, a B i E o 2,47 i odpowiednio 12,47 niżej:



Rys.144.

Zakładamy w A' szybkość $V = 30$ km. na godzinę; nie zmieni się ona na długości A'A wobec tego, że odcinek

ten jest poziomy; będzie więc wysokość h_A , odpowiadająca szybkości $V = 30 \text{ km/h}$.

$$h_A = \frac{v^2}{2g} = \frac{V^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,6^2} = \frac{V^2}{255} = 3,53 \text{ m}$$

$$h_B = 3,53 + 2,47 = 6 \text{ m.}$$

$$V = \sqrt{255h}; \quad V_B = \sqrt{255 \cdot 6} = 39,1 \text{ km/godz.}$$

$$h_C = 3,53 - 2,53 = 1 \text{ m}; \quad V_C = \sqrt{255 \cdot 1} = 16 \text{ km/h}$$

$$h_E = 3,53 + 12,47 = 16 \text{ m}; \quad V_E = \sqrt{255 \cdot 16} = 63,9 \text{ km/h}$$

Przy uwzględnieniu poprawki na ruch obrotowy kół otrzymamy:

$$h' = \frac{v^2}{2g} \cdot 1,05 = \frac{V^2 \cdot 1,05}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,6^2} = \frac{V^2}{243}; \quad V = \sqrt{243h'}$$

$$\text{będzie więc: } h'_A = \frac{V^2}{243} = \frac{900}{243} = 3,72 \text{ m.}$$

większe od znalezionej powyżej $h_A = 3,53 \text{ m}$

$$h'_B = 3,72 + 2,47 = 6,19 \text{ m}; \quad V_B = \sqrt{243 \cdot 6,19} = 38,7 < 39,1$$

$$h'_C = 3,72 - 2,53 = 1,19 \text{ m}; \quad V_C = \sqrt{243 \cdot 1,19} = 17 > 16$$

Szybkość w punkcie D będzie oczywiście równa szybkości V_C :

$$h'_E = 3,72 + 12,47 = 16,19 \text{ m}; \quad V_E = \sqrt{243 \cdot 16,19} = 62,8 < 63,9$$

W praktyce rozpatruje się zwykle równomierny ruch pociągu na wzniesieniu miarodajnym; zakładając, że parowóz wiezie pociąg takiej wagi, że jego siła pociągowa wystarczy, ażeby utrzymywać na długim miarodajnym wzniesieniu szybkość równomierną, możemy zbadać zmiany szybkości w rozmaitych punktach profilu. Sprawdźmy, czy możliwym jest, biorąc pod uwagę rozpęd pociągu i naj-

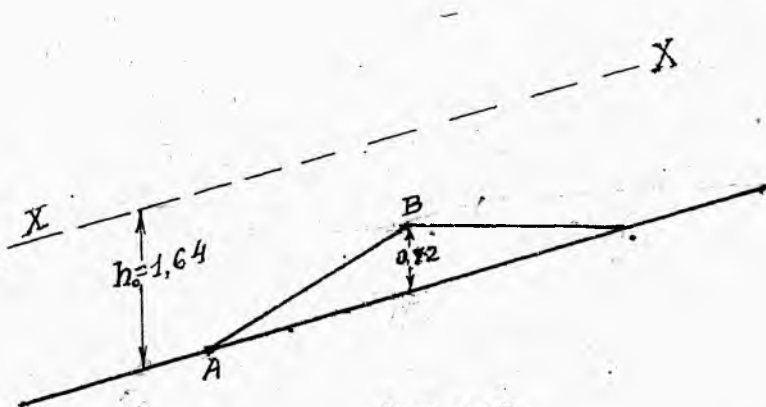
większe dopuszczalne szybkości, zastosować z jednej strony wzniesienia większe od miarodajnych i na jakiej długości, z drugiej zaś strony, jaki wpływ na szybkość i bieg pociągu będą wywierały zagłębienia profilu w obrębie i względem miarodajnego wzniesienia.

Przypuśćmy, że ruch danego pociągu przy obranym typie parowozu odbywa się na wzniesieniu miarodajnym z normalną stałą szybkością $V = 20$ km/h; pozatem, że w pewnym miejscu trudności topograficzne wskazują na konieczność zwiększenia wzniesienia ponad miarodajne. Jeżeli zdecydujemy się zmniejszyć szybkość w tem miejscu do $V_1 = 15$ km/h, to otrzymamy możliwość wzniesienia się ponad linię miarodajnego wzniesienia na wysokość:

$$h_B = \frac{1,05 (V^2 - V_1^2)}{2g \times 3.6^2} = \frac{V^2 - V_1^2}{243} = 0,72 \text{ m.}$$

zbliżając się do linii zerowych szybkości XX na rys.145, równoległej do wzniesienia miarodajnego i podniesionej nad nim o

$$h_0 = \frac{V^2}{243} = \frac{400}{243} = 1,64 \text{ m}$$

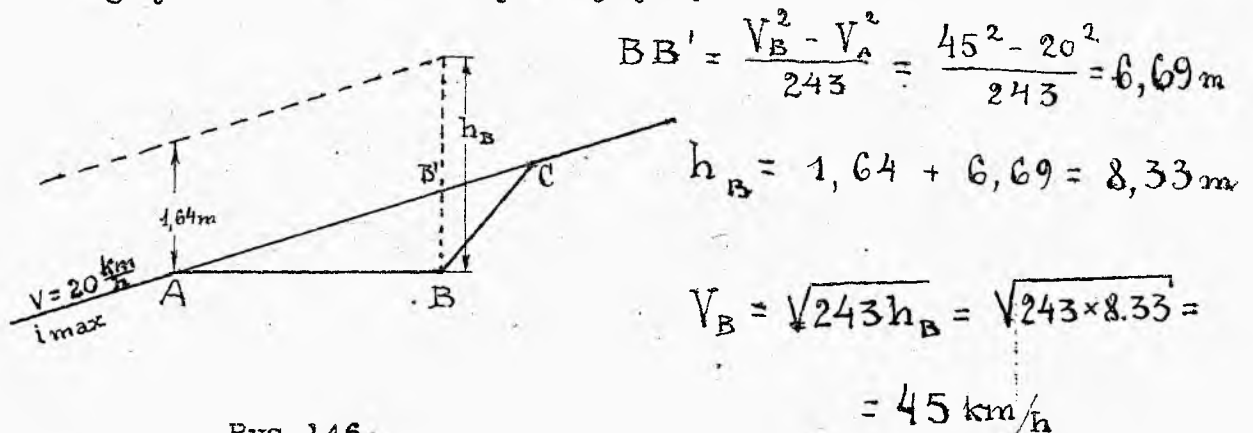


Rys.145

W punkcie B będziemy mieli jeszcze pewien zapas siły pociągowej h_B , ponieważ ze zmniejszeniem szybkości z 20 na 15 km. na godzinę zmniejsza-

ją się normalne opory ruchu.

Jeżeli w obrębie odcinka, mającego wzniesienie miarodajne, chcemy dać zagłębienie ABC (rys.146) w celu zaoszczędzenia na ziemnych robotach, i założymy, że największa dopuszczalna szybkość jazdy pociągów towarowych nie powinna przekraczać $V_{\max} = 45$ km. na godzinę, to zagłębienie BB' może być najwyżej



Rys.146.

Większe zagłębienie dałoby w punkcie B szybkość ponad dopuszczalną $V_{\max} = 45$ km/h, gdyby nie zredukować dostępu pary do cylindrów lub hamować pociągu na długości AB; przy wyjściu zaś z zagłębienia pociąg mógłby się zatrzymać na odcinku BC; przypuścimy, że zagłębienie $BB' = 10$ m, a szybkość V_B , która powinna by dojść do

$$V_B = \sqrt{243(10,0 + 1,64)} = \sqrt{243 \times 11,64} = 53 \frac{\text{km}}{\text{godz.}}$$

zredukowano zgodnie z przepisami do $V_{\max} = 45$ km/h; szybkość pociągu spadnie do zera już na wysokości :

$$h_{45} = \frac{V_{\max}^2}{243} = \frac{2025}{243} = 8,33 \text{ m}$$

czyli, że pociąg nie dojdzie do punktu C.

Zastosowanie wzniesień większych od miarodajnego wymaga jednak w praktyce dokładnego zbadania warunków ruchu pociągu w danym miejscu; powinno się tego unikać jeżeli dany punkt leży na odcinku linii z długim szeregiem wzniesień, skierowanych w jedną stronę; szybkości pociągu będą w tych warunkach normalnie nie zbyt wielkie i należy się obawiać, że w razie wypadkowego zatrzymania pociągu na szlaku, mógłby on mieć znaczne trudności z ruszeniem w dalszą drogę. Dlatego też można stosować wzniesienia większe od miarodajnych jedynie tam, gdzie się nie przewiduje normalnie zatrzymanie pociągu (np. przy sygnałach) i gdzie dłuższe spadki, skierowane w odwrotnym kierunku poprzedzają wzniesienie i zabezpieczają dostateczną szybkość jazdy w podejściu do początku omawianego stromego wzniesienia. Długość takiego wzniesienia większego od miarodajnego musi być poza to ograniczona, jak wypływa z poniższego rozpatrzenia.

Przypuśćmy, że warunki profilu gwarantują szybkość pociągu w dojeździe do wzniesienia, licząc ostrożnie, $V = 25$ km./h; zakładając szybkość na wzniesieniu miarodajnym $V = 20$ km./h; możemy dać dodatkowe, ponad miarodajne, wzniesienie na ogólną wysokość

$$h = \frac{V^2 - V_{\text{miar}}^2}{243} = \frac{625 - 400}{243} = \frac{225}{243} = 0,92 \text{ m}$$

czyli moglibyśmy w takich warunkach zwiększyć wzniesie-

nie ponad miarodajne o:

1 ‰	na	długości	920 m.
2 ‰	"	"	460 m.
3 ‰	"	"	306 m.
4 ‰	"	"	230 m.

Powyższe dane wskazują na zasadniczą możliwość stosowania wzniesień ponad miarodajne, należy jednakowoż jeszcze raz podkreślić, że muszą być uprzednio bardzo ostrożnie zbadane warunki jazdy w danym miejscu, ponieważ w razie zatrzymania ciężkiego pociągu towarowego u podnóża takiego wzniesienia, mogłyby powstać trudności przy ruszaniu w dalszą drogę i mogłoby to być nawet niemożliwym bez pomocy innego parowozu; wywołując stratę czasu i zamieszanie w ruchu innych pociągów.

Europejscy technicy naogół nie biorą pod uwagę tych możliwości stosowania większych wzniesień; amerykańscy natomiast bardzo poważnie traktują tę sprawę; nasi technicy powinni by zwrócić więcej uwagi niż dotychczas na wpływ rozpędu na bieg pociągów i wykorzystać to przy projektowaniu dróg żelaznych; ostrożnie stosowane, dałyby powyższe zasady nieraz znaczną ekonomję w kosztach budowy. Obawy co do trudności przy ruszaniu w razach wyjątkowego zatrzymania się pociągu są często przesadzona, chociażby z tego względu, że w sile pociągowej zawsze jest pewien zapas; w takich wyjątkowych wypadkach.

można zwiększyć przyczepność przez zastosowanie piasku i wyciągnąć pociąg na krótkich odcinkach, na jakich tylko należy dopuszczać wniesienia większe od miarolajnych.

Poszukiwania kolejowe.

W związku z budową drogi żelaznej należy zbadać i ustalić szereg kwestyj, od których zależą celowość, koszt i warunki eksploatacji a więc przyszłość linii kolejowej.

1) Należy rozstrzygnąć, czy projektowana linja jest celową i korzystną dla kraju z ekonomicznego punktu widzenia, w pojęciu szerszym lub węższym w zależności od charakteru i znaczenia projektowanej drogi żelaznej.

2) Należy ustalić, że jest ona możliwą ze strony techniczno-ruchowej i że będzie czyniła zadość potrzebom przewidywanych przewozów. Te dwie sprawy stanowią właściwie jedno łączne zagadnienie; niema prawie wypadku, żeby w obranym ogólnym kierunku i między zadanymi krańcowymi punktami nie można było przeprowadzić drogi żelaznej chyba, że napotykamy na wyjątkowo wysokie i szerokie pasma gór; linja kolejowa będzie miała w zależności od warunków topograficznych te lub owe charakterystyczne cechy techniczne i eksploatacyjne i co zatem idzie pewną największą możliwą zdolność przewozową; od warunków terenowych zależy w bardzo znacznym stopniu koszt budowy, a od kosztu rentowność; oszczędność budowie odbija się zwykle na zdolności pracy danej linji i koszcie własnym

jednostki przewozów. Nie należy iść nigdy od wyznaczenia linii do wyjaśnienia możliwości jej pracy, lecz odwrotnie, zatrzymawszy się na pewnym ogólnym kierunku, ustala się ilość przewozów, jaką dana linja będzie mogła otrzymać i będzie musiała wykonywać, czyli bada się obrany ogólny kierunek linii pod względem handlowym, a potem na zasadzie sporządzonego projektu sprawdza się, czy w danych topograficznych warunkach i znajdujących się pod ich wpływem w warunkach finansowych - linja będzie w stanie wykonać swoje zadanie jako aparat techniczno-ruchowy i jako przedsiębiorstwo, które powinno dać odpowiedni i dostateczny dochód czysty.

3) Należy ustalić, jakie powinno być wyposażenie techniczne linii, a więc warunki techniczne budowy, wzniesienia miarodajne, najmniejsze dopuszczalne promienie łuków, przekroje torowiska, typ budowy wierzchniej, typy budynków, rodzaj i ilość taboru i t.p. na zasadzie tych danych ustala się kosztorys budowy.

4) Należy przekonać się, że proponowana trasa jest najodpowiedniejszą z pośród kierunków możliwych do pomyslenia pomiędzy danymi punktami, przez które linja ma przechodzić. Polega to zadanie na porównaniu wariantów pod względem ich wpływu na ilość przewozów i kosztów budowy; należy zastanowić się nad tem już we wstępnych rozważaniach, kiedy idzie o wyznaczenie

kilku, być może, kierunków, czyli wariantów linii lub jej części, dla których powinny być przeprowadzone badania czyli studia ekonomiczne; potem porównujemy się warianty przy dalszych studiach technicznych, gdy idzie o ustalenie kosztu budowy, zależnego od ilości ziemnych robót, kubatury dzieł sztuki i długości linii. Potem porównują się warianty co do wpływu ich na koszty eksploatacyjne.

5) Wreszcie należy ustalić program finansowania. Do tego przystępuje się, gdy już wyjaśniono, że linja w obranym kierunku będzie wogóle celową i rentowną. Gdy w toku jest budowa drogi żelaznej państwowej lub samorządowej, to sprawa ta sprowadza się do uzyskania potrzebnych kredytów z budżetu, gdy idzie o budowę mniejszą, przy większych zaś przedsięwzięciach kolejowych wypuszczane bywają w takich razach odpowiednie pożyczki kolejowe czy to krajowe, czy też zagraniczne. To drugie rozwiązanie jest w zasadzie jedynie prawidłowym, gdyż nie powinno się wydatkować większych sum na jakiegokolwiek roboty inwestycyjne z normalnego budżetu, opartego na źródłach podatkowych i innych periodycznych wpływach i dochodach.

Gdy sprawa dotyczy natomiast budowy linii prywatnej, należy po ustaleniu rentowności i kosztu, a więc wielkości wymaganego kapitału, ustalić podział na kapitał akcyjny i obligacyjny, wyjaśnić w zależności od stopnia

ingerencji państwa w sprawę budowy, taryfowania i eksploatacji, czy potrzebna jest, czy będzie uzyskana i w jakim stopniu gwarancja państwowa należytego oprocentowania kapitału obligacyjnego; gwarancja ta będzie musiała być tem większa, im dalej sięga ingerencja czynników państwowych, gdyż stanowi ona wtedy w znacznej mierze o stopniu dochodowości przedsiębiorstwa. Następnie, po ustaleniu tych spraw w porozumieniu z organami decydującymi musi koncesjonariusz znaleźć odpowiedni rynek finansowy, krajowy czy też zagraniczny dla umieszczenia na możliwie korzystnych warunkach akcji i obligacji przedsiębiorstwa budowy i eksploatacji drogi żelaznej, które w tym celu organizuje się zwykle, jako towarzystwo czy spółka akcyjna.

W pewnych wypadkach przy ^{budowie} Kolei nie decydują o budowie niektóre wskazane powyżej sprawy; a więc nie może być decydującą rentowność w razie budowy linii strategicznej, która może być niezbędną niezależnie od celowości handlowej, ponieważ sieć kolejowa gra ogromną rolę w obronie Kraju. Poszczególne linje mają z tego punktu widzenia znaczenie bardzo niejednakowe; dla ogólnej gospodarki ekonomicznej kraju jest najlepiej, jeżeli potrzebne dla obrony kraju linje mają wystarczające normalne uzasadnienie handlowe; nie wymaga bowiem wtedy ich budowa specjalnych, nie rentujących się ofiar od społeczeństwa, gdy jednakowoż wyjaśnia się konieczność

budowy linii, potrzebnych dla obrony kraju, a nie mających dostatecznego uzasadnienia handlowego, to linje takie mogą powstać pomimo to, lecz przeważnie przy budowie przez skarb państwa; przy pewnej lecz niewystarczającej dochodowości w normalnych czasach pokojowych mogą takie linje powstać, jak wyżej, jako linje państwowe, lub też jako linje prywatne przy większem lub mniejszem odszkodowaniu w zależności od przewidywanego rezultatu finansowego z eksploatacji, czy to w formie ^{gwarancji} dochodu, czy pewnej ryczałtowej bezzwrotnej dopłaty, czy ulg koncesyjnych, dotyczących innych dochodowych linii tegoż towarzystwa budowy i eksploatacji dróg żelaznych.

Przy rozpatrywaniu sprawy budowy linii kolejowej należy rozróżnić dwa wypadki. Jeżeli linja buduje się jako niezależna jednostka gospodarcza przez towarzystwo prywatne, ~~to~~ powinna w finansowym rezultacie usprawiedliwić swoje powstanie i istnienie; to samo dotyczy państwowej linii, nie mającej znaczniejszego wpływu na zwiększenie ruchu na sieci przylegających linii państwowych. Jeżeli natomiast projektowana linja, wchodząc organicznie w skład istniejącej sieci prywatnej lub państwowej, nie może być sama w sobie, wzięta oddzielnie, linją dochodową, ale o tyle wpływa przez powstanie swoje i wytworzenie nowych przewozów, na

ogólną dochodowość przyległej sieci, że zabezpieczy amortyzację i oprocentowanie kapitału budowlanego, to linja taka tem samem usprawiedliwia swoje powstanie. Dotyczy to głównie linii dowożących, zagłębiających się w odgałęzieniu od sieci istniejącej w okolicie słabo albo jeszcze nie zaopatrzone w linje kolejowe; takie linje wrzadkich wypadkach mogą być dochodowe, jako oddzielne przedsiębiorstwa przewozowe i muszą być przeto budowane przeważnie z zastosowaniem jak najdalej idących oszczędności.

W wielu wypadkach budowa projektowanych kolei nie dochodzi do skutku, czy to wskutek otrzymania ujemnych rezultatów po przeprowadzeniu poszukiwań wstępnych technicznych i handlowych, czy z powodów trudności w finansowaniu lub innych.

Wszelkie poszukiwania szczególnie na miejscu wzbudzają duże zainteresowanie w okolicy, w której są prowadzone: wywołują często pewne nieusprawiedliwione nadzieje a często niezdrową spekulację, czy to w tranzakcjach terenowych, czy przemysłowych lub handlowych; należy przeto unikać przedwczesnego rozgłosu przy prowadzeniu poszukiwań i zachowywać pewną poniekąd nawet tajemniczość w tych wypadkach.

Przy projektowaniu linii kolejowej ma się zwykle zadane punkty krańcowe. Przystępując do trasowania

linji na mapie pomiędzy temi punktami, bierzemy początkowo do pomocy mapy w małej skali, ażeby łatwiej objąć wzrokiem jednocześnie możliwie znaczną część linji projektowanej. Dla łatwiejszego ustalenia ogólnego kierunku, w którym należy prowadzić drogę żelazną, korzystnem ^{jest} (iluminować mapę dodatkowymi oznaczeniami różnokolorowymi rzek, wododziałów, następnie tych punktów dodatnich (+), które przyciągają linję i tych ujemnych (-), które ją odpychają; do pierwszych należą miasta i inne większe osiedla ludzkie, dogodne przejścia przez rzeki i wododziały, przełęcze i t.p.; do minusów, a więc miejsc niedogodnych dla prowadzenia przez nie linji należą jeziora, błota, cmentarze i tak dalej.

Pozatem musi być już w tym okresie ustalone, czy linja ma być magistralnego typu, czy też mniejsze będzie miała znaczenie. W obojętnym wypadku ma się głównie na widoku przewozy tranzytowe na dalsze przestrzenie, linję prowadzi się możliwie w krótszym kierunku i omija plusy o mniejszem, raczej miejscowem, znaczeniu, projektując niekiedy do omijanych większych osiedli ludzkich odgałęzienia od głównej linji; nie omija się też być może niektórych minusów, czyli punktów ujemnych, jakby ^{to} należało uczynić przy projektowaniu linji o mniejszem znaczeniu, jeżeli to oczywiście

nie wywołuje niewspółmiernych trudności i kosztów przy budowie, a jednocześnie w dostatecznym stopniu wpływa^{na} (ulepszenie lub skrócenie linii).

Przeciwnie, gdy projektujemy linię o mniejszym, miejscowym znaczeniu, możemy się łatwiej decydować na wydłużenie linii w celu zbliżenia się do większej ilości osiedli, mających mniejsze znaczenie na zwiększenie przewozów kolejowych; punkty dodatnie czyli plusy będą więc wywierają przy budowie linii drugorzędnych większy wpływ na przebieg linii w planie, natomiast będziemy jednocześnie skrzętnie omijać minusy czyli punkty ujemne.

Ogólny wybór linii w planie powinien być poparty poszukiwaniami handlowymi. Wyjątek stanowią tu linie strategiczne, dla których badania handlowe nad ilością spodziewanych przewozów nie zawsze się wykonywują.

Poszukiwania handlowe ustalają ilość pasażerów x kilometrów i tonno x kilometrów, na jakie linja liczyć może.

W ruchu osobowym korzysta ludność z drogi żelaznej, w tym mniejszym stopniu, im dalej zamieszkuje od stacji.

Sonne określa względną ruchliwość mieszkańców wzorem:

$$y = \left(1 - \frac{x}{12}\right)^4$$

w którym x oznacza odległość od stacji kolejowej, y zaś daje stosunek ruchliwości ludności, zamieszkałej w odległości x km. od stacji do ruchliwości ludności, mieszkającej tuż koło stacji. Ze wzoru tego wynika, że w stosunkach niemieckich, dla których wyprowadzony został wzór, korzysta z drogi żelaznej ludność zamieszkała w promieniu $x = 12$ km., wtedy bowiem $y = 0$. Ruchliwość ludności, zamieszkałej np. w odległości 6 km. będzie stanowiła :

$$y = \left(1 - \frac{6}{12}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$$

1/16 ruchliwości mieszkańców, zamieszkałych przy stacji.

Prof. Risch daje^{x)} następujące dane zmniejszenia ruchliwości dla różnych odległości od stacji:

dla odległości od stacji 1 km.	$y = 0,90$
" " " " 2 km.	" 0,45
" " " " 3 km.	" 0,31
" " " " 4 km.	" 0,21
" " " " 5 km.	" 0,14
" " " " 6 km.	" 0,09
" " " " 7 km.	" 0,06
" " " " 8 km.	" 0,03
" " " " 9 km.	" 0,01

x) Linienführung Berlin 1925.

Michel określił dla Francji w roku 1870, że na 1 mieszkańca w promieniu 1 mili od stacji wypadu 6,5 podróży rocznie i 2,1 tonny przewozów; dla okolic rolniczych zmniejsza on te normy o 1/3, dla przemysłowych natomiast zwiększa w tym samym stopniu, licząc w podróżach sumę wyjazdów i przyjazdów i również w przewozach towarowych, sumę ładunków przychodzących i odchodzących.

Campiglio daje dla Włoch dla okolic rolniczych 1,5 podróży i 0,4 tonny, dla przemysłowych 5,5 podróży i 1,3 ton.

Prof. Tajani ^{x)} podaje dla linii Firenze-Terontola, opierając się na statystyce 1906 roku 2,5 podróży i 1,9 ton rocznie; przytacza on pozatem poniższą charakterystykę ruchliwości dla osiedli małych, średnich i większych:

dla osiedli o ludności <5000	7 podróży	4,9 ton
" " " <10000	25 "	3,9 "
" " " >10000	1,8 "	0,6 "

Liczby te wskazywałyby na słabą stosunkowo ruchliwość Włochów, ale jednocześnie podkreślają większą ruchliwość dla osiedli mniejszych i spadek jej ze wzrostem ilości zaludnienia.

Nowsza statystyka niemiecka daje następujące normy,

x) Milano 1921.

dzieląc okolice podług ruchliwości słabej, średniej, znacznej i b.znacznej.

	Ruchliwość			
	słaba	średnia	znaczna	b.znaczna
Podróżnych rocznie na 1 mieszkańca	2-5	5-10	10-15	15-22
tonn ładunku rocznie na 1 mieszkańca	1-2	4-5	6-8	10-12

Warszawa wykazywała w roku 1898 5,5 podróży, a w roku 1913 - 13 podróży, korzystających z dróg żelaznych normalnotorowych na 1 mieszkańca miasta. Statystyka z tych lat wskazuje na wzrost nie tylko ruchu osobowego w ogóle ze wzrostem ludności związanego, ale jednocześnie na wzrost samej ruchliwości, która zwiększała się w tych latach w stosunku 5,6% składanych rocznie, gdy absolutna ilość podróży wzrastała o 3,25% rocznie, przy jednoczesnym wzroście o 2% zaludnienia miasta. Ruch towarowy miejscowy, a więc ilość towarów wyładowywanych i ładowanych w Warszawie stanowił 3,8 t. rocznie na 1 mieszkańca i nie wykazywał zmian w ciągu lat 1898-1913.

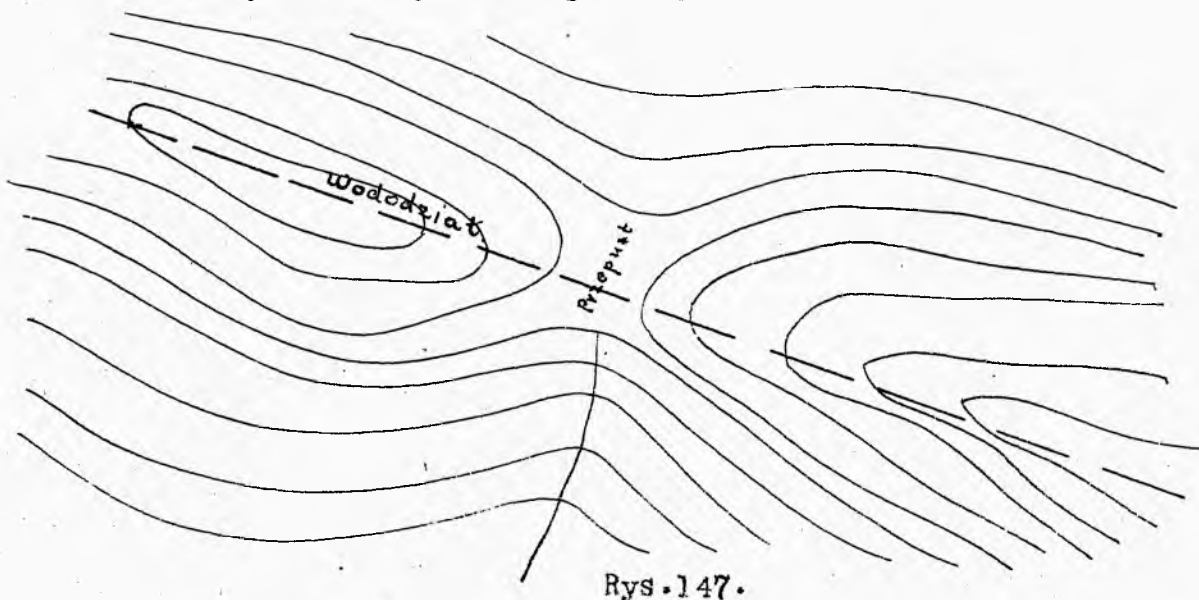
W zależności od uształtowania terenu można prowadzić linję lub części jej dolinami, wzdłuż rzek, po równych wododziałach, albo przechodzić z jednej

doliny rzeki do drugiej poprzez przełęcz dzielących je wododziałów. W krajach mało znanych, dla których mapy nie istnieją zupełnie albo istnieją w nieodpowiednim odrobieniu, prowadzi się zazwyczaj koleje wzdłuż rzek, ponieważ daje to największe gwarancje otrzymania linii o możliwych spadkach. Linje, biegnące wzdłuż większych rzek, trzymają się zwykle jednego brzegu, wobec znacznych trudności, związanych z budową dużych mostów. W dolinach mniejszych rzeczek przerzuca się ^{często} kolej z jednego brzegu na drugi w zależności od napotykanym na obu brzegach trudności przy budowie. W dolnym biegu rzek spadki doliny a więc i drogi żelaznej będą zawsze dogodniejsze niż dalej w górę przy zbliżaniu się do źródeł rzeki. Linje, biegnące dolinami rzek mają zwykle łagodniejsze spadki, znaczną ilość łuków, wobec wężykowatego w planie biegu rzeki, znacząco mniej ilość dzieł sztuki na dopływach rzeki i bocznych parowozach.

Odcinki linii, prowadzone wzdłuż dogodnych i równych wododziałów mogą mieć również łagodne spadki i nieznaczną ilość łuków, ale powstają w tych miejscach zazwyczaj trudności z zaopatrzeniem linii w wodę dla parowozów.

Dużo jest przykładów prowadzenia dróg żelaznych dolinami rzek; trudniej jest natomiast znaleźć odpo-

wiedni równy wododział dla wytrasowania po nim linii na dłużej przestrzeni. Posiada więc większość linii charakter mieszany; najtrudniejsze miejsca z najbardziej stromymi wzniesieniami znajdują na przejściu z doliny na wododział lub w przejściach pomiędzy dolinami, gdzie muszą być zwykle pokonane większe trudności terenowe. Do mniej lub więcej stromego zejścia z wododziału zmusza często konieczność zblżenia się do osiedli ludzkich, które są często położone na brzegu rzeki. Przy przejściu z jednej doliny do drugiej należy szukać najniższej możliwej przełęczy; przy przekroczeniu zaś rzeki najwyższych i najbardziej zbliżonych brzegów. (rys.147).



Poszukiwania techniczne dzielą się na ogólnikowe i na szczegółowe, które znów w zależności od miejscowych

trudności i znaczenia linii mogą się dzielić na początkowe, sprawdzające i ostateczne.

Poszukiwania ogólnikowe, poprzedzone wytrasowaniem drogi żelaznej na mapie, powinny dać linię pomiędzy wskazanymi punktami krańcowymi możliwie najlepszą pod względem kosztów budowy i eksploatacji w granicach wskazanych przez poszukiwanie handlowe.

Na zasadzie rezultatów poszukiwań ogólnikowych i opartego na nich wstępnego projektu drogi żelaznej uzyskuje się kredyt w razie budowy linii państwowej lub też koncesję na budowę linii przez towarzystwo prywatne. Przy poszukiwaniach technicznych zaczyna się w zależności ^{od} przewidywanego ruchu, środków finansowych i warunków terenowych, - od ustalenia typu linii, szerokości toru i ilości ich.

Pozatem ustala się wielkość ^{//}miarodajnego wzniesienia i_{max} i R_{minim} normalny przekrój torowiska, ilość i rozmieszczenie stacyj; obiera się typy parowozów, określa wagę pociągów i ich szybkość, rozmieszcza się wodownie, węglownie, parowozownie i warsztaty dla naprawy taboru.

Dla najogólniejszej orientacji przy zaszeregowaniu linii do tej lub owej kategorii mogą służyć następujące dane:

Linia pierwszorzędna przy rocznym przewozie ładunków

ponad 1,000,000 ton.

Linja drugorzędna przy rocznym przewozie ładunków

		ponad 300,000 ton.
"	trzeciorzędna $S = 1435$ mm.	" " 100,000 "
"	" wąskotorowa	" " 30,000 "
"	polowe	" " poniżej 30,000 "

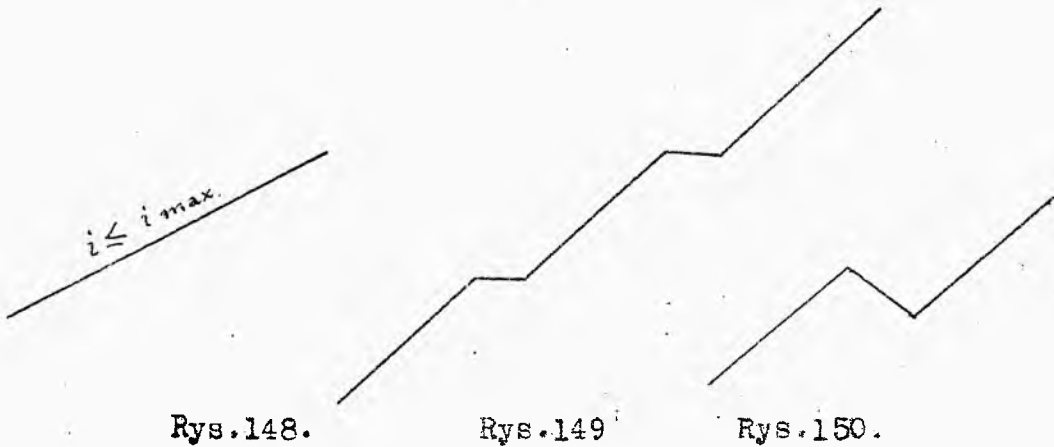
Granice te nie mogą być oczywiście uważane za ścisłe i poszczególne kategorie będą często zachodzić jedna na drugą, zacierając wskazane granice pomiędzy strefami zależnymi od ilości przewozów.

Elektryfikacja linii normalnotorowej może się opłacić przy zwykłym ruchu mieszanym osobowym i towarowym, podług danych amerykańskich, przy przewozach przewyższających 10,000 ton dziennie, czyli około 2,5 miliona ton rocznie, co w przybliżeniu odpowiada 10 ciężkim podługom towarowym dziennie w każdą stronę.

Wyjątek stanowią koleje górskie o trudnym profilu, które mogą sprawiać większe trudności i koszty przy trakcji parowej niż przy elektrycznej i mogą być skutecznie elektryfikowane już przy znacznie słabszym ruchu, szczególnie gdy posiadamy dostateczną energję wodną dla wytwarzania prądu.

Przy projektowaniu dróg żelaznych w terenie równinnym należy, o ile możności, stosować spadki $i \leq 3,5\%$, a za miarodajne w trudniejszych miejscach przyjmować $i_{\max} = 5\%$, jak to już było wskazane wyżej; takie linje nie będą

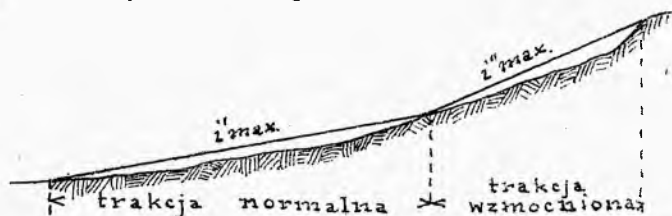
wykazywały strat wskutek hamowania. Poza tem należy w miejscach trudnych, gdzie jest do pokonania większa różnica poziomów, stosować spadki możliwie ciągłe rys.148, lub przedzielone odpoczynkowemi odcinkami poziomemi lub o skłatem wzniesieniu rys.149.



a w każdym razie należy możliwie unikać wzniesień odwrotnych, jeżeli (wśród dłuższego szeregu wzniesień $i > 3,5$).

Gdy linja przechodzi po terenach różnorodnych, a więc miejscami łatwych, równych, a miejscami trudnych, ma do przezwyciężenia znacznie większe różnice poziomów, gdy poza tem czy ze względów oszczędności przy budowie, czy też trudności topograficznych w tych miejscach nie można jej dać takiego rozwinięcia w planie, jakie umożliwiłoby uniknięcie bardziej stromych wzniesień, niż je wykazuje naogół linja, to należy dążyć do jak najdalej idącego skondensowania i zebrania w jednym możliwem miejscu lub odcinku tych stromych wzniesień;

przy takim projektowaniu linii będzie można wyznaczyć w programie eksploatacyjnym dodatkowe parowozy lub parowozy - popychacze na tych krótkich w stosunku do całkowitej długości linii odcinkach; skład czyli waga pociągu będzie więc zależała od wzniesień miarodajnych, egzystujących na części linii w łatwiejszym terenie i nie będzie ona zmniejszana na odcinkach trudnych, dzięki wskazanemu zastosowaniu wzmocnionej trakcji w tych



Rys.151.

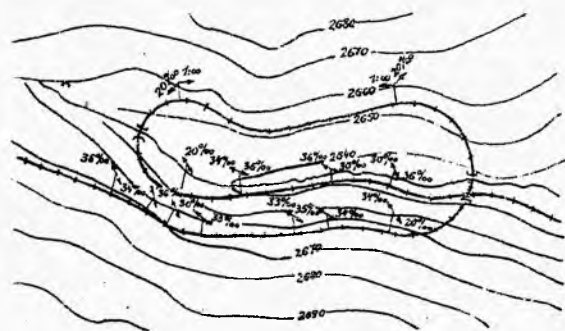
miejsca (rys.151). Dodatkowa trakcja będzie się opłacać i jej zastosowanie będzie słuszne na tych krótkich a trudnych odcinkach

jedynie przy pewnym większym napięciu ruchu, czyli przy takiej ilości pociągów, żeby dodatkowy parowóz, albo dodatkowe parowozy, jeżeli jeden nie wystarcza, były w dostateczny sposób wykorzystane, a nie stały bezczynnie podczas długich przerw w ciągu dnia pomiędzy pociągami. Mniej dogodnie jest dzielenie pociągów na części, przy przejściu przez trudne odcinki linii.

Spadek doliny zwiększa się w miarę zbliżenia się do górnych części rzeki. Gdy linja kolejowa, biegnąca wzdłuż rzeki ma mieć, ze względu na znaczny przewidywany ruch, łagodne wzniesienia, może dolina mieć dla tego zbyt strome wzniesienia w górnej swej części; dotyczy to odcinków linii w terenach górskich i podgórskich.

W tych wypadkach stosuje się sztuczne rozwinięcie linii; daje ono możliwość otrzymania odpowiedniego łagodnego wzniesienia miarodajnego przez pokonanie danej różnicy poziomów terenu na większej długości.

Rysunek 152 wskazuje wydłużenie linii przy zastosowaniu pętlicy z podwójnym przekroczeniem rzeki mostami.

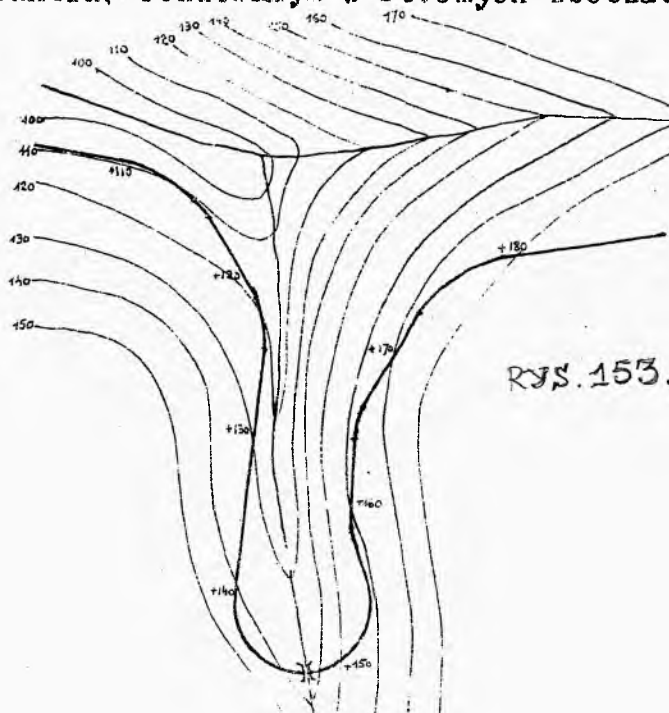


Rys. 152.

Gdy linja napotyka po drodze dogodną dolinę boczną, to można z niej skorzystać dla wydłużenia linii jak wskazuje rys. 153.

Na rysunku 154 pokazane jest zastosowanie pętlicy w tunelu, zbudowanym w stromych zboczach doliny. Gdy boczne doliny są zbyt strome lub nie-dogodne dla wydłużenia linii podług rys. 153 i gdy wymagane jest większe wy-

sowanie pętlicy w tunelu, zbudowanym w stromych zboczach doliny. Gdy boczne doliny są zbyt strome lub nie-dogodne dla wydłużenia linii podług rys. 153 i gdy wymagane jest większe wy-



RYŚ. 153.

dłużenie linii, a dolina główna, przez którą przechodzi

droga żelazna,

jest dostatecz-

nie szeroka i

ma łagodne zbo-

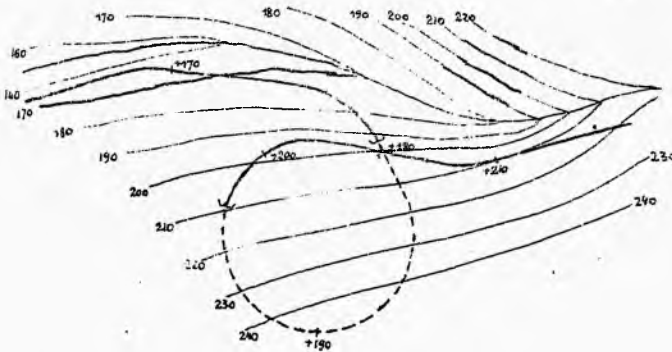
cza, stosuje się

dla wydłużenia

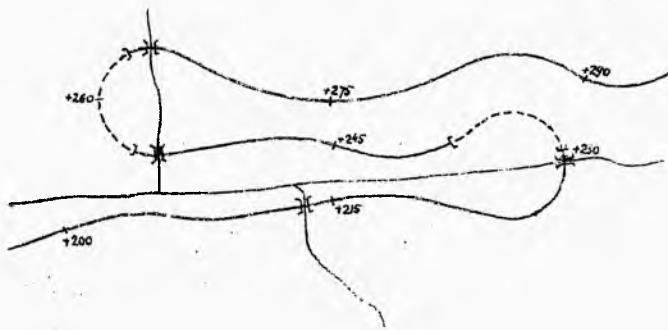
linji układ,

wskazany na ry-

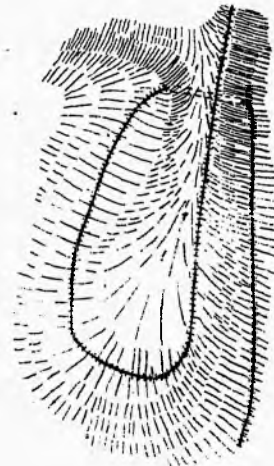
sunku 155.



Rys.154.



Rys.155.



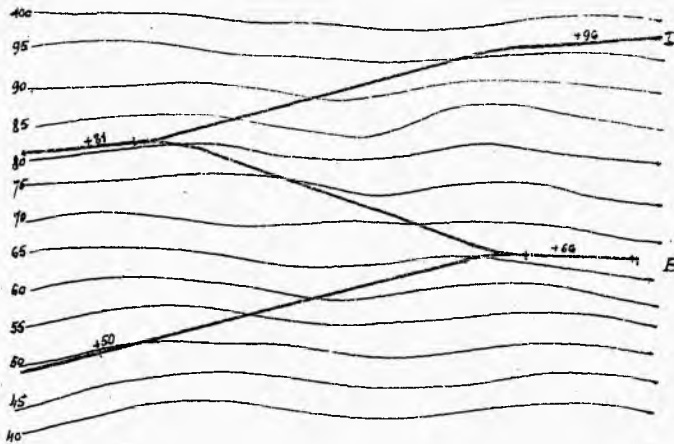
Rys.156.

Gdy linja jest prowadzona wysoko po zboczach, można zastosować wydłużenie pętlicowe wskazane na rysunku 156, podobne do wydłużenia, stosowanego w dolinach podług rysunku 152 z tunelem zamiast mostu.

Przy zejściu drogi żelaznej z wododziału w dolinę,

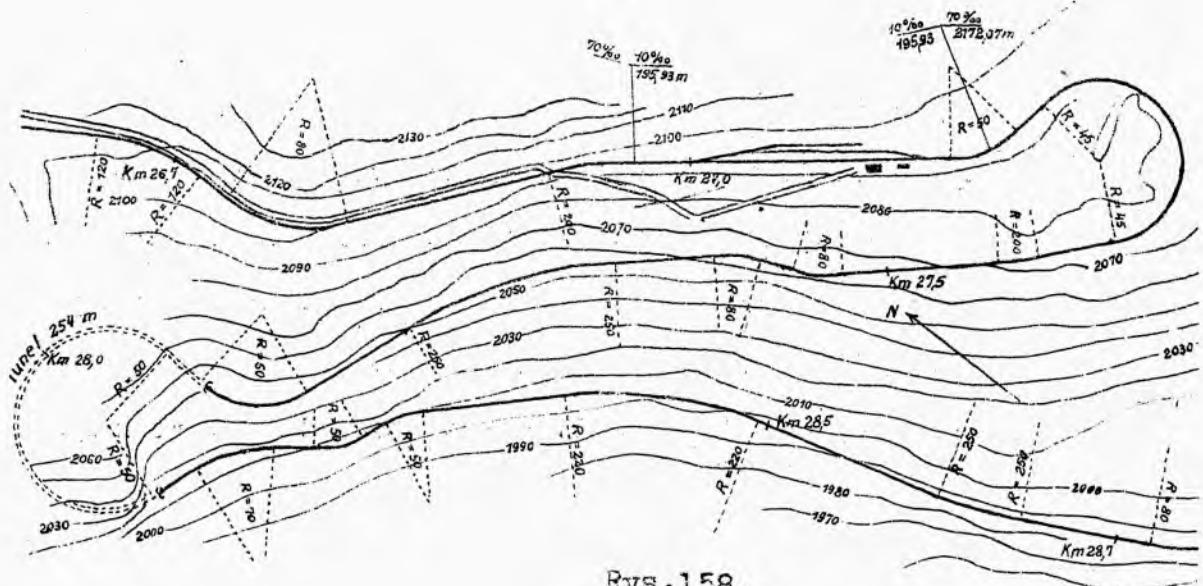
gdy różnica wysokości jest tak znaczna, że nie jest
możliwym zejść wprost z zastosowaniem miarodajnego
wzniesienia stosuje się wydłużenie linii podług sche-
matu wskazanego na rysunku 157 z kilkakrotną zajazda-
mi; układ taki jest tani w budowie, ale niedogodny i
nawet może być niebezpieczny ze względu na ko-

niżność
wykonywania
z pociągami
ruchów
wstecznych; poza
tem polega nie-
bezpieczeństwo
na kilkakrotnych
wjazdach ze stro-
mych odcinków



Rys. 157.

linji na martwe tory w miejscach zmiany kierunku ruchu

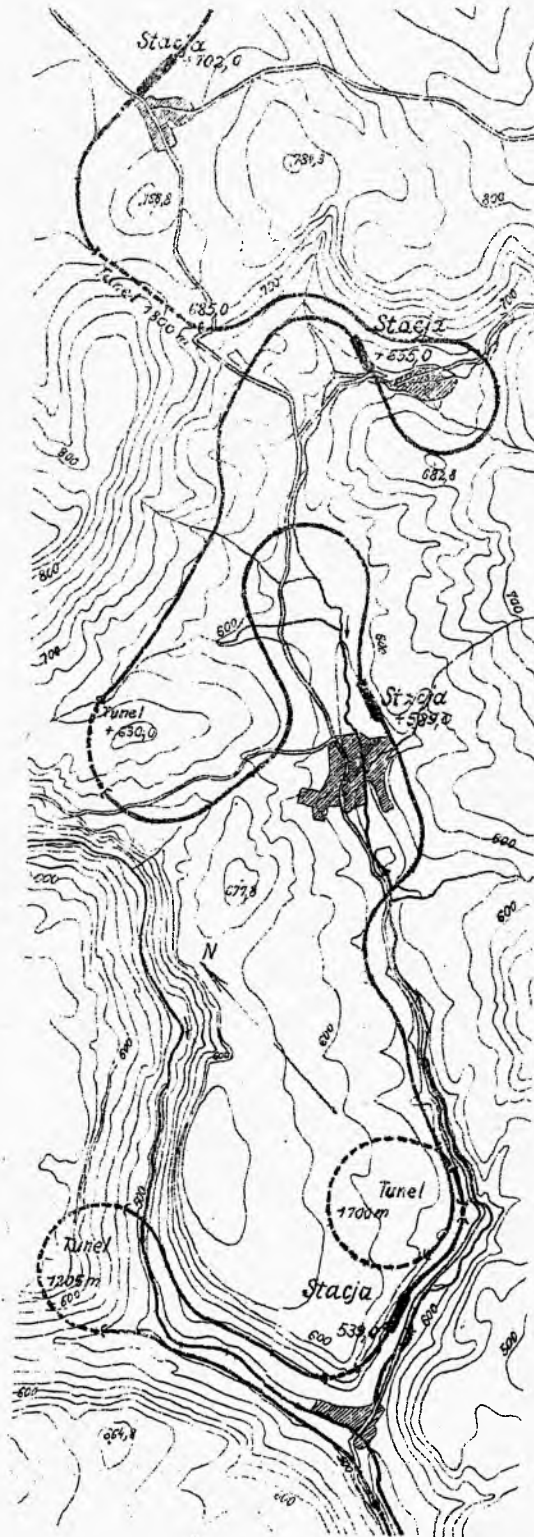


Rys. 158.

pociągów. Gdy zajazdy mają bardzo strome spadki, należy w miejscach zmiany kierunku pociągów, a więc w A, B i t.d. ułożyć dodatkowe tory objazdowe; daje to możność przerzucac parowóz z jednego końca pociągu w drugi, co jest znacznie bezpieczniejsze, ponieważ przy jeździe z góry może wtedy parowóz być zawsze z przodu, a więc nie będzie groziło rozzerwanie pociągu; pozatem zaś będzie zawsze pociąg wjeżdżał na konce torów zajazdowych, mając parowóz z przodu; daje to większą gwarancję zatrzymania pociągu w należytych czasie i miejscu; przy spuszczeniu pociągu wagonami naprzód może on wpaść na kozki cporowe w końcach torów zajazdowych, przy niedostatecznie ostrożnej jeździe maszynisty, któremu z daleka, z drugiego końca pociągu niezawsze łatwo będzie widzieć dostatecznie dokładnie ruch przednich, a raczej ostatnich wagonów pociągu, opuszczanego tyłem po torach zajazdowych.

Lepszy, bezpieczniejszy ale i znacznie droższy układ daje rysunek 158, gdzie zajazdy martwe zastąpiono zakrętami, analogicznie do rozwinięcia linii w planie w dolinie podług rysunku 155. Układ wskazany na rysunku 158 będzie możliwy do wykonania jedynie przy dostatecznie szerokich i łagodnie spadających zboczach doliny.

Rysunek 159 daje przebieg linii Zollhaus-Grimmelshofen



Rys. 103.

w Boidenie; na odcinku tym widzimy zastosowanie kilku ze wskazanych wyżej sposobów wydkużenia linii w trudnych warunkach topograficznych. Poszukiwania wstępne,

czyli ogólnikowe należy opierać w pierwszym rzędzie na przestudjowaniu map, jeżeli tylko takowe istnieją; jeżeli są mapy w dostatecznie dużej skali a więc 1:25000 i chociażby 1:100000 i jeżeli są to mapy z warstwicami możliwym będzie już dosyć ściśle przetransowanie linji przed zejściem na teren. Jeżeli istnieją mapy w mniejszej skali i bez oznaczenia wysokości to i one uka-

twiają orientację; miarodajne są tu wtedy głównie kierunki rzek i wododziałów. W naszych warunkach będziemy mieli do dyspozycji prawie zawsze dostatecznie dobre mapy, ażeby na nich znaleźć ogólny kierunek projektowanej linii; ale i w takich warunkach mogą studia nad mapami wskazywać na kilka możliwych odmian linii na większych lub mniejszych długościach, i decyzja co do zatrzymania się na jednej z nich będzie wymagała zdjęć i pomiarów w polu. Jak już było wskazane wyżej, muszą więc poszukiwania wstępne, nawet przy uprzedniej pracy na mapach, obejmować rekonesans i pomiary w polu. Pracy tej będzie oczywiście, tem więcej i będzie ona tem poważniejszą, im mniej możemy się opierać na materiale mapowym. Gdy mapy są niedostatecznie pełne, lub gdy ich niema, trzeba zacząć od rekonesansu, próbnego wytknięcia linii na miejscu z określeniem wysokości najważniejszych przynajmniej punktów. Przy pracy w trudniejszym terenie może zajść potrzeba porzucenia dziesiątków kilometrów wytkniętej linii, gdy dalsze prowadzenie w obranym kierunku przedstawia znaczne trudności lub nie daje możliwości otrzymania odpowiednich warunków dla projektowanej linii, ^{to} czy pod względem wzniesień czy też ilości robót, a więc i kosztów.

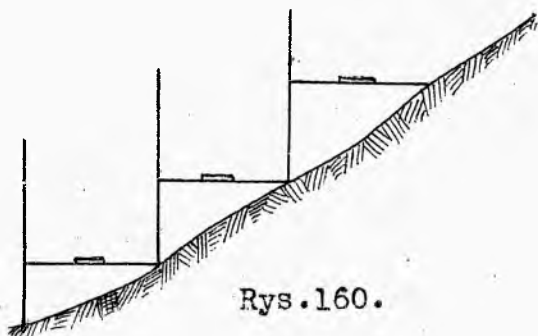
Przy pobieżnych pomiarach w trudnym terenie, przy znacznych różnicach w wysokościach, a więc w warunkach

górkich, niedogodnem byłoby korzystać ze zwykłych instrumentów mierniczych; dobre rezultaty może dać wtedy niwelacja przy pomocy barometrów sprężynowych; zapewnia to robotę nadzwyczajnie szybką i dla ogólnej orientacji co do kierunku linii dostatecznie ścisłą. Przy barometrycznej niwelacji należy mieć przynajmniej dwa barometry, z których jeden pozostaje na stacji, drugi zaś przenosi lub przewozi się na punkty, których wysokość trzeba ustalić; równocześnie z pracą w polu a więc notowaniem wskazań barometru drugiego, należy bez przerwy w odstępach dostatecznie bliskich w ciągu dnia notować wskazania barometru stacyjnego, ażeby mieć dostatecznie ścisły materiał dla porównania wskazań barometrów przenosnych z barometrem stacyjnym i określać różnicę poziomów, z uwzględnieniem należnych poprawek; nie należy oddalać się od stacji więcej niż na 30 km., i po osiągnięciu tej odległości przenieść barometr stacyjny i na nowo obrane miejsce.

Za podkład dla poszukiwań służą mapy sztabowe w skali 1:25,000 do 1:100000 z warstwicami; odstępki pomiędzy nimi mogą się wahać naogół od 0,5 do 50 m. w zależności od falistości terenu; możliwem jeszcze będzie korzystać z warstwic na mapach dla dokładniejszej roboty przy skali nie mniejszej od 1:50000. Przy pobieżnej niwelacji należy ustalić lub sprawdzić wysokości dróg, strumyków i innych ważniejszych punktów,

napotykanym po drodze; przy rekonesansie należy przeprowadzić ogólne badania geologiczne, zbadać błota i skały i zebrać porównawczy materiał dla możliwych odmian linji.

Po ustaleniu linji w głównych zarysach należy dla terenów trudnych górskich sporządzić mapę z warstwicami w skali 1:10000, jeżeli takowej niema pod ręką; w tym celu wytyka się linję i zdejmuje przekroje poprzeczne terenu na szerokości od 25 do 250 m. w zależności od pochylenia terenu. Przekroje poprzeczne zdejmują się zazwyczaj instrumentalnie; przy pochyleniu terenu ponad $1/5$ dobrze jest stosować łaty i "waserwagę" (rys. 160).

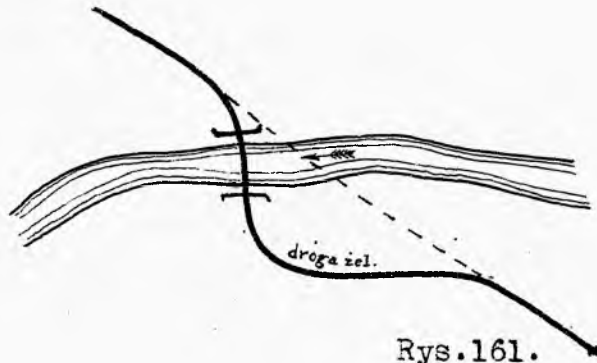


Rys. 160.

Najtrudniejsze miejsca linji muszą być zbadane w samym początku z jaknajwiększą uwagą; mogą one wpływać na przebieg

linji na dłuższych przylegających odcinkach; należą do nich podejścia do miast, przejścia przez wododziały i rzeki. Mosty na rzekach większych należy budować możliwie prostopadle do biegu wody; skraca to most, przegradza koryto w mniejszym stopniu, daje możliwość uniknięcia mostu skośnego i zmniejsza roboty na rozlewie rzeki; należy przeto przewidywać miejscowe wy-

gięcia linii w planie na przekroczeniach rzek w wypadkach, gdy ogólny kierunek linii jest skosny do rzeki (rys.161). Gdy linja EF (rys.162) napotyka wężykowaty

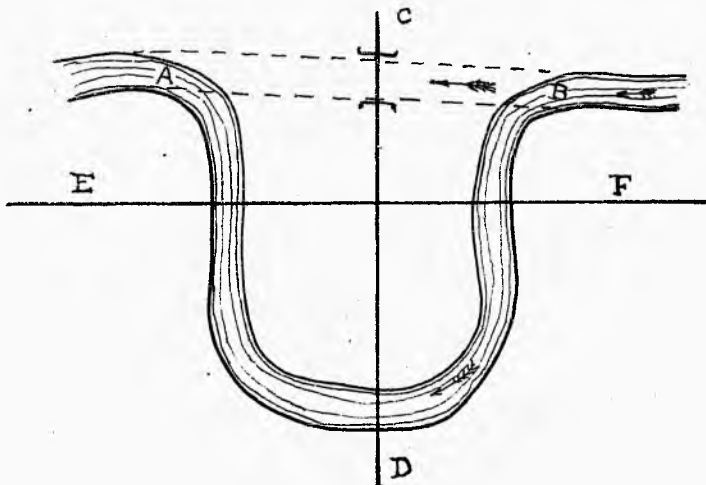


Rys.161.

bieg strumienia lub mniejszej rzeczki i musiałaby dwukrotnie przekroczyć je

mostami, wskazane jest wyprostować koryto w kierunku krótszym A.B. zaoszczędza się w ten sposób budowy dwóch mostów; nie wymaga to zwykle większych robót ziemnych na nowem skróconem korycie, można przekopać w tym kierunku rów, zagradzając jednocześnie stare koryto w punktach A i B, a woda sama wyżłobi i poszerzy nowe koryto; należy dbać o dobre zagrodzenie w punktach A i B starego koryta i obwałowanie nasypu kolejowego, ażeby przy większej wodzie nie uderzała ona w nasyp i nie podmywała go. Wskazane odchylenie koryta dobrze jest wykonać również w razie przejścia linii w kierunku CD; prowadzenie bowiem linii pomiędzy dwoma odcinkami rzeczki BD i DA nie można uważać za bezpieczne; mogłoby to wywołać podmycie plantu

kolejowego przy większej wodzie i wymagałoby w każdym razie starannego i kosztownego obwałowania z obydwu stron na całej długości, a szczególnie na zakręcie w przepływie na skrzyżowaniu w punkcie D z linią kolejową.



Rys.162.

Dla określenia otworów dzieł sztuki, a więc mostów i przepustów, muszą być ustalone ilości wody, które będą przez nie przepływać oraz warunki przepływu;

dla mostów na małych rzeczkach i parowach i dla przepustów określa się ilość wody, przepływającej pod nimi podług zlewni; należy więc przy projektowaniu drogi żelaznej ustalić kontury terenu, z którego woda skieruje się ku rozpatrywanym mostom lub przepustom, a potem i powierzchnię zlewni w kilometrach kwadratowych. Jeżeli zlewnia jest niewielka, a parów, który przecina droga żelazna, niezbyt stromy w kierunku poprzecznym i podłużnym to może się udać w zależności od warunków miejscowych

odprowadzić wodę w bok lub przepuścić pod sąsiednim najbliższym mostem lub przepustem. Sposób obliczania otworów będzie wskazany w załącznikach. Przepisy 1923 roku ustalają, że otwory przepustów winny posiadać szerokość nie mniejszą niż 0,60 m., wyznaczoną w założeniu, że najwyższy poziom spiętrzonej wody nie zajmie więcej niż $\frac{3}{4}$ wysokości otworu. Przepusty sklepione winny być przykryte warstwą ziemi takiej grubości, aby odległość górnej powierzchni sklepienia od spodu szyny wynosiła co najmniej 0,65 m. Dla przepustów i mostów o płycie płaskiej grubość warstwy balastu, mierzona od podstawy szyny do warstwy ochronnej winna wynosić co najmniej 0,35 m. Spód prześsek ~~mostów~~ ^{most}owych winien wznosić się nad poziomem spiętrzonych wód nie mniej niż na 0,70 m. Jeżeli pod mostem lub przepustem przewiduje się przepędzenie bydła, to szerokość otworu takiego mostu lub przepustu winna być nie mniejsza niż 3 m, wysokość zaś nie mniejsza niż 2 m. Mosty pod lub nad drogami kołowymi buduje się dla uniknięcia przecięcia w poziomie ^{szyn} z drogą kołową, czy to ze względów na znaczny ruch na kolei lub drodze, czy wskutek przecięcia kolei z drogą na wysokim nasypie lub głębokim wykopie, przy niemożności odchylenia przejazdu w poziomie na roboty zerowe, czyli na miejsce przejścia drogi żelaznej z wykopu do nasypu. Przepisy 1923 r. ustalają, że w takich wypadkach szerokość

otworu w świetle mostów kolejowych nad drogami winna wynosić od 5,00 do 6,60 m. w zależności od potrzeb ruchu kołowego; wysokość otworów w świetle tych mostów winna wynosić nie mniej niż 4,50 m. nad jezdnią i 2,50 m. nad chodnikami.

Na drogach kołowych podrzędnego znaczenia wskazane wymiary otworu w świetle mogą być zmniejszone, jednakże w każdym razie winny wynosić: szerokość nie mniej niż 4,00 m. i wysokość nie mniej niż 3,20 m. Przyjęcie szerokości otworu mniejszej niż 5,00 m. i wysokości otworu mniejszej niż 4,50 m. winno być uzgodnione z odnośnym zarządem dróg kołowych. W mostach sklepionych wskazane powyżej wysokości otworów w świetle winny być zachowane na szerokości nie mniejszej niż 4 m.

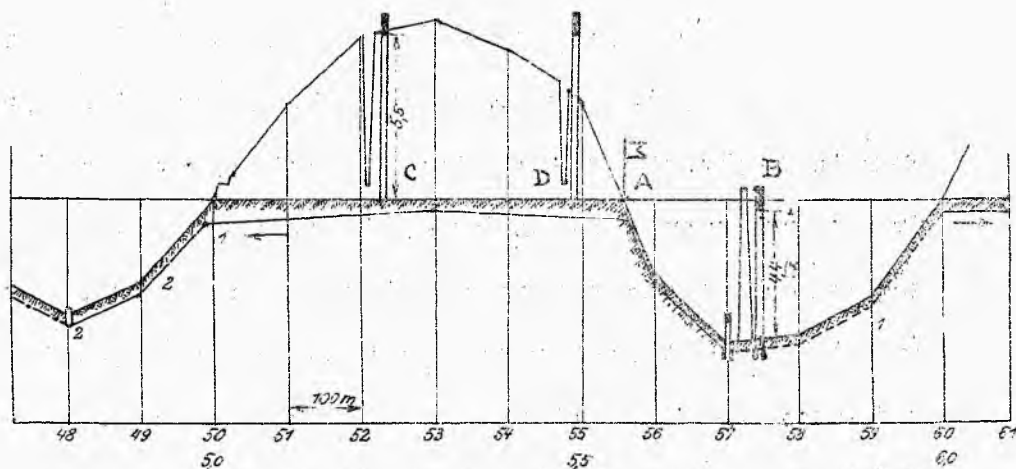
Dzień sztuki, a więc mostów i przepustów nie należy projektować w obrębie zaokrąglonych przełomów profilu podłużnego oraz przejściowych krzywych w planie; pozatem nie należy projektować większych mostów w krzywych a z mniejszych można umieszczać tylko te, które mają zasypkę balastową i w balastie ułożone podkłady. Również nie należy zasadniczo urządzać mostów na spadku; urządzenie mostów w łukach lub na spadkach powinno być dopuszczalne jedynie w wyjątkowo trudnych wypadkach.

Do bardzo poważnych spraw przy projektowaniu drogi żelaznej należy należyte urządzenie przecięć z drogami

kołami. Najprostszym będzie przecięcie w poziomie szyn; będzie ono również najtanszym, jeżeli nie wymaga znacznych wykopów lub nasypów i jeżeli można się obejść bez rogatek i obsługi przejazdowej. Sprawa ta jest niejednolicie traktowana w poszczególnych krajach. W Anglii niektóre towarzystwa kolejowe nie stosują zupełnie przejazdów w poziomie i naogół urządza się tam przecięcia w różnych poziomach; w innych państwach stosuje się zarówno jedno jak i drugie, a w Stanach Zjednoczonych stosuje się zasadniczo przecięcia w poziomie, zastępując je wiaduktami tylko w bliskości wielkich miast na drogach z bardzo znacznym ruchem; przejazdy w poziomie są tam w zasadzie nie strzeżone.

W razie przecięcia drogi kołowej i żelaznej na zerach i małych nasypach lub wykopach, najtanszym będzie urządzenie przejazdu w poziomie, szczególnie gdy nie będzie on strzeżony rys.163 A. Gdy przecięcie wypadnie w głębokim nasypie lub wykopie (rys.163 B,C), to koszt ziemnych robót przy przecięciu w poziomie szyn może być bardzo znacznym, i naogół można uważać, że budowa wiaduktu przy głębokości wykopu lub wysokości nasypu około 6-7 m. nie będzie większą od urządzenia i eksploatacja przejazdu w poziomie. Sporną będzie sprawa w razie gdy przejazd wypadnie w warunkach pośrednich pomiędzy

wskazanemi krancowemi (rys.163).

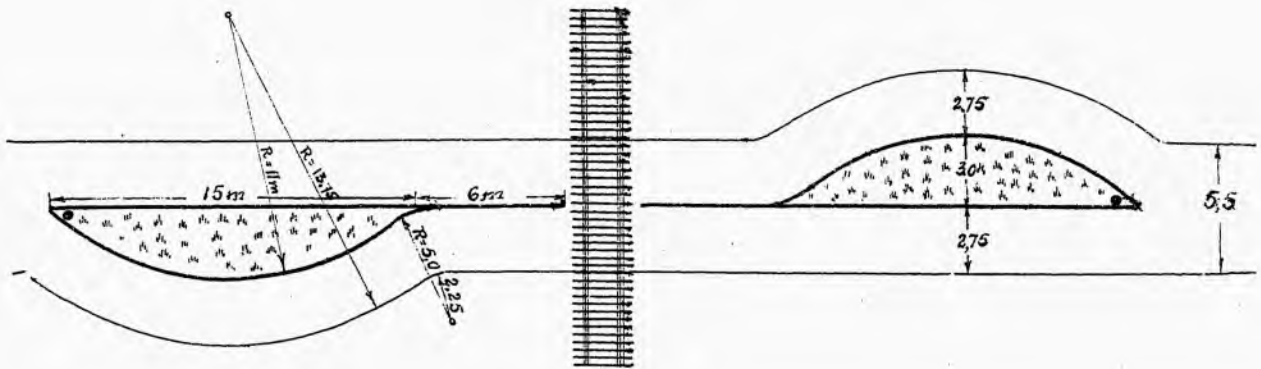


Rys.163.

Dla zmniejszania kosztów, związanych z urządzeniem i eksploatacją przecięć pomiędzy drogą żelazną i drogami kołowemi, należy w naszych dzisiejszych warunkach za wyjątkiem linii o bardzo znacznym ruchu możliwie największą część dróg przecinać w poziomie, dbając, ażeby w odnośnych wypadkach, przewidzianych w naszych przepisach widzialność pociągu z drogi była o tyle zabezpieczoną, żeby można było obejść się bez ochrony przejazdu; następnie należy możliwie zmniejszać ilość przejazdów, kasując drogi, dla których istnieją inne równoległe przejazdy w niezbyt wielkiej odległości; łączyć po kilka dróg na jednym przejeździe, odprowadzając je na ukos lub wzdłuż plantu kolejowego; szczególnie dotyczy to przejazdów ochraniających; jeżeli ich mamy kilka w sąsiedztwie należy stosować obsługę rogatki na odległość z sąsiedniego przejazdu przy

pomocy drucianych pędni przez jednego drożnika na 2 lub 3 sąsiednich przejazdach. Nieochroniane przejazdy w poziomie szyn przy dotychczasowym ich urządzeniu stały się z rozwojem automobilizmu powodem katastrof przy zbyt szybkiej i nieuważnej jeździe samochodów przez przejazd. Obecnie zastanawiają się wskutek tego technicy kolejowi nad urządzeniami, ostrzegającymi o bliskości przecięcia w poziomie z drogą żelazną; w Niemczech proponuje się z pośrednictwem najprostszycy urządzeń sabrukowanie w poprzek szosy kilku ostrzegawczych niezbyt przykrych rynsztoków w pobliżu i z obu stron przejazdu. W naszych warunkach urządzenie takie prawdopodobnie nie spełniałoby swej roli w zimie, gdy powierzchnia drogi bitej pokryta jest grubszą warstwą śniegu; natomiast zupełnie praktycznym i celowym powinno być wskazane na rys. 104 odchylenie połowy jezdni przed przecięciem z drogą żelazną, proponowane obecnie do zastosowania w Stanach Zjednoczonych; powinno ono w dostatecznym stopniu zwracać na siebie uwagę prowadzącego samochód i ostrzegać o bliskości przejazdu kolejowego.

Na liniach, dla których można przewidywać w przyszłości duży rozwój ruchu, należy na przecięciu z ruchliwymi arterjami kołowymi projektować trasę tak, ażeby można było zbudować wiadukt.

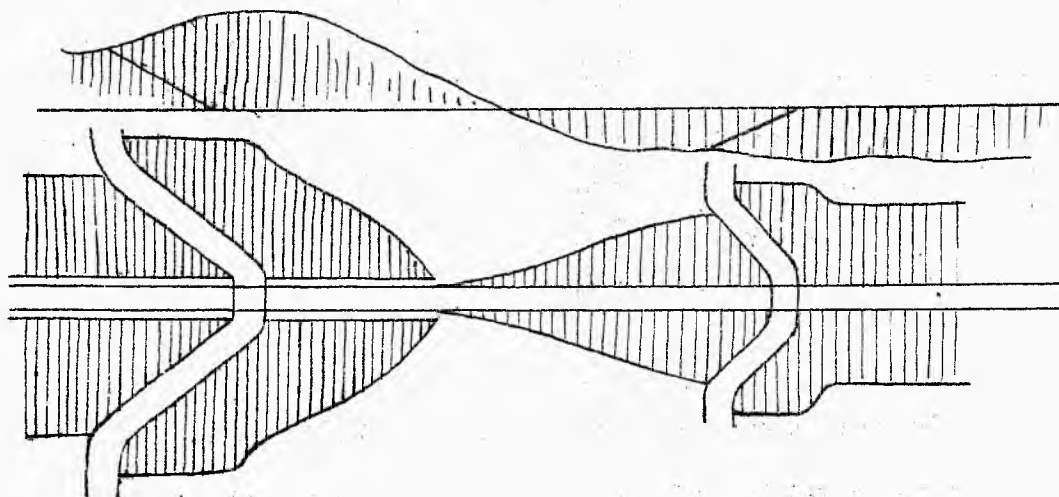


Rys.164

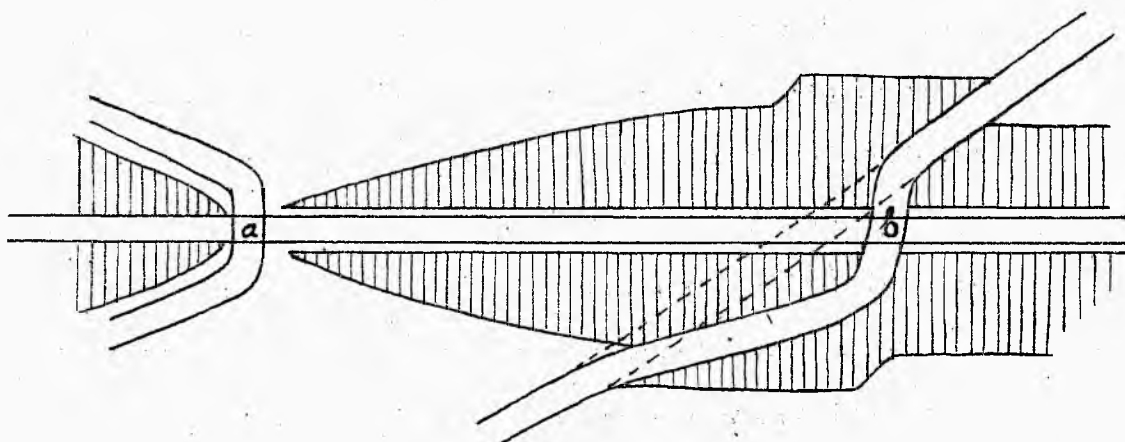
Jeżeli wskazana jest narazie daleko idąca oszczędność, można w takich miejscach tymczasowo urządzać przejazdy w poziomie podług rys.165, opuszczając lub podnosząc czasowo drogę kołową, ^{do poziomu szyn} wzdłuż skarp wykopu lub nasypu. Szczególnie łatwo da się uskutecznić takie czasowe urządzenie przejazdu przy przejściu drogi kołowej górą nad torami kolejowym, ponieważ możliwą będzie w przyszłości budowa wiaduktu bez odchylenia torów kolejowych i bez większego skrępowania ruchu pociągów.

Jeżeli droga kołowa przecina wykop lub nasyp kolejowy w niedużej odległości od zera robót, to jest od miejsca a przejścia z wykopu do nasypu (rys.166), to wskazanem będzie oczywiście odchylić drogę wzdłuż toru do punktu a; umożliwi to urządzenie przejazdu bez przykrych dla ruchu kołowego wyjazdów i zjazdów. Poza przejazdami, przecinającymi linię kolejową na zerach lub w ich bezpośredniej bliskości, otrzyma się dogod-

niejsze przejazdy poprzez głębsze wykopy lub wyższe na-



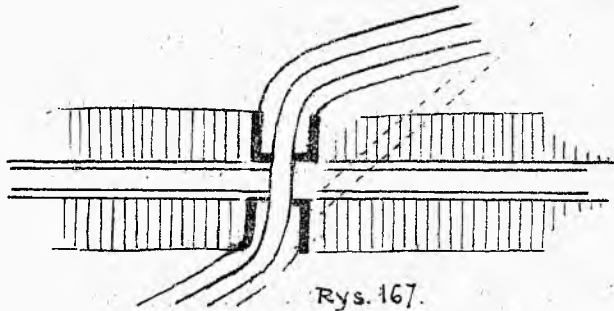
Rys.165.



Rys.166.

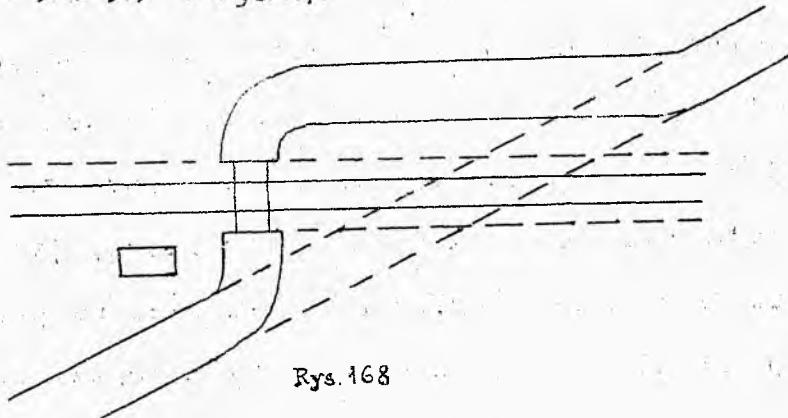
sypy, jeżeli drogi przecinają linię kolejową pod ostrym kątem (rys.166), co jednakowoż w przyszłości przy budowie wiaduktu utrudni tę budowę i zmusi w większości wypadków do odchylenia drogi dla otrzymania krótszych

wiaduktów i uniknięcia konstrukcji skosnych; jest to pożąpane ze względów oszczędnościowych (rys.167).



Rys.167.

Odchylenia drogi będą musiały być wykonane również i przy normalnych przejazdach



Rys.168

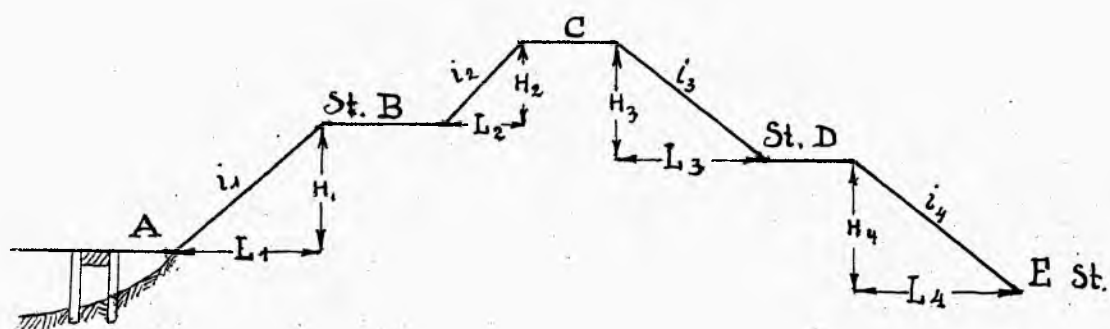
w poziomie, gdy kąt przecięcia jest zbyt ostry; grozi wtedy niebezpieczeństwo dostawania się kół wozów w szpary między szyną i kontrszyną: (rys.168).

Trasowanie linii kolejowej.

Po ustaleniu na mapie ogólnego kierunku projektowanej linii na zasadzie wyżej wskazanych danych, bada się jej przebieg w planie i profilu; w łatwych warunkach terenowych miarodajnym będą w zależności od kategorii linii osiedla ludzkie, dogodniejsze przejścia przez rzeki, błota i jeziora; w trudniejszym natomiast terenie niełatwym nieraz będzie zadaniem otrzymanie trasy dogodnej pod tym względem oraz pod względem

wzniesien w profilu i łuków w planie; wskutek tego trzeba będzie przestudjować w tych warunkach cały szereg odmian i linii próbnych.

Przy pierwszej próbie, najbardziej ogólnikowej, należy zbadać, jakie otrzymują się przeciętne wzniesienia pomiędzy charakterystycznymi punktami linii, których wysokości określają się mniej lub więcej ściśle przez warunki miejscowe i terenowe; ustala się więc przybliżone wysokości wszystkich tych punktów, gdzie mają być urządzone stacje, wysokości torowiska na przejściach przez rzeki uwarunkowane poziomem wysokich wód, względami na spław lub żeglugę, jeżeli są to rzeki większe i wreszcie wysokości na przejściach przez wododziały. Studjując tę pierwszą linię próbną (rys.169), wyrysowaną dla wymienionych punktów,



Rys.169.

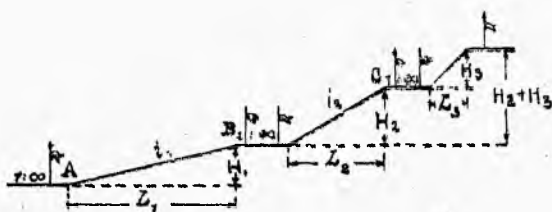
wysokości i odległości pomiędzy nimi wziętych z map,

można będzie, w pewnych granicach korygować ją, podwyższając nasypy i mosty na rzekach, pogłębiając wykopy na przejściu wysokich punktów terenu i t.d.

Pierwsza linja próbna daje szereg przeciętnych wzniesien ^{między} poszczególnymi charakterystycznymi punktami linji A, B, C, D, E i t.d.

$$i_1 = \frac{H_1}{L_1}; \quad i_2 = \frac{H_2}{L_2}; \quad i_3 = \frac{H_3}{L_3} \text{ itd.}$$

Gdy którekolwiek z tych wzniesien (np. AB rys.170) będzie niewspółmiernie duże w porównaniu z innymi i stało by w ten sposób na przeszkodzie dobremu uzyskaniu siły parowozu na całej długości linji, należy zbadać, czy punktu B (rys.170) nie można by tak przesunąć w kierunku C lub tak obniżyć, żeby zmniejszyć wzniesienie i_1 kosztem i_2 i otrzymać wzniesienie i , dopuszczalne przy ustalonych dla danej linji warunkach technicznych.

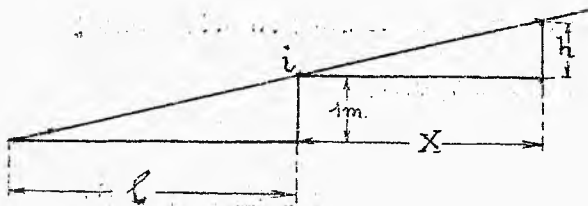


$$i_1 = \frac{H_1}{L_1}; \quad i_2 = \frac{H_2}{L_2}$$

$$i = \frac{H_1 + H_2}{L_1 + L_2}$$

Rys.170.

Badając następnie szczegółowo warstwicę w trudnych miejscach w obranym ogólnym kierunku, ustalamy trasę linii bardziej szczegółowo, wrysowując na mapie linię jednakowego spadku. Gdy mamy zamiar lub zmuszeni jesteśmy prowadzić w danym miejscu drogę żalazną z zastosowaniem miarodajnego wzniesienia, da nam linia jednakowego spadku najmniejsze możliwe rozwinięcia długości linii kolejowej. Dla wytrasowania na mapie tej linii obliczamy wymaganą długość pomiędzy dwiema sąsiednimi warstwicami, w zależności od różnicy wysokości pomiędzy nimi i od wielkości obranego dla danego miejsca wzniesienia linii kolejowej; przy różnicy poziomów dwóch sąsiednich warstwic h metr. i wzniesieniu $i = \frac{1}{\ell}$ otrzymamy (rys. 171) długość linii pomiędzy warstwicami x :



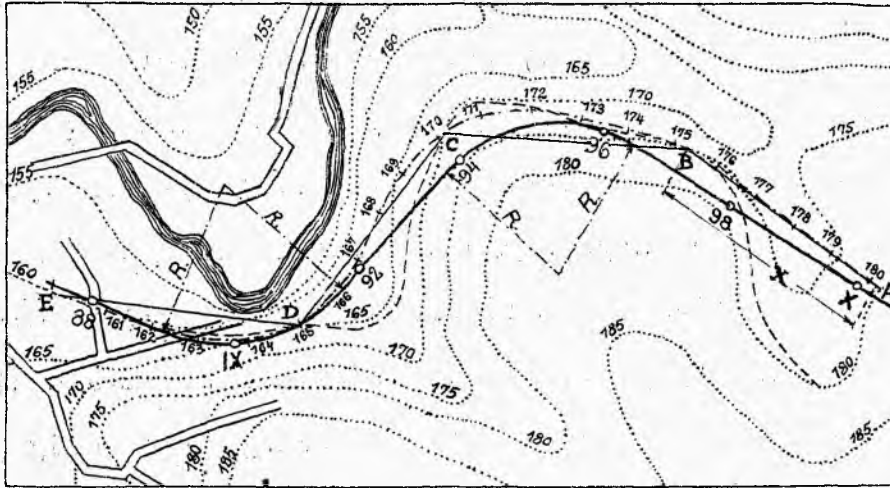
$$\frac{h}{x} = \frac{1}{\ell} = i$$
$$x = h \cdot \ell = \frac{h}{i}$$

Rys. 171.

Gdy np. mapa ma warstwicę w odstępie 2 m. wysokości i trasujemy linię o spadku $i = 0,005$ czyli 5‰, to odległość w planie $x = \frac{2 \times 1000}{5} = 400$ m.

Rozstawiając nóżki cyrkla o otrzymaną długość x rozpocząć możemy trasowanie linii, przechodząc cyrklem

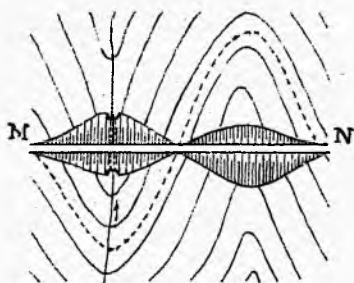
z warstwicy na warstwice, odkładając odległości x (rys.172) od początkowego punktu A i dążąc w obranym kierunku linii ku E.



Rys.172.

Otrzymaną w ten sposób łamaną linię jednakowego spadku ABCDE i t.d. łagodzimy następnie, starając się przeprowadzić linię złożoną z prostych odcinków i łuków przez punkty ABCDE. Linja ta musi być następnie skorygowana i zastąpiona przez linię ostateczną, mniej lub więcej od niej odbiegającą, wyrysowaną z zachowaniem niezbędnych wstawek pomiędzy łukami i odosobnych promieni łuków, obranych dla danej linii. Mniejsze lub większe odchylenie od linii, przechodzącej przez punkty ABCD i E będzie zależało od kategorii, do której należy projektowana droga żelazna; im większe ona będzie miała znaczenie pod względem ilości przewozów, tem dalej możemy odsu-

wać się od punktów ABC i t.d., zakreslonych na warstwi-
cach; łagodzimy wtedy wężkowatość linii kosztem
zwiększenia robót ziemnych. Orientację pod tym wzglę-
dem ukatwia linja zerowa; otrzymuje się ją, tnąc te-
ran prostą poziomą, prostopadką do osi drogi żelaznej
i przesuwaną wzdłuż tej osi. Na rys.173 uwidoczniono
linję kolejową MN, przecinającą parów i wzgórze i
biegnącą poziomo w kierunku prostym. Linję zerowych
robót będzie w danym wypadku wskazana na rys. linja
przerwana; ziemne roboty zredukowały by się do mi-
nimum, gdyby linja kolejowa skierowaną została wzdłuż
tej linii zerowej; roboty ziemne polegałyby wtedy je-
dynie na poprzecznym transporcie ziemi, ponieważ po-
łowę torowiska w przekroju poprzecznym stanowiłyby
wykopy a połowę nasypy (174).



Rys.173.

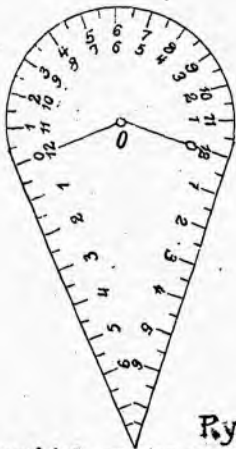


Rys.174.

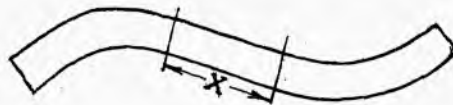
Im dalej obrona trasa będzie odbiegała w planie od
linji zerowej, tem więcej będzie trzeba wykonać ziemnych

robót, ponieważ tem większe będą wykopy i nasypy.

Trasowanie linii na mapie ułatwiają odpowiednio przygotowane krzywki dla łuków i stycznych do nich prostych odcinków (rys.175). i dla łuków sąsiednich, skierowanych w przeciwną stronę z odpowiednimi prostymi wstawkami x pomiędzy nimi. (rys.176).



Rys.175.



Rys.176.

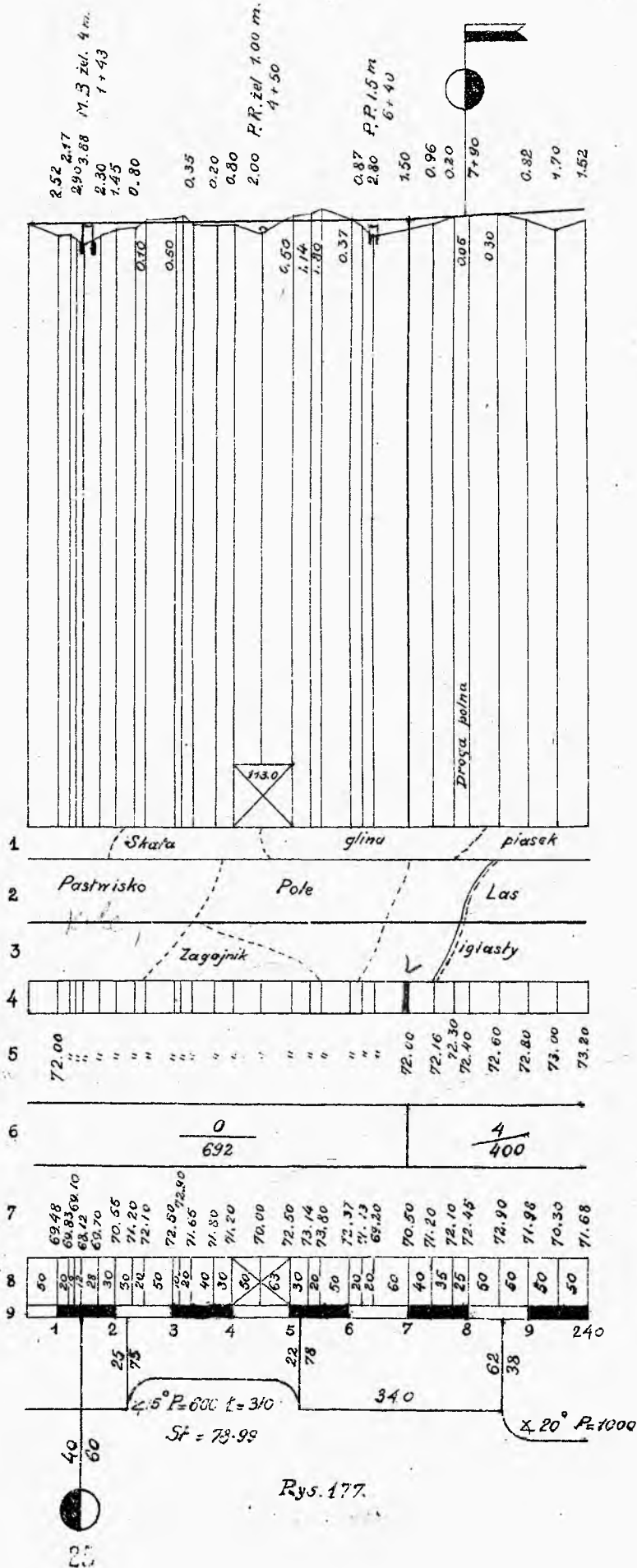
Krzywki wskazane na rys.175 umożliwiają przy odpowiednim nastawieniu graficzne wyznaczenie kilometrów na mapie bez obliczenia długości krzywych i ich kątów; krzywki podług rysunku 176 winny być wykonane dla rozmaitych promieni i kombinacyj z nich. Po wytrasowaniu linii na mapie a w dalszym ciągu po wytyczeniu i przeniwelowaniu linii w naturze rysuje się przekrój ~~poprzeczny~~ ^{podłużny} podług rysunku 177.

Jeżeli się rysuje profil podłużny z map, to najprościej przyjąć dla odległości skalę map sztabowych, najczęściej używanych 1:25000. Przepisy naszego Ministerstwa Kolei 1924 r. przewidują skalę 1:50000 dla profili skróconych 1:10000 dla normalnych; dla szczegółowych zaś,

które się rysuje zazwyczaj dla linii, biegnących poprzez tereny trudniejsze 1:2000. Dla wysokości należy przyjmować skalę większą, ponieważ w przeciwnym razie nasypy i wykopy będą się bardzo słabo zaznaczały na profilu, wskutek nieznacznych różnic w wysokościach w porównaniu z odległościami przy stesowanych na drogach żelaznych spadkach i wysokościach nasypów i wykopów. Przepisy 1924 r. przewidują skalę czyli podziałkę dla wymiarów pionowych dla profilów skróconych jak powyżej 1:1000 i to samo również dla profilów normalnych; dla szczegółowych natomiast 1:200. Podziałkę 1:1000 dla profilów normalnych przy podziałce poziomej 1:10000 należałoby zwiększyć do 1:500, szczególnie dla linii w terenie łatwym, równinnym. Profile podłużne winny być rysowane z zachodu na wschód i z południa na północ; kilometrowanie należy prowadzić, poczynając od punktu początkowego linii, ustalonego przez Ministerstwo Kolei. Numeracja staj (hektometrów równe 100 m.) na profilach istniejących linii prowadzi się od 1 do 10 na każdym kilometrze osobno; na profilach linii projektowanych numeracja staj zachowuje ciągłość na poszczególnych odcinkach i biegnie w kierunku dokonywania zdjęć przy trasowaniu linii. Gdy w toku pracy przyjmuje się na pewnym odcinku odmianę czyli warjant o innej długości, to w profilu budowlanym projektowanej linii włącza się jeden pikiet, czyli staję

ośmiennej długości, jak staja 235 na rys.177. Po zbudowaniu linii wyrównywuje się wszystkie te rozbieżności i ustawia się normalnieznaki kilometrowe i hektometrowe. Różnice pomiędzy kotami czyli wysokościami terenu i krawędzi torowiska, rzadziej podstawy szyny, wypisuje się w profilu podłużnym dla nasypów ponad niweletą czyli projektowaną linią torowiska, dla wykopów zaś poniżej. Wysokości terenu na stajach, w punktach przełomu profilu i innych zapisuje się w siódmej poziomej działce profilu kolorem czarnym; wysokości projektowanej linii kolorem czerwonym w działce piątej; stoki nasypów pokrywa się w profilu podłużnym kolorem czerwonym, wykopów zaś kolorem żółtym. W działce szóstej zapisuje się odcinki poziome lub wzniesienia ze wskazaniem ich długości pod kreską odpowiednio pochyloną; na kresce pionowej w tej działce na granicy pomiędzy odcinkami linii różnie pochylonemi należy z obydwuch stron wskazywać odległość przełomu profilu od sąsiednich staj; w działce ósmej zapisuje się odległości poziome pomiędzy poszczególnymi punktami terenu i projektowanej linii oraz stajami; poniżej działki dziewiątej rysuje się schemat planu linii ze wskazaniem odcinków prostych i ich długości oraz łuków; łuki odchylające się ku prawej ręce, jeżeli patrzeć w stronę

NURIMILNY PRUFIL PODLUZNY



Rys. 177.

kilometrowania, rysuje się powyżej linii odcinków prostych. Łuki zaś, odchylające się na lewo, poniżej tej linii; dla łuków wypisuje się kąt \angle , promień P w metrach, długość łuku L i długość stycznej ST , również w metrach; działkę pierwszą przeznaczają przepisy ministerjalne dla danych geologicznych, zdobytych przy rekonesansie linii, a więc jak na rys. 177 "skała", "głina", "piasek"; działki drugą i trzecią, które stanowią właściwie jedną całość, przedzieloną przez pół linią poziomą osi drogi żelaznej; przeznaczają przepisy dla uwidocznienia najogólniejszej sytuacji, a więc dla wskazania dróg, przecinanych przez linię kolejową, ze wskazaniem ich kierunku i przez umówione kreskowanie ich rodzaju, dalej dla wskazania użytkowania terenów, a więc las, pastwisko, pole i t.d. Dane umieszczane podług przepisów 1924 r. w działkach 1, 2 i 3, wyrysowuje się zwykle nie we wskazanym w przepisach miejscu a w samym dole profilu; należy to uważać za skuszenie, ponieważ dane te są mniej używane od innych i mniej przeszkadzają, będąc umieszczone u dołu, przy korzystaniu z liczbowego materiału profilu. W profilu oznacza się u góry mosty i przepusty ze wskazaniem materiału i wielkości otworów np. MBżel. (most belkowy żelazny) 4m; przejazdy ze wskazaniem, czy jest strzeżony czy nie, czy też zamykany

OZNACZENIA:

St. wodna Stacja Mijanka



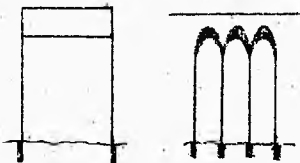
Równia zapasowa Przejazd niestrzeżony Przejazd ze strażnicą



Przejazd zamknięty z odległości



Most belkowy (M.B.) (drw. żel. żelb.) Most sklepiony (M.S.) (kam. bet. żelb.)



Wiadukt



Przepust płaski (P.P.)



Przepust sklepiony (P.S.)



Przepust rurowy (bet. żel.) (P.R.)



z odległości, używając oznaczeń podług rysunku 178; następnie stacje ze wskazaniem ich kategorii; znaki stacyjne określają os' budynku stacyjnego

Linje, cyfry, oznaczenia i napisy w dzień projektowane kresli się czerw. inne kolorem czarnym

Poniżej działki dziewiątej oznacza się dla znaków kilometrowych początków i końców krzywych kolejowych odległość tych punktów od najbliższych staj., tak jak wyżej było wskazane dla punktów przekłemu profilu podłużnego w działce szóstej. Po wyrysowaniu profilu pod-

Rys. 178.

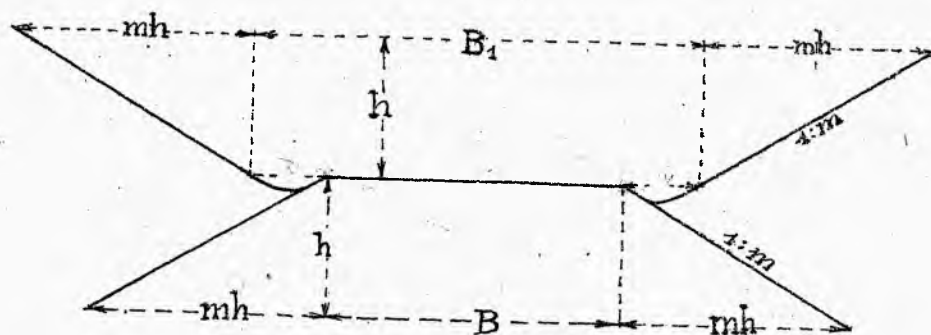
kuźnego, należy określić ilość i rodzaj robót ziemnych. Dla obliczeń ogólnikowych zakładamy poziomą podstawę nasypów i także ograniczenie terenów wykopów od góry i określamy płaszczyznę przekroju nasypów i wykopów w zależności od ich wysokości, wskazanych w profilu podłużnym. Oznaczymy (rys. 179) przez h wysokość nasypu lub głębokość wykopów; przez B i B_1 szerokość torowiska pomiędzy skarpami w płaszczyźnie spoza warstwy balastowej dla nasypów i wykopów; przez m pochyłość stoków, a więc przeważnie przy zwykłych gruntach 1,5; przez r płaszczyznę przekroju rowów bocznych, czyli krawędzi; przy tych oznaczeniach otrzymamy dla płaszczyzn przekrojów poniższe wzory, dostatecznie ścisłe przy spadkach poprzecznych, nie przewyższających od 1/10 do 1/5.

dla nasypów

$$\Omega_n = B \cdot h + m \cdot h^2$$

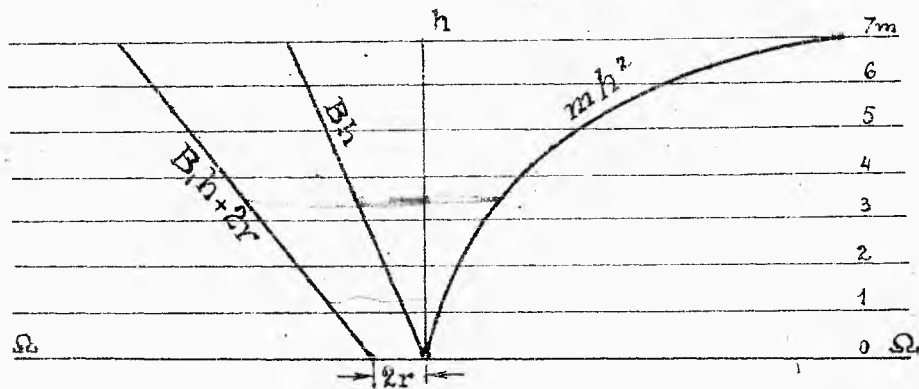
" wykopów

$$\Omega_w = B_1 \cdot h + m h^2 + 2r$$



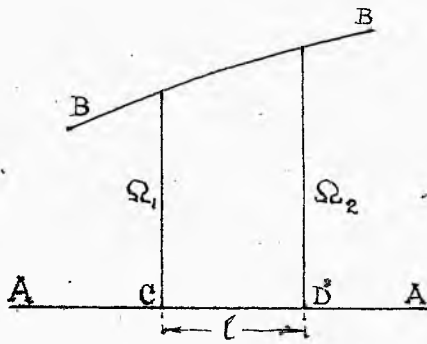
Rys. 179.

Na zasadzie powyższych wzorów możemy zbudować wykres płaszczyzn przekrojów w zależności od wysokości h (rys.180).



Rys.180.

Prawa strona wykresu w kształcie paraboli mh^2 daje płaszczyznę bocznych trójkątów przekrojów; lewa w kształcie prostych pochyłonych daje płaszczyznę środkowych prostokątnych części Bh i B_1h , a w tym drugim wypadku dla wykopów, powiększoną o stałą płaszczyznę $2r$ przekroju dwóch rowów bocznych. Odległość pozioma pomiędzy linią Bh i krzywą mh^2 określa płaszczyznę przekroju dla danej wysokości h . Płaszczyzny te wskazanem jest rysowywać w profilu normalnym powyżej wykopów i poniżej nasypów, odkładając je w odpowiednich punktach każdorazowo od niwelety, czyli projektowanej linii torowiska. Następnie, mając powyższy wykres płaszczyzn, możemy zbudować wykres mas ziemnych robót, przeprowadzając graficzne całkowanie wykresu płaszczyzn,



Rys. 181.

Jeżeli na rys. 181 AA oznacza linję niwelaty a BB linję płaszczyzn przekrojów, to Ω_1 będzie płaszczyzną przekroju w punkcie C linji a Ω_2 w D; przy odległości l pomiędzy

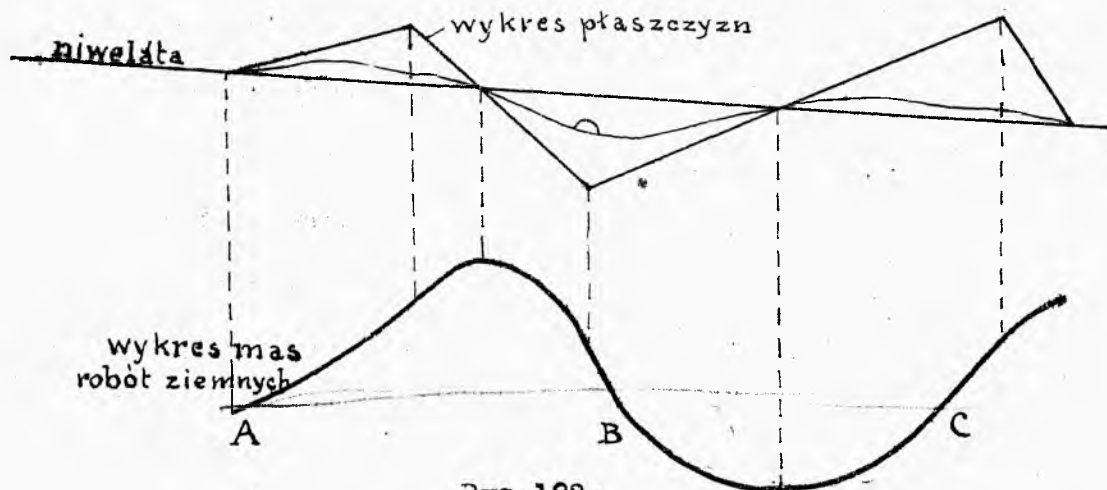
temi punktami otrzymamy dla kubatury robót ziemnych pomiędzy C i D

$$V = \frac{\Omega_1 + \Omega_2}{2} \cdot l$$

Dzieląc wykres płaszczyzn na dostatecznie wąskie paseczki pionowe, możemy odmierzac takie kubatury przeciętną wysokością takiego paseczka i wyrysować wykres mas czyli ilości ziemnych robót, odkładając te wysokości w górę lub w dół, rozpoczynając dla pierwszego paseczka od poziomej osi w zależności od tego, czy mamy wykop, czy też nasyp; wierzchołkiem lub dolnym punktem wykresu płaszczyzn będzie odpowiadała zmiana krzywizny, punktem zaś zerowym profilu poziome przegięcia w linji mas (rys. 182). Przecięcia linji mas z poziomą osią (A, B, C rys. 182) dają punkty na projektowanej linji, pomiędzy którymi wyrównują się wykopy z nasypami.

Projekt wstępny powinien się składać z następujących dokumentów:

- 1) plan ogólny linji skali 1:100000.



Rys.182.

- 2) planu i profilu ^wskali poziomej 1:10000 i pionowej 1:1000,
- 3) kosztorysu budowy,
- 4) notatki technicznej o wykwaszczeniu, sposobie budowy i zdolności przewozowej,
- 5) notatki z danymi o celu budowy danej linii, z opisem linii i programem finansowania.
- 6) obliczeniem rentowności,
- 7) programem eksploatacji z danymi o taborze i personelu,
- 8) tabularnym zestawieniem głównych danych:
 i_{\max} , R_{\min} kosztu budowy, całkowitego i kilometrowego, przewidywanych wydatków i wpływów, oprocentowania kapitału.

Projekt szczegółowy drogi żelaznej obejmuje:

- 1) Ogólny skrócony plan i przekrój podłużny w skali poziomej 1:100000 do 1:50000 i w skali pionowej 1:1000.
- 2) Plan i przekrój podłużny szczegółowy w skali poziomej 1:2000 i pionowej 1:200.
- 3) Projekty mostów i przepustów; rysunki ogólne sytuacji terenu i rzeki ze wskazaniem projektowanego przejścia mogą być wykonane 1:1000 do 1:5000 i innych w zależności od rozporządzalnych zdjęć; ogólny widok mostu w podziałce 1:200 lub 1:500 w zależności od długości mostu; rysunki przyczółków oraz rysunki mostów sklepionych, mostów żelbetowych i przepustów w skali 1:50 lub 1:100; szczegóły 1:20; rysunki konstrukcyj żelaznych mostów w skali 1:20, szczegóły 1:10; wykresy rozkładu materiałów w skali 1:100 lub 1:200; rysunki przęseł żelbetowych w skali 1:20 lub 1:50; rysunki mostów drewnianych w podziałce 1:50 a szczegóły 1:20.
- 4) Budowa wierzchnia; ogólny przekrój torowiska z balastem, podkładami i szynami w podziałce 1:50. Rysunki szczegółowe: przekrój szyny i łubków w podziałce 1:1; ogólny widok łubków i przekroje poziome w podziałce 1:5; pozostałe złączki w podziałce 1:2; ogólny plan rozkładu podkładów na długości szyny w podziałce 1:100. Ogólny schemat rozjazdów w skali 1:100; plan rozjazdu z rozkładem podróżjezdnic w podziałce 1:50; przekroje i rysunki poszczególnych części zwrotnic i krzyżownic w skali od

1:1 do 1:10 w zależności od rozmiarów tych części.

5) Projekty stacyj w podziałce 1:2000 dla większych i w podziałce 1:1000 dla mniejszych stacyj; tory należy rysować jedną linią. Oprócz planów stacyj w skali powyższej, należy sporządzać schematy w skali podłużnej 1:5000 i poprzecznej 1:2000.

6) Projekty budynków w skali 1:200 dla szkiców i 1:100 dla projektów ostatecznych; przekroje budynków w skali 1:50.

7) Notatka objaśniająca.

8) Kosztorys budowy.

9) Program budowy.

Powyżej wskazany spis dokumentów, wchodzących w skład projektu, oparty jest na przepisach niemieckich; naszych własnych całkowitych przepisów pod tym względem jeszcze nie posiadamy; natomiast skorygowane i zmienione zostały powyżej przepisy niemieckie podług wydanych dotychczas rozporządzeń i przepisów Ministerstwa Kolei.

Dla poszukiwań czyli studjów kolejowych organizuje się partje w składzie następującym:

1) Naczelnik partji prowadzi linię i mierzy kąty na szalonych liniach w planie; ma on przy sobie jednego dziesiętnika i dwu robotników z żalonami dla tyczenia linii oraz jednego robotnika do przenoszenia kątomierza.

2) Za nim idzie technik - mierniczy; ustala on staje.

mierząc linję kancuchem, oraz wyznacza punkty pośrednie, zabijając w tych miejscach kołki, zaopatrzone w odpowiednie napisy; wyznaczy na terenie łuki; ma do pomocy dwóch robotników z kancuchem i jednego robotnika z kołkami.

3) W pewnym oddaleniu za nim i pomiędzy sobą idą dwaj poziomiczowie; niwelują oni linję i zdejmują przekroje poprzeczne; każdy z nich ^{ma} przy sobie 3 robotników, jednego przy niwelatorze i dwóch przy łatach. Przy niwelowaniu linii powinien każdy poziomiczy pracować samodzielnie; rezultaty powinny być sprawdzane codziennie wieczorem po przeliczeniu zapisów i w razie rozbieżności praca powinna być nazajutrz powtórzona.

Budowę linii prowadzi główny inżynier, mając do pomocy naczelników oddziałów, z których każdy zarządza budową na długości od 50 do 100 km. w zależności od warunków budowy i terenu; oddział dzieli się na dystansy budowlane o długości, od 10 do 50 km., również w zależności od miejscowych trudności; na czele dystansu stoi naczelnik dystansu.

Podkłady i podrozjezdnie.

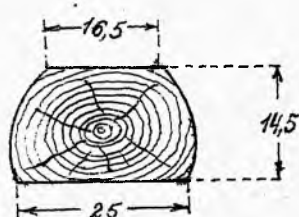
Podkłady mogą być drewniane, żelazne i żelazobetonowe. Najczęściej są używane podkłady drewniane.

Nasze najnowsze "warunki techniczne na dostawę normalno-torowych podkładów podrozjezdnic i mostownic 1923 r."

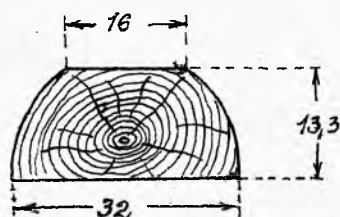
wydane ostatecznie w 1925 r. przewidują wyrób podkładów podrozdzielnic i mostownic drewnianych z drzewa sosnowego, modrzewiowego, świerkowego lub dębowego; dla torów bocznicowych mogą być przyjmowane podkłady jodłowe. Zagrenięcia używa się często poza innymi gatunkami drzewa, u nas rzadko albo wcale nie spotykanymi, drzewa bukowego.

Przepisy nasze ustalają następujące typy podkładów normalnotorowych:

typy I belkowy i II szczapowy o długości 2,70 m.;
oba typy dla pierwszorzędnych szlaków.

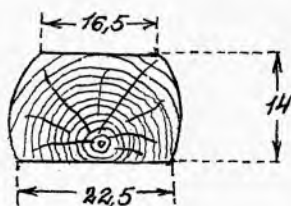


Rys. 183.



Rys. 184.

Typy III belkowy i IV szczapowy o długości 2,60 m.;
oba typy dla drugorzędnych szlaków.



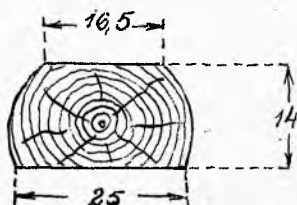
Rys. 185.



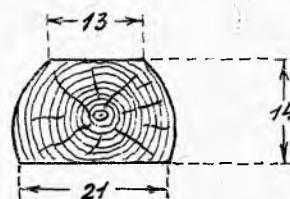
Rys. 186.

Typ V równoznaczny z typem I (rys.187) o długości 2,70 m.: stosuje się on przy wyrobie podkładów dębowych.

Typ VI dla torów stacyjnych oraz dla torów głównych szlaków III rzędnych o długości 2,50 (rys.188).

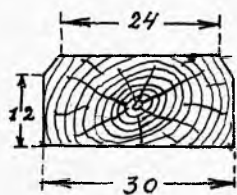


Rys.187.

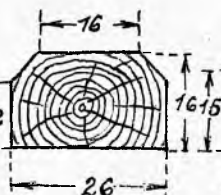


Rys.188.

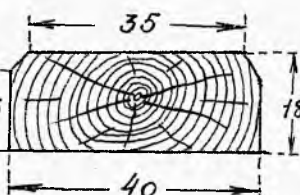
Typy belkowe I, III i V zalecają się przy balastie tłuczniowym, względnie żwirowym; typy szczapowe II i IV przy balastie piaskowym.



Rys.189.



Rys.190.



Rys.191.



Rys.192.

Typy powyższe różnią się od danych dawniejszych, dotyczących wymiarów podkładów, przyjętych przy ustalaniu przekroju torowiska i budowy wierzchniej, gdzie grubość podkładu była ustalona na 16 cm., a w obowiązujących obecnie przepisach projektowania dróg żelaznych 1923 r. długości podkładów zostały ustalone na 2,7 i 2,5 m. Długość 2,5 m. należy uważać za zupełnie dostateczną;

zamiast 2,60 m. wskazanej w powyższych typach podkładów dla linii II i III rzędnych. Wymiary podkładów dla linii wąskotorowych były wskazane poprzednio przy rozpatrywaniu przekrojów torowiska tych linii. Wymiary podkładów powinny być dostateczne, ażeby

1) ciśnienie na balast nie przekraczało dopuszczalnych granic,

2) nacisk szyny na podkład nie wywoływał zgniecenia drzewa lub żeby szerokość podkładu po górze była dostateczną dla ułożenia podkładki,

3) podkład był dostatecznie sztywny.

Przy nacisku na oś równem 18 t., długości podkładu 2,70 m. i dopuszczalnym nacisku na balast: zależnym od gatunku gruntu $2,5 \text{ kg/cm}^2$ otrzymalibyśmy wymaganą szerokość podstawy podkładu

$$\frac{18,000}{270 \times 2,5} = 26,6 \text{ cm.}$$

Przy obciążeniu jednego koła, równem 9 t. najmniejszej szerokości po górze podkładu naszych typów $b = 13 \text{ cm.}$ i szerokości stopki szyny 10 cm., otrzymalibyśmy ciśnienie na podkład

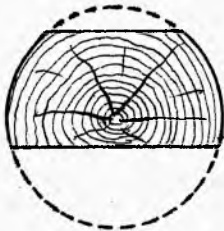
$$\frac{9,000}{10 \times 13} = 69 \text{ kg./cm}^2,$$

czyli 4 razy mniej od wytrzymałości drzewa na zgniecenie wpoprzek włókien.

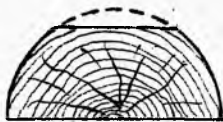
Profesor Wasjutynski uważa za pożądane stosować

podkłady o grubości $h = 15$ cm., ponieważ przy statycznym ciśnieniu 7,5 t. na koło i wysokości 15 cm. naprężenie materiału podkładu od zgięcia wynosi 100 kg/cm^2 , a przy zwiększeniu wskutek przyczyn dynamicznych może dojść do granicy sprężystości dla drzewa na zginanie 200 kg/cm^2 . Nasze najnowsze typy wykazują wysokość 14 cm. i nawet 13,3_{cm} dla linii pierwszorzędnych i dochodzą do 12,5 na drugorzędnych. Koleje francuskie przyjmują obecnie dla wysokości 13 - 14 cm., przy naciskach na osi równych i nieco większych od naszych; długość podkładów na francuskich kolejach waha się od 2,5 do 2,7 m., szerokość podstawy od 20 do 28 cm. W Stanach Zjednoczonych stosuje się szerokość od 6 do 10 cali czyli od 15 do 25 cm., najczęściej zaś 8 cali czyli 20 cm.; podkłady o szerokości 15 cm. stosuje się w ostatnich czasach wskutek dążenia do coraz dalszego zwiększania ilości podkładów na kilometrze linii; inżynierowie amerykańscy uważają, że lepsze rezultaty daje tor ze znaczną ilością podkładów o mniejszej szerokości, niż z mniejszą ilością podkładów szerokich po dole. Długość podkładów w Stanach waha się przeważnie między 8 i 8,5 stopami czyli 2,40 - 2,55 m. Większe długości stosują się rzadko (Tratman); grubość podkładów waha się od 6 do 8 cali czyli od 15 do 20 cm. i nie powinna podług Tratmana być niższą od 7 c. czyli

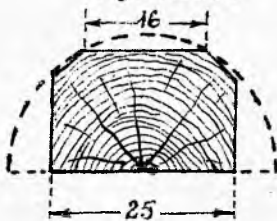
17,5 cm., wobec znacznych bardzo nacisków na osi, stosowanych obecnie w Stanach; z tych też względów nie mogą być dla nas miarodajne używane tam grubości; godne uwagi natomiast są stosowane w Stanach długości i szerokości podkładów, nie odbiegające naogół od naszych, przy nacisku na osi do 30 ton amerykańskich i więcej, czyli około 27-28 ton metrycznych; ilość podkładów na kilometr linii dochodzi w Stanach do 1650-2090. Podkłady wyrabia się z drzewa cien-



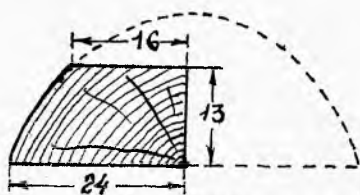
Rys.193



Rys.194.



Rys.195.

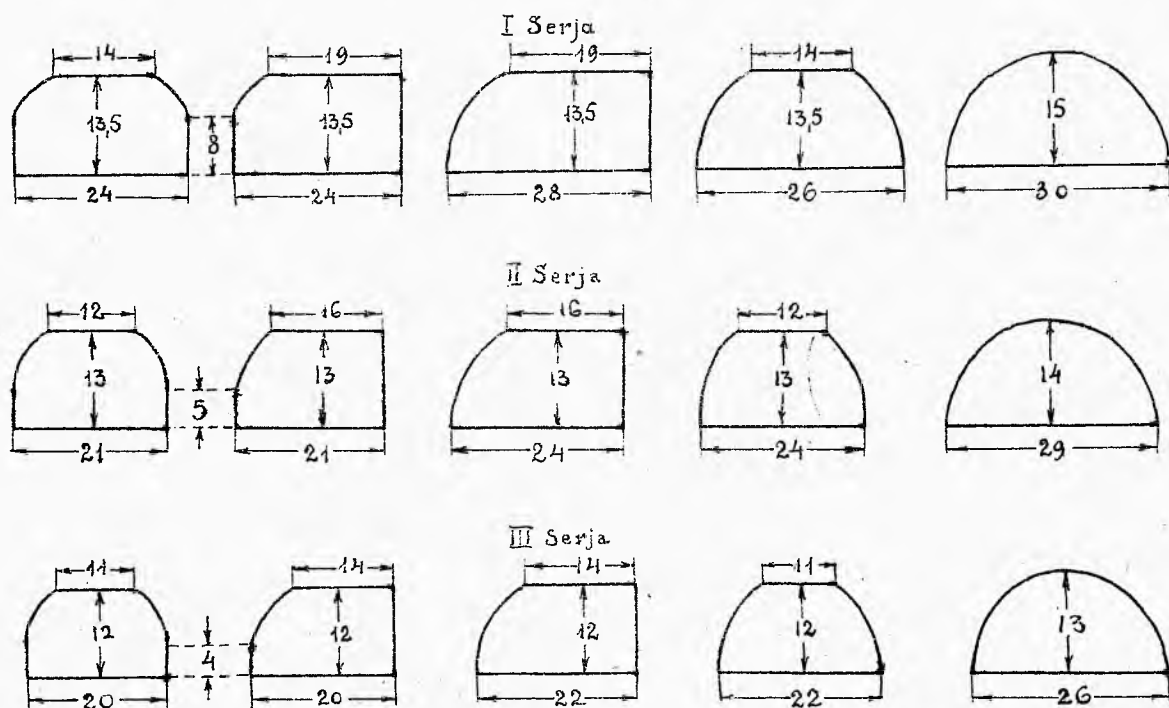


Rys.196.

szego podług rysunku 193 lub z grubszego po przepikowaniu przez pół jak wskazano na rysunku 194. W pierwszym wypadku otrzymuje się podkład belkowy, w drugim szczapowy. Podkłady podług rysunku 195 są bardzo równe ale zbyt drogie; przekrój ten używa się przeważnie tylko dla podrozjezdnic. Francuskie typy przewidują również przekrój wskazany na rys.196, przy którym z jednego pnia można otrzymać cztery podkłady w przekroju. Przepisy z roku 1923 ustalają szczegółowo warunki, jakim powinien odpowiadać materiał drzewny oraz procedurę przyjmowania podkładów. Podług tych przepisów krzywizna

w planie jest dopuszczalna dla podkładów, jednak strzałka (na całą długość podkładu) nie może przewyższać 75 mm.; ilość takich krzywych podkładów nie powinna być w każdym razie większą nad 5% całkowitej ilości danego typu zgłoszonej do odbioru partji. Krzywizna dla podrozjezdnie i mostowic jest niedopuszczalną. O ile ostatnie żądanie jest słuszne, o tyle co do krzywizny i ilości typów dopuszczalnych nie należy stawiać zbyt wysokich wymagań, gdyż wpływa to na zwiększenie ceny podkładów, nie dając wzamian odpowiednich rezultatów w pracy podkładów. Francuskie towarzystwa kolejowe ustaliły 15 wspólnych typów podkładów "Standard" rys. 197. z wyznaczeniem trzech kategoryj cen; krzywizna jest podług prof. Descubes'a dopuszczalną w dosyć szerokich rozmiarach. Najważniejszą jest rzeczą, żeby przyjęte partje podkładów były należycie rozsortowane; w torze powinny leżeć podkłady jednego typu na możliwie długich odcinkach; zapewni to najlepsze utrzymanie toru, ponieważ podkłady będą pracować równomiernie; przy układaniu podkładów różnych typów bez dostatecznego sortowania będą one osiadały nierównomiernie i wymagały podbijania balastem w różnym stopniu. Od powyższych naszych typów dopuszczają przepisy następujące odchylenia: w długościach zmniejszenie najwyżej o 2 cm.

i zwiększenie o 5 cm., w grubościach - zwiększenie najwyżej o 1 cm., zmniejszenie o 1/2 cm.; w dolnych powierzchniach może być tolerowane zmniejszenie najwyżej o 1 cm., a zwiększenie nie więcej od 4 cm.



Rys.197.

Powyższe ulgi są naogół zbliżone do ustalonych przez amerykańskie stowarzyszenie inżynierów kolejowych. Zasadniczym warunkiem dobrego podkładu jest, ażeby dolna powierzchnia była równa. Drzewo powinno być zimowego cięcia w czasie od października do lutego włącznie.

U nas używa się najczęściej sosnowych podkładów; dę-

bowe są lepsze w stanie surowym ale i droższe; buczyna daje dobre rezultaty po nasyceniu substancjami. Chroniącemi drzewo od gnicia. Przy użyciu wkrętów należy zawsze, a przy hakach w razie użycia dębu, - nawiercać świdrem w podkładach dziury, o wymiarze nieco mniejszym od średnicy złącz, ażeby uchronić podkład od pęknięcia. Podkłady dębowe a szczególnie podrozjezdnic*e*/i mostownic*e* dobrze jest zabezpieczyć z końców od pękania, do czego one są bardzo skłonne, przez wbijanie żelaznych esów rys.198. lub ściąganie ich śrubami. Jeżeli nie używa się



Rys.198.

klinowych podkładek żelaznych, a szyny, jak u nas, mają być nachylone do wewnątrz pod kątem 1/20, to musi być podkład zaciśnany

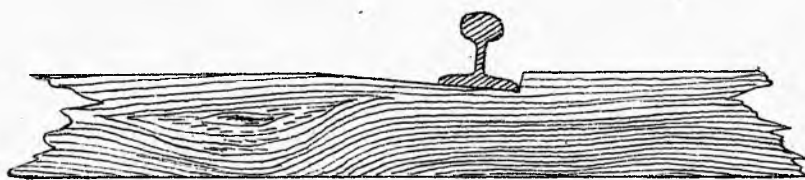
podług rys.199: zaciśnywanie podkładu wpływa ujemnie na czas pracy jego.

Czas służby podkładów dębowych, sosnowych i bukowych w stanie surowym i nasyconym wskazany jest poniżej. Z zestawienia tego wynika, że nasycenie jest korzystnem dla podkładów sosnowych, zdwajając ich

	dębina	sosna	buczyna
Podkłady nienasycone	14-16 lat	7-9	3-4
" przesycone	20	14-18	10-18
zwiększenie czasu służby	25-50%	100%	350-450%

czas służby, a w wyższym jeszcze stopniu dla bukowych, których w stanie surowym nie powinno się wogóle używać,

a w stanie nasyconym mogą się one zrównać z podkładami dębowymi; te ostatnie natomiast stosunkowo mało wygrywają przez nasycenie.



Wyżej wskazane normy służby stosują się do niemieckiego ustroju budowy wierzchniej; czas

Rys.199.

służby podkładów zależy poza nasyceniem od typu szyn, sposobu ich oparcia i przymocowania do podkładów.

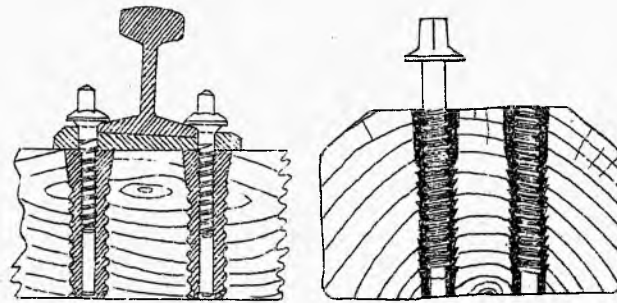
Dlatego też krócej one służą przy użyciu haków niż przy wkrętach, a więc w Stanach Zjednoczonych i szczególnie w Rosji gdzie sosnowy podkład pracował 4-5 lat, a dębowy 7-10. Przy tańszej budowie wierzchniej i nieracjonalnym podparciu^{1/} przymocowaniu szyn może się skrócić czas służby podkładu przez mechaniczne jego zniszczenie, wyprzedzające gnicie; dobrze pomysłana

natomiast konstrukcja może dać doskonałe rezultaty; prof. Descubes wspomina, że przy dobrej budowie toru i odpowiednim przymocowaniu szyn może nasycony podkład służyć na francuskich kolejach przynajmniej 25 - 30 lat w torze głównym, a potem jeszcze dalsze 15 lat w torach stacyjnych w warunkach mniej odpowiedzialnej pracy; dorównywa więc podkład w pracy swej w torach głównych pracy szyn w tych samych warunkach; jest to naderważne, ponieważ pozwala zmieniać podkłady jednocześnie z wymianą szyn; daje to doskonałe warunki pracy toru, ponieważ przy każdej zmianie podkładów tor zostaje mniej lub więcej wyprowadzony z równowagi w zależności od ilości wymienionych podkładów i wymagać będzie parokrotnego podbicia z dodaniem świeżego balastu, póki nie dojdzie do pewnego stanu równowagi w pracy poszczególnych swych części składowych; oczywiście nie są i tu wykluczone wypadki nieuniknionej wymiany pojedynczych podkładów, które stają się niezdolnymi z tych lub innych powodów weselej niż reszta podkładów na danym odcinku.

Doskonale chronią podkłady od mechanicznego zniszczenia korki Collet'a (rys. 200), wkręcane w podkłady; w razie zniszczenia wymienia się korki, a podkład z tego powodu nie cierpi.

Korki te wyrabia się z nasycione^{go} drzewa bukowego

lub innego twardego gatunku. Korki można dawać nie



Rys. 200.

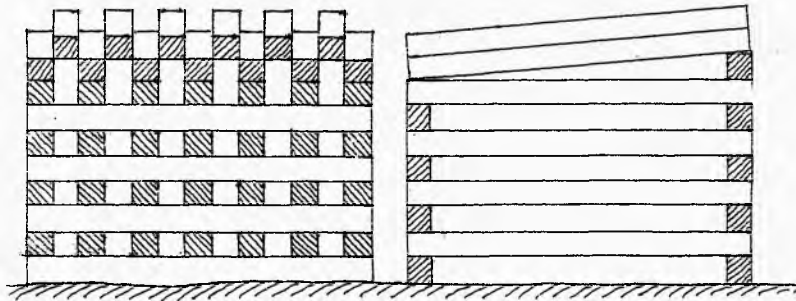
od początku przy wymianie podkładów a wtedy dopiero, gdy podkład już ucierpią od wkrętów

lub haków bezpośrednio wien wkręconych lub wbitych.

Nasywanie podkładów.

Podkłady powinny schnąć w przeciągu $1/2$ do $1\ 1/2$ roku; w tym celu układa się podkłady w stosy czyli sztable po 25 do 50 sztuk, z górną warstwą ściśle i pochyło ułożoną, która resztę podkładów chroni od deszczu; inne rzędy ułożone są z przerwami pomiędzy poszczególnymi podkładami dla ułatwienia cyrkulacji powietrza; rys. 201 daje przepisowy układ stosu amerykańskiego stowarzyszenia inż.kol. Wsuszone na powietrzu podkłady ładuje się ^{na} specjalne wózki i wtacza do cylindrów o średnicy $d = 2m$ i o długości około $l = 20 m$. W tych cylindrach wyparza się podkłady lub suszy przy wysokiej temperaturze; suszenie i wyparzenie usuwa soki drzewne, ale nie

ciała białkowate; dopiero substancje przeciwnie



Rys.201.

zobojętniają białko; do nasycania używa się przede-
waznie chlorek cynku lub krezot: krezot, czyli
smoła krezotowa, zawierająca 25% kwasu karbolowe-
go, lepiej chroni podkłady odgnicia niż chlorek
cynku; krezot, produkt poboczny przy fabrykacji
koku i gazu świetlnego, jest natomiast droższy od
chlorku cynku. Według dawnego sposobu odbywa się
nasycanie w następujący sposób: po wtoczeniu wózków
z podkładami do cylindrów, hermetycznie zamykanych,
odbywa się w ciągu 1-2 godz. wyparzenie podkładów
przy nasycaniu chlorkiem cynku lub suszenie przy
krezocie; operacja ta usuwa przy temperaturze 100°C.

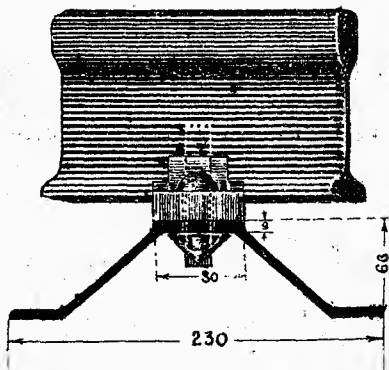
soki drzewne; następnie wypompowuje się powietrze do 0,8 atm. i usuwa się zupełnie soki, utrzymując takie rozrzedzenie w ciągu 10 min., a potem wprowadza się do cylindrów płyn nasycający i trzyma się w nim podkłady pod ciśnieniem 6 - 10 atm. w ciągu 1 - 3 godz. Czasy wojenne i powojenne zmusiły do szukania tańszych sposobów nasycania podkładów; mają one na celu nasycić substancją przeciwgnilną tkankę drzewną i dają możliwość odzyskać z powrotem płyn, wypełniający bezużytecznie komórki.

Najbardziej znany ze sposobów oszczędnościowych jest sposób krezotowy Rüpinga, stosowany już przed wojną; różni się od powyżej opisanego procesu tem, że przed wpuszczeniem płynu nasycającego do cylindrów wciska się do ^{nich} powietrze pod ciśnieniem do 5 atm. i trzyma się podkłady pod tem ciśnieniem w ciągu od kilkunastu minut do pół godziny; powietrze wypełnia komórki, następnie wpuszcza się do cylindrów płyn pod ciśnieniem 5 - 8 atm. i trzyma się w nim podkłady, jak wyżej, w ciągu 1 - 3 godz.; po tym czasie wypuszcza się krezot i obniża się ciśnienie poniżej atmosfery; powietrze wychodzi z komórek i usuwa z podkładów zbyt dużą ilość smoły krezotowej: Normalne nasycanie krezotem wymaga na 1 podkład dla dębu od 8 do 10 kg., dla sosny i buczyny od 15 do 30 kg.;

sposobem zaś Rúpinga można nasycić dąb przy dwa razy
mniejszej ^{ilości} 4-5 kg., a sosnę od 2 do 4 razy mniejszą
ilością 6 - 7 kg.; dla buczyny rezultat jest mniej
oszczędny, ponieważ bukowe podkłady nasycą się dwa razy
i oszczędność wynosi tylko od 25 - 50%. Na francuskich
kolejach zużywano kreczotu przy zwykłym sposobie od
5 do 7 kg. na jeden dębowy podkład, a przy buku 20-30 kg.:
przy oszczędnościowym sposobie podług danych zakładu
w Port d'Atelier zredukowano tę ilość do 10 - 12 kg.
dla buku, wciskając nie powietrze, jak w sposobie Ru-
pinga, lecz chlorek cynku lub wprost wodę, jako płyn
pomocniczy.

Podkłady żelazne.

Od roku 1850 rozpoczęto próby z podkładami żelaznymi
Vautherin'a rys.202; następnie przekonano się, że dolne
poziome pasy podkładu zbyt mocno opierają się na ba-
lascie i podkład źle w nim leży; wewnątrz podkładu nie



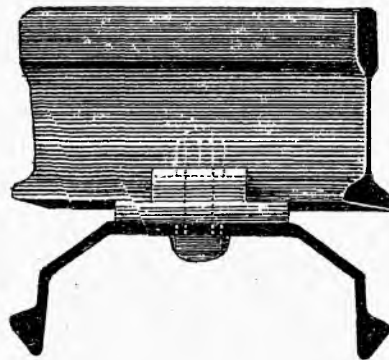
Rys. 202.

wypełnia się balastem i
trudno go podbijać; za-
stosowano więc typ, wska-
zany na rys.203; przy
dalszych próbach przeko-
nano się, że najlepsze
rezultaty daje podkład
o przekroju odwróconego

koryta, ze zgrubieniem dolnych krawędzi, co zwiększa
wytrzymałość podkładów w miejscu podbijania; znaczniejsze



Rys. 203.

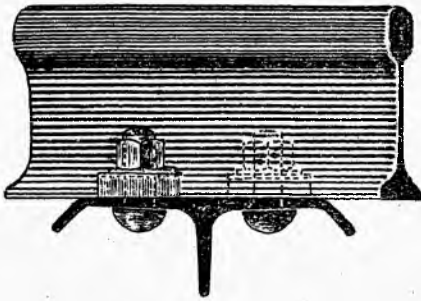


Rys. 204.

zgrubienie miążdżyko balast (rys. 204)

Odmienny typ podkładów daje rys. 205 i 206; powinien on umożliwiać łatwe podbijanie, i, jak wykazały doświadczenia Schuberta na kolejach niemieckich, o których wspomina prof. Wasjutynski, dały podkłady te na ogół szczególnie korzystne rezultaty; skonstatowano

jedynie, że pionowa ścianka na osi podkładu słabiej opiera się przesuwaniu wzdłuż osi toru, niż boczne



Rys. 205.



Rys. 206.

ścianki zwykłych typów. Podkłady szerzej użyte dotychczas nie były. Długość podkładów metalowych nie różni się naogół od długości drewnianych i w najnowszych typach wynoszą około 2,50 m. Dla pochylenia szyn stosowano dawniej wyginane podkłady, czy to z zakamaniem pośrodku rys. 207, czy z dwoma zakamaniem i środkową częścią poziomą rys. 208, czy też podkłady wyginane podług

rys. 209. Praktyka wykazała jednakże, że wygięcie końców podkładów do góry utrudnia jednostajne podbijanie i zmniejsza stateczność; w dalszym ciągu wyginano podkład w czterech miejscach (rys. 210) lub wytłaczano w górnej jego płaszczyźnie pochyłe miejsca dla posadowienia szyn rys. 211; w nowszych przedwojennych typach niemieckich podkład jest poziomy, pochylenie

nas szyny strzyna się dzięki nżyciu klinowych podkła-



Rys. 207.



Rys. 208.

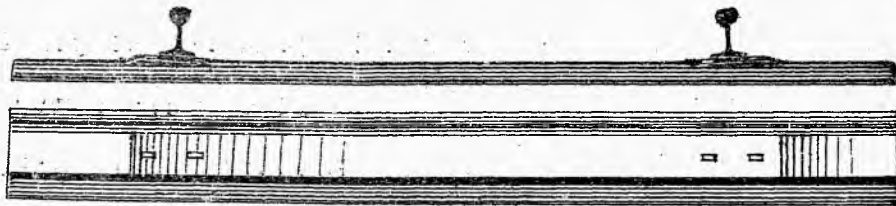


Rys. 209.

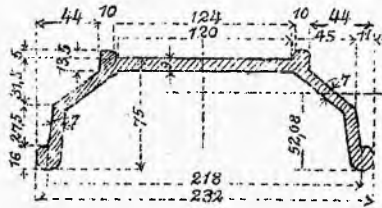
dek rys. 212.



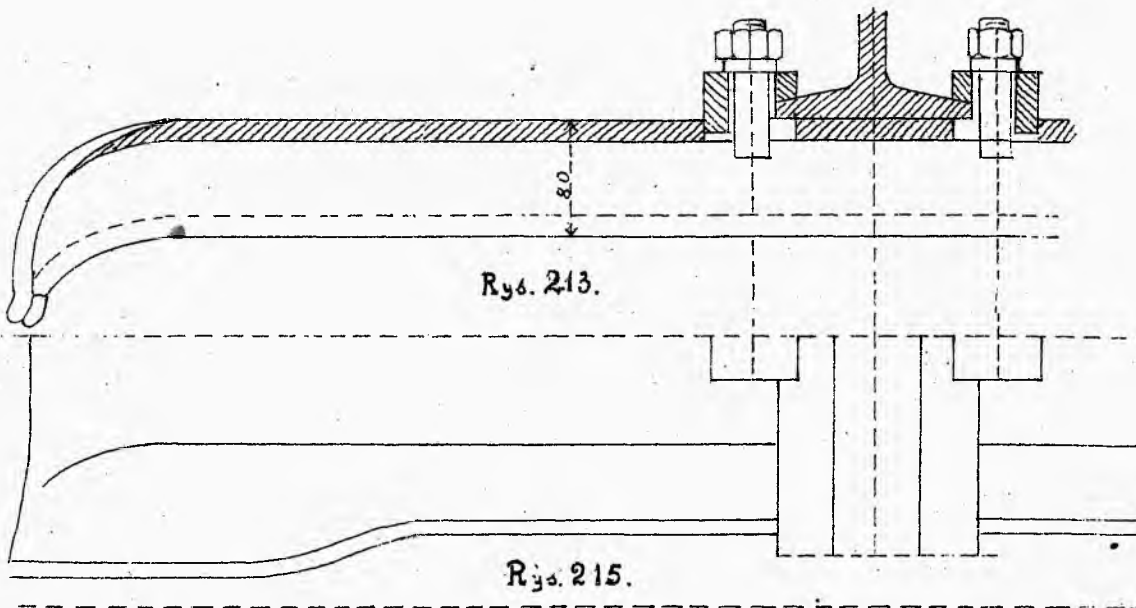
Rys. 210.



Rys. 211.



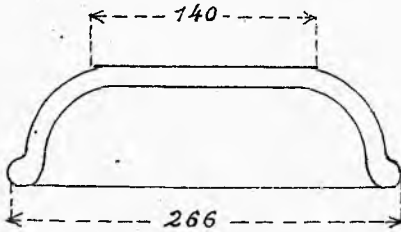
Rys. 212.



Rysunki 213-215 dają najnowszy powojenny typ żelaznego podkładu (dla wspólnej dla całej francuskiej sieci budowy wierzchniej "Standard").

W ostatnich niemieckich typach podkładów rys. 216 usunięto górne podłużne występy; zatrzymywały one wedę

i sprzyjały rdzewieniu podkładu; długość podkładu 250 cm., wysokość 100 mm., szerokość 200 mm.



Rys. 214.



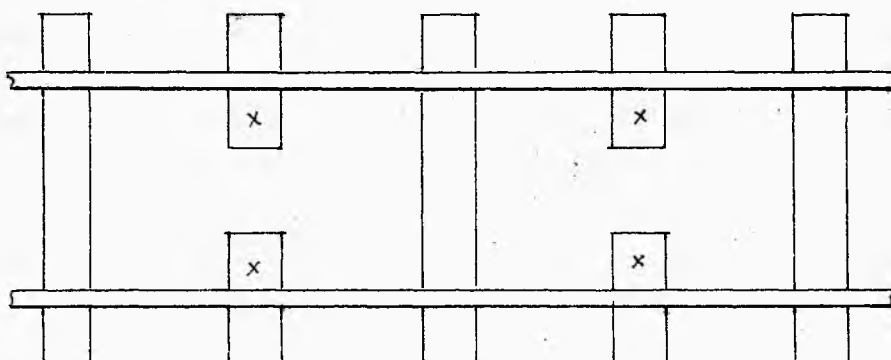
Rys. 216.

W podkładach żelbetowych przymocowuje się szyny do klocków drewnianych, wtopionych w betonie, lub za-betonowanej płyty żelaznej, jak do podkładów metalowych. Próby na szerszą skalę z podkładami żelbetowymi prowadzi się we Włoszech i w Stanach Zjednoczonych od dłuższego czasu, ale jak dotychczas bez widocznych rezultatów. Wyjątek stanowi budowa betonowa w tunelach podwodnych w Stanach Zjednoczonych, a więc np. w Nowym Yorku na drodze żelaznej Pensylwanskiej i w Detroit pomiędzy Kanadą i Stanami, ale jest to raczej ciągłe betonowe podtorze z zakazanymi w beton klockami drewnianymi.

Podkłady układa się w Niemczech, podług ostatnich powojennych norm, w odległości 65 cm. między środkami podkładów dla ciężkiej budowy wierzchniej i w odległości 80 cm. dla lżejszej, ażeby otrzymać 35-40 cm.

przerwy między podkładami dla podbijania.

We Francji układa się normalnie 1400-1500 podkładów na kilometr linii i najwyżej 1670; w sztywnych miejscach toru, np. w mokrych przekopach, dodają francuscy inżynierowie dodatkowe podkłady, już zużyte mechanicznie, wsuwając je między podkłady zdrowe, bez przymocowania szyn do tych dodatkowych podkładów; pozatem używają oni również w celach oszczędnościowych krótszych wązków podkładów tak zwanych "blochets" rys.217 (prof. Motier).



Rys.217.

W Stanach Zjednoczonych układają od 1600 do 2100 podkładów na 1 kilometr linii ze względu na znacznie wyższe naciski na osi, niż stosowane w Europie. Na liniach drugorzędnych układają Niemcy 1400-1500 podkładów, a wąskotorowych 1200-1300 na 1 km.

Podkłady przyłączowe/zesuwa się zwykle bliżej, lub

układa się w tych miejscach szersze podkłady, o czem będzie mowa poniżej.

Podkłady żelazne służą około 25 lat; nie mogą one być uważane za lepsze i trwalsze od drewnianych i mają mniejszą elastyczność; najczęściej używane są podkłady żelazne w Niemczech, gdzie ma się na celu, poza oszczędnością drzewa, podtrzymanie przemysłu metalurgicznego. Francuzi uważają, że podkład drewniany niszczeje z czasem, żelazny zaś w zależności od ilości ruchu; jeżeli więc są do dyspozycji i jedno i drugie to podług prof. Desobes, możnaby zasadniczo układać podkłady drewniane na linjach z dużym ruchem a żelazne raczej na linjach drugorzędnych.

S z y n y.

Szyny wyrabia się obecnie ze stali zlewnej, otrzymanej z gruszek Bessemera lub Tomasa albo z pieców płomiennych Siemens-Martin'a, procesy Bessemera i Tomasa różnią się składem chemicznym zaprawy ogniotrwałej, którą się wykłada gruszki. Proces Bessemera, zwany kwasnym, nadaje się dla surowca możliwie wolnego od fosforu; proces zaś Tomasa, czyli zasadowy, stosuje się przy surowcu ze znaczniejszą jego domieszką. Proces Martin'a może być zasadowym lub kwasnym; wyrób stali sposobem Martin'a

trwa kilka godzin, daje więc możność obserwowania procesu w trakcie jego trwania i daje wskutek tego naogół ^Pleśsze rezultaty, niż przy sposobach Bessemera i Tomasa, gdzie surowiec przedmuchuje się w gruszkach tylko w ciągu 15-25 minut.

Z gruszek lub pieca wylewa się gotową stal do form; po ostygnięciu stali w formach do temperatury nieco niższej od temperatury, przy której stal topnieje, wyjmuje się z form bałwany. Górna część bałwana a w mniejszym stopniu i dolna daje materiał niezdatny dla wyrobu szyn, ponieważ zbliżające się tam powietrze tworzy bomble; po przewalcowaniu mialyby szyny w końcu, otrzymanym z górnej części bałwanów rysy, występujące na powierzchni lub ukryte, które mogłyby powodować pęknięcie szyn w tych miejscach przy przejściu taboru; należy przeto po przewalcowa^{niu} z każdego bałwana taśmy szyn, odciąć ^{od 70 cm. do} konce jej na długości /metra, odpowiadające końcom bałwana. Z jednego bałwana można wywalcować 40 - 50 m. szyny. Przy walcowaniu przepuszcza się materiał przez cały szereg walców ze zmniejszającymi się stopniowo przekrojami, ^{dochodząc} w końcu do wymaganego profilu szyny; stopniowanie powinno być łagodne wielokrotne, ażeby zbytnio nie nadwężać materiału; szyny przepuszczane przez walce przy zbyt raptownem stopnio-

waniu profilów, nie są trwałe i dają duży procent pęknięć podczas służby w torze kolejowym.

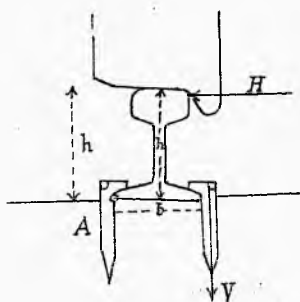
U nas dochodzą szyny do długości 15 m.; przeważnie zaś mają długość 10 - 12 m. We Francji walcuje się ostatnimi czasy szyny 18 metrowe, a dla tuneli, gdzie wahania temperatury nie są znaczne, używają niektóre koleje jak np. Paris Lyon Mediterranée długości 24 m.

W Stanach Zjednoczonych wynosi normalna długość szyn 33 stopy czyli 10 metrów.

Szyny prostuje się po walcowaniu w stanie gorącym.

Wytrzymałość stali szynowej w Niemczech musiała wynosić dawniej nie mniej niż 50 kg./mm^2 , ostatnio zwiększono te wymagania do 60 kg./mm^2 , ale naogół przeważała tam tendencja do walcowania szyn ze stali miększej; chciało w ten sposób zmniejszyć niebezpieczeństwo pęknięcia szyn, używając materiału bardziej ciągliwego i giętkiego; przekonano się jednakowoż, że powoduje to i z drugiej strony zbyt szybkie ścieranie i zużycie szyn przy przejściu pociągów; obecnie skłaniają się niemieccy technicy do stali twardszej, która dawno już jest w użyciu w Anglii i Francji. We Francji używa się stali o wytrzymałości ponad 65 kg./mm^2 i dochodzącej do 80 kg./mm^2 ; rezultaty są zupełnie dobre, pod warunkiem oczywiście, ażeby stal była zupełnie wolna od fosforu lub posiadała zaledwie

ślady tego składnika. Nasze przepisy wymagają również wytrzymałości co najmniej 65 kg/mm^2 . W europejskich typach szyn Vignoles'a stosunek materiału w stopce szyny i jej główce stanowi około 1:1,3; w Stanach Zjednoczonych zaś 1:1,1; ilość materiału w stopce szyny wynosi tam około 37% a w główce $\sim 42\%$ ogólnej ilości materiału w szynie. Stosunek szerokości stopki szyny b do wysokości szyny h wynosi w Stanach jednośc, czyli nadaje się stopce szerokość równą wysokości szyny; w Europie stosuje się naogół stopkę węższą i szyny wyższe, dla których:

$$\frac{b}{h} < 0,9, \text{ a w Prusach } \frac{b}{h} = \sim 0,8.$$


Rys. 218.

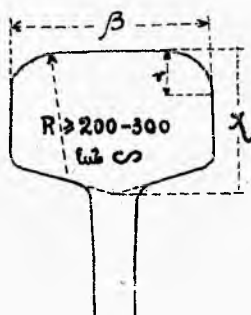
Obrzeża kół taboru wywierają nacisk boczny H na główkę szyny i starają się przechylić ją nazewnątrz, obracając koło punktu A (rys. 218); temu przeciwdziałają tarcie haków wewnętrznych w

podkładzie; tarcie V powinno być takie przynajmniej, ażeby:

$$V > \frac{h}{b} \cdot H$$

Warunek ten niezawsze jest zachowany w naszej budowie wierzchniej przy zastosowaniu haków dla przymocowania szyn do podkładów; dowodem tego może posłużyć konieczność "perfojycznego" dobijania haków, które niekiedy wychodzą nieco z podkładów przy przejściu podciągów. Z jednej więc strony widocznem jest, że szersza stopka, stosowana w Stanach Zjednoczonych ułatwia pracę haków; z drugiej strony można ustalić w przybliżeniu, że moment bezwładności szyn Vignoles'a $J = 0,13 \Omega h^2$ i szyn Stephenson'a o dwóch główkach $I = 0,105 \Omega h^2$, moment zaś oporu dla pierwszych $W = 0,25$ do $0,27 \Omega h$ i dla drugich $W = 0,21$ do $0,22 \Omega h$; z powyższego wynika, że należy zwiększać wysokość szyny, ażeby otrzymać tor mocniejszy; siły pionowe wymagają zwiększenia wysokości, siły poziome poszerzenia stopki szyny; jedno dążenie przeczy drugiemu; naogół można stwierdzić, że w Europie stosowano szynę Vignoles'a wyższą niż w Stanach przy tej samej szerokości stopki, zwracając uwagę na dobre przymocowanie szyny do podkładów; używano do tego poza Resję przeważnie wkrętów, i jednocześnie komplikowane przed wojną coraz bardziej podkładki, sposoby przymocowania do podkładów

i złącza wogóle, szczególnie w Niemczech; sprawa ta będzie szczegółowej omówiona poniżej; obecnie po wojnie daje się zauważyć tendencja w Europie w kierunku możliwych uproszczeń w złączach, oparciu i przytwierdzeniu szyn; tendencja ta da oczywiście dużą ekonomję w wydatkach i istniała już w dość silnym stopniu przed wojną we Francji; wskazane uproszczenie złącz, polegające w interesującej nas sprawie na oszczędnościach w podkładkach, lub zupełnem zaniechaniu układania ich, zmusi prawdopodobnie do poszerzenia stopki szyny na wzór amerykański; tendencja ta zaznacza się już w najnowszych powojennych typach szyn francuskich i niemieckich.



Rys. 219.

Szerokość główki β
(rys. 219) szyny waha się dla typów normalnotorowych w granicach od 50 do 72 mm.; w Prusii przewidywały przepisy "Technische Vereinbahrungen" minimalną szerokość 57 mm. Przy

szerszych główkach zmniejsza się ściernie szyn i obręczy kół, pozatem otrzymuje się szersza dolna

płaszczyzna główki, co zabezpiecza lepsze oparcie łożków w stykach szyn. Obecnie stosuje się prawie wyłącznie szyny o pionowych bocznych płaszczyznach główek; jeżeli, jak np. w najnowszych typach niemieckich, główka szyny poszerza się ku dołowi, to poszerzenie to jest nieznaczne i ma na celu, jak wskazano wyżej, danie lepszego oparcia łożkom. W niektórych starszych typach szyn poszerzano główkę szyny ku dołowi lub ku górze w stopniu dosyć znacznym.

Stosunek szerokości główki szyny do wysokości wynosi zazwyczaj:

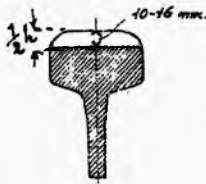
$$\frac{\beta}{\lambda} = 1,7 - 2,0$$

Obecnie przeważa pogląd, że nie ma celu stosować wyższe główki; w wysokości tej miał się kryć zapas na ścieranie stali przy przejściu pociągów; poniższe dane wskazują, że starcie to w normalnych warunkach postępuje bardzo wolno, i że zwykle nie ono ogranicza czas służby szyny, a inne powody, jak konieczność wprowadzenia cięższego typu ze względu na zwiększenie wagi taboru, lub szybkość jazdy, zniszczenie szyn w końcach główek i w miejscach przylegania łożków, pęknięcie szyn i t.p.

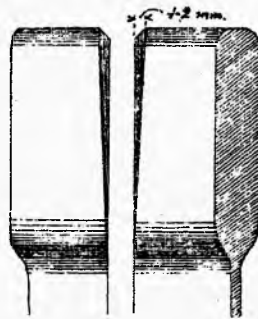
Prof. Wasiutynski podaje, że starcie szyn o 1 mm.

ich wysokości następuje po przejściu po danym torze 10 milionów ton brutto, tj. licząc z wagą taborn; dane te są miarodajne dla linii ze spadkami $i < 0,015$ i z łukami o promieniach $R > 600$ m. Zgodne z powyższymi są dane amerykańskiej sieci dróg żelaznych, dla których wypada 1 funt ścierania na 1 jard bieżący szyny po przejściu 10 milionów ton; 1 funt = $\approx 1/75$ wagi 1 yarda, czyli 3 stóp; w główce amerykańskiej szyny jest 42% ogólnej wagi czyli $\approx 75 \times 0,42 = 31$ funtów; wysokość główki szyny amerykańskiej $h = 1 \frac{1}{3}$ " czyli 33 mm., będzie więc 1 funt wagi odpowiadał ≈ 1 mm. wysokości główki. Francuski inżynier Couard wskazuje, że wysokość szyny zmniejsza się o 1 mm. po przejściu od 150.000 do 200.000 pociągów w normalnych warunkach jazdy i profilu linii; ścieranie szyny będzie oczywiście szybsze tam, gdzie ma miejsce częste hamowanie pociągów, a więc przed stacjami i w obrębie ich, oraz na znacznych spadkach, czyli wogóle na liniach górskich. Dopuszczalne zmniejszenie wysokości szyny od starcia może dochodzić do 10-16 mm.; francuskie koleje przyjmują: Paris-Orléans 12 mm. i nawet dla niektórych typów 25 mm., Północna (Nord) 12 mm. dla szyn o wadze od 30 do 37 kg. na metr bieżący ¹ 16 mm. dla szyn cięższych 43-45 kg/m. Amerykańskie koleje ^{wysokości} dopuszczają starcie główek do połowy ich, co nastę-

puje po przejściu od 300.000 do 500.000 pociągów; mniejsza ilość pociągów w porównaniu z danymi Couard'a tłumaczy się tu znacznie większą wagą pociągów amerykańskich w porównaniu z francuskimi. Przyjmując normy prof. Wasjutynskiego i zakładając ruch do 10.000 t. dziennie czyli około 3 milj. tonn rocznie, można określić czas służby szyn w torach głównych na 30 lat przy scieraniu do 10 mm. i na 50 lat przy scieraniu do 16 mm. wysokości (rys.220).



Rys. 220



Rys.221.

Górna powierzchnia główki szyny może być płaska, ale ponieważ wtedy obciążenie szyny kołem będzie niesymetryczne wskutek stożkowości obręczy, będzie się koło opierało na brzegu główki szyny; daje się wobec tego zwykle górną powierzchnię szyny nie płaską, a cylindryczną o promieniu $R \gg 200$ mm.(rys.219).

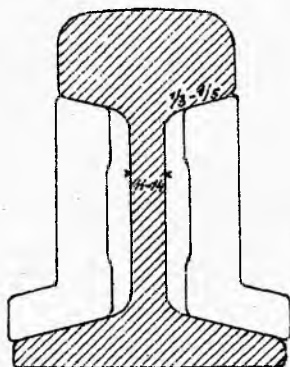
Konce szyn obcina się prostopadle do osi podłużnej i scina się brzegi główek podług rys.221.

Górne krawędzie główki zaokrągla się najczęściej promieniem $r = 14$ mm.(rys.219).

Górna powierzchnia główki szyny może być płaska, ale ponieważ wtedy obciążenie szyny kołem będzie niesymetryczne wskutek stożkowości obręczy, będzie się koło opierało na brzegu

Dolnym powierzchniom główki (rys.222) dawano ^{znaczne,} dawniej pochylenie

nie 1:1 1/2 lub 1:2 dla ułatwienia walcowania; obecnie stosuje się pochylene mniejsze 1/3-1/4 i nawet 1/5; ułatwia to pracę rubków, zaciskanych



Rys.222.

pomiędzy główką i stopką; zbyt małe pochylene nie dałoby dostatecznego zapasu na dociąganie rubków po pewnem starciu ich płaszczyzn przelegania do główki i stopki szyny.

Grubość szyki szyny waha się pomiędzy 11 i 14 mm.; pozatem istnieją przekroje z grubością do 18 mm. prze-ważnie dla długich tuneli, gdzie możliwe jest prędsze zniszczenie od rdzy.

Górna powierzchnia stopki w części bliższej do szyj-ki ma pochylene jednakowe z dolną płaszczyzną głów-ki. Wysokość szyn waha się zwykle od 110 do 148 mm; w Belgji i Ameryce dochodzi do 160 mm. Niemieckie przedwojenne przepisy związkowe ustalały najmniej szą wysokość dla linii normalnotorowych na 125 mm, a pruskie dla pierwszorzędných H = 134 - 144, i dla

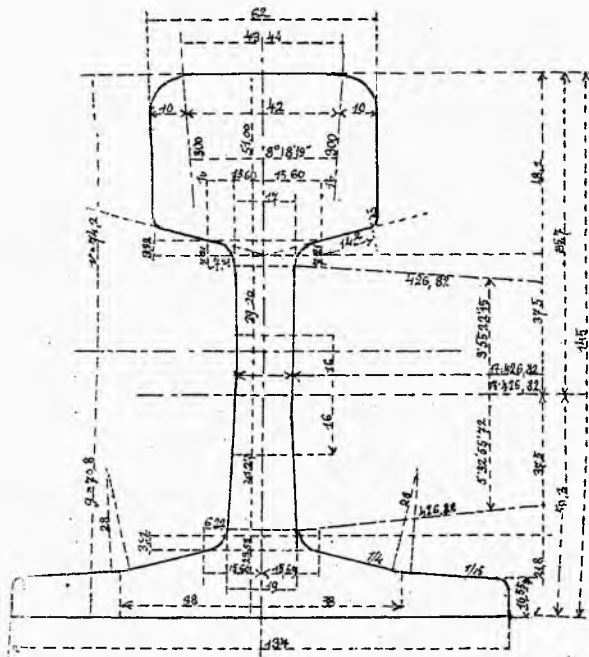
trzeciorzędnych $H = 115 - 129$.

Waga szyn waha się dla dawniejszych niemieckich typów od 33 - 47 kg./m; belgijskie dochodzą do 57 kg/m; amerykańskie osłagają już 135 funtów w yardzie czyli 67 kg/m.

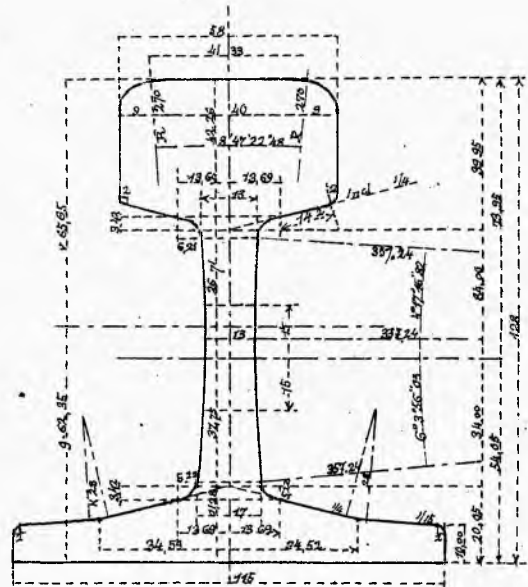
Francuskie koleje ustaliły obecnie, po wojnie.

3 typy szyn "Standard" wspólne dla wszystkich towarzystw kolejowych. Typy te o wadze 46 i 36 kg/m

(rys.223 i 224) dla linii normalnotorowych i 36 kg/m



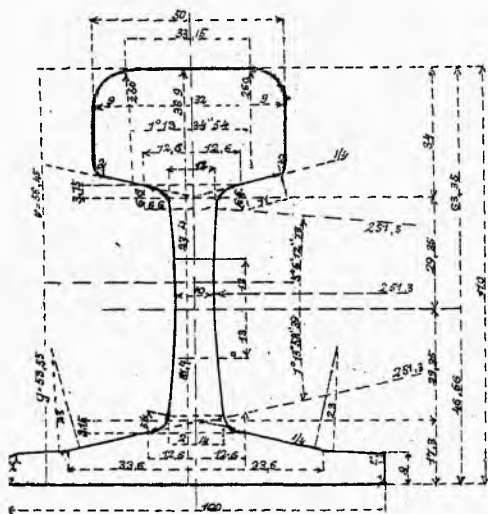
Rys.223.



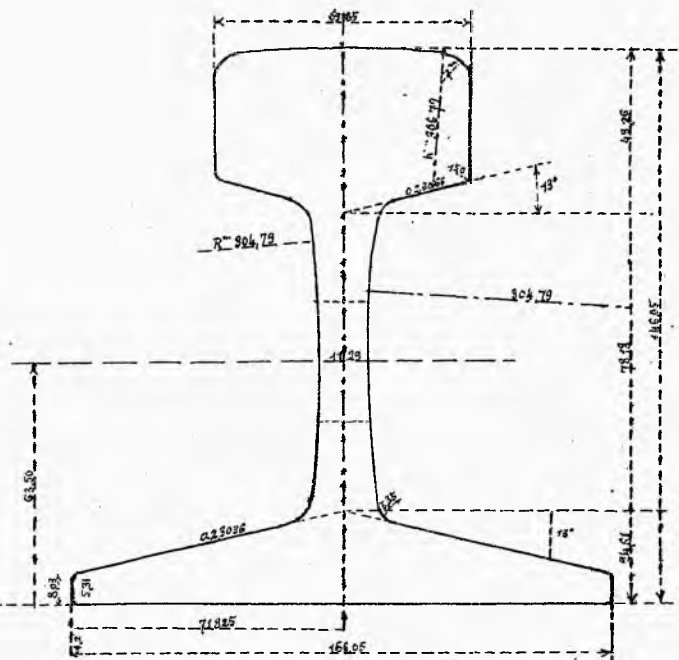
Rys.224.

dla wąskotorowych (rys.225) mają dosyć znaczną szerokość stopki w stosunku do wysokości szyny i zbliżają się pod tym względem do typów amerykańskich

(rys.226). Pochylenie płaszczyzn oporu dla kulików wynosi $1/4$.



Rys.225.

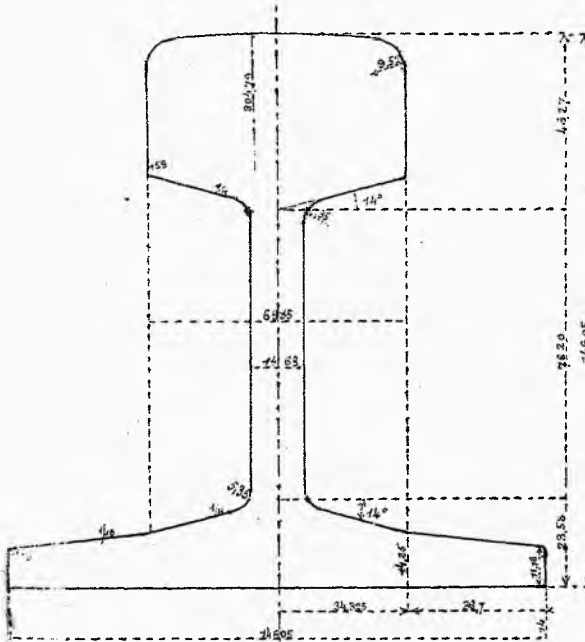


Rys.226.

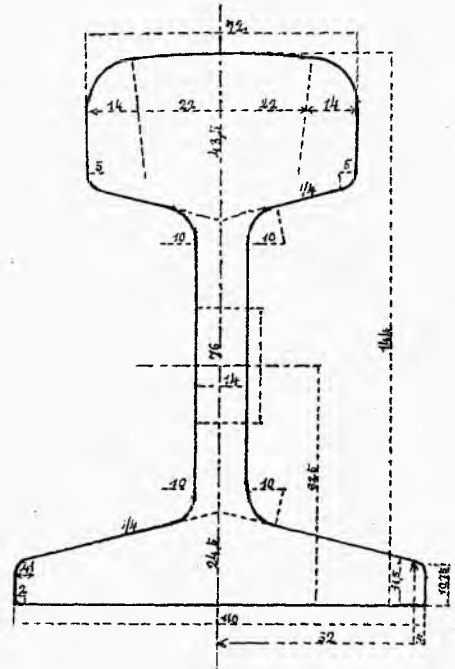
Kolonjalne typy angielskie opierają się głównie na wzorach amerykańskich, jak widać z rys.227.

Szyjka szyny ma albo jednostajną grubość na całej wysokości, albo też zwiększającą się ku głowce i ku stopce dla ułatwienia walcowania, jak to widzimy na rys.223,224 i 225. Francuskie szyny typu Standard będą ustawiane pionowo, a więc bez pochylenia pod kątem $1/20$ i przymocowują się do podkładów przy pomocy wkrę-

tów z zastosowaniem podkładek drewnianych, o czym będzie mowa niżej.



Rys. 227.



Rys. 228.

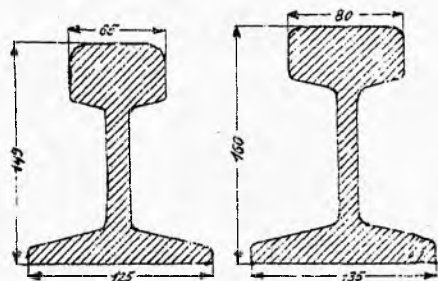
Na rys. 228 pokazany już przedwojenny typ szyny niemieckiej o wadze 45 kg. w metrze bieżącym. Na rysunkach 229 i 230 pokazane są ostatnie powojenne typy niemieckie o wadze 45 kg. i 48,9 kg. w metrze. Podkreślić należy w nich poszerzenie stopki szyny w stosunku do dawniejszych typów, przy jednakowych wysokościach; pochylenie płaszczyzn oporu kutek wynosi $1/3$, a więc są one niezwykle strome w porównaniu z pochyleniami w innych typach współczesnych; pozatem

zwraca na siebie uwagę poszerzenie główki ku dołowi

a szczególnie nadanie

obydwu typom jednako-
wego przekroju od pod-
stawy aż do spodu

główki szyny; dążono tu
do zupełnego ujednostaj-
nienia złącz, szczególnie



Rys. 229.

Rys. 230.

z**u**ł**o**ć; ma to ułatwiać

w przyszłości przełożenie szyn z torów głównych na
tory stacyjne; jeżeli ten wzgląd może mieć jeszcze
pewne uzasadnienie pod względem formy a szczegó-
lnie szerokości stopki szyny przy zastosowaniu pod-
kładów żelaznych, to przy drewnianych nie odgrywa
prawie żadnej roli w kierunku ułatwienia przymoco-
wania do szyny; zasada taka, przyjęta przy ustaleniu
współczesnych typów niemieckich, idzie bardzo daleko
i należy wątpić, czy wskazane jest dążyć do ustale-
nia jednego typu złącz szynowych; nadmierna ilość
takich typów jest oczywiście niepożądaną ze względów
gospodarczych i kosztu, ale ustalenie dwóch czy na-
wet trzech, jak to widzimy w najnowszych typach fran-
cuskich, nie spowodowałoby zbytich trudności w prak-
tyce, dałoby natomiast możliwość opracowania odpowied-

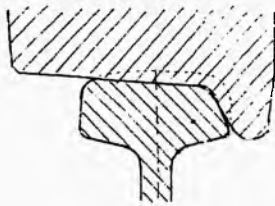
niej ilości racjonalnych przekrojów szyn; różnica pomiędzy typami, wskazanymi na rysunku 229 i 230, polegająca jedynie na odmiennej wysokości główki, nie będzie prawdopodobnie uznana za celową w praktyce.

Polska sieć kolejowa odziedziczyła po zaborcach niezliczoną ilość typów szyn niemieckich, rosyjskich i austriackich, z których najbardziej charakterystyczne wskazane są w załączniku. Konieczność posiadania zapasów złącz dla częściowej bieżącej wymiany ich przy normalnej eksploatacji powoduje znaczne trudności i koszty; także trudności powstają również przy zmianie szyn na dłuższych odcinkach i przełożeniu szyn zdjętych z jednych linii na inne, czy to posiadające mniejsze znaczenie i ruch, czy to na linje nowozbudowane, czy też na tory stacyjne; poważne trudności mogą z tego powodu powstać też podczas wojny, gdy zazwyczaj zachodzi często nagle potrzeba układania w przyspieszonym tempie nowych torów stacyjnych, bocznic, linii łączących, a nawet całych nowych linii o mniejszej lub większej długości; przy obecnej rozbieżności typów mogą w tych okolicznościach łatwo zajść wypadki dostarczenia na miejsce robót złącz, nie odpowiadają-

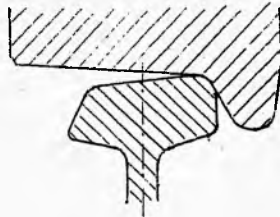
cych nadesłanym typom szyn. Dotychczas nie posiadamy jeszcze naszych własnych typów Standardowych; przy opracowaniu ich należałoby bardzo poważnie zastanowić się nad temi zmianami, jakie zaszły w ustroju budowy wierzchniej typów powojennych; do nich należą: pionowe ustawianie szyn, upraszczające złącze i mogące zupełnie wyeliminować podkładki metalowe, poszerzenie podstawy szyn, z powyższem bardzo ściśle związane, i zastosowanie wkrętów, przynajmniej od strony wewnętrznej szyny; pozatem uproszczenie złącz stykowych przez stosowanie łuków płaskich, o czem mowa będzie niżej.

Nad pochYLENIEM szyn zastanawiali się obecnie powojnie, oprócz francuzów również i niemcy przy ustaleniu swych najnowszych typów szyn; aczkolwiek postanowili oni zachować nadal pochYLENIE, to sprawa ta musiała wywoływać poważniejsze wątpliwości, dowodem czego może służyć przytoczenie umotywowania powziętej decyzji na str.329 prac berlińskiego zjazdu kolejowego 1924 r.; inż.Herwig przytocza we wskazanem miejscu, że obserwacja nad pracą w krzywych odcinkach toru pionowo ustawionych szyn wykazała nadmierny ucisk na zewnętrzną krawędź stopki szyny i silne starcie główki od wewnątrz w łukach (rys.231 i 232), czego nie zauważa się

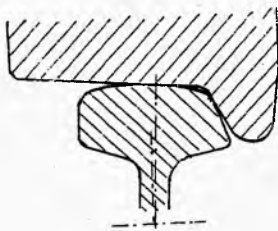
w takim stopniu przy układaniu toru z pochyleniem szyn (rys. 233 i 234) i co jakoby uniemożliwia odwracanie szyn w planie dla dalszej pracy w krzywych



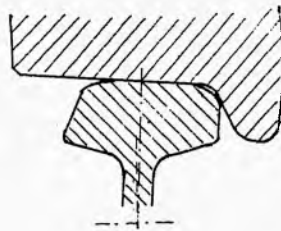
Rys. 231.



Rys. 232.



Rys. 233.



Rys. 234.

odcinkach toru. W tej sprawie można zauważyć, że inżynierowie niemieccy oparli decyzję swą na krótkotrwałych obserwacjach nad pracą

szyn w próbnym odcinkach, gdy francuscy ich koledzy skorzystali z doświadczenia praktycznego z ogromnego terenu doświadczalnego, jakim było 400,000 km sieci kolejowej Stanów Zjednoczonych, a potem Belgii.

Należy podkreślić, że dążenie do uproszczenia budowy jest obecnie tak wyraźne i powszechne, że zatrzymując pochylenie szyn, zdecydowali niemieccy inżynierowie kolejowi usunąć podkładki i zastosować podkłady żelazne z wytłoczonym w samym podkładzie pochyłem

podłożem dla szyn. Niemiecki typ szyny o wadze 45 kg. w metrze bieżącym (rys.229) jest przeznaczony dla linii z ruchem taboru o 20 tonnach nacisku na os, natomiast typ o wadze 48,9 kg. w metrze bieżącym (rys.230) dla linii z projektowanym nowym ciężkim taborem o nacisku 25 tonn na os; tabor taki mają niemieckie koleje zamier wprowadzić na wzór Stanów Zjednoczonych na liniach, posiadających duży ruch przewozów masowych, a więc głównie rudy i węgla; zatrzymując się na tak stosunkowo lekkiej szynie dla linii z naciskiem 25 tonn na os, ^{niemieccy} mają inżynierowie ^{zamiar} osiągnąć dostateczną wytrzymałość toru przez ulepszenie warstwy balastowej, układanie większej niż dotychczas ilości podkładów na kilometr linii i zastosowanie lepszej stali do wyrobu szyn; wykuśzone zasady należy uznać za skutne i zbliżające technikę europejską do długoletniej praktyki kolei amerykańskich. Poglądy te podzielają w znacznej mierze i współcześni inżynierowie francuscy; prof. Descubes uważa za lepszy tor z lżejszych szyn na większej ilości podkładów, gęściej ułożonych; w razie niedostatecznego bowiem podbicia, przy rzadko ułożonych podkładach, szyna będzie nadmiernie naprężona; lżejsze, a więc mniej sztywne, szyny łatwiej zastosują się do ugięć podkładu, niż szyny cięższe i bardziej

sztynne, a pozatem zagłębiają się więcej w balastie podkłady rzadziej ułożone i przeto bardziej obciążone: wyższe szyny są ponadto bardziej wywrotne, a cięszsze szyjki wyższych szyn, przy jednakowej wadze, dają więcej pęknięć w końcach przez diury złączowe.

Wyżej była wskazana waga szyn dla linii pierwszo- i drugorzędnych. Na liniach normalnotorowych trzeciorzędnych stosuje się w Niemczech przeważnie szyny o wadze 25 kg. w metrze bieżącym, a wogóle od 23 do 31 kg. Tor taki z szyn typu 25 kg./m przy 1100 podkładach w kilometrze linii daje możność doprowadzenia nacisku na os do 12 tonn.

Dla linii wąskotorowych można stosować następujące typy szyn:

dla $S = 1000$ mm. $\left\{ \begin{array}{l} \text{waga } 13 - 26 \text{ kg/m.} \\ \text{wysokość } h = 75 - 115 \text{ mm.} \\ \text{długość } l = 6 - 12 \text{ m.} \end{array} \right.$

dla $S = 750$ mm. $\left\{ \begin{array}{l} \text{waga } 10 - 20 \text{ kg/m.} \\ \text{wysokość } h = 70 - 100 \text{ mm.} \\ \text{długość } l = 6 - 9 \text{ m.} \end{array} \right.$

dla $S = 600$ mm. $\left\{ \begin{array}{l} \text{waga } 7 - 14 \text{ kg/m} \\ \text{wysokość } 60 - 90 \text{ mm.} \\ \text{długość } l = 5 - 9 \text{ m.} \end{array} \right.$

W przekroju i długości szyny są dopuszczalne

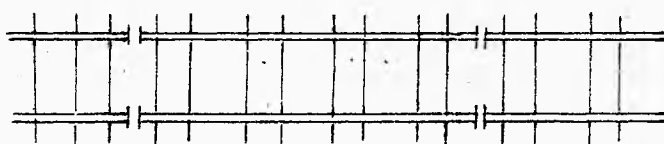
pewne odstępstwa od ustalonych wymiarów, uwzględniające niedokładność w pracy walcowania i przycinania oddzielnych szyn z wywalcowanej taśmy, a mianowicie: dopuszcza się różnice w wysokości szyny, szerokości główki i grubości szyjki do 0,5 mm., w szerokości stopki szyny, jako w wymiarze mniej odpowiedzialnym i nie wpływającym na ruch taboru do 1 mm. i w długości szyny 1 do 0,02%; dla szyny o długości 10 m. może więc różnica w długości wynosić 2 mm., dla szyny 15 m. odpowiednio 3 mm.; wskazane wyżej odstępstwa są dopuszczalne w jedną i drugą stronę, a więc jako zwiększenie wymiarów szyny lub jako zmniejszenie ich.

U nas układa się szyny, jak i w całej Europie, prawie wyłącznie ze stykami równoległymi, położonymi dla obydwu szyn toru zawsze na jednej prostej prostopadłej do osi toru (rys. 235); wymaga to oczywiście bardzo ściśle stałej długości szyn w odcinkach prostych szlaku, w łukach zaś, wskutek niejednakowej długości toku wewnętrznego i zewnętrznego, układania szeregu krótszych szyn w zależności od promieni i długości łuku, ażeby styki utrzymać można było możliwie blisko naprzeciw siebie, przycinanie bowiem wszystkich szyn

dla toku wewnętrznego wymagający szyn o specjalnych długościach dla każdej wielkości stosowanych promieni i byłoby praktycznie niedogodne i wprost niemożliwe.

Drogi żelazne w Stanach Zjednoczonych stosują wręcz przeciwnie i prawie wyłącznie tak zwane "broken joints" czyli styki rozsunięte dla dwóch toków jednego toru o połowę długości szyny (rys. 236). Przy takim sposobie układania nie odgrywa żadnej roli jednostajna długość szyn i odstępstwa od długości mogą być większe, niż przy europejskim sposobie układania toru; na odcinkach prostych napotykają osie taboru styki szynowe zawsze tylko jednym kołem jednocześnie; ponieważ na stykach będzie istniała szczelina pomiędzy końcami dwóch sąsiednich szyn, szczególnie szeroka przy niskiej temperaturze, a więc w zimie, odczuwa się przy jeździe mniej lub więcej silne uderzenia kół przy przejściu przez styki; od tych uderzeń niszczą się konce szyn i osiadają podkłady stykowe potęgując niespokój jazdy i zwiększając opór ruchu, a jednocześnie niszczy się tabor; zjawisko to występuje w daleko mniejszym stopniu przy rozsuniętych stykach, ponieważ uderza tu na styku, szczególnie gdy ten już nieco osiadł, nie część wagi wagonu, która przy dwóch osiach może dojść do połowy wagi wagonu

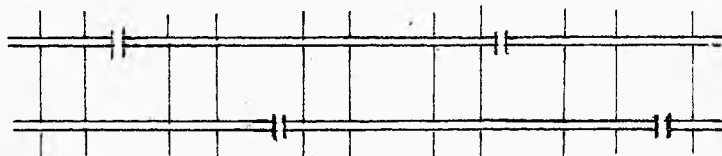
wraz z ładunkiem, a jedynie mało co więcej od wagi jednego koła wraz z połową osi, ponieważ pudło wagonu oparte jest w danej chwili na trzech, pięciu lub odpowiednio, przy czteroosiowych wagonach, na siedmiu kołach, toczących się po nieprzerwanych odcinkach szyn. Daje więc sposób amerykański mniejsze zniszczenie końców szyn i taboru, który nie odczuwa silnych wstrząsów i styki mniej osiadają przy rozsunięciu ich a więc wymaga^{ją} mniej pracy przy podbijaniu. Jeszcze lepsze rezultaty daje ten sposób w łukach, gdzie tor utrzymuje się w jednakowych warunkach daleko lepiej przy sposobie amerykańskim, przy którym w każdym przekroju poprzecznym jedna szyna jest ciągła; tor zaś europejski ma tendencję do zdeformowania się w kierunku wieloboku, ponieważ styki nie mają tej odporności względem przesunięć bocznych w planie, co inne miejsca toru. Ponadto daleko łatwiej wyregulować różnicę długości toków



Rys. 235.

wewnętrznego
i zewnętrznego,
przesunięciem
bowiem styku
względem środka
szyny przeciw-

legkiej może być dosyć znaczne.



Rys.236.

Przy źle utrzymanym torze, wywołuje sposób amerykański pewne przechylenie się taboru w poprzecznym kierunku; inżynierowie

amerykańscy uważają przeto, że na liniach źle za-balastowanych, a pod względem balastu są oni mniej wymagający od nas, i przy normalnych szybkościach, - może być mowa o równoległych stykach i to tylko na prostych odcinkach toru; na kilkaset linii kolejowych w Stanach tylko na osmiu zastosowane są styki nasze, równoległe i to tylko na prostych, cała zaś pozostała sieć, równa co do długości całej sieci Europejskiej ułożona jest z rozsuniętymi stykami.

Na sprawę tę należy zwrócić baczną uwagę wobec wielkich zalet sposobu amerykańskiego; przed wojną udało mi się ułożyć odcinek z bardzo dużym ruchem na linii obwodowej w Warszawie z rozsuniętymi stykami pomiędzy Targówkiem i posterunkiem Wisła. Odcinek ten z trzema odwrotnymi łukami o promieniu $R = 320$ m. pracuje dotychczas, a więc w ciągu 15 lat. Szczególnie może okazać się praktycznym zastosować styki rozsunięte przy spieszonej budowie np. podczas wojny, gdy jest pod ręką niedostatecznie przesortowany i różnorodny co

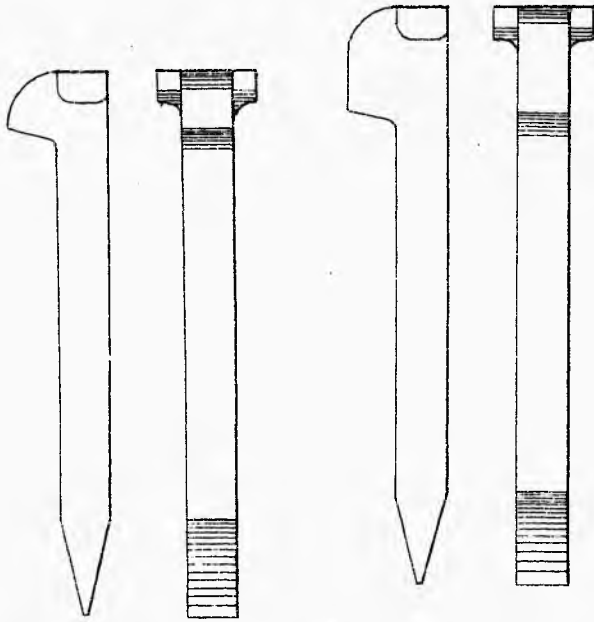
do długości materiału szynowy.

Przytwierdzenie szyn do podkładów.

Szyny ustawia się u nas na podkładach z pochyleniem $1/20$ do wewnątrz, co odpowiada stożkowości obręczy kół. W Stanach Zjednoczonych i Belgji ustawia się szyny pionowo. Obecnie, po wojnie, poszła za ich przykładem Francja, przyjmując pionowe ustawienie szyn we wszystkich rodzajach nowych, przyjętych dla całej sieci francuskiej, typów nawierzchni "Standard"; upraszcza to i potania układanie toru, gdyż daje możliwość stosowania podkładek płaskich zamiast klinowych, a co najważniejsze, nie wymaga zaciśnięcia podkładów, gdy tor układa się bez podkładek żelaznych; musi to w znacznej mierze wpłynąć na trwałość podkładów, które najłatwiej zaczynają się psuć w miejscach zaciśniętych.

Szyny przynocowują się do podkładów przy pomocy haków lub wkrętów.

Haki rys.237 mają u nas długość od 153 do 170 mm. przy grubości od 13 do 16 mm. W niektórych typach szyn używają się poza tym haki, wskazane na rys.238, dla przytwierdzenia szyn do końcowych podkładów przykłączowych. Haki używane są u nas w rosyjskich



Rys. 237.

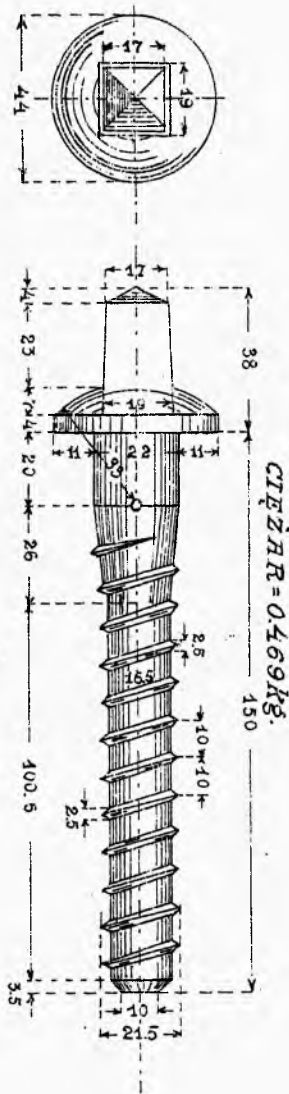
Rys. 238.

nawierzchni. Długość wkrętów waha się od 120 do 190 mm., średnica od 20 do 26 mm. (rys. 239).

Haki przeciwstawiają się lepiej od wkrętów bocznym odchyleniom, z drugiej zaś strony łatwiej wyciągają się z podkładów i wymagają perjodycznego dobijania. Gdy więc mają być użyte w torze, jednocześnie wkręty i haki, daje się pierwsze z wewnętrznej strony szyny, haki zaś z zewnętrznej; obrzeża kół, naciskając na szynę, wypierają ją na zewnątrz; stopka szyny opiera się wtedy o haki zewnętrzne, jednocześnie ma wewnętrzna krawędź stopki dążenie do podniesienia się, wyciągając wkręty, umieszczone z wewnętrznej strony szyny. Takie urządze-

typach nawierzchni. Z większych sieci kolejowych używa ich sieć Stanów Zjednoczonych Ameryki. Koleje europejskie stosują przy lepszej nawierzchni przeważnie wkręty; u nas używane są one w niemieckich typach

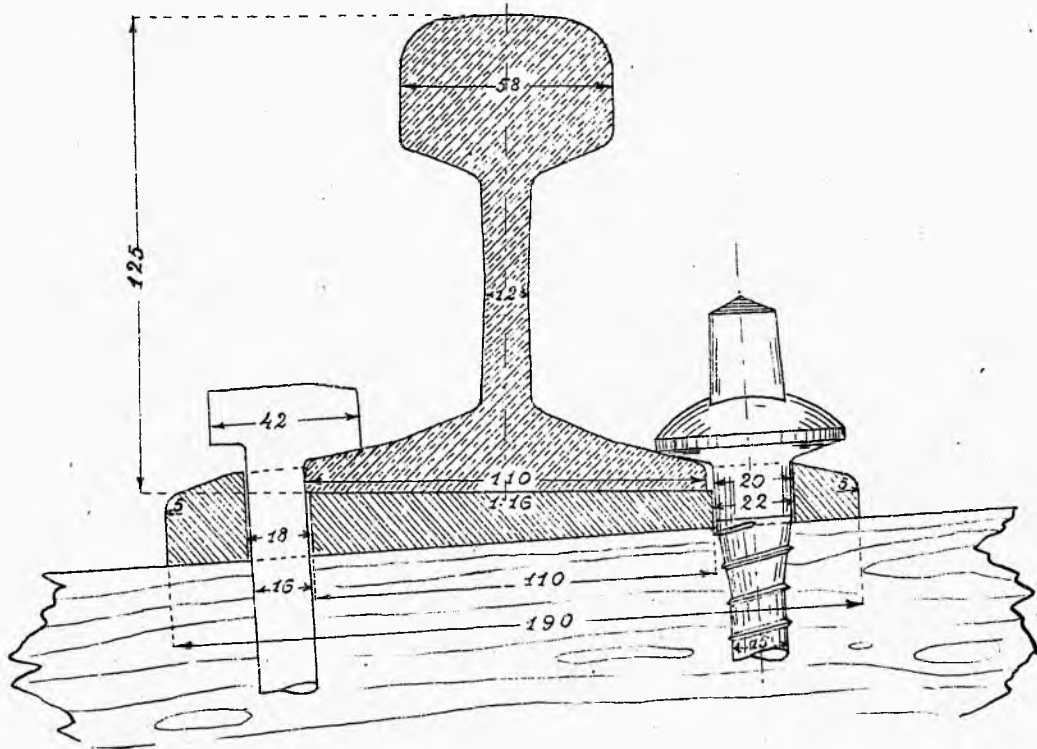
nie widzimy w austriackim typie Z^A (rys.240).



Dla wkrętów należy uprzednio wierceć w podkładach dziury o średnicy równej $2/3$ grubości wkrętów, nie powinny one być nigdy zabijane, a jedynie wkręcane przy pomocy specjalnych kluczy. Głównki wkrętów zaostrza się ku górze w kształcie piramidy ponad częścią przeznaczoną do nasadzenia klucza, lub dodaje się w tym miejscu drobny występ; gdyby więc dobijano wkręty zamiast zakręcania kluczem, główka by się w tym miejscu spłaszczyła; służy to do kontroli robotników torowych. Przy podkładach z twardszych gatunków drzewa zaleca się wiercenie dziur również i dla haków; zapobiega to nadwężaniu pod-

Rys.239. kładów; średnica dziur powinna być o $1/3$ mniejsza od grubości haków.

Szyny przymocowuje się bezpośrednio do podkładów.

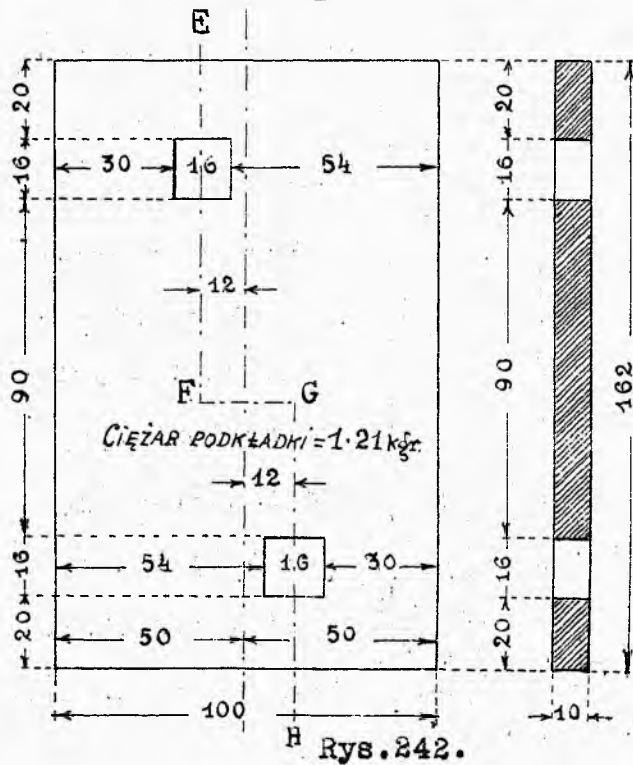
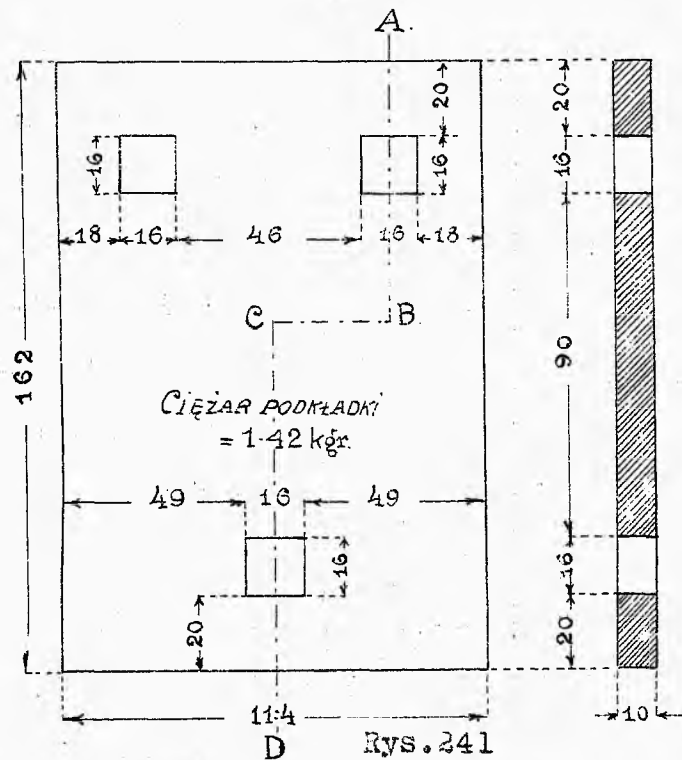


Rys.240.

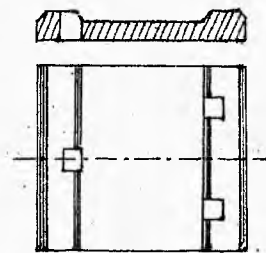
lub też używa się podkładek, u nas wyłącznie żelaznych. Podkładowi rozkładają ciśnienie na większą płaszczyznę podkładu. W starszych typach nawierzchni używa się podkładek płaskich z dwoma otworami dla linii prostej (rys.241) i z trzema dla łuków (rys.242). Podkładowi dziurkuje się naukos, ażeby podkładowi nie pękały, co mogłoby mieć miejsce, gdyby zabijać dwa haki w jednej linii wzdłuż podkładu.

Przy płaskich podkładkach opiera się stopka szyny

o zewnętrzne haki i podpikowuje je; ażeby temu przeciw-

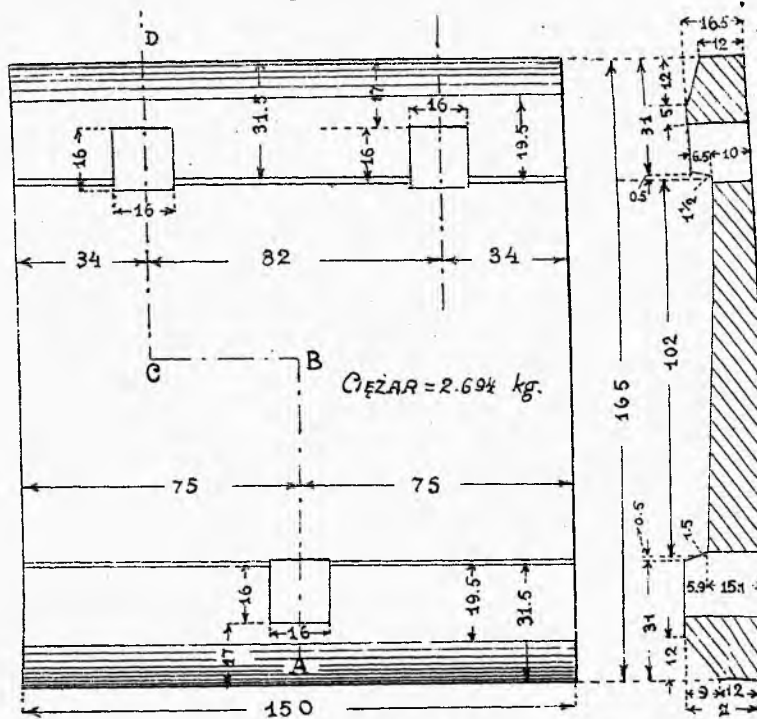


działać, stosuje się podkładki z obrzeżami rys. 243; są one szczególnie korzystne przy stosowaniu wkrętów, które gorzej od haków opierają się odchyleniom bocznym. Przy wskazanych na rys. 241, 242 i 243 podkładkach

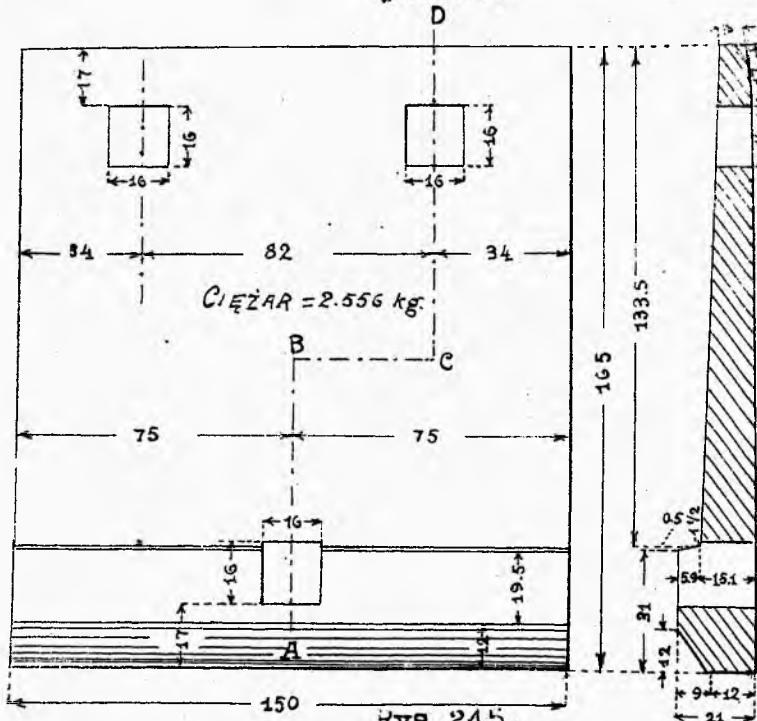


Rys. 243.

zachodzi potrzeba zaciosywania podkładów, ażeby



Rys. 244.



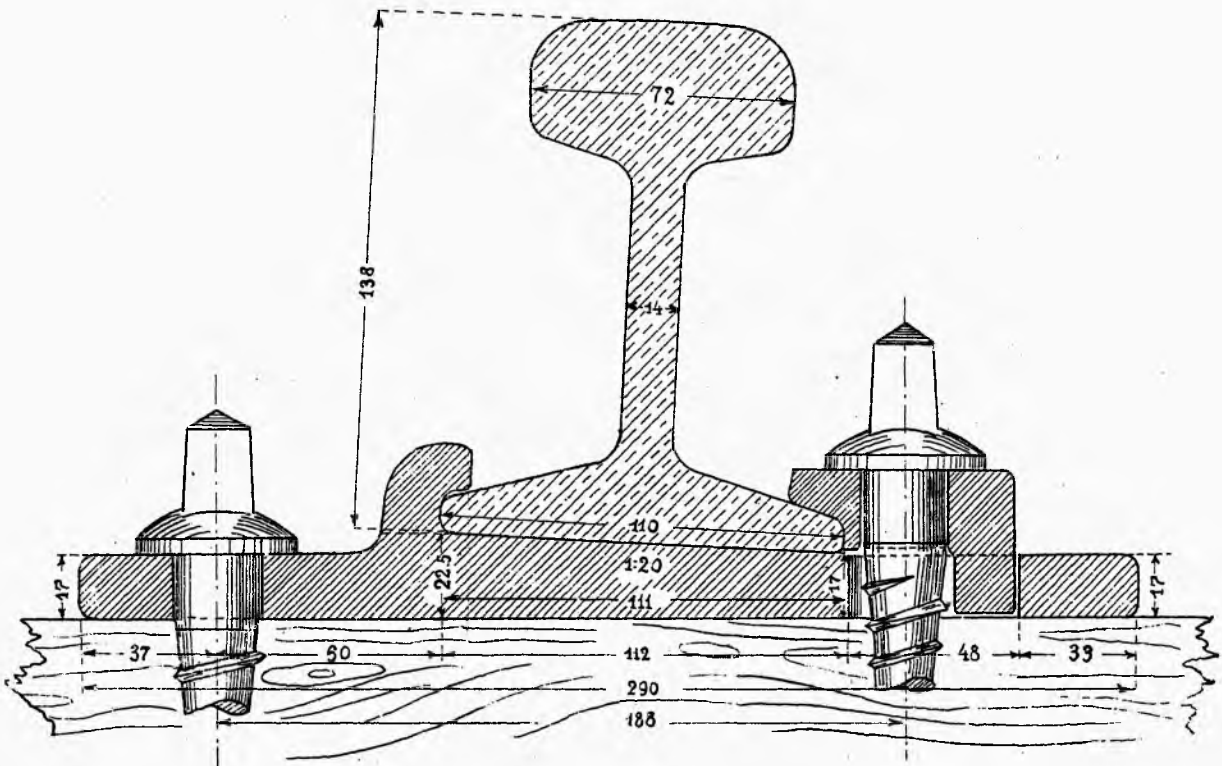
Rys. 245.

naścać szynie
pochylenie 1/20.

Dla uniknięcia
zaciosywania uży-
wa się podkładek
o przekroju kli-
nowym z 1 lub 2
obrzeżami (rys. 244,
i 245). Przy za-
stosowaniu pod-
kładek o 3 dziur-
kach daje się

dwa haki lub wkrę-
ty od strony we-
wnętrznej szyny,
ponieważ pracują-
one na wrywanie,
bocznym zaś prze-
sunieciom szyny
przeciwstawiają
się dzięki pod-
kładce wszystkie
trzy haki lub wkręty.

W nowszych przedwojennych typach nawierzchni niemieckiej zarysowuje się dążenie do uniezależnienia przymocowania podkładki do podkładu od przytwierdzenia samej szyny; na rys.246 uwidocznione jest takie umo-

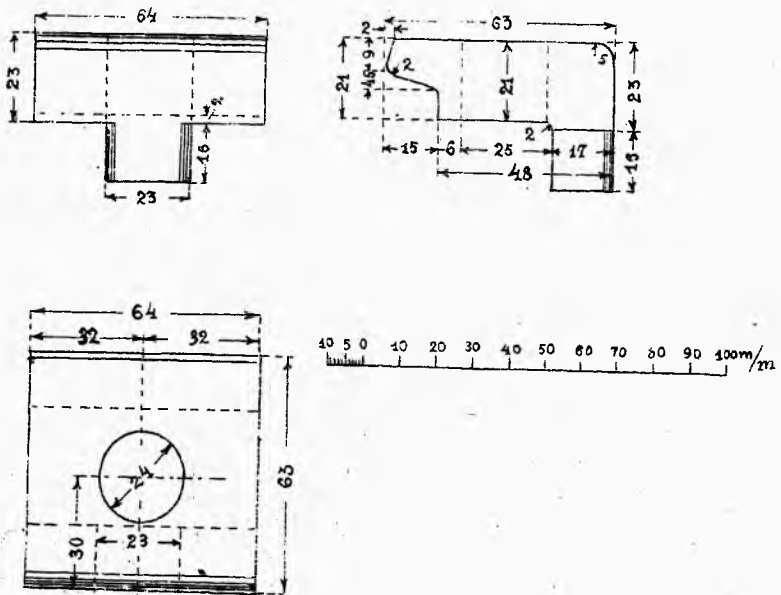


Rys.246.

cowania, w którym podkładka przytwierdza się do podkładu przy pomocy dwa niezależnych wkrętów od strony zewnętrznej szyny, stopkę zaś szyny przy-

ciska z tej strony dziób, stanowiący jedną całość z podkładką; od strony zewnętrznej zakreca się jeden wkręt, przyciskający stopkę szyny przy pomocy żabki, chroniącej go od bezpośredniego nacisku szyny (rys.247).

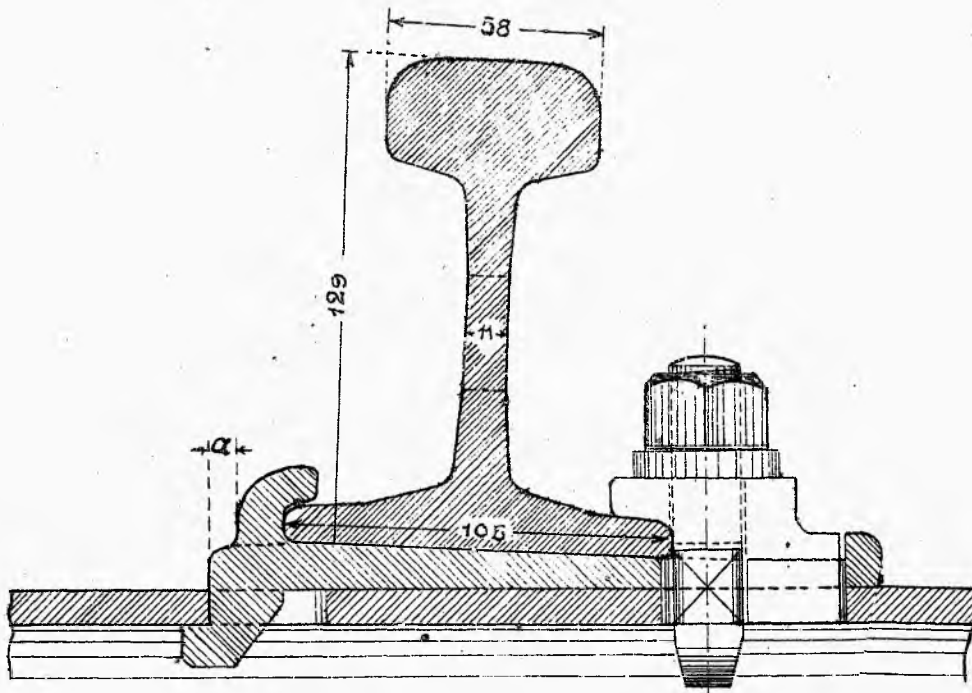
CIĘŻAR = 0,576 kg.



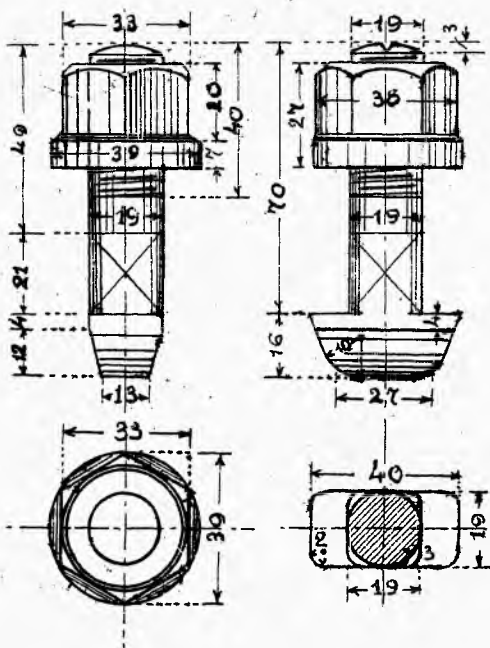
Przy podkładkach żelaznych używa się umocowanie, wskazane na rys.248; podkładka chwytą dolnym dziobem za podkład, a górnym przytrzymuje stopkę

Rys.247.

szyny; ^{śruba} (rys.249) ma podłużną główkę, którą się obraca o 90° po przesunięciu przez podłużną dziurę w podkładce (rys.250); część trzonu ^{śruba} przylegająca do główki, ma przekrój prostokątny, ażeby się śruba nie mogła obracać po założeniu na śrubka. Poszerzenie toru jest umożliwiające przez stosowanie czte-



Rys. 248.



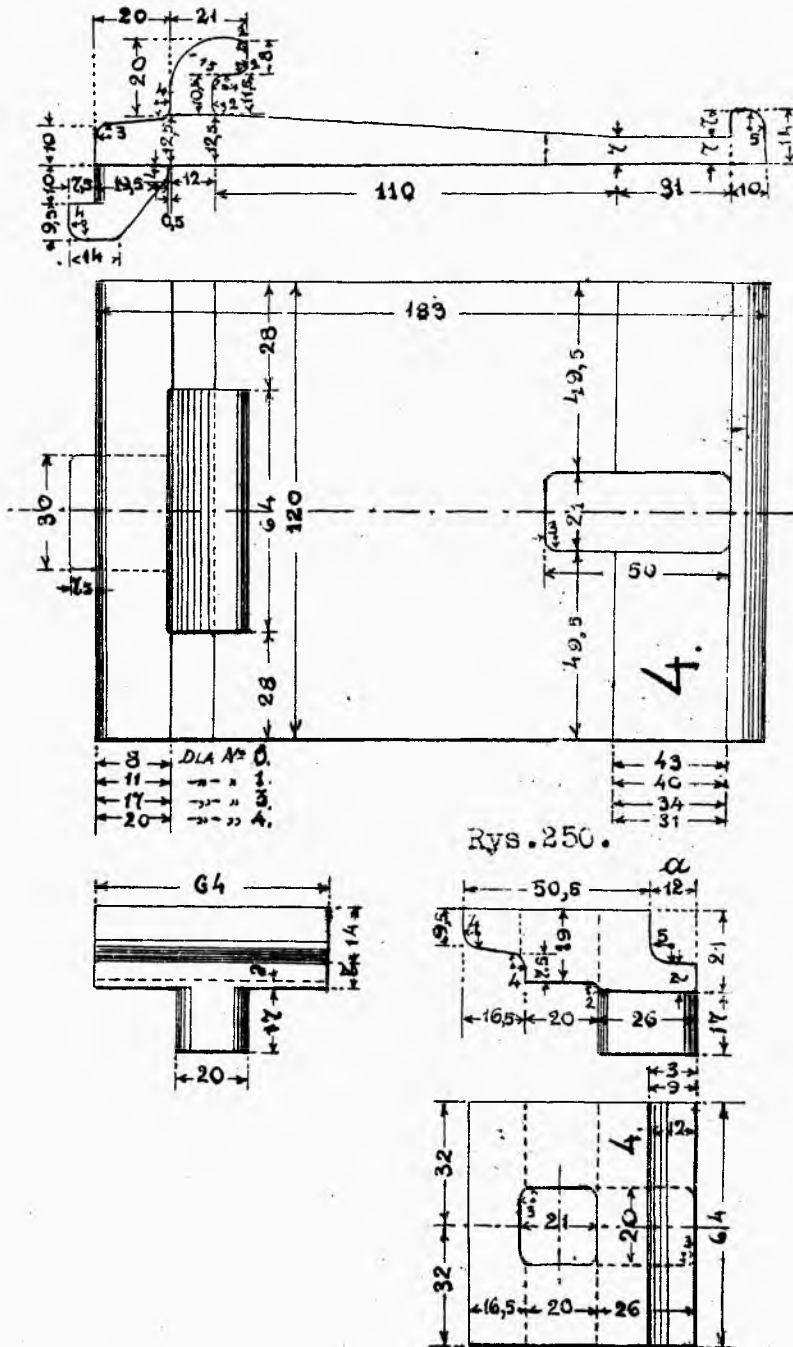
Rys. 249.

rech rodzajów podkładów z odmiennymi odstępami (u rys. 248) pomiędzy brzegiem podkładki i górnym dziobem, przy jednoczesnym użyciu żabek z dziobem poziomym odpowiedniej długości rys. 251.

W Stanach Zjednoczonych są w użyciu (podkładki z podłużnymi dolnymi żebrami lub

zębami. Zebra te wrzynają się w podkład i przeciw-

działają ru-
chom podkładki
po podkładzie.
Przeważa tam
zdanie, że pod-
kładki z gładką
płaszczyzną
dolną powinny
być używane
przy wkrętach,
gdyż przy ha-
kach trudno
uniknąć ruchów
podkładki
względem pod-
kładu. Trud-
ności sprawia
obsadzenie
zebrowanej
podkładki w
podkładzie,
gdyż wymaga
znacznej bar-
dzo siły. Zeb-
rowane pod-



Rys. 251.

kładki dają lepsze rezultaty przy podkładach z miększych gatunków drzewa.

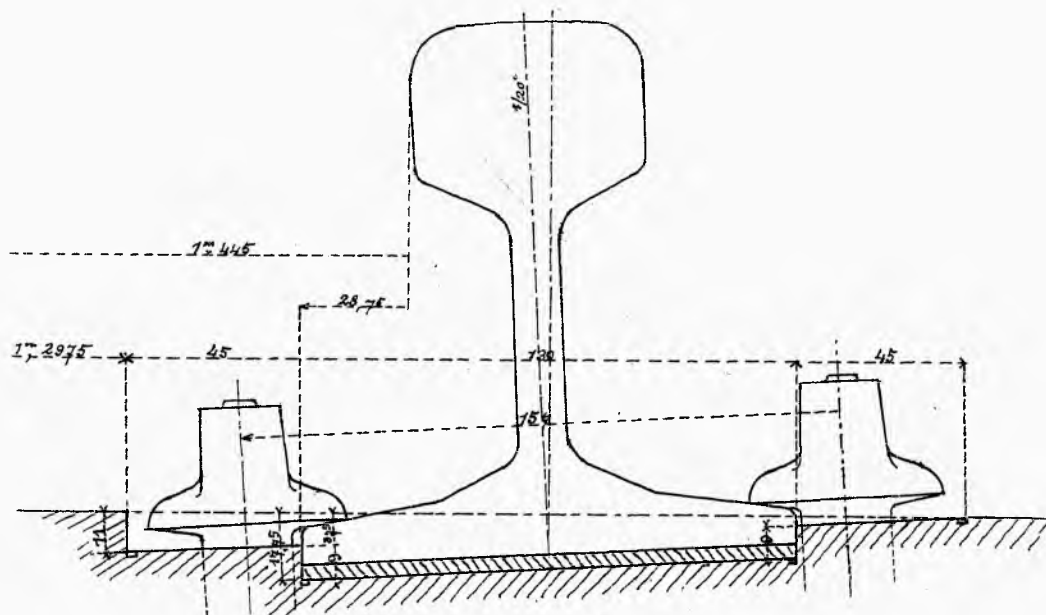
Godne uwagi jest stosowanie na francuskich kolejach podkładek drewnianych zamiast żelaznych, które tam są używane rzadko, głównie na sieci Paris - Lyon Mediterannee, na innych zaś jedynie w krzywych o małych promieniach 300-400 m. Podkładki drewniane robi się z drzewa topolowego o grubości 4 mm. i smokuje się. Drewniane podkładki dają elastyczne oparcie szyny na podkładzie i przy podkładach z twardszych gatunków drzewa, szczególnie z dębu, są bardzo odpowiednie, chroniąc^{je} od zniszczenia mechanicznego. Były robione we Francji próby z podkładkami wojłokowymi i filcowymi; ale te zbyt się sciskały, wskutek czego ztraciło się przyleganie pomiędzy stopką szyny i główką wkrętów. Podkładki topolowe są oczywiście znacznie tansze od żelaznych, kosztują około 1 gr. za sztukę i leżą w torze od 1 do 3 lat. Podkładki te mają jeszcze tę dodatnią stronę, że przy obluźowaniu wkrętów zaczynają się wysuwać z pod szyny; ułatwia to różnikowemu obchodowemu znalezienie luznych wkrętów. Zamiana podkładki drewnianej odbywa się przez obluźowanie wkrętów i wsunięcie nowej, po wyjęciu starej; poczem należy oczywiście dociągnąć

haki i wkręty.

Podkładki drewniane używane są poza tem w Stanach Zjednoczonych; nasycanie ich uważa się tam za zbyt cenne, o ile użyto do wyrobu drzewa twardego; poleca się je dla linii o średnio-ciężkim ruchu. Przy używanych w Stanach hakach podkładki zbyt łatwo wysuwają się z pod szyny; dla uniknięcia tego przybija się je do podkładu dwoma małymi gwoździami. Podkładki układa się włóknem w poprzek szyny.

Rys.252. daje francuskie umocowanie nachylonej szyny do zaciosanego podkładu z zastosowaniem podkładki drewnianej i wkrętów. Zwraca się tam baczną uwagę na prawidłowe zaciósywanie podkładów tak, ażeby główka wkrętu od strony wewnętrznej szyny nie opierała się o podkład, nie dawałoby to bowiem pewności, że wkręt szczelnie przyciska stopkę szyny do podkładu. Obecnie, gdy szyny zdecydowano ustawiać we Francji pionowo, połączenie wskazane na rys.252 będzie jeszcze prostsze, jak widac z rys.253. Niektóre linje francuskie używają podkładek metalowych tylko w krzywych o mniejszych promieniach $R = 300-400$ m., ponieważ szyny przy użyciu wkrętów bez podkładek, opierając się o wkręty, pochylają

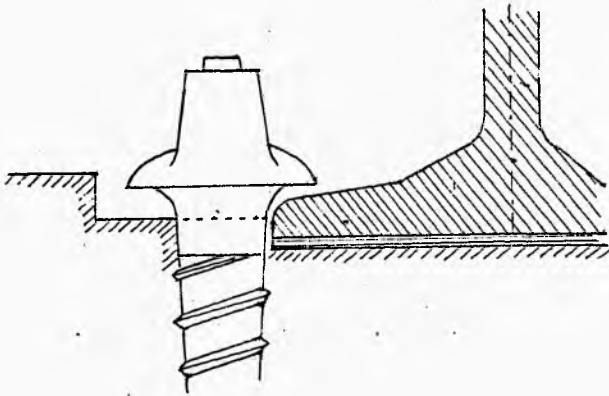
je i zbytnio poszerzają tor; technicy francuscy są



Rys.252.

w większości przeciwni oparciu szyny na żelazie lub stali, ponieważ wpływa to szkodliwie na materiał podstawy szyny; unikają oni więc w wielu wypadkach podkładek żelaznych i również podkładów żelaznych, stawiając wyżej od nich drewniane podkłady i wogóle krytycznie zapatrują się z tego powodu na niemieckie współczesne typy nawierzchni (prof.Descubes), w których stosuje się wyłącznie oparcie stali na stali lub żelazie przy jednoczes-

nie daleko idącej komplikacji i koszcie całej konstrukcji.

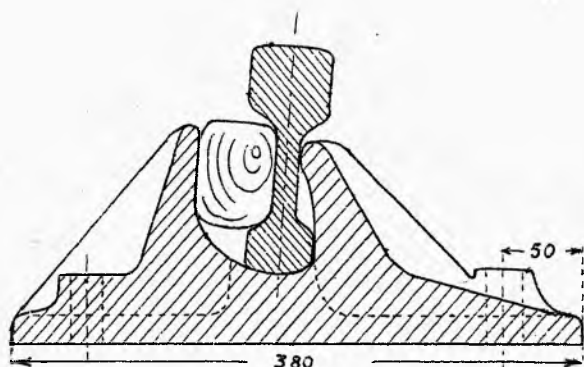


Rys.253.

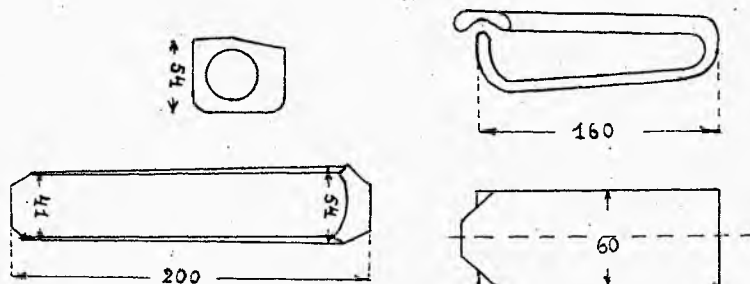
Szyny o dwóch główkach zwane Stephensonowskimi, używane są na niektórych sieciach kolejowych, w tej liczbie w Anglii poza kolonjami, we Francji zaś i na byłej

austrjackiej sieci częściowo. Jak wskazane było w historycznym zarysie rozwoju dróg żelaznych nie nadaje się tym szynom przekroju symetrycznego, stosowanego pierwotnie, o dwóch jednakowych główkach, ponieważ odwracać ich nie można z powodu psucia główki dolnej w miejscu oparcia, i umocowuje się je na każdym podkładzie^{cy} siodełkach, siodełka te wyrabiano dawniej z żeliwa a obecnie ze stali; szyny umocowuje się w nich przy pomocy klinów drewnianych (rys. 255) lub stalowych (rys.256); pierwsze stosuje się z po-

wodzeniem w Anglii wobec dostatecznie wilgotnego klimatu wyspowego; w krajach o suchszym klimacie są kliny drewniane niedogodne ze względu na ich usychanie i pęcznienie w zależności od ilości wilgoci w powietrzu i wymagają częstego dobijania lub rozluźniania; zastępuje się je więc w takich warunkach



Rys.254.



Rys.255.

Rys.256.

ARKUSZ XXI - DROGI ŻELAZNE.

klinami stalowymi, które znów^wnie-
których wypadkach, jak np. w długich i mokrych tunelach, nadmiernie rdzewieją; zmusiło to drogę żelazną Paris-Orleans do zastosowania w tunelach szyn Vignoles'a. Na rys.254 widocznym jest oparcie szyny w siodełku, stosowane na wska-

zanej wyżej sieci francuskiej P-O. z klinami drewnianymi; waga siodełka wynosi 18,6 kg. i stosowane one są przy szynie niesymetrycznej Stephenson'a o wadze 42,8 kg. w metrze bieżącym.

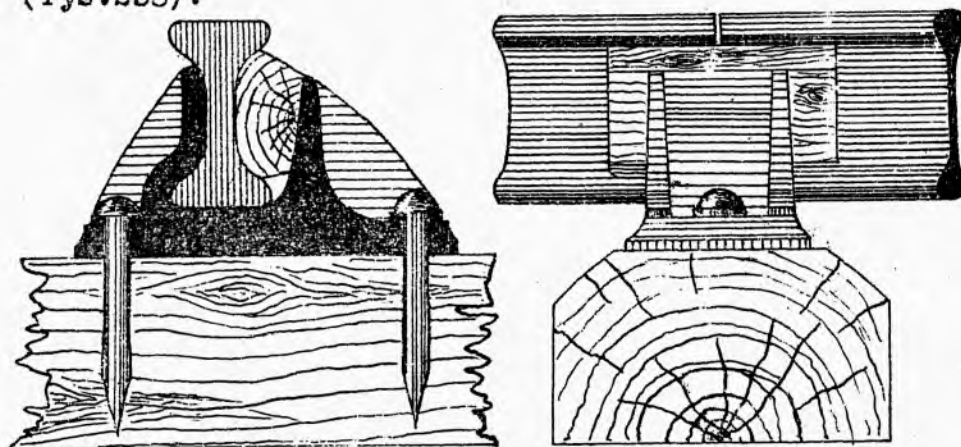
Złącza stykowe.

Początkowo opierano konce szyn na podkładach, przy-
mocowując je hakami przy szynach niesymetrycznych i
Vignoles'a (rys.257 i 259), lub opierając^w siodełkach



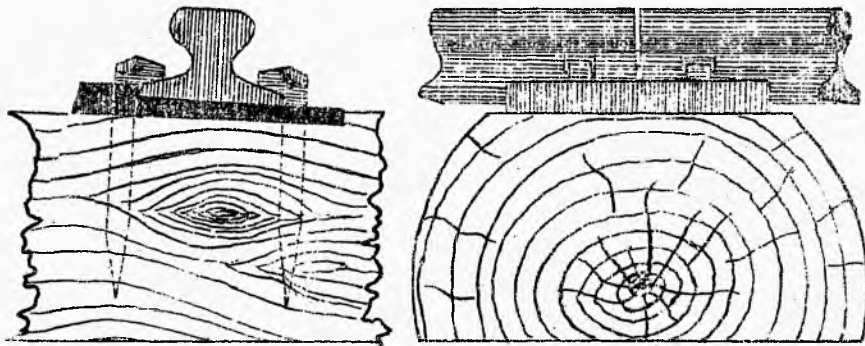
Rys.257.

i zaciskając klinem drewnianym przy szynach Stephenson'a.
(rys.258).

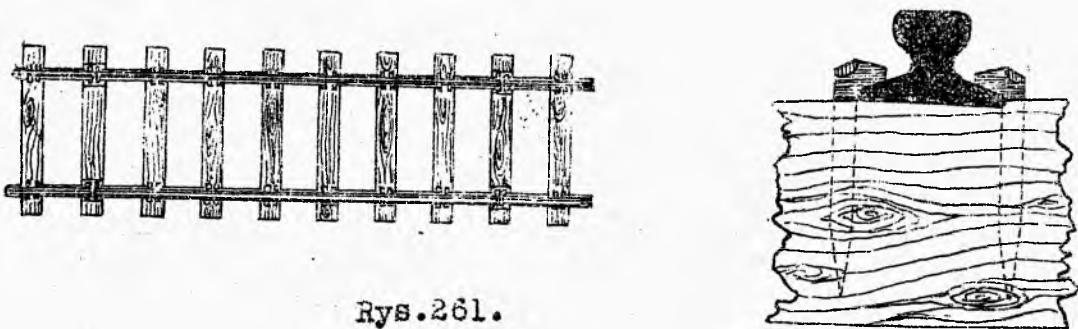


Rys.258.

W pierwszym wypadku stosowano podkładki na podkładach stykowych (Rys.259), na innych zaś opierano szynę wprost na drzewie (Rys.260 i 261).



Rys.259.



Rys.261.

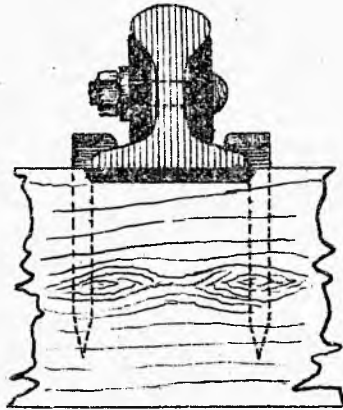
Styk taki stosowano na drodze

żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej

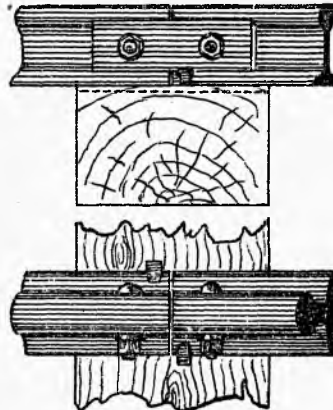
Rys.260.

od roku 1846 (prof. Nasiutynski. Drogi żelazne-wydanie 2-gie str.359). Gdy przekonano się, że przymocowanie szyn do podkładów na styku jedynie przy pomocy haków jest zbyt słabe, zaczęto dodawać łubki płaskie obchwy-

tujące szypkę szyny z obydwu stron i ściągnięte dwiema śrubami (rys.262 i 263).



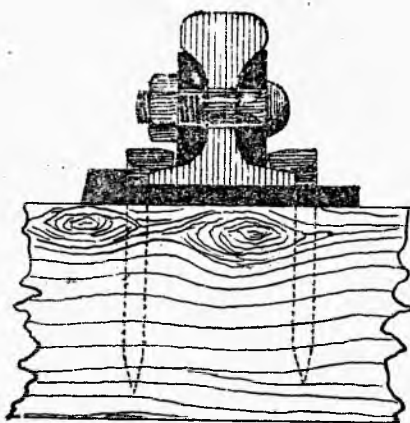
Rys.262.



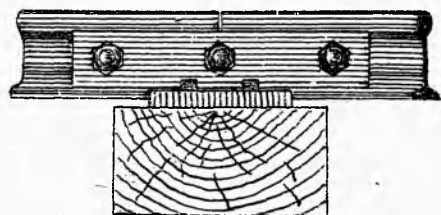
Rys.263.

Następnie wzmacniano styk, dając dłuższe łubki o 3 lub 4 śrubach (rys.264, 265, 266, 267).

Styk podparty, w którym końce szyn opierają się



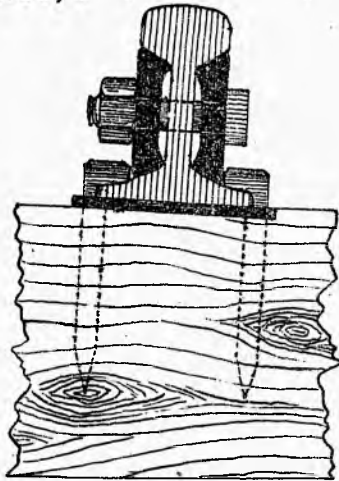
Rys. 264



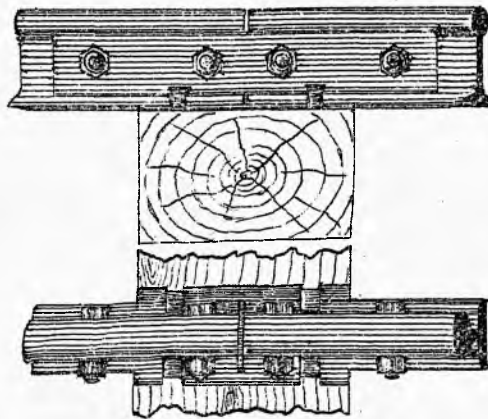
Rys.265.

na podkładzie, okazał się mało elastycznym w tem ukształtowaniu, jakie wtedy stosowano;

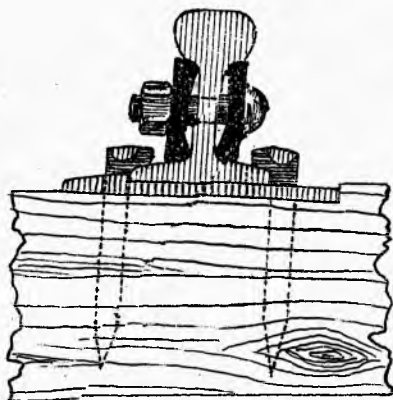
zaczęto przeto już od roku 1850 - 1860 szukać innych dróg w celu otrzymania styku bardziej elastycznego, nie wywołującego silnych uderzeń przy przejściu pociągu; od tego czasu rozpoczyna się stosowanie styku wiszącego; w styku tym zwieszają się konce szyn poza ostatni podkład przyłączowy każdej szyny i łączą się między sobą w przerwie pomiędzy podkładami (rys. 268 i 269).



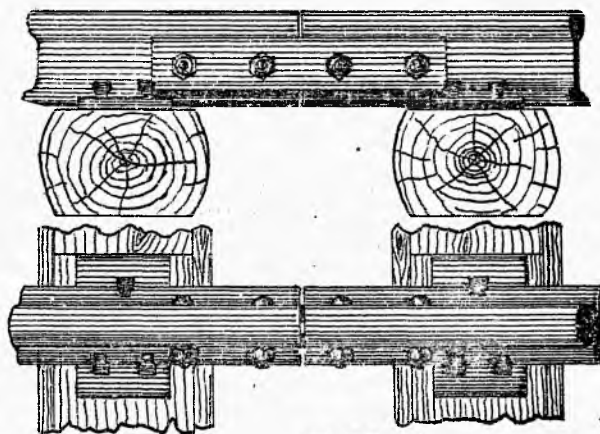
Rys. 266



Rys. 267



Rys. 268

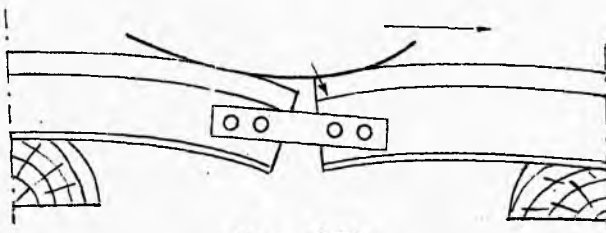


Rys. 269

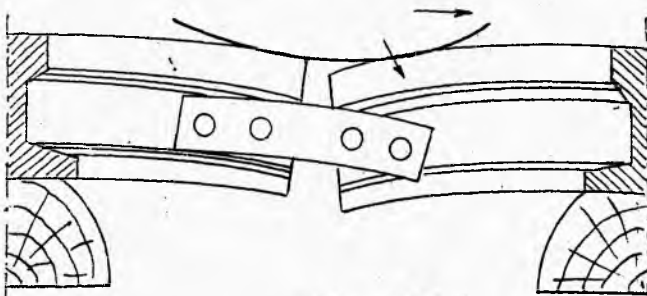
Styk podparty wzmocniony dr.żel. Warszawsko-Wie-
denskiej i styk wiszący dr.żel. Dęblinsko-Dąbrowskiej
wskazane są w dziele prof. Wasilutynski go str.360.

Łuki płaskie stosowane w tych czasach miały prze-
krój znacznie szerszy od przekroju szyn; przekonano
się wkrótce, że styki takie dają zbyt znaczne ugię-
cia i wywołują wskutek tego zbyt silne uderzenia kół
przy przejściu z jednej szyny na drugą.

Jeżeli łuki nie przylegają ściśle do głowki i
stopki szyny, to koło uderza w sam początek szyny,
na którą się wciąga; uderzenie to może w tych warun-
kach być bardzo silne wskutek ugięcia końca szyny,
z którego koło schodzi i niszczy główkę szyny (rys.270).



Rys. 270.

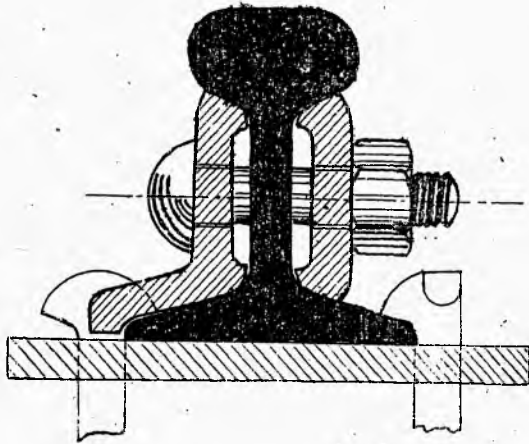


Rys.271.

Jeżeli nato-
miast łuki
przylegają do
szyn szczelnie,
opierając się
o główkę i stop-
kę, to uderzenie
koła o szynę
następną bę-
dzie miało miej-
sce w oddaleniu

1-2 cm. od końca szyny (rys. 271). Rysunki 270 i 271 uwiadcniają przejście koła z jednej szyny na drugą w skali oczywiście bardzo przesadzonej.

Starania, zdążające do dalszego wzmocnienia styków, prowadzono w dwóch kierunkach; pierwszy polegał na wzmocnieniu zębów boczych, ażeby moment bezwładności jednej pary zębów zwiększyć i możliwie zrównać z momentem bezwładności szyny; wprowadzono więc zębki o przekroju kątowym (rys. 272 i 273) i w dalszym ciągu zębki zętowe (rys. 276, 277, 278).

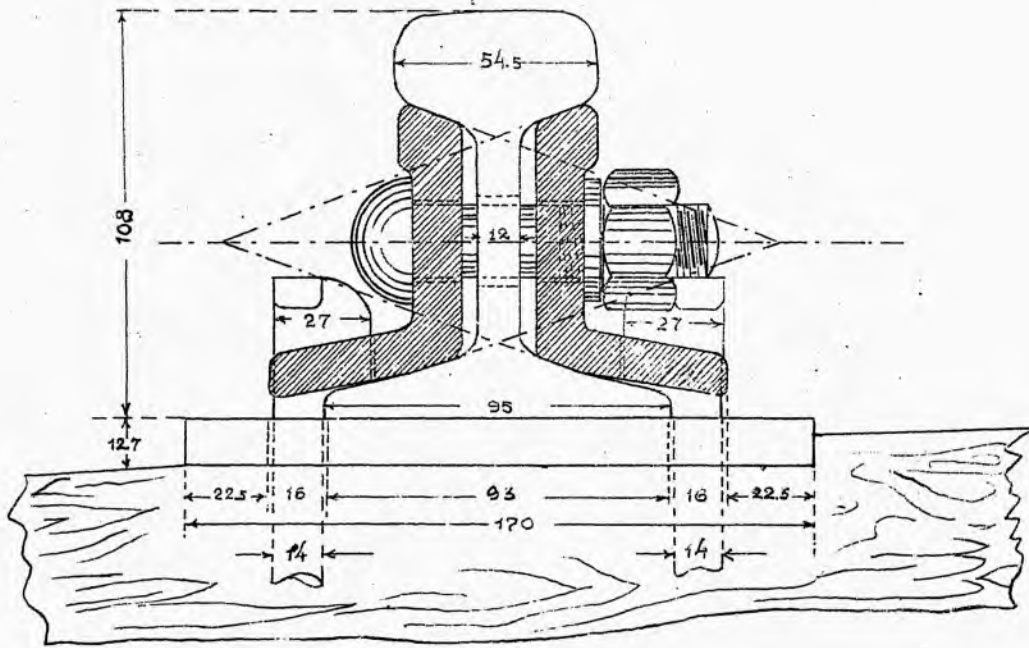


Rys. 272.

potęguje uderzenia i wstrząśnienia przy przejściu koła przez styk.

Rysunek 273 wskazuje styk rosyjski dla szyn o wadze 20 funtów w jednej stopie bieżącej, czyli około 27 kg. w metrze z zębami z jednej strony płaskimi

nek zmierzał do podparcia szyn na styku lub takiego odrobienia końców ich, żeby koła nie spotykały na drodze swej przerwy pomiędzy szynami, która w znacznym stopniu

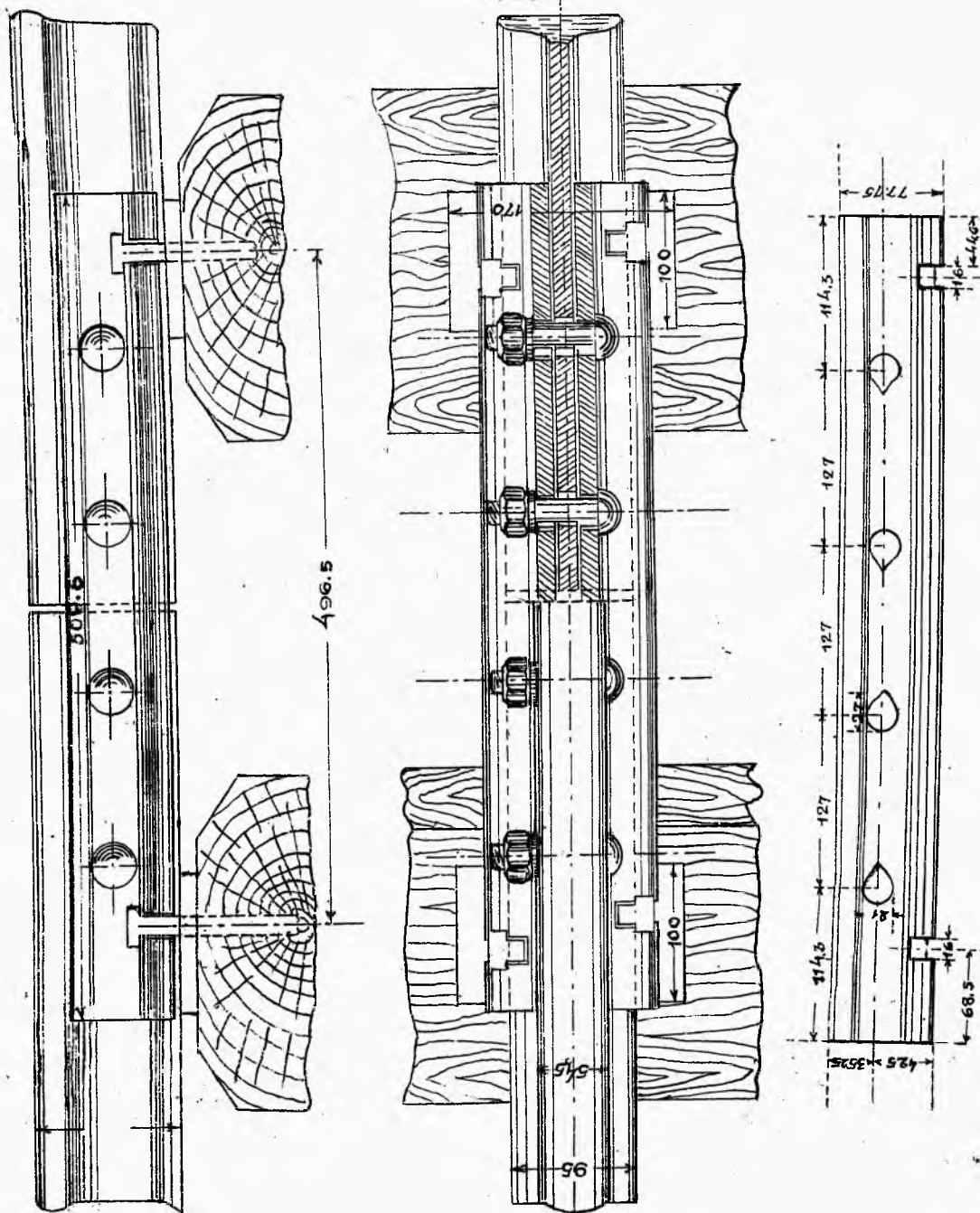


Rys.273.

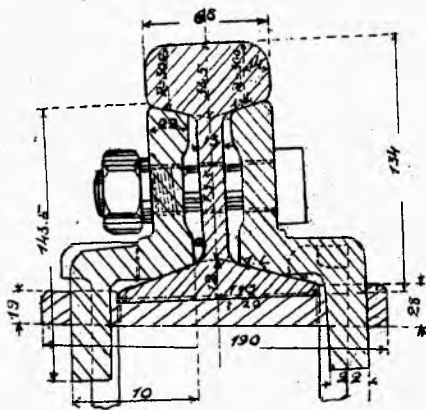
z drugiej kątowemi; na rysunkach 273-275 widzimy styk z łubkami kątowemi z dwóch stron. Łubki zetowe stosuje się krótsze o 4 śrubach rys.276 i 277 i dłuższe o 6 śrubach (rys.278).

Rysunki 276 i 277 dają styk rosyjski dla szyn o wadze 38 kg.w metrze, rysunek zaś 278-styk pruski.

Moment bezwładności jednej pary łubków kątowych może wynosić do 0,35 momentu szyny; dla łubków zetowych może ten stosunek dojść do 0,85 i nawet do jedności. Dążenie do wzmocnienia łubków zetowych zaszło jednakowoż tak daleko, że wymiary ich i koszt wzrosły niepomniernie; zaczęto więc starać się już

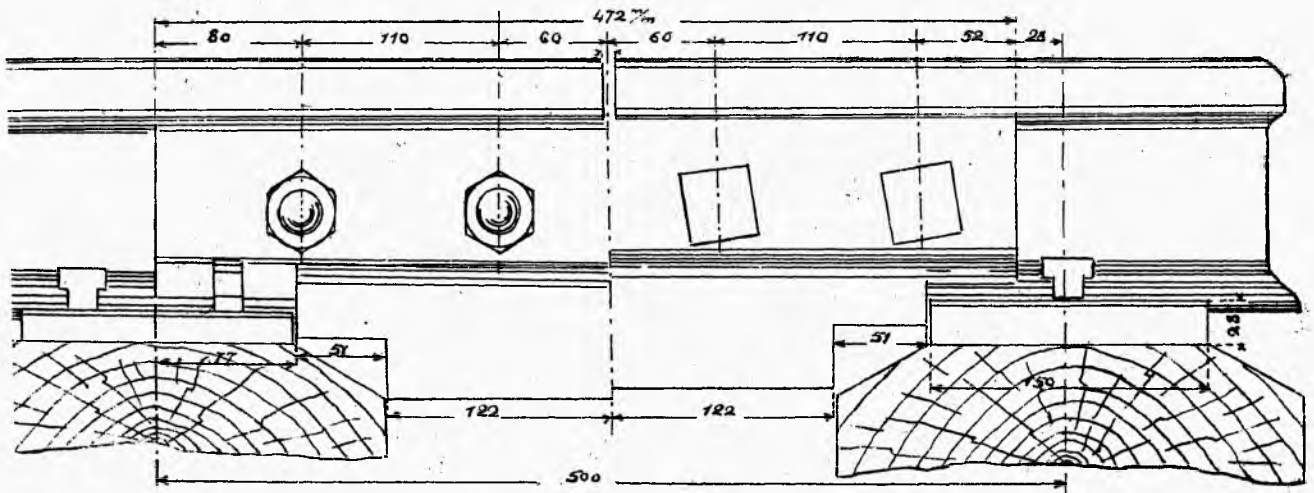


od kilkunastu lat stworzyc styk również wytrzymały, a mniej kosztowny. Francuscy inżynierowie dążyli do osiągnięcia tych rezultatów przez zmniejszenie odstępów między podkładami przyzłączowymi, stosując złącza nie nieskomplikowane i lekkie; dla umożliwienia pod-



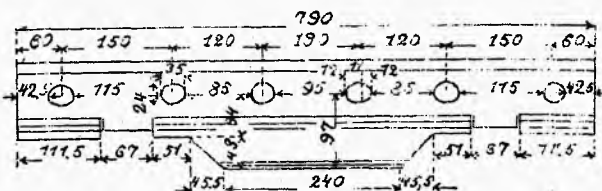
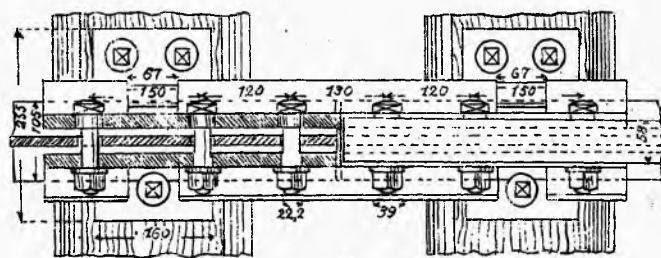
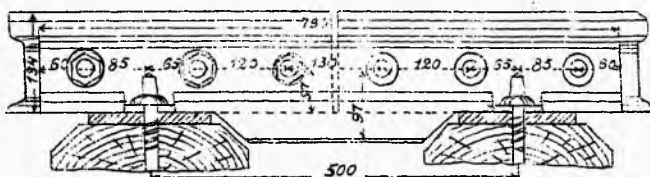
Rys. 276.

bijania z obydwuch stron przyłączeniowych podkładów w tego rodzaju konstrukcjach stykowych scina się podkłady skośnie na długości ok. 40 cm. z każdej strony; rys. 279 i 280 wskazują taki styk, stosowany na drodze żelaznej wschodniej (Zst). Zasadę tę utrzyma-



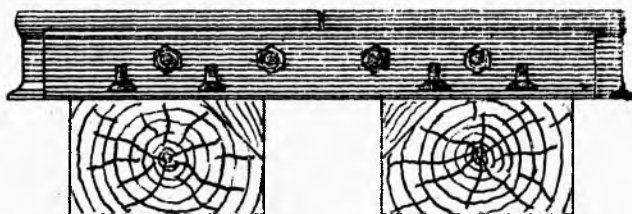
Rys. 277.

no w bardzo obecnie rozpowszechnionym we Francji styku Muntza (Rys. 281); rozstęp osi podkładów wynosi tu 42 cm., a odległość pomiędzy krawędziami podkładów 15-20 cm.



Rys.278

w roku 1900 (Rys.282) z zsuniętymi podkładami przyzłączowymi. Praktyka pokazała, że styk jest wytrzymały.



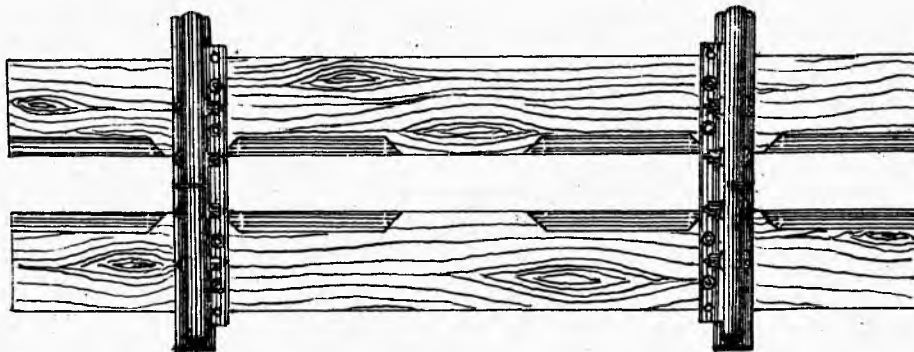
Rys.279.

Powodując się temi samymi względami, zastosowali Niemcy styk na jednym podkładzie o znacznej, podwójnej

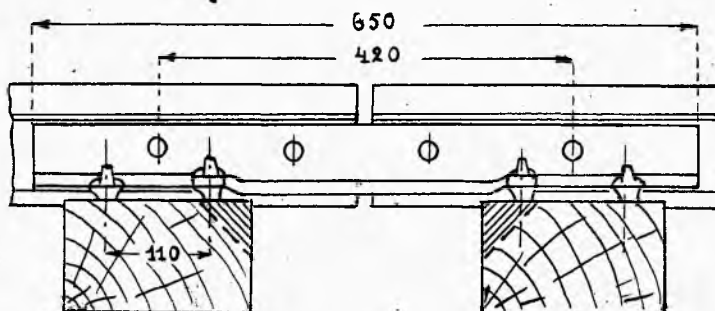
Taki rozstęp i odrobienie podkładów zastosowano obecnie we Francji również i dla nowego typu nawierzchni "Standard". U nas stworzył prof. Wasjutynski doskonały typ styku dla drogi żelaznej Warszawsko-Kaliskiej

podbijanie dostatecznie dogodne i jazda przez styk nadzwyczajnie równa.

szerości (rys.283). Każda szyna leży na oddzielnej



Rys.280.

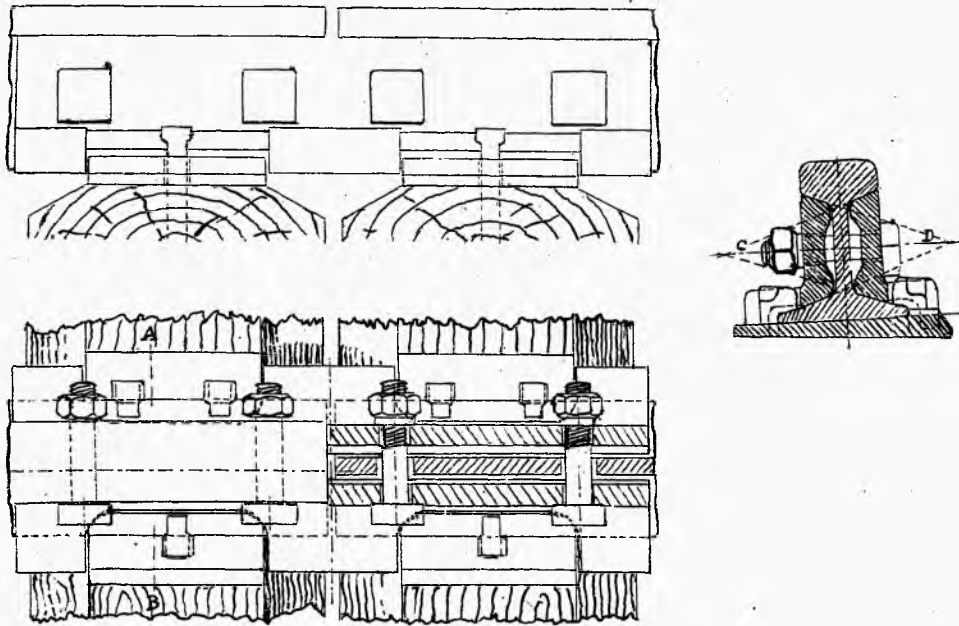


Rys.281.

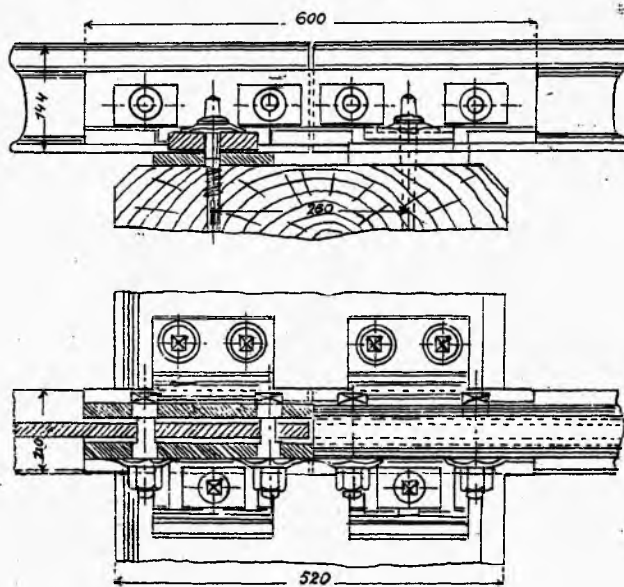
podkładce,
a konce ich
zwieszają się
poza nie; da-
je to pewną
elastyczność
styku, a jedno-
cześnie wyklu-
czoną jest

możliwość znacznie szego ugięcia końców szyn wzglę-
dem siebie przy stosunkowo słabych łubkach, jakia
się w tych wypadkach stosuje.

Przy całkowicie żelaznej nawierzchni stosuje się
w takich razach podkłady specjalne złączowe pod-

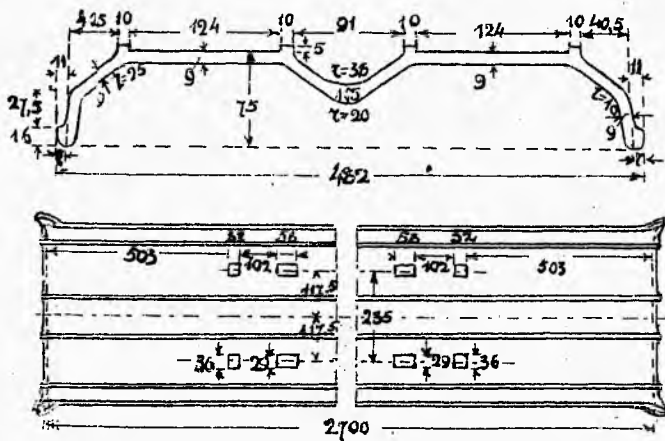


Rys. 282.



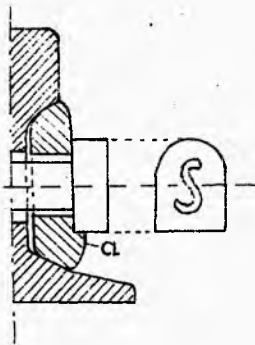
Rys. 283

zrug rys.284.
W najnowszych
typach "Stan-
dard" francus-
kich i nie-
mieckich wra-
cają technicy
do płaskich
typów żubków
jak dawniej.

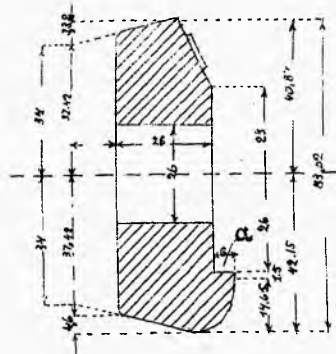


Rys. 284.

boczny ^a ma za zadanie przeciwdziałać obracaniu główek śrub



Rys. 285.



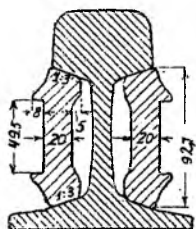
Rys. 286.

kładow wynosi przy tym typie 42 om. zgodnie z rysunkiem 281.

Niemieckie typy nawierzchni powojennej przewidują również płaskie nakładki podług rys. 287, a złącze składa się z dwu łubków o czterech dziurach i opiera się

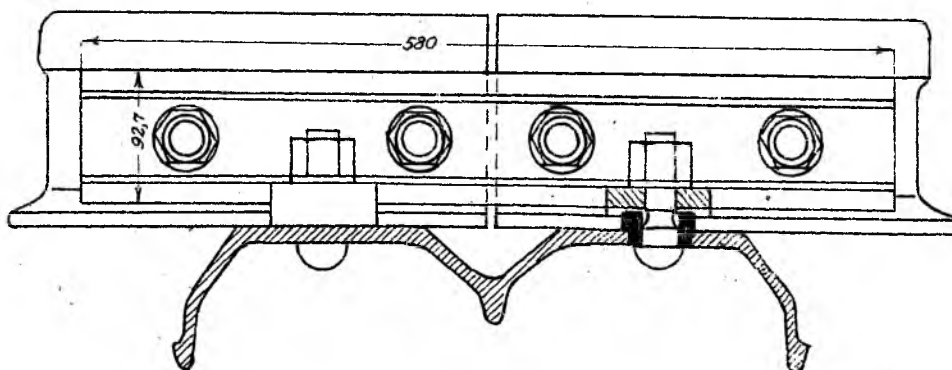
zwiększając je-
dyne bardzo
znacznie ich gru-
bość jak widać
z poniższych ry-
sunków. Francuzi
stosują łubki
podług rys. 285 i
286. Występ

złączonych;
konieczne to
jest dlatego,
ażeby jeden
robotnik mógł
przykręcać
matry czyli
naśrubki. Roz-
stęp pomiędzy
osiąmi pod-



Rys.287.

na podwójnym podkładzie żelaznym rys.288. Dla drewnianych podkładów nie ukończono jeszcze w Niemczech opracowania typu nowej nawierzchni; zamierzenia podążają jednakowoż wyraźnie w kierunku praktyki francuskiej.

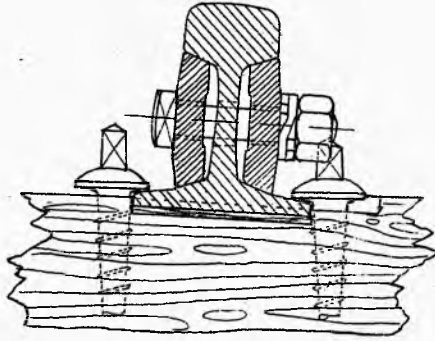


Rys.288.

Herwig wskazuje^{we} wspomnianych już wyżej pracach Zjazdu kolejowego w Berlinie 1924 r., że przekonano się o celowości podkładek drewnianych pod szynami i daleko idącego uproszczenia złącza i budowy wierzchniej zgodnie z rys.289., wskazującym typ złącz, do którego zdążają zamierzenia obecne techników niemieckich; jak widac różni się on mało od typów francuskich.

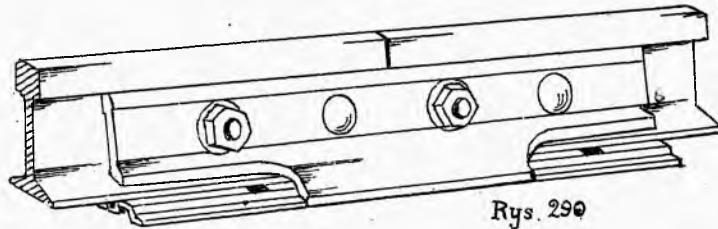
Wyżej wspomniano o drugiej kategorii styków podtrzymanych, czyli mostowych, jak je nazywają

w Stanach Zjednoczonych, gdzie styki takie można spotkać w różnorodnych i licznych odmianach. Ry-

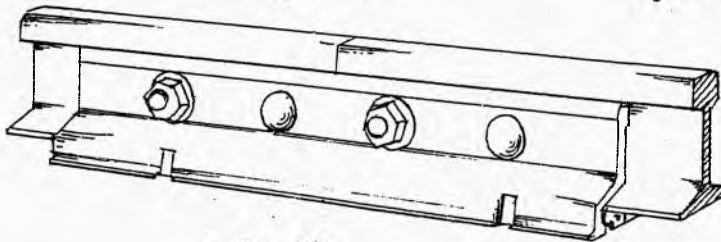


Rys. 289

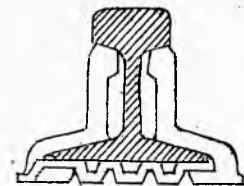
sunki 290-292 dają amerykański mostowy styk Wolhamptera; rys. 293 i 294 styk Webera; rys. 295 i 296 styk Thomson'a rys. 297-299 dosyć złożony styk Churchill'a.



Rys. 290



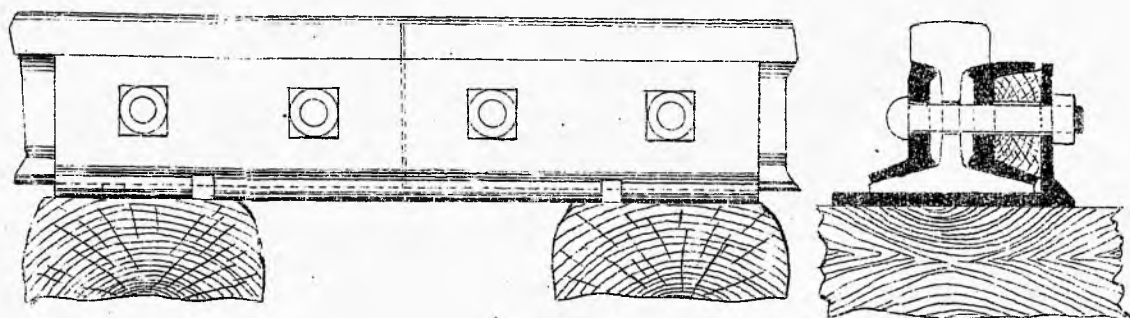
Rys. 291



Rys. 292.

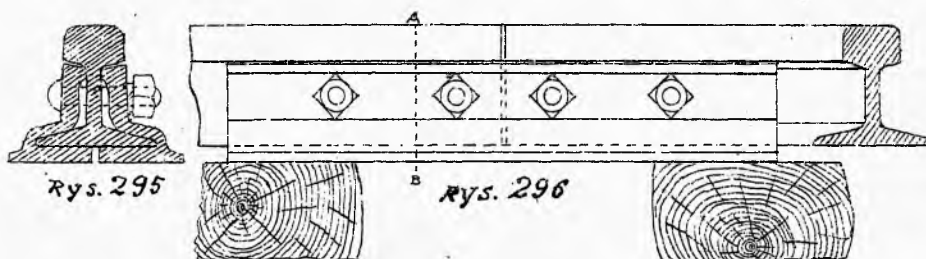
Wszystkie te styki są kosztowne i żaden z nich nie otrzymał dotychczas uniwersalnego zastosowania w Ameryce.

Rys. 300 wskazuje jeden z nowszych styków bez



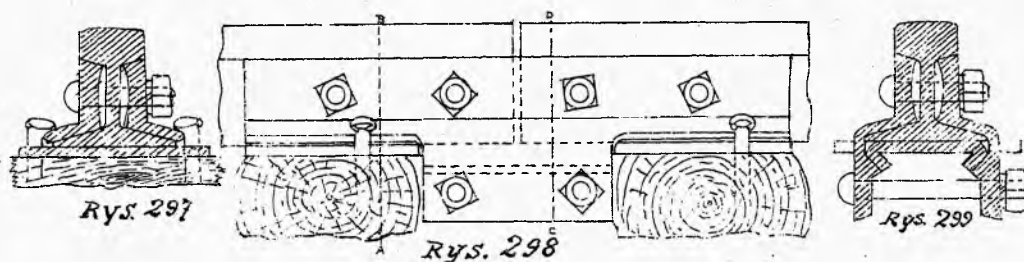
Rys. 293.

Rys. 294.



Rys. 295

Rys. 296



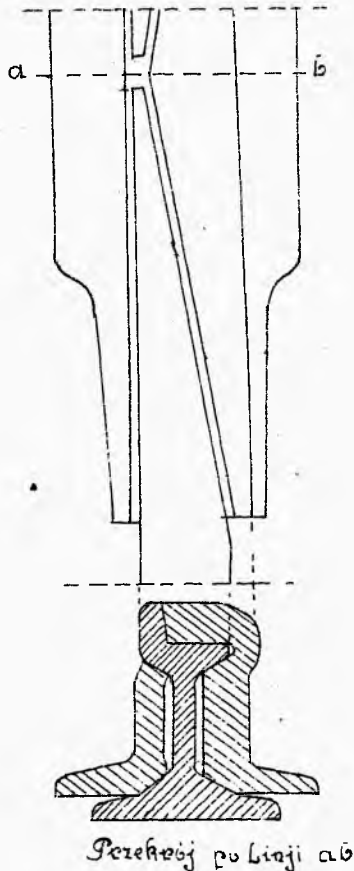
Rys. 297

Rys. 298

Rys. 299

przerwy poprzecznej pomiędzy szynami. Styk ten stosuje się obecnie z powodzeniem na próbnych odcinkach francuskiej drogi żelaznej Est; rezultaty otrzymano bardzo dobre, ale szerszemu rozprzestrzenieniu tego styku może stanąć na przeszkodzie znaczny koszt

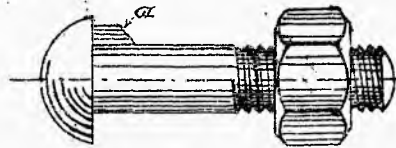
jego.



Rys.300.

to zakładanie matry przez jednego człowieka; ten sam rezultat będzie osiągnięty, jeżeli dać śrubom główki kwadratowe lub przynajmniej jeden bok prosty, jak w Standardzie francuskim, i jeżeli zębki mają podłużne występy, o które mogą się oprzeć główki po pewnym małym ruchu obrotowym, jak w rys.277 lub w Standardach francuskim i niemieckim rys.285.

Dla połączenia zębów z szynami stosuje się śruby: jeżeli one mają okrągłe główki, jak widać na rys.272 i 274, to trzon śruby otrzymuje tuż przy główce występ a rys.301; występy wchodzi



Rys.301.

w boczne zacięcia okrągłych dziur w zębkach, uwidocznione na rys.275 i nie może śruba dzięki temu obracać się koło własnej osi; umożliwia to zakładanie matry przez

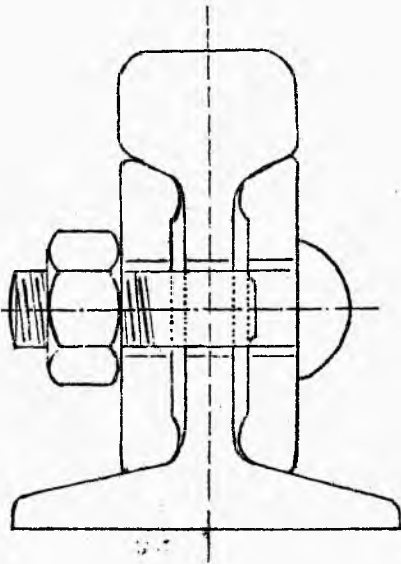
287, 288. Dla przeciwdziałania odkręcaniu się mater, czyli nasrębów pod wpływem wstrząśnień przy przejściu pociągów zakłada się pod matry stalowe spiralne kółka Grover'a rozciąte i zaostrzone w końcach, które się wrzynają w matry i przeciwdziałają luzowaniu się jej, rys.302.



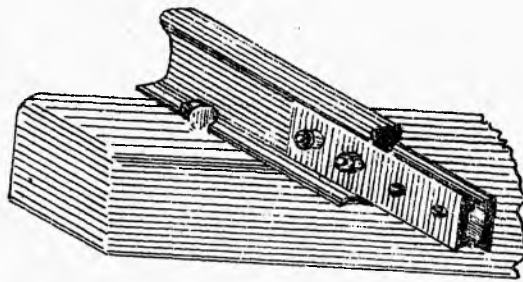
Na liniach wąskotorowych stosują się złącza i styki podobne do wskazanych wyżej typów normalnotorowych w zależności od znaczenia danej linii. Na niektórych większych zagranicznych sieciach wąskotorowych, jak np. na dro-

Rys.302. gach żelaznych bośnijskich lub kolonialnych sieciach francuskiej i niemieckiej stosuje się złącza i styki bardzo wysokiego stopnia doskonałości; u nas natomiast, gdzie linje wąskotorowe należą prawie wyłącznie do kategorii trzeciorzęd-
lub, nych/dojazdowych, używane są prostsze typy złącz, a więc przeważnie kubki płaskie, haki zamiast wkrętów, podkładki nie na wszystkich podkładach, lub też wcale się ich nie używa. Na rys.303,304 i 305 uwidocznione są złącza z nakładkami czyli kubkami płaskimi. Rys.306 daje złącze z kubkami zetowemi. Wymiary wszystkich złącz są oczywiście znacznie mniejsze od normalnotorowych i przy-

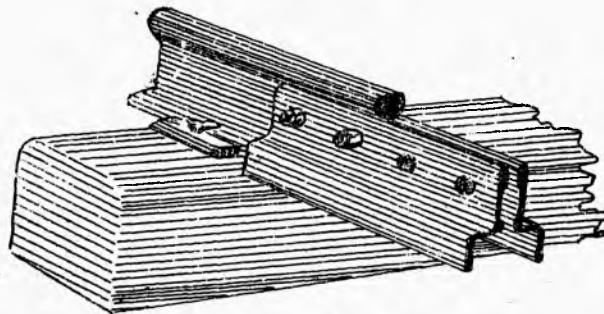
stosowane do typu szyn.



Rys. 303.



Rys. 304.



Rys. 305.



Rys. 305a.

Na linjach polo-
wych i wojskowych
o ruchu słabym i
niezbyt szybkim.

można stosować z

powodzeniem styk podparty na podkładzie; daje to
możność używania lekkich podkładek płaskich, a w razie
wyjątkowych okoliczności wojennych i zupełnym braku
ich, można styki urządzać bez kółków, jak było wska-
zane na rys. 259, ale można to stosować jedynie w ra-

zach ostatecznych. Specjalny typ budowy wierzchniej wąskotorowej stanowią przenośne kolejki Decauville'a; szyny są złączone na stałe z podkładami żelaznymi przy pomocy śrub, tworząc oddzielne dzwonotory; układanie toru postępuje nadzwyczaj szybko szczególnie przy lżejszych typach tych kolejek, gdy końce szyn oddzielnych dzwon łączą się pomiędzy sobą nie przy pomocy zwykłych łubków, a urządzeniami specjalnymi (rys.307-311).

Na rys.306 wskazane jest dzwonotory na 5 podkła-



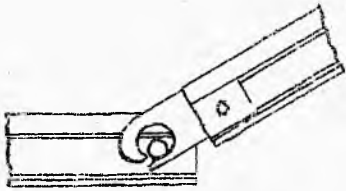
dach z łubkami, przymocowanymi stałe do jednego końca szyny.

Rys.306.

Na rys.307-310

wskazane są sposoby łączenia dzwon bez zakładania śrub.

Na jednym końcu szyny umocowany jest dziób lub hak, który przy odpowiednim nachyleniu lub nastawieniu szyn względem siebie chwyta za czopy, występy lub otwory w końcu sąsiedniej szyny. Gdy wymagana jest nieco większa stateczność toru, można zastosować typ wskazany na rys.311, w którym szyny



Rys. 307.



Rys. 308.

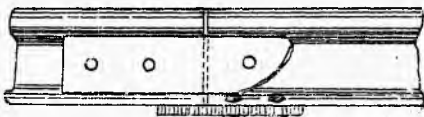


Rys. 309.



Rys. 310.

do 7 m. w zależności od tego, czy kolejka ma być często lub rzadziej ~~przekładana~~.



Rys. 311.

w zależności od tego zdadne one będą dla ruchu taboru o odpowiednim nacisku na oś. Francuskie normy wojenne ustalają dopuszczalny nacisk na oś w zależności od wagi szyny w metrze bieżącym toru Decauville'a w następujący sposób:

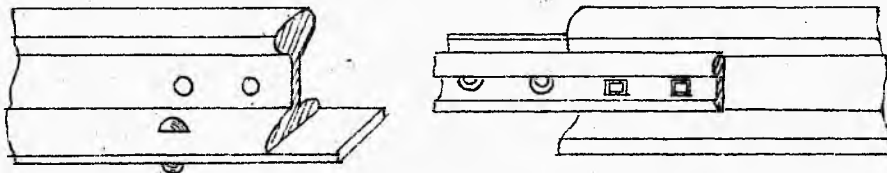
łączą się przy pomocy jednej śruby, przesuniętej przez otwór w przyciętym końcu żubków i stosowny otwór w szynie; wskazany kształt żubków, ściętych w końcach ma na celu ułatwienie i przyspieszenie układania toru, co może być ważne podczas wojny, a w każdym razie potania robotę; we wskazanym typie styk jest podparty.

Oddzielne dzwona szyn mogą mieć długość od 1 1/4 do 7 m. w zależności od tego, czy kolejka ma być często lub rzadziej ~~przekładana~~. Krótsze dzwona może unieść jeden robotnik.

Wąskotorowe kolejki Decauville'a mogą mieć szyny i podkłady różnych typów i wagi;

Waga szyny kg/m	9,5	12	15
Nacisk na oś t	3 - 3,5	3,5 - 4	4,5 - 5,5

Przy takiej wadze szyn będzie kolejka zdatną dla trakcji mechanicznej; waga szyn i podkładów przy wadze szyny 9,5 kg/m stanowi 35 tonn na km. linii. W czasie wojny budowano 1 km. takiej drogi żelaznej dziennie, a w razach wyjątkowych do 2 km.; przeciętnie wypadają 0,75 m. linii na jednego robotnika; dla dostarczenia potrzebnych do budowy materiałów należy liczyć 90 wagonów normalnotorowych, w tej liczbie 10 wagonów dla przewozu toru i 80 dla przewozu 600 tonn balastu, na rys.312. pokazany jest



Rys.312.

styk, stosowany na francuskich wojskowych kolejkach Decauville'a, zdatny już dla większego ruchu przy trakcji mechanicznej. W powyższych trzech typach toru składają się dzwona ²/5 mtr. szyn na 6,7 i odpowiednio 8 podkładach.

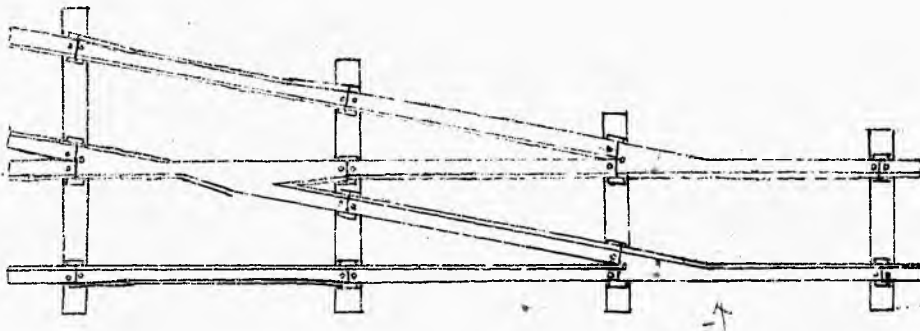
Połączenia torów.

Droga żelazna posiada tor główny jeden lub kilka po których kursują pociągi organizowane i pozatem w poszczególnych miejscach, przeważnie na stacjach - tory dodatkowe, przeznaczone czy to dla technicznych i handlowych operacyj z pociągami, czy też z oddzielnymi wagonami lub grupami wagonów; są to przeważnie dodatkowe tory stażne dla przyjmowania pociągów, krzyżowania pociągów przeciwnego kierunku na liniach jednotorowych i wymijania jednych pociągów przez inne szybsze; pozatem przeznaczają się tory dodatkowe dla wyładunku i naładunku wagonów i operacyj technicznych z wagonami. Ponieważ koła taboru kolejowego mają obrzeża, więc musi być ciągłość toku szyn przerwana w miejscach, gdzie od jednego toru odgałęzia się inny, a więc w miejscach rozgałęzienia torów wogóle; może to dotyczyć również rozgałęzienia torów głównych na szlaku.

Dla możności przeprowadzenia pociągu z jednego toru na inny układa się w takich miejscach rozjazdy.

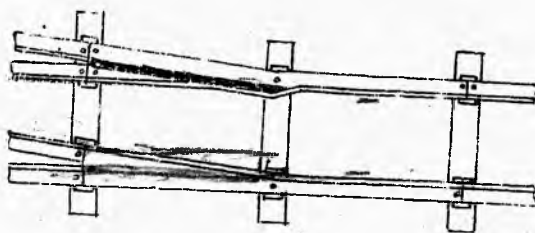
Rysunek 313 przedstawia rozjazd, stosowany już przez Curr'a w początkach kolejnictwa; nie posiada on części ruchomych; obecnie używa się niekiedy takich rozjazdów w miejscach, gdzie warunki jazdy i utrzymania toru są nader prymitywne, a więc na kolejkach

kopalnianych i budowlanych; na odgałęzienie można



Rys. 313.

przepuszczać jedynie poszczególne wagony, napychając je z boku; rysunek 314 przedstawia nieco lepszy

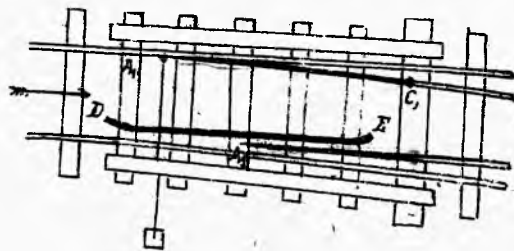


Rys. 314.

wskazane jest na rys. 314a.

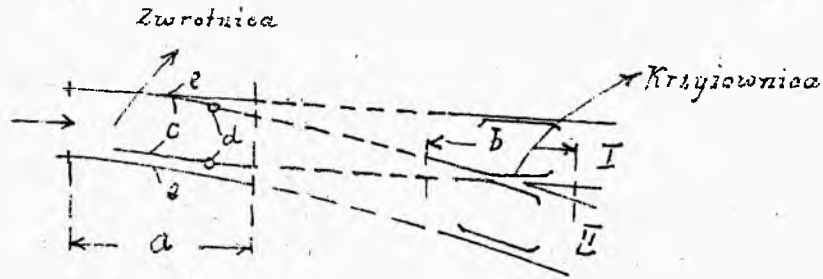
Rozjazd zwykły (rys. 315) składa się ze zwrotnicy a i krzyżownicy b; zwrotnica składa się z dwóch

już rozjazd z ruchomą iglicą, normalnie używany u nas obecnie. Dalsze ulepszenia współczesne tej zwrotnicy



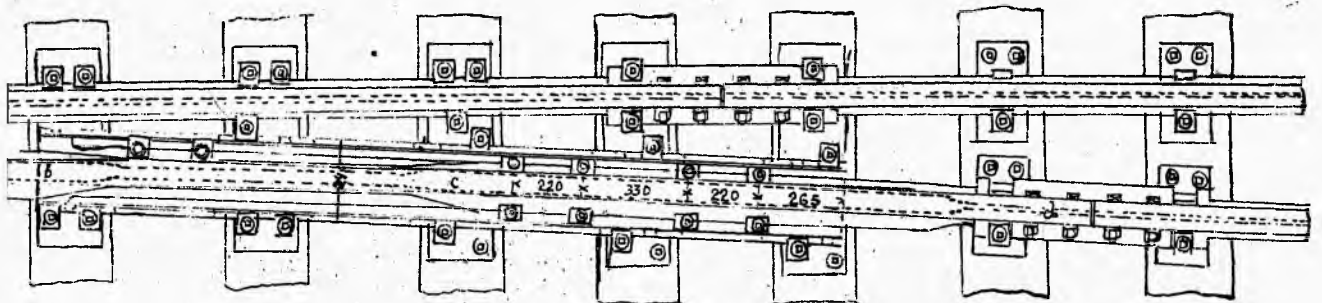
Rys. 314a.

iglic C. i szyn zewnętrznych czyli opornic e; iglice



Rys.315.

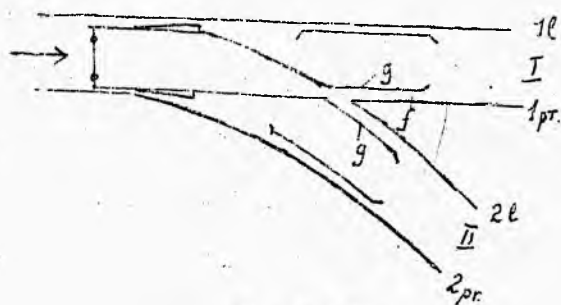
są to szyny, zaostrome w jednym końcu i zamocowane w drugim końcu d; iglice mogą się obracać koło punktów zamocowania d, lub też zamocowuje się je w tych punktach, natomiast nadaje się im sprężystość przez wycięcie stopki szyny na pewnej długości podług rys.315a; przy położeniu iglic, wskazanem na rys.315, skierują one pociąg, idący od lewej ręki ku prawej, w kierunku pokazanym strzałką, na tor II, czyli na odgałęzienie, a to wskutek tego, że obrzeża lewych kół pociągu odohyla się ku prawej ręce, patrząc w kierunku ruchu,



Rys.315.a.

napotkawszy na swojej drodze lewą iglicę przycisnę-
tą do lewej opornicy; obrzeża prawych kół pociągu
przejdą przez przerwę pomiędzy odchyloną prawą igli-
cą i prawą opornicą.

Gdyby przesunąć iglice na prawo, jak wskazano na
rys. 316, to pociąg, idący w kierunku strzałki, wejdzie
na tor prosty I.

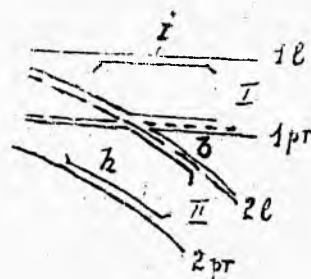


Rys. 316.

Obrzeża prawych kół
będą się w tym wy-
padku poruszały od
wewnątrz toru I czyli
z lewej strony szyny
1 pr. i tak przejdą

przez krzyżownicę w punkcie b, jak pokazano kreskami
na rys. 317.

W pierwszym wypadku,
gdy pociąg idzie przez
zwrotnicę na odgałę-
żeniu, muszą lewe ko-
ła taboru przeciąć
szynę 1 pr. na krzy-
żownicy; biegną one
po szynie 2*l* i dro-



Rys. 317.

ga obrzeży tych kół pokazana jest przerywaną linią
z dłuższych kresk.

Z powyższego wynika, że w punkcie przecięcia się dróg kół, biegnących po szynach 1 pr. i 2ł, główka szyny 1 pr. musi być przerywana i tworzyć ostry kąt z szyną 2ł. również tu przerywana; ta część rozjazdu zwie się dziobem krzyżownicy f, a odchylone części szyn. 1 pr. i 2ł (Rys. 316) zwą się skrzydłami krzyżownicy. Ażeby lewe koła taboru, tocząc się po szynie 2ł w kierunku odgałęzienia, nie mogły pod wpływem czy to siły odśrodkowej, czy też wypadkowych uderzeń skierować się od początku dzioba krzyżownicy w kierunku linii kropkowanej 1 pr., co spowodowało^{by} wykolejenie pociągu, układa się wzdłuż szyny 2 pr. naprzeciw krzyżownicy dodatkową szynę h, tak zwaną kierownicę; przyciska ona obrzeża prawych kół o tyle do szyny 2 pr., ażeby obrzeża lewych nie mogły zaczepić za dziób krzyżownicy. Taką samą rolę odgrywa krzyżownica i względem pociągów, toczących się w kierunku prostym po torze I.

Odróżnia się rozjazdy lewe (Rys. 318) i prawe (rys. 319) w zależności od tego, czy odgałęziający się tor odchodzi od toru prostego na lewo czy też na prawo, jeżeli patrzeć w kierunku strzałki, czyli w kierunku rozgałęzienia torów.

Pociąg, idący w kierunku rozgałęzienia (Rys. 318 w kierunku strzałki), przechodzi rozjazd pod ostrze; pociąg, biegnący w kierunku odwrotnym, przechodzi go

jest,
z ostrzem. Jeżeli zwrotnica nastawiona nieprawidłowo

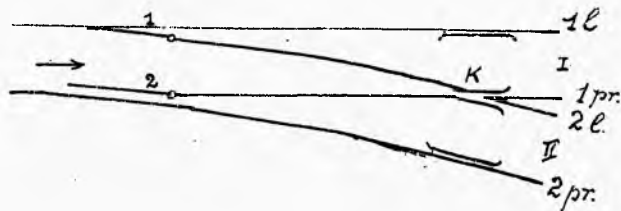


dla pociągu,
idącego
z ostrzem, to
pociąg przeje
zwrotnicę, to
jest obrzeża
kół przesuwają

Rys. 318.

odpowiednio iglice i nastawiają zwrotnicę prawidłowo;

tak więc pociąg,
biegnący od pra-
wej ręki ku lewej
po torze II (rys.
319), czyli z
ostrzem, ma przed
sobą zwrotnicę.



Rys. 319.

czyli iglice nastawione prawidłowo; gdyby natomiast miał
przejsć w tym samym kierunku pociąg, biegnący po torze I,
to obrzeża kół odsunęłyby iglicę 1 od szyny 1l i przysu-
nęły by iglicę 2 do szyny 2 pr.

Rozjazdy oznacza się ułamkiem, odpowiadającym tangen-
sowi kąta krzyżownicy; na drogach żelaznych normalnoro-
wych używa się przeważnie krzyżownic o kątach, którym odpo-
wiadają tangensy 1/9, 1/10, 1/11; rzadziej używa się na to-

rach, po których przechodzą jedynie pociągi towarowe, krzyżownic o rozchyleniu dzioba $1/8$; na dużych stacjach w miejscach, gdzie nie przebiegają całkowite pociągi, a jedynie grupy wagonów w ruchach manewrowych z mniejszą szybkością, wskazaniem jest stosować $1/7$; natomiast należałoby dążyć do zastosowania mniejszych kątów krzyżownic o rozwarciu $1/12-1/15$ w miejscach, gdzie odgałęziają się pociągi osobowe, biegnące ze znaczną szybkością; amerykańskie dochodzą obecnie już do $1/24$.

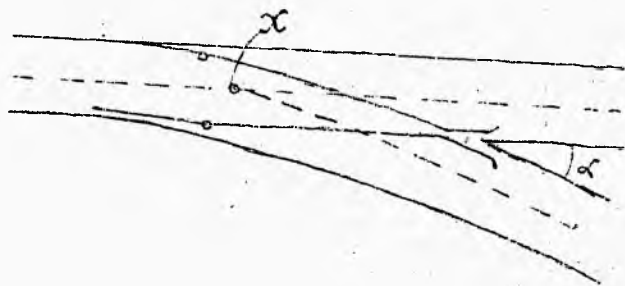
Im mniejszy jest kąt krzyżownicy, tem większy promień można zastosować dla odchylonego toru pomiędzy iglicami i krzyżownicą; z poniższej tablicy widać, że promień ten waha się od $R = 140$ m. przy krzyżownicy $1/7$ do $R = 600$ m. przy rozchyleniu $1/15$.

Plany stacyj rysuje się zazwyczaj, oznaczając każdy tor jedną linią - osią toru; wobec tego oznacza się na tych planach w analogiczny sposób i zwrotnice; wrysowuje się oś toru prostego i oś toru odchylonego, przedłużoną do przecięcia w punkcie x z osią toru prostego (rys. 320).

Rys. 321 wskazuje schemat zwrotnicy z rysunku 320, tak jak go się rysuje na projektach stacyj.

W poniższej tablicy wskazane są główne rozmiary układu rozjazdów w planie dla kilku charakterystycz-

nych typów; a oznacza wymiar, mierzony od styków

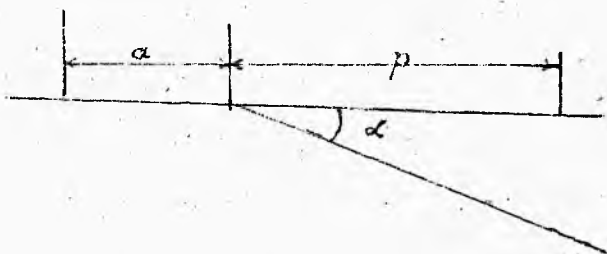


opornie do punktu przecięcia osi torów rozgałęziających się; p wymiar od tego punktu do styków szyn po-

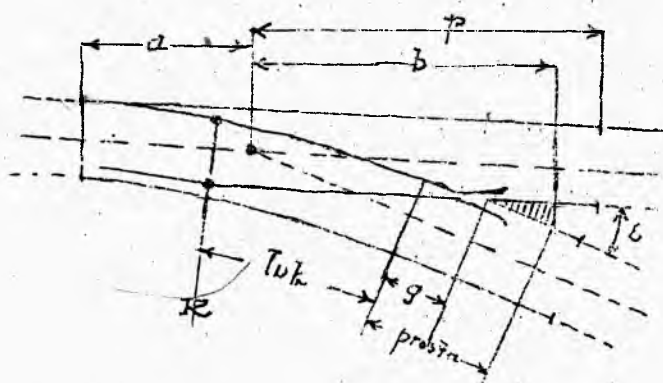
Rys.320.

za krzyżownicą. Tor odchylony tworzy u nas łuk (Rys.322) od miejsca zamoco-

wania iglic aż do punktu, odległego o g metrów od ostrza krzyżownicy; g waha się od 0,4 do 3 m.



Rys.321.



Rys.322.

Wymiary w metrach.

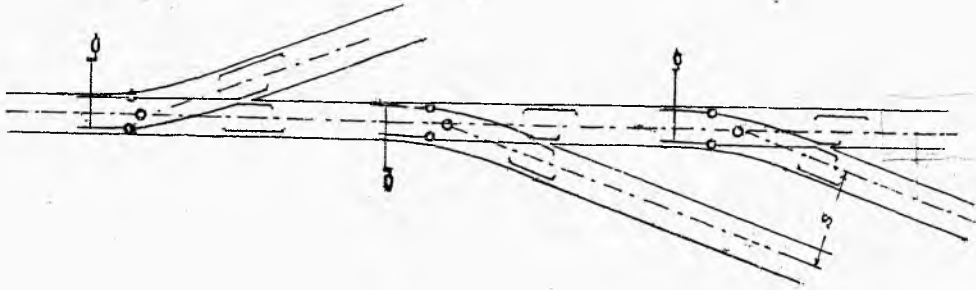
Tg	<	R	g	a	b	p
1/7	8° 7' 48"	140	0,5	7,7	11,4	13,0
1/8	7° 7' 30"	165	1,2	11,0	13,0	15,0
1/9	6° 2' 25"	190-	2,5-	11,0	15,0	17,6
1/10	5° 42' 38"	-210	-1,2	11,5	17,0	19,0
		240-	2,5-			
1/11	5° 11' 40"	-270	-1,4	11,5	17,5	
		350				
1/12	4° 45' 49"	400		11,5	20,0	
1/15	3° 48' 51"	600	1,7	20,2	27,9	

Widzimy z powyższej tablicy, że dopiero poczynając od 1/9 mają rozjazdy promień $R > 180$ m., czyli minimalnego dla torów głównych linii normalnotorowych przy normalnym taborze; na torach manewrowych możemy stosować 1/7 przy $R = 140$ m, a na torach parowozowych przy sztywnej podstawie taboru $\leq 4,5$ m. moglibyśmy zmniejszyć promień do $R = 100$ m.

Iglice stosują się proste lub krzywe; pierwsze są dogodnie, ponieważ mogą być dowolnie używane dla lewych i prawych zwrotnic; pozatem mają mocniejsze końce, tworzą natomiast większy kąt z opornicą, niż iglice krzywe, a mianowicie $1^\circ - 2^\circ$, wskutek czego powodują silniejsze uderzenia boczne przy przejeździe pociągu w kierunku odgałęzienia; iglice krzywe tworzą mniejszy kąt z opornicami, niż iglice proste $1/2^\circ - 1^\circ$,

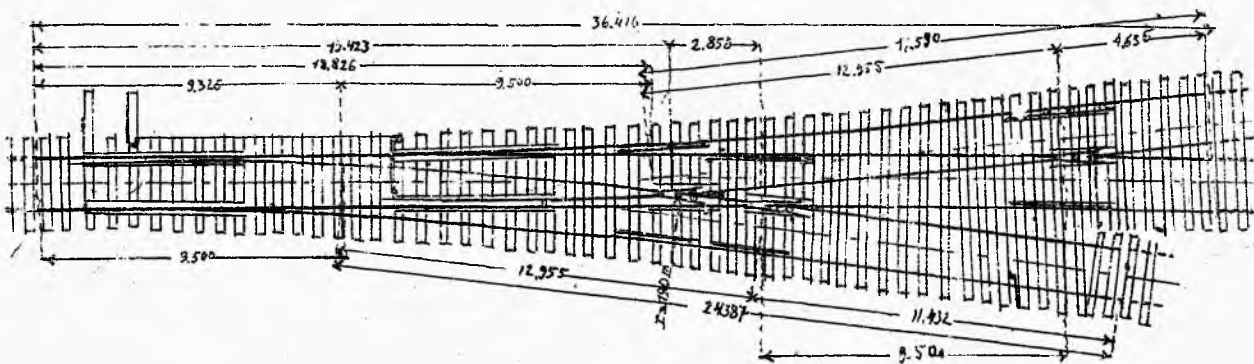
ale zato są słabsze.

Na rys. 323 wskazane są skupienia zwykłych rozjazdów.



Rys. 323.

Rysunek 324 daje rozjazd podwójny niesymetryczny.



Rys. 324.

Symetryczny podwójny rozjazd, często używany we Francji, wskazany jest na rys. 325; u nas przeważa

pogląd, że jest on gorszy od niesymetrycznego ze względu na szabszeiglice, zbiegające się w jednym punkcie.



Rys. 325.

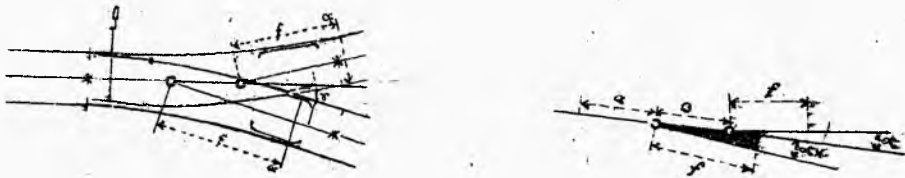
Na rysunku 326 uwidoczniiony jest podwójny rozjazd jednostronny.



Rys. 326.

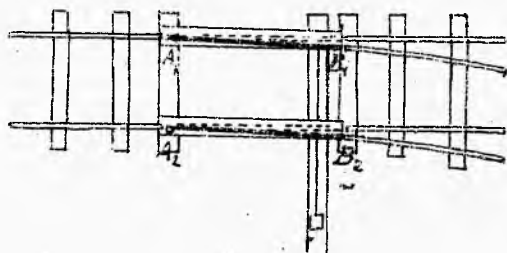
Jeżeli z symetrycznego podwójnego rozjazdu usunąć przez dłużenie toru

prostego, to otrzymamy zgodnie z rys. 327 rozjazd pojedynczy symetryczny.



Rys. 327.

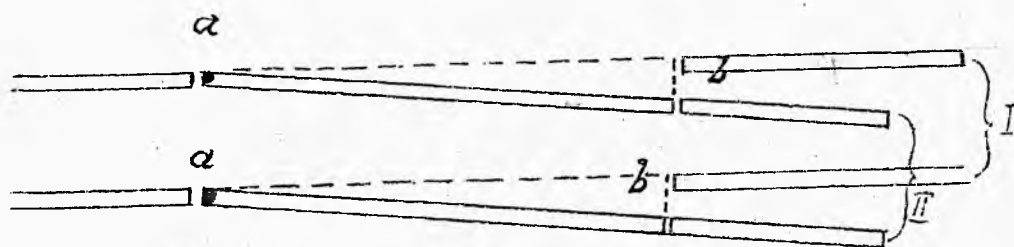
Iglice stanowią najtrudniejszą do wykonania część rozjazdu; dlatego ciekawym jest tak zwany rozjazd amerykański (rys.328), w którym iglice specjalnych niema, natomiast można przestawić części opornic, zamocowane z odwrotnego końca, niż iglice rys.328a w punktach a.



Rys.328.

Zwrotnice te są o tyle niedogodne, że pociąg, przechodzący je z ostrzem po nieprawidłowym torze (na rys.328

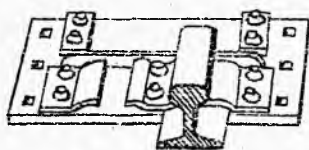
po torze prostym), nie będzie podtrzymywany, począwszy od punktu b i musi się wykoleić. Mogą one być uży-



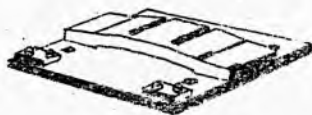
Rys.328a.

wane tam, gdzie szybkości są małe i ruch wogóle niewielki; pozatem w wypadkach wyjątkowych, gdy

zwrotnie normalnych brak, a zwrotnice amerykańskie mogą być wykonane, poza krzyżownicą na miejscu; w punkcie b układa się siodełka, wskazane na rys. 329 i 330, służące dla umocowania dalszego toku opornic i dające płaszczyznę dla przesuwania końców ruchomych odcinków opornic ab.



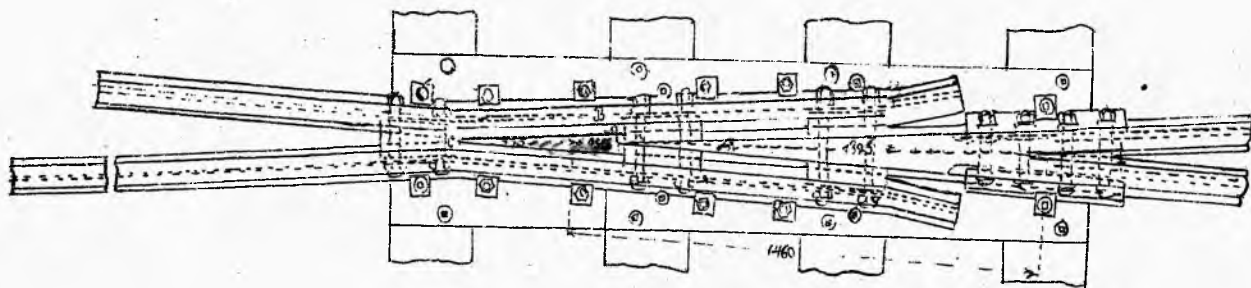
Rys. 329



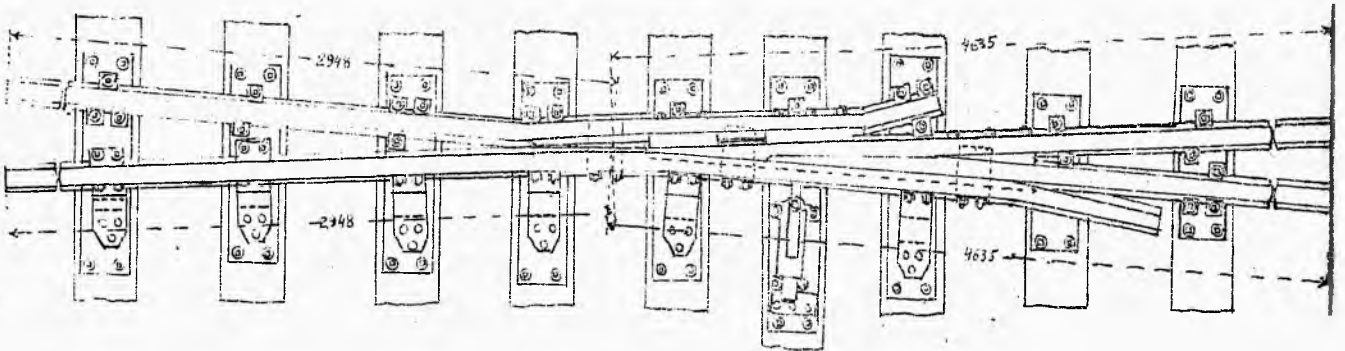
Rys. 330.

Na rys. 331 widać zwykłą, u nas używaną, krzyżownicę. Dla uniknięcia przerwy w prostym toku szyn używają Amerykanie bardzo często krzyżownice sprężynowych; stosuje się to w tych razach, gdy po prostym torze

przebiega dużo pociągów ze znaczną szybkością (rys. 332).

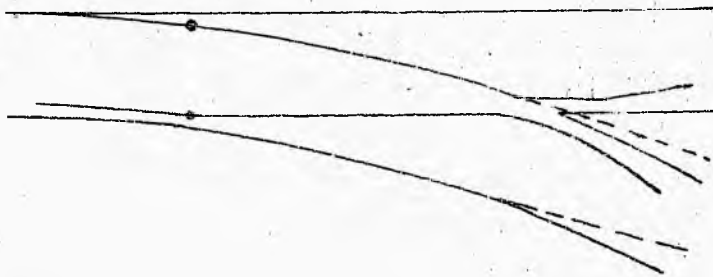


Rys. 331.



Rys. 332.

We Francji używa się już od dłuższego czasu, a w Niemczech wprowadza się obecnie krzyżownice krzywe dla odgałęziającego się toku szyn (rys. 333); takie urządzenie skrótca rozjazd w porównaniu z wyżej opisanym przy jednakowych promieniach lub też daje możliwość zwiększenia promienia przy jednokowej długości rozjazdu.

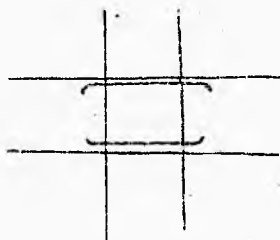


Skrzyżowanie
dwóch torów
pod kątem
prostym urzą-
dza się pod-
ług rys. 334
lub 335; w

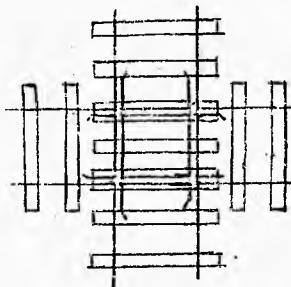
Rys. 333.

pierwszym wypadku nie przerywa się szyn jednego toru; układ ten stosuje się, gdy jedna linja ma ruch znacznie

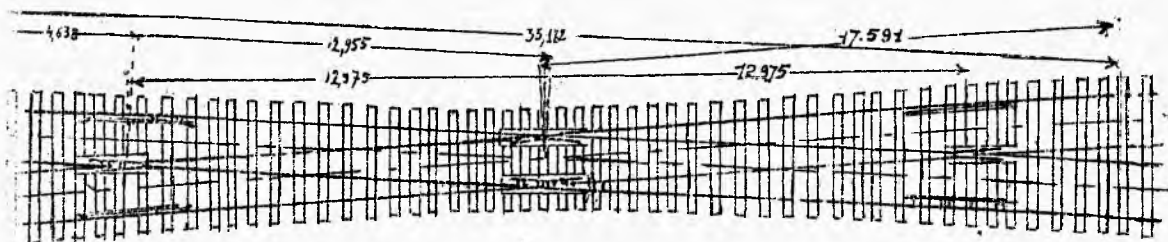
większy od ruchu na drugiej linii; gdy natomiast ruch na obydwu liniach jest dostatecznie poważny, stosuje się układ podług rysunku 335, gdzie wszystkie szyny mają przerwy w miejscu przecięcia.



Rys. 334.



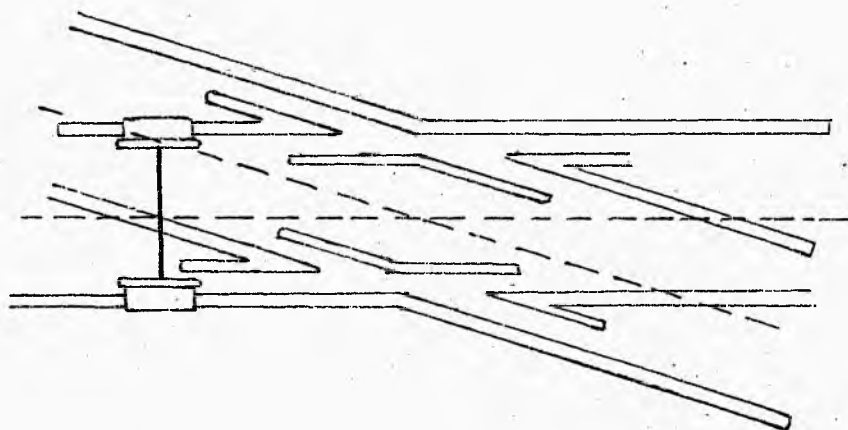
Rys. 335.



Rys. 336.

Rys. 336 daje przecięcie dwóch torów pod kątem ostrym; oprócz dwóch zwykłych krzyżownic, stosowanych w rozjazdach zwykłych, widzimy tu dwie krzyżownice o kącie rozwartym (rys. 336 a); są one mniej bezpieczne dla ruchu ze względu na przerwy w tokach

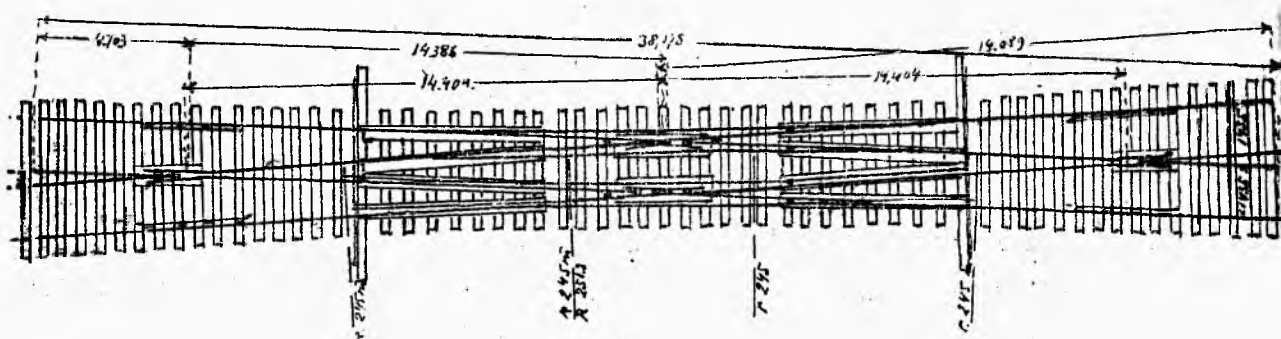
szyn przy małych kątach przecięcia torów; naogół stosuje się takie przecięcia przy kątach o rozwarciu



Rys.336a.

od $1/7,5$ do $1/9$, i rzadko $1/10$.

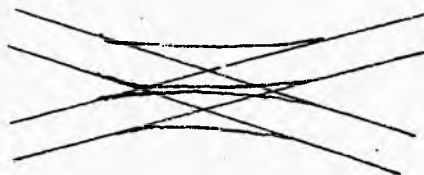
Rys.337 przedstawia tak zwany rozjazd angielski, powstały z przecięcia przez włączenie toków krzywych z iglicami pomiędzy przecinającymi się kierunkami.



Rys.337.

Rysunek 337 daje rozjazd angielski dwustronny. Je-

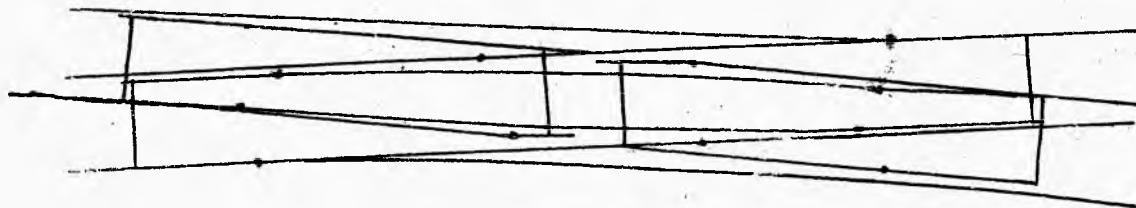
żeli połączenie urzędują się tylko pomiędzy dwoma kierunkami, to otrzymuje się jednostronną zwrotnicę angielską. Ostatnimi czasy zaczęto stosować odmienny typ rozjazdu angielskiego z iglicami wysuniętymi poza krzyżownicę; rozjazdy te dają możliwość stosowania znacznie większych promieni przy jednakowym kącie przecięcia torów (rys.337 a).



Rys.337a.

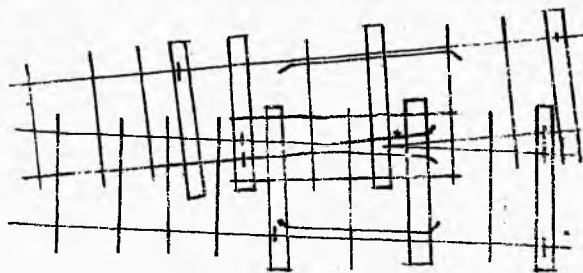
Rozjazdów angielskich dotyczy w równym stopniu to, co było powiedziane wyżej o skrzyżowaniach i dotyczyło minimalnych kątów krzyżownic zwykłych; gdy zachodzi potrzeba za-

stosowania rozjazdu angielskiego przy małym kącie przecięcia kierunków prostych, należy stosować ruchome krzyżownice podług rys.338 ; ruch iglic tych krzyżownic jest związany z ruchem iglic zwrotnic.



Rys.338.

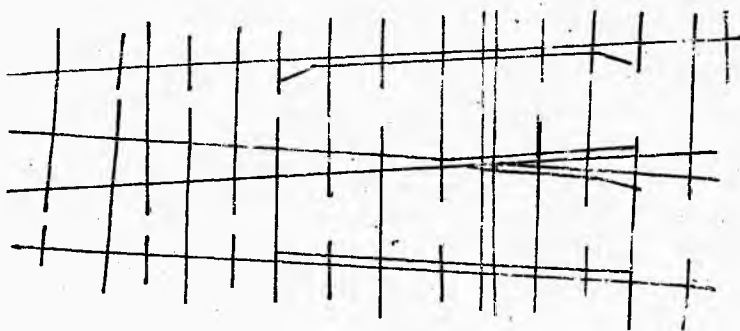
Rozjazdy układają się na podrozjezdnicach; mają one niejednakową długość i przy rozjazdach zwykłych długość ich zwiększa się w miarę zbliżania się do krzyżownicy; gdy niema odpowiednich podrozjezdnic, można w wyjątkowych wypadkach ułożyć rozjazd na zwykłych podkładach i kilku krótszych podrozjezdnicach podług rysunku 339. W normalnej eksploatacji jest to niedo-



Rys.339.

puszczalne.
Francuzi
wolą w ta-
kich wypad-
kach stoso-
wać zwykłe
podkłady

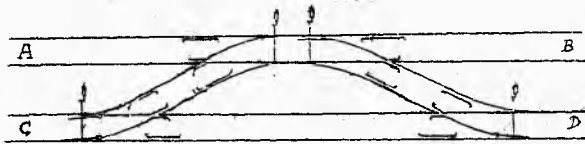
i krótsze kawałki ich, tak zwane blochets, jakie stosują i w torze (patrz wyżej), (rys.340).



Rys.340.

Rysunek 341 daje połączenie między 2 torami, a rysunek 342 - połączenie krzyżowe, na które składają się

2 lewe, 2 prawe zwrotnice i jedno przecięcie.

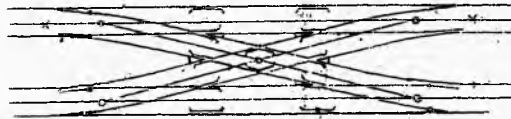


Rys. 341.

Z rysunków
343 i 344 widać
o ile skraca
połączenie
torów zasto-
sowanie zwrot-
nic angiels-
kich zamiast

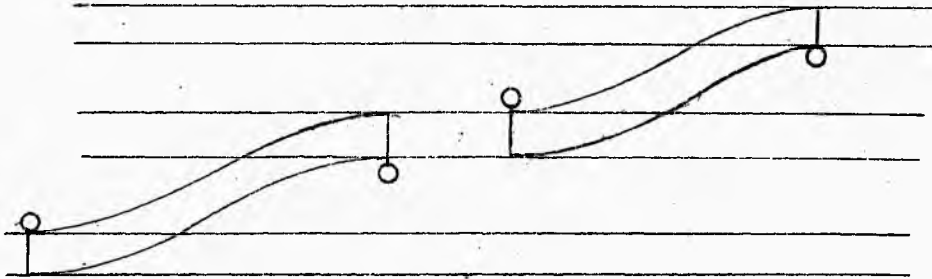
zwykłych.

Gdy zależy na
możliwym skró-
ceniu rozjazdu
w celu otrzyma-
nia możliwie
długich torów,
co głównie do-
tyczy większych
stacyj technicz-



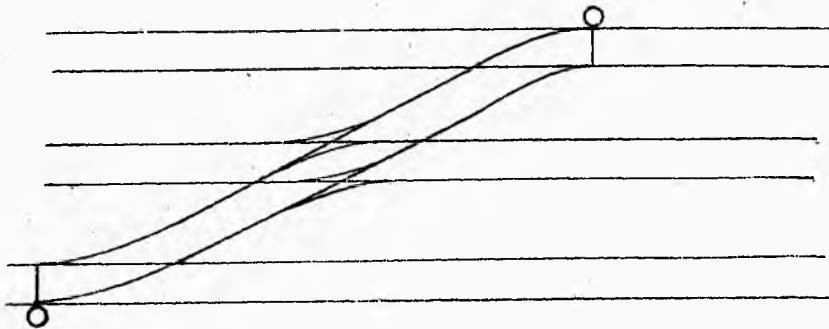
Rys. 342.

nych lub ciasnych; miejsce na stacjach towarowych, można
stosować skrócone rozjazdy; skrócenie to osiąga się
przez zastosowanie drugiego łuku poza krzyżownicą
na torze odchylonym (rys. 345); oś przedłużenia odchy-
lonego toru poza tę drugą krzywą tworzy wtedy większy
kąt z osią prostego toru, niż kąt krzyżownic; graniczne

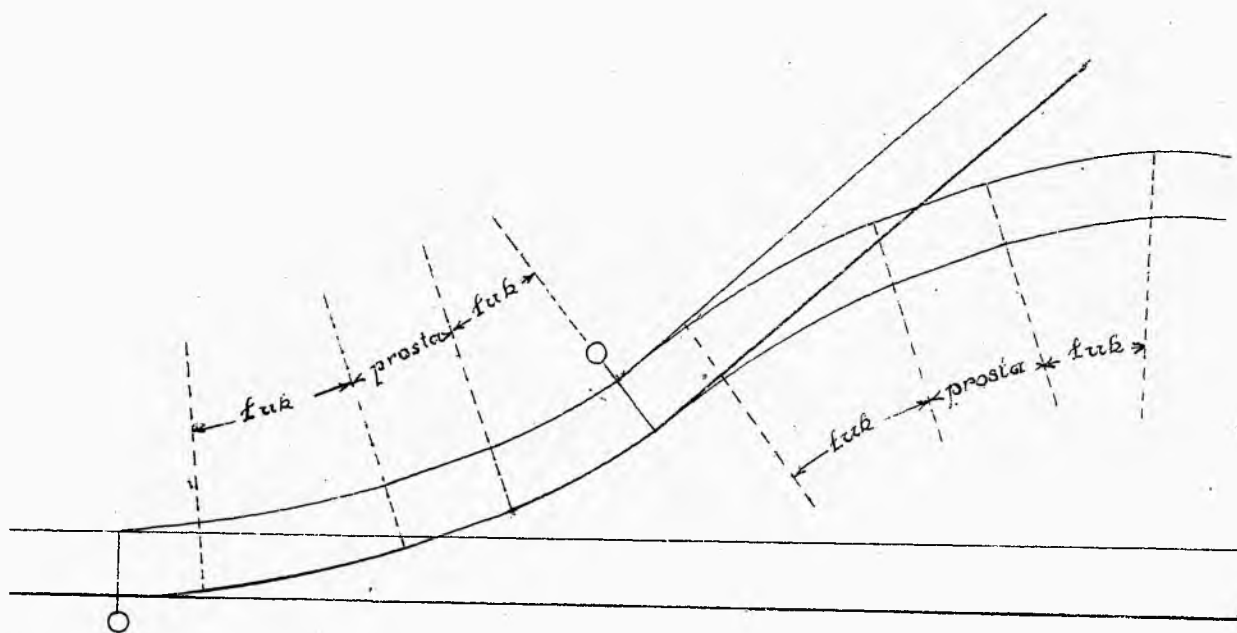


Rys. 343.

zwiększenie rozchylenia osi wynosi przy krzyżownicach $1/10 - 1/6$, przy $1/9 - 1/5,55$ i odpowiednio przy $1/8 - 1/5,3$.



Rys. 344.



Rys.345.

Wagony towarowe x).

Wagony towarowe służą normalnie dla przewozu wszelkiego rodzaju ładunków. Wyjątkowo są one używane do przewozu ludzi, a mianowicie przy znaczniejszych przewozach wojsk i przy napływie dużych mas pątnicznych, wagony towarowe zwykle dzielą się na kryte i niekryte. Na naszej sieci mamy pierwszych około 1/3, drugich około 2/3 od ogólnej ilości zwykłych wagonów towarowych. Około 1/3 wagonów zaopatrzona jest w hamulce ręczne. Ilość hamulców w pociągu, obsadza-

x) Wskutek pośpiechu rozdział ten nie mógł być podany w odpowiednim miejscu, po str.130.

na przez konduktorów hamulcowych, zależy od największych spadków, spotykanych na danym odcinku linii; reszta hamulców w pociągu ponad odnośną normę nie obsadza się konduktorami. Ładowność towarowych normalnotorowych wagonów wzrasta; dawniej wynosiła ona 10 ton, obecnie większość naszych wagonów obliczona jest na 15 ton ładunku, a niektóre węglarki na 20 ton; wagony te są dwuosłowe. Przy ładowności, przewyższającej 20 ton, używa się wagonów cztero i sześciosiłowych na dwóch wózkach, rzadziej zaś trzyosiłowych ze względu na znaczne tarcie przy przejściu tych ostatnich w krzywych odcinkach toru.

Stany Zjednoczone używały zawsze i używają wyłącznie wagonów na 2 wózkach; ładowność tych wagonów przekroczyła obecnie już 100 ton. Przed wojną były w Europie czynione próby wprowadzenia takich wagonów, ale w małej skali; dopiero obecnie po wojnie zauważyc się daje na kontynencie Europy dążność do wprowadzenia potężniejszej jednostki wagonowej w ruchu towarowym. My posiadamy już większą ilość wagonów czterosiłowych, amerykańskich o nośności 30 ton. Wagony o większej pojemności i ładowności dają możliwość przewożenia cięższych pociągów towarowych przy znacznie mniejszej całkowitej długości pociągu, ponieważ wagony typu

amerykańskiego mają znacznie większą ładowność na 1 mtr. bieżący długości wagonu ; jest to bardzo pożądane, gdyż daje możliwość zwiększe^{nia} zdolności przewozowej danej linii, przy utrzymaniu tej samej, powiedzmy, ilości pociągów i bez przebudowy stacji czyli wydłużenia torów stacyjnych, co byłoby nieuniknione w razie zwiększenia wagi pociągów przy zachowaniu dotychczasowych typów wagonów towarowych. Wagony amerykańskie są zwykle wyposażone w automatyczne hamulce Westinghouse'a; umożliwia to jazdę z większą szybkością przy jednoczesnym zmniejszeniu liczby konduktorów hamulcowych.

Wagony o mniejszej ładowności mają tę dogodną stronę, że przy przewozach mieszanych, poza przewozami masowymi, jak węgiel, ruda i t.p., łatwiej jest załadować mniejszy wagon ładunkiem, idącym do wspólnego celu, niż wagon 30-100 tonnowy; wskutek tego mniejsze wagony są w tych warunkach przewozów lepiej wykorzystane jak co do pojemności i wagi ładunku użytecznego, tak i dziennego przebiegu. Wagony o większej pojemności mogą dać natomiast doskonałe rezultaty ekonomiczne przy przewozach masowych w pewnych określonych kierunkach i przebiegach pomiędzy ośrodkami produkcji i spożycia np. w przewozie węgla, drzewa i t.p. W tym kierunku idą obecnie Niemcy, a nam może dać duże

ułatwieniu zastosowanie wagonów o dużej pojemności w przewozie węgla z Zagłębia na wschód i do morza, z wyzyskaniem ich w znacznej mierze w kierunku odwrotnym dla przewozu drzewa ze wschodu. Za zastosowaniem wagonów czteroosiowych w tych przewozach przemawia również i to, że daje to możliwość zwiększenia zdolności przewozowej naszych linii, biegnących z Zagłębia węglowego na wschód, już przed wojną prawie zupełnie wyczerpanych co do ich przepływności przy zastosowaniu zwykłych wagonów towarowych.

Wagony kryte służą do przewozu ładunków, które wymagają ochrony przed wpływami atmosferycznymi, jako to: mąki, ziarna, produktów przemysłu tekstylnego, garbarskiego, cukrowniczego i pokrewnych, mebli, bydła i innych cenniejszych produktów.

W wagonach niekrytych przewozi się węgiel, koks, rudę, kamienie, ziemniaki, cegłę, drzewo, słomę, siano, bydło i inne ładunki masowe; pozatem ładunki ciężkie w oddzielnych większych sztukach, jak maszyny lub części ich, lokomobile, wozy, armaty, samoloty, tabory wojskowe i t.d; niektóre z tych ładunków wymagają przykrycia brezentami, czyli płótnem nieprzemakalnym.

Wagony niekryte mogą mieć zupełnie niskie boki lub wcale ich nie mieć; nazywamy je wtedy platformami, i służą one do przewozu długiego drzewa, szyn, samocho-

dów, wozów i t.d. lub też mogą one mieć ściany wyższe około 1-1,8 m; nazywamy je wtedy węglarkami służyć one dla przewozu innych, wskazanych wyżej, ładunków. Część węglarek posiada ruchomą przykrywą i służy do przewozu soli i wapna.

Poza zwykłymi wagonami towarowymi istnieje szereg typów specjalnych, a więc wagony z ruchomymi dnami lub ścianami bocznymi dla szybkiego wyładunku towarów sypkich, jak węgiel, ruda i t.p.; urządzenia takie dają doskonałe rezultaty, przyspieszając obrót i zwiększając możliwość wykorzystania wagonów; pozatem mamy cyster-ny czyli wagony zbiorniki dla przewozu cieczo-ropy, nafty, benzyny i spirytusu; wagony dla przewozu bydła, piętrowe wagony z ażurowymi ściankami dla przewozu nierogacizny; wagony-klatki dla drobiu, wreszcie chłodnie z izolowanymi ścianami, zabezpieczającymi w lecie niską, a w zimie wyższą temperaturę wewnątrz wagonu.

W poniższej tabelicy wskazane są główne wymiary i dane o wadze wagonów towarowych. Dla eksploatacji są nader ważne dane ostatniej rubryki, czyli waga wagonów w stosunku do ładowności; im wagon jest cięższy, tem większą jest waga nieużyteczna pociągu i wydatki trakcyjne; z tabelicy widzimy, że wagony rosyjskie są lżejsze od pruskich; wynika to ze słabszej ich budowy; w wagonach pruskich typów rama i usztywnienie ścian jest silniejsze wskutek zastosowania żelaza; zwiększa-

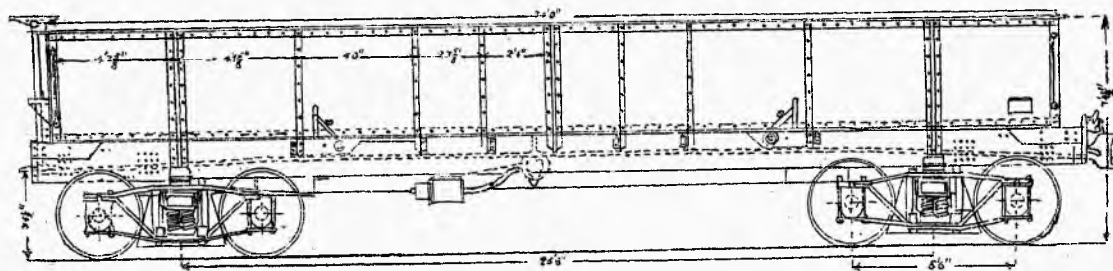
jąc wagę, daje to wagon mocniejszy, mniej wymagający naprawy. Mocniejszą, a więc i cięższą budowę należy uznać za racjonalną ze względu na silne uderzenia, jakie musi wytrzymać wagon towarowy przy rozrządzaniu na stacjach sortowniczych, szczególnie gdy się rozrządza, przepychając wagony przez górkę, gdzie oddzielne wagony nie zczepione z innymi lub też drobne grupy wagonów po 2 lub 3 nabierają rozpędu, biegną po torach stacyjnych i uderzają o stojące na tych torach już rozrządzone wagony. Tara czyli waga własna zmniejsza się w stosunku do ładunku w miarę zwiększenia ładowności, co widzimy w typach czteroosiowych i sześciociowych oraz w wagonach dróg żelaznych wąskotorowych, gdzie stosuje się lżejszą budowę, wskutek naogół mniejszych szybkości jazdy.

Z poniższej tablicy wynika, że ładowność na 1 metr bieżący długości wagonów krytych 2-osiowych, węglarki czteroosiowej polskiej i wagonu amerykańskiego dr. żel. Virginian wynosi 1,62 t. 2,47 t. i 7,04 t. i waga całkowita, włączając tarę, odpowiednio: 2,62 t., 3,6 t. i 9,1 tonny. Widzimy stąd, że zastosowanie używanych u nas wagonów amerykańskich zamiast 2-osiowych zwiększa wagę pociągu przy jednakowej długości

o 50% i zmniejsza długość przy jednakowej wadze o 1/3
 a zastosowanie stutonnowych wagonów odpowiednio o 300%
 i 3/4 (Rys. 346, 347 i 348).

Wagony towarowe.

	Ilość osi	Rozstaw osi lub sworzni wózków m.	Długość między zderza- kami m.	Waga próżnego Całko- wita t.	wagonu na I ładun- ku t	Ła- dow- ność t.	Uwagi
Polski kryty	2	4,5	9,3	9,3	0,620	15	typ pruski
" "	2	4,5	9,6	10,4	0,693	15	"
z hamulcem							
Rosyjski kryty	2	3,81	7,63	6,6	0,403	16,4	
" "	2	3,81	8,24	7,6	0,464	16,4	
z hamulcem							
Polska wę- glarka	2	4,00	7,8	8,25	0,413	20,0	"
" "	2	4,00	8,5	9,25	0,463	20,0	"
z hamulcem							
" " "	4	8,00	12,14	15,0	0,500	30,0	typ ameryk.
Platforma	2	4,5	9,3	7,85	0,436	18	
Kryty amery- kański	4	10,36	12,15	20	0,440	45	dr. żel. Pensyl- wanskiej
" "	6		15,5	32	0,295	108,9	dr. żel. Virgi- nii
Kryty S=1000 m.	2	2,3	5,28	2,5	0,500	5	
" " "	2	3,15	7,15	4,7	0,470	10	
" S=750	2	-	-	2,5	0,417	6	
" S=600	4	-	9,8	4,7	0,470	10	
Niekryty S=1000	2	2,3	5,28	2	0,358	5,6	
" S=750	2	2,7	4,78	1,85	0,370	5	
" S=600	4	-	6,60	3,17	0,317	10	



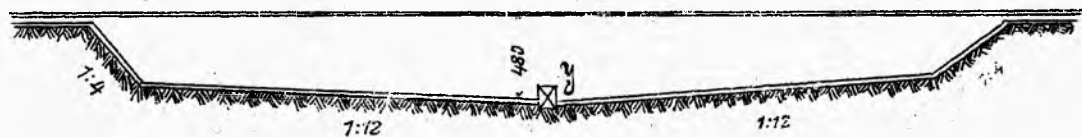
Rys. 348.

Wagony bezprzeładunkowe.

W celu uniknięcia przeładunku towarów w ruchu pomiędzy drogami żelaznymi o rozmaitej szerokości torów używa się niekiedy specjalnych wagonów bezprzeładunkowych. Ze względu na znaczny koszt odpowiednich urządzeń stosuje się to przeważnie jedynie w ruchu ^{pomiędzy} wymiennym sieciami magistralnymi.

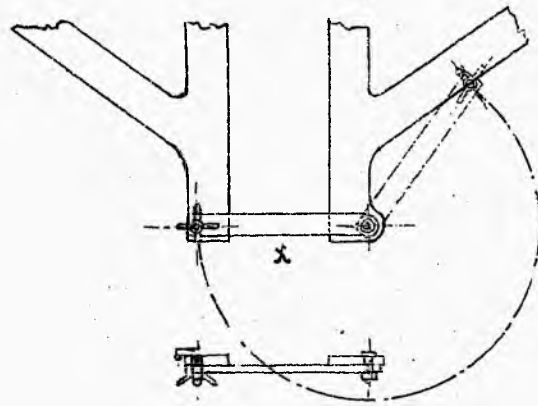
W ruchu pomiędzy pięciostopową siecią rosyjską i siecią o normalnej szerokości toru, a więc dawniej drogą żelazną Warszawsko-Wiedeńską, były stosowane, a w przyszłości pomiędzy naszą siecią z jednej strony, a rosyjską i być może łotewską z drugiej strony, będą prawdopodobnie stosowane wagony systemu Breidsprechera rys. 349-353. Przy zmianie szerokości toru wymienia się w wagonach systemu Breidsprechera całkowite^{ze} stawy kół na inne odpowiedniej szerokości; wagony przechodzą na stacji granicznej ponad specjalnym dołkiem rys. 349; rama i pudło podtrzymuje się podczas

przetaczania wagonów nad dołem na specjalnych 4 wózkach ręcznych, rys. 352 i 535, biegnących po bocznych wąskich torach; rama opiera się na tych wózkach przy pomocy 4 wydłużonych na zewnątrz żelaznych belek poprzecznych rys. 351, otwiera się zawory dolne x wideł maźnicznych i zestawy kół staczają się do dołu po pochylonym torze głównym; w miarę posuwania się wagonu

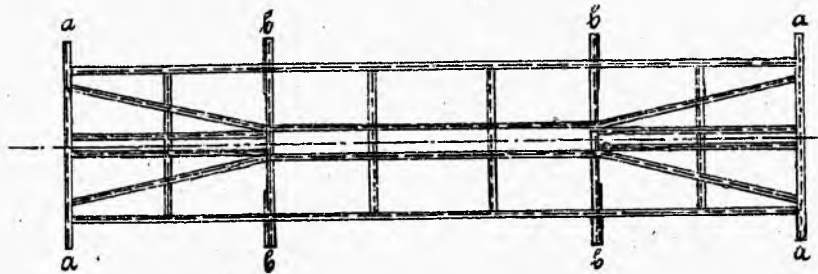


Rys. 349.

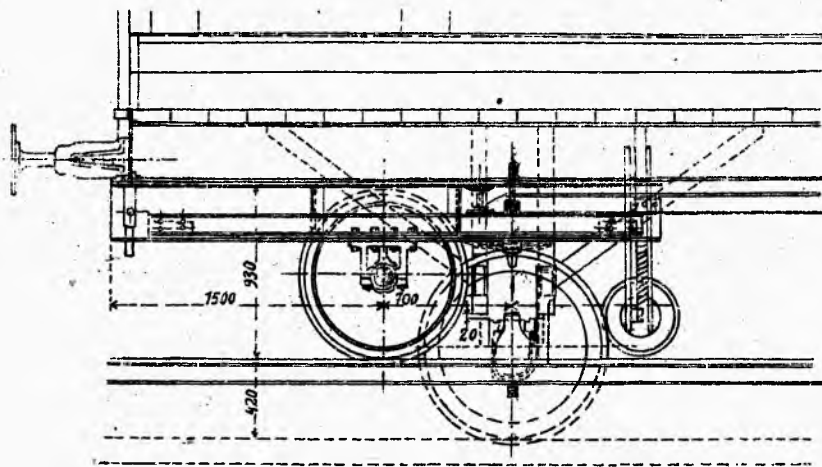
zabiera on ze sobą i podnosi w widełach maźnicznych przy pomocy opuszczonej dolnej zawory rys. 354 skrajny nowy zestaw kół odmiennej szerokości, znajdujący się w dole po drugiej stronie bala granicznego y (rys. 349). Gdy dół zapełni się zestawami kół po jednej stronie bala y i wyczerpie się jednocześnie zapas zestawów odmiennej szerokości z drugiej jego strony, zaczyna się przepychać w odwrotnym kierunku; operacja ta powtarza się tak na zmianę.



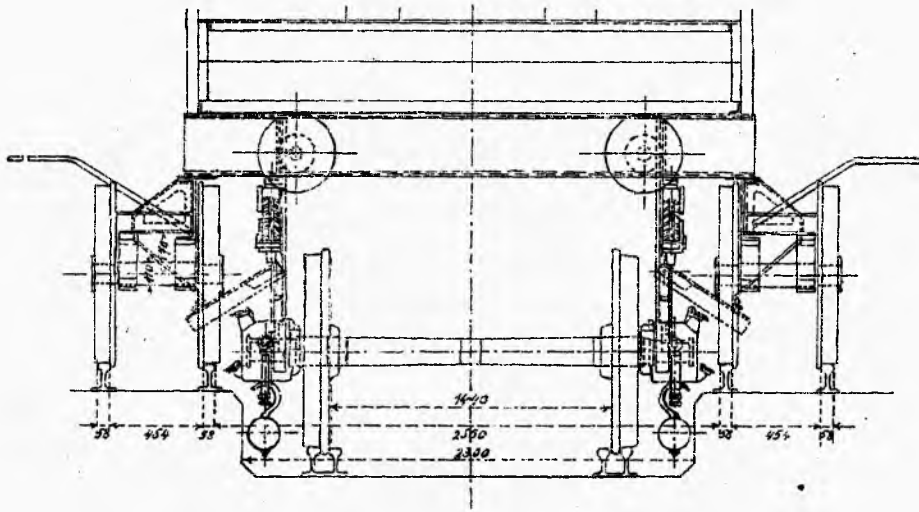
Rys. 350.



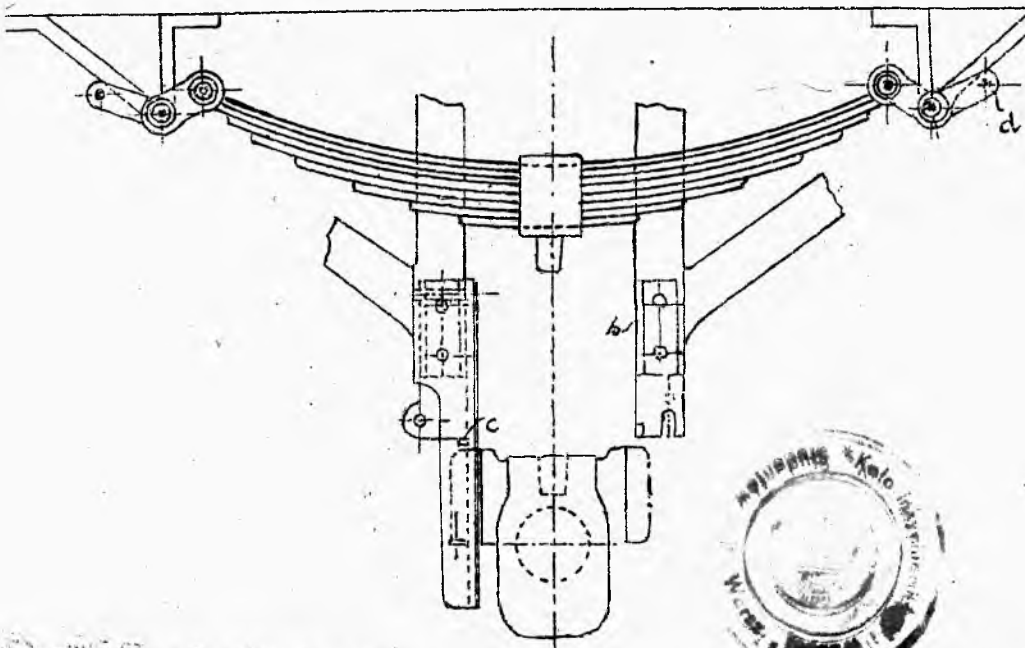
Rys. 351.



Rys. 352.



Rys. 353.



Rys. 354.

BIELSKIE STUDEŃTÓW POLSKICH
KOMITET DZIAŁALNOŚCI
PRZY POLSKIM STOWZIECZYSTWIE
WARSZAWA, UL. KRZAKOWSKIEJ
TEL. 85993

