

INŻYNIER KOLEJOWY

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM KOLEJNICTWA I KOMUNIKACJI.
ORGAN ZWIĄZKU POLSKICH INŻYNIERÓW KOLEJOWYCH.

T R E Ś Ć:

W sprawie regulacji łuków kolejowych, dr. inż. *M. Bessaga*.
Naprawa sprężyn wagonowych, inż. *M. Jungier*.
Elektryfikacja kolei żelaznych w Polsce, inż. *A. Pawłowski*.
Rzut oka na koleje rumuńskie, *L. Stanek*, ppłk. dypl.
Wpływ sił poprzecznych i wahań temperatury na naprężenia w przepustach sklepionych, inż. *J. Mutermilch*.
Kronika krajowa i zagraniczna.
Ze Związku Polskich Inżynierów Kolejowych.
Ogłoszenia urzędowe i przetargi.

S O M M A I R E:

Sur la rectification des courbes, par dr. ing. *M. Bessaga*.
Réparation des ressorts des wagons, par ing. *M. Jungier*.
L'électrification des chemins de fer en Pologne, par ing. *A. Pawłowski*.
Les chemins de fer en Roumanie, par *M. L. Stanek*, lt.-colonel diplômé.
L'influence des efforts tranchants et des variations de la température sur les fatigues dans les aqueducs voûtés, par ing. *J. Mutermilch*.
Chronique locale et étrangère.
Nouvelles de l'Union des ingénieurs polonais de chemins de fer.
Annonces officielles et adjudications.

625.171 + 625.184.4.

W sprawie regulacji łuków kolejowych.

Dr. Inż. *Mieczysław Bessaga*.

Regulacja łuków kolejowych, opierająca się na pomiarze strzałek i obliczeniu potrzebnych przesunięć poszczególnych punktów, była w swoim czasie przedmiotem bardzo interesującego artykułu inż. A. Krepkiego, umieszczonego w „*Inżynierze Kolejowym*” z roku 1927 (Nr. 8). Wyniki otrzymane zapomocą podanej w tym artykule metody są identyczne z wynikami metody Nalenz-Höfer'a, stosowanej od szeregu lat w Niemczech, a przedstawionej w sposób systematyczny w czasopiśmie: „*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*” z roku 1931 (w artykule Dr. Schramm'a: „*Theorie des Nalenz-Höfer-Verfahrens*”), jednakże sposób ujęcia sprawy jest zupełnie odmienny. Przedmiotem moich niniejszych rozważań będzie dalsze rozwinięcie i uzupełnienie myśli Inż. A. Krepkiego. Oczywiście jestem zmuszony przy tej sposobności przypomnieć główne zasady jego metody — będą się stała jednakże nasświetlić je z nieco innego punktu widzenia i w sposób możliwie ściśły wykazać ich słuszność. Na zakończenie naszkicuję metodę graficzną, mogącą służyć do wyznaczenia przesunięć na podstawie pomiaru strzałek, a opartą na konstrukcjach, znanych ze statyki wykresłnej.

Zasadnicze prawo zależności zmiany strzałek od przesunięć, na którym opiera się obliczenie tych ostatnich, jest następujące: jeśli przesuniemy pewien punkt węzłowy łuku o wielkość „*p*” nazewnątrzą, wówczas strzałka w tym punkcie zwiększy się o *p*, natomiast strzałki w dwóch sąsiednich punktach węzłowych zmniejszą się o *p*/2. Analogiczne zmiany (jednak przeciwnych znaków) zajdą przy skutecznieniu przesunięcia ku środkowi łuku. Przez punkty węzłowe rozumiemy tu punkty, w których mierzy się strzałki. Powyższe prawo jest słuszne, gdy długość cięciwy nie jest zbyt duża w porównaniu z wielkością promienia krzywizny, w tym bowiem tylko przypadku sąsiednie promienie (prostopadłe do sąsiednich cięciw) można uważać za równoległe. Błąd powstający z tego powodu, iż kierunki sąsiednich strzałek (promieni) nie są do siebie dokładnie równoległe, jest minimalny w przypadkach, spotykanych w praktyce, w każdym razie leży w granicach nieuniknionych błędów pomiaru. (Dla łuku *R*=180 m. i cięciwy długości 20 m zwiększenie strzałki w jednym punkcie węzłowym o 300 mm powoduje zmniejszenie strzałek w sąsiednich punktach o 149,3 mm, zamiast 150 mm).

Z prawa zależności strzałek od przesunięć można wyprowadzić zupełnie ściśle wzory na przesunięcia: p_1, p_2, \dots, p_n poszczególnych punktów węzłowych P_1, P_2, \dots, P_n ,

które mają przeprowadzić dany układ strzałek pomierzonych:

$$f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$$

w pewien przyjęty przez nas zgóry układ strzałek założonych:

$$f'_1, f'_2, f'_3, \dots, f'_n$$

Przy założeniu, że przesunięcie pierwszego punktu węzłowego, leżącego jeszcze faktycznie na prostej, jest zerem, otrzymamy następujące równania:

$$\begin{aligned} f'_1 &= f_1 - p_2/2 \\ f'_2 &= f_2 + p_2 - p_3/2 \\ f'_3 &= f_3 + p_3 - p_2/2 - p_4/2 \\ f'_4 &= f_4 + p_4 - p_3/2 - p_5/2 \end{aligned}$$

Stąd:

$$\begin{aligned} p_2 &= 2(f_1 - f'_1) = 2\Delta_1 \\ p_3 &= 2(f_2 - f'_2) + 4(f_1 - f'_1) = 2\Delta_2 + 4\Delta_1 \\ p_4 &= 2\Delta_3 + 4\Delta_2 + 6\Delta_1 \end{aligned}$$

...

Ogólnie:

$$p_i = 2[\Delta_1(i-1) + \Delta_2(i-2) + \dots + \Delta_{i-1} \times 1] \dots (1)$$

Wzorowi (1) można nadać ciekawą statyczną interpretację: uważajmy różnice $\Delta_i = f_i - f'_i$ jako siły, działające w poszczególnych punktach węzłowych P_i , przy czym niech odległość sąsiednich punktów węzłowych równa się jednostce. Podwójna wartość momentu tych sił (różnic Δ), położonych z lewej strony danego punktu względem tegoż punktu, stanowi wielkość szukanego przesunięcia. Wzór (1) możnaby napisać w formie symbolicznej

$$p_i = 2(M\Delta)_i \dots (1a)$$

względnie, biorąc pod uwagę, iż $\Delta_i = f_i - f'_i$

$$p_i = 2[M(f)_i - M(f')_i] \dots (1b)$$

Wprowadzając oznaczenia:

$$\begin{aligned} (\Sigma \Delta)_i &= \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_i \\ (\Sigma \Sigma \Delta)_i &= (\Sigma \Delta)_1 + (\Sigma \Delta)_2 + \dots + (\Sigma \Delta)_i \\ &= \Delta_1 + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_i \\ &= i\Delta_1 + (i-1)\Delta_2 + \dots + 1 \times \Delta_i \\ (\Sigma \Sigma \Delta)_{i-1} &= (i-1)\Delta_1 + (i-2)\Delta_2 + \dots + 1 \times \Delta_{i-1} \end{aligned}$$

otrzymamy ze wzoru (1) wzór:

$$p_i = 2 (\Sigma \Sigma \Delta)_{i-1} \dots \dots \dots (2)$$

Wielkość przesunięcia dowolnego punktu węzłowego P równa się podwójnej wartości drugiej sumy różnic Δ, obliczonej, aż do punktu poprzedzającego punkt rozpatrywany włącznie.

Nasuwa się tu jedna wątpliwość. Równań, określających wartości f_i jest ogółem n, natomiast ilość niewiadomych przesunięć — w założeniu, iż pierwsze i ostatnie przesunięcie p_1 i p_n , jako odnoszące się do punktów leżących faktycznie na prostej, jest zerem, — wynosi tylko $n-2$. Ilość równań jest zatem o 2 większa, niż ilość niewiadomych. Gdyby nie było żadnych warunków, wiążących między sobą wartości f_i , to otrzymalibyśmy wprawdzie $p_1=0$ (gdyż to już przy układaniu równań na f_i było założone), jednakże dla otrzymania przepisanych zgóry wartości f'_1, f'_2, \dots, f'_n nietylko musiałoby być p_n różne od 0, lecz ponadto w jeszcze jednym punkcie węzłowym poza punktami P_1, P_2, \dots, P_n , to jest w punkcie P_{n+1} musiałoby zostać uskułecznione pewne przesunięcie p_{n+1} . Widać stąd, iż konieczne są dwa warunki, wiążące wartości f'_1, f'_2, \dots, f'_n między sobą. Są to warunki następujące:

I) Suma strzałek pomierzonych, t. j. strzałek pierwotnego, odkształconego, łuku powinna być równa sumie strzałek założonych, t. j. sumie strzałek projektowanego, regularnego łuku

$$\Sigma f = \Sigma f', \text{ czyli } (\Sigma \Delta)_n = 0$$

II) Druga suma różnic Δ, obliczona do przedostatniego punktu węzłowego włącznie, powinna być zerem

$$(\Sigma \Sigma \Delta)_{n-1} = 0$$

$$\text{czyli } (M \Delta)_n = 0 \text{ oraz } (M f)_n = (M f'_n)$$

(Ostatnie równości wynikają z porównania wzorów 1a, 1b i 2).

Konieczność uwzględniania warunku I przy zestawianiu układu strzałek założonych f'_1, f'_2, \dots, f'_n wynika ze wspomnianego na wstępie prawa zależności strzałek od przesunięć. Każde przesunięcie p zmienia wielkość strzałki w odpowiednim punkcie o p, w dwóch zaś sąsiednich punktach węzłowych o $-p/2$, ostatecznie zatem spowodowana tem przesunięciem zmiana sumy strzałek jest równa zeru, gdyż wynosi ona $p-p/2-p/2=0$.

Warunek II jest następstwem założenia, iż przesunięcie p_n ostatniego punktu węzłowego, które w myśl wzoru (2) wynosi $2 (\Sigma \Sigma \Delta)_{n-1}$ powinno być równe zeru. Spełnienie obu warunków I i II sprawia, iż nietylko p_n , ale i p_{n+1} musi być zerem. Jest bowiem:

$$p_{n+1} = 2 (\Sigma \Sigma \Delta)_n = 2 [(\Sigma \Sigma \Delta)_{n-1} + (\Sigma \Delta)_n] = 0$$

Warunki I i II dają tylko ogólną wskazówkę, w jaki sposób strzałki f'_1, f'_2, \dots, f'_n mają być przyjmowane. Bliższą orientację w tym względzie dają następujące prawa:

1) Na środkowej części łuku, odpowiadającej czystemu łukowi kołowemu, wielkość strzałek jest stała, zgodnie ze wzorem przybliżonym

$$f' = s^2/2R, \text{ gdzie } s \text{ oznacza połowę długości cięciwy, } R \text{ — promień łuku.}$$

2) Na początkowej i końcowej części łuku, które to części odpowiadają krzywym przejściowym, wielkość strzałki w danym punkcie jest proporcjonalna do odległości tego punktu od początku krzywej przejściowej

$$f'_i = \frac{x_i s^2}{2 C} \dots \dots \dots (3)$$

różnica zaś dwóch kolejno po sobie następujących strzałek jest stała i wynosi

$$f'_{i+1} - f'_i = \frac{s^3}{2 C} \dots \dots \dots (4)$$

Wzory (3) i (4) łatwo wyprowadzić, jeśli uwzględnimy, iż kierunek strzałek niewiele się różni od kierunku rzędnych krzywej przejściowej, tak, iż wielkość strzałki

w pewnym punkcie węzłowym tej krzywej można uważać za różnicę między średnią arytmetyczną z rzędnych w obu sąsiednich punktach węzłowych, a rzędną w punkcie rozpatrywanym:

$$f_i = \left[\frac{(x_i + s)^3}{6 C} + \frac{(x_i - s)^3}{6 C} \right] \times 1/2 - \frac{x_i^3}{6 C} = \frac{x_i s^2}{2 C}$$

$$f_{i+1} = \frac{(x_i + s) s^2}{2 C}$$

$$f_{i+1} - f_i = \frac{s^3}{2 C}$$

Proporcjonalny do odległości od początku krzywej przejściowej wzrost strzałki jest tak długo ważny, jak długo wszystkie trzy punkty węzłowe, od których wielkość strzałki zależy t. j. początek i koniec cięciwy oraz środek łuku leżą faktycznie na krzywej przejściowej.

3) Pozostają do rozpatrzenia strzałki w punktach, leżących na przejściu między prostą, a krzywą przejściową, oraz między krzywą przejściową, a łukiem kołowym. Są to punkty węzłowe, którym odpowiadają cięciwy, jednym końcem leżące w krzywej przejściowej, drugim zaś końcem w prostej lub w łuku kołowym. Same punktu węzłowe (środki łuków) mogą przytem leżeć bądź to na prostej, bądź na krzywej przejściowej, bądź wreszcie w łuku kołowym. Wyznaczenie wielkości strzałek jest możliwe, jeżeli znamy położenie danego punktu względem początku lub końca krzywej przejściowej, przyczem stosować można podobnie, jak poprzednio wzór przybliżo-

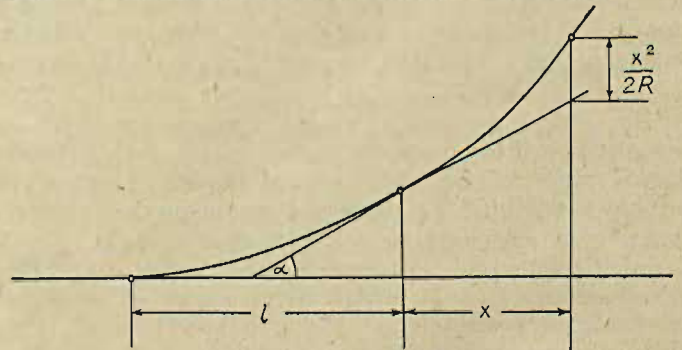
$$\text{ny } f_k = \frac{y_{k-1} + y_{k+1}}{2} - y_k. \text{ Dla punktów, leżących na}$$

prostej, odpowiednia rzędna (y) jest równa zeru, dla punktów, leżących na krzywej przejściowej $y = \frac{x^3}{6 C}$, dla

punktów położonych w łuku kołowym (oczywiście w początkowej części tegoż łuku) jest w przybliżeniu

$$y = l^2/6C + l/2R \times x + x^2/2R,$$

gdzie l oznacza długość krzywej przejściowej, $l/2R$ — tg kąta nachylenia stycznej końcowej krzywej przejściowej względem stycznej początkowej, wreszcie x — odległość odnośnie-go punktu od końca krzywej przejściowej (rys. 1).



$$\text{tg } \alpha = \frac{l}{2R}$$

Rys. 1.

Obliczone według powyższych reguł strzałki zestawiono w tablicach I—VIII dla kilku różnych wartości C, R, i s. Podano tu wielkości strzałek, odpowiadające kolejno po sobie następującym punktom łuku, oddalonym od siebie o 1 metr, rozpoczynając od punktów, położonych na prostej przed krzywą przejściową w odległości mniejszej, niż s/2 od jej początku, a kończąc na punktach czystego łuku kołowego, mających analogiczne (mniejsze, niż s/2) odległości od końca krzywej przejściowej.

Tablica I. Strzałki f' dla $C=6000, 2s=16 m, R=200 m.$

Odl. x od pocz. krz. prz.	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Strzałki f' w mm . . .	0	0	0	1	2	3	5	7
x — w m . . .	+1	+2	3	4	5	6	7	8
f — w mm . . .	10	14	18	22	27	32	37	43
x — w m . . .	9	10	11	12	13	14	15	16
f — w mm . . .	48	53	59	64	69	75	80	85
x — w m . . .	17	18	19	20	21	22	23	24
f — w mm . . .	91	96	101	107	112	117	123	128
x — w m . . .	25	26	27	28	29	30	31	32
f — w mm . . .	133	138	142	146	150	153	155	157
x — w m . . .	33	34	35	36	37	38		
f — w mm . . .	158	159	160	160	160	160		

Tablica VI. Strzałki f' dla $C=12000, 2s=16 m, R=400 m.$

Dla x od — 7 do 0	0	0	0	1	1	2	2	3
" " 1 " 8	5	7	9	11	13	16	19	21
" " 9 " 16	24	27	29	32	35	37	40	43
" " 17 " 24	45	48	51	53	56	59	61	64
" " 25 " 32	66	69	71	73	75	77	78	79
" " 33 " 38	79	79	80	80	80	80		

Tablica VII. Strzałki f' dla $C=12000, 2s=20 m, R=300 m.$

Dla x od — 9 do 0	0	0	0	1	1	2	2	4	5	7
" " 1 " 10	9	12	15	18	22	24	29	33	38	42
" " 11 " 20	46	50	54	58	63	67	71	75	79	83
" " 21 " 30	88	92	96	100	104	108	113	117	121	125
" " 31 " 40	129	134	138	141	145	148	152	155	158	160
" " 41 " 50	161	163	164	165	166	166	166	167	167	167

Tablica II. Strzałki f' dla $C=6000, 2s=16 m, R=250 m.$

dla x od — 7 do 0 m	0	0	0	1	2	3	5	7
" " " 1 " 8 "	10	14	18	22	27	32	37	43
" " " 9 " 16 "	48	53	59	64	69	75	80	85
" " " 17 " 24 "	91	96	101	106	111	114	118	120
" " " 25 " 32 "	123	125	126	127	127	128	128	128

Tablica VIII. Strzałki f' dla $C=12000, 2s=20 m, R=400 m.$

Dla x od — 9 do 0	0	0	0	1	1	2	2	4	5	7
" " 1 " 10	9	12	15	18	22	24	29	33	38	42
" " 11 " 20	46	50	54	58	63	67	71	75	79	83
" " 21 " 30	88	92	96	99	103	107	110	113	115	118
" " 31 " 40	120	121	123	123	124	124	125	125	125	125

Tablica III. Strzałki f' dla $C=6000, 2s=20 m, R=250 m.$

dla x od — 9 do 0	0	0	0	1	2	3	5	7	10	14
" " " 1 " 10	18	24	30	36	43	51	59	67	75	83
" " " 11 " 20	92	100	108	117	125	133	141	149	157	164
" " " 21 " 30	171	176	182	186	190	193	195	197	198	199
" " " 31 " 34	199	200	200	200						

Tablica IV. Strzałki f' dla $C=6000, 2s=20 m, R=300 m.$

Dla x od — 9 do 0	0	0	0	1	2	3	5	7	10	14
" " 1 " 10	18	24	30	36	43	51	59	67	75	83
" " 11 " 20	92	100	108	116	123	130	137	143	148	153
" " 21 " 30	157	160	162	164	165	166	166	167	167	167

Tablica V. Strzałki f' dla $C=12000, 2s=16 m, R=300 m.$

Dla x od — 7 do 0	0	0	0	1	1	2	2	3
" " 1 " 8	5	7	9	11	13	16	19	21
" " 9 " 16	24	27	29	32	35	37	40	43
" " 17 " 24	45	48	51	53	56	59	61	64
" " 25 " 32	67	69	72	75	77	80	83	85
" " 33 " 40	88	91	93	96	98	100	101	103
" " 41 " 48	104	105	106	106	106	107	107	107

Po omówieniu warunków i zasad, którym powinny czynić zadość strzałki założone, powracam do sprawy obliczenia przesunięć na podstawie wzorów 1) i 2). Obliczenie to można z łatwością wykonać przy użyciu tablicy podanej przez inż. Krepskiego, przedstawionej w sposób fragmentaryczny jako tablica IX. Po wypisaniu „n” strzałek pomierzonych w odpowiedniej kolumnie i obliczeniu ich sumy, przystępujemy do wyznaczenia strzałek założonych w sposób, czyniący zadość zasadom 1), 2) i 3) oraz warunkowi I. W tym celu należy odrzucić kilka strzałek początkowych i końcowych, odpowiadających krzywym przejściowym, a dla pozostałej reszty, wynoszącej n_2 strzałek, wyznaczyć średnią arytmetyczną f_s . W ten sposób postępujemy w najczęściej spotykanym przypadku, t. j. gdy mamy do czynienia z odkształconym łukiem kołowym jednolitym, a nie koszowym. Łuk koszowy poznaje się po tem, iż na jednej części wartości strzałek pomierzonych wahają się dokoła jednej średniej, na innej zaś części dokoła drugiej (można to zauważyć zwłaszcza kreśląc wykres strzałek). W takim razie dla każdej części z osobna wyznaczyć należy średnią arytmetyczną. Strzałki początkowe w ilości n_1 powinny tworzyć szereg rosnący względnie malejący, podobny do szeregów pionowych, występujących w tablicach I—VIII. Gdy szereg taki składa się z większej ilości strzałek, to różnica sąsiednich strzałek w środkowej części szeregu jest stała, natomiast ku początkowi i końcowi maleje. Strzałki środkowe — w ilości $n_2 = n - 2n_1$ — są w przypadku łuku jednolitego równe wyżej wspomnianej średniej f_s . Aby warunek I był spełniony, musi być suma strzałek początkowych i końcowych równa różnicy między całkowitą sumą strzałek pomierzonych Σf , a iloczynem $n_2 \times f_s$. Po wypisaniu strzałek założonych f' w odpowiedniej kolumnie tablicy następuje obliczenie różnic $\Delta = f - f'$, sum tych różnic, wreszcie drugich sum $\Sigma \Delta$, wypisywanych o jeden wiersz niżej.

Tablica IX. Schemat obliczenia przesunięć.

Ramię względem ostatniego punktu	N _o porządkowy	Strzałki pomierzone f w mm	Strzałki założone f' w mm	Różnica Δ f = f - f' w mm	Suma różnic Σ Δ w mm	Druga suma Σ Σ Δ w mm	Przesunięcie 2 Σ Σ Δ w mm
29	1	5	19 (- 4)	- 14 (+ 4)	- 14 (+ 4)		0
28	2	100	70 (- 7)	+ 30 (+ 7)	+ 16 (+ 11)	- 14 (+ 4)	- 20
27	3	130	122 (- 6)	+ 8 (+ 6)	+ 24 (+ 17)	+ 2 (+ 15)	+ 34
26	4	150	175 (- 7)	- 25 (+ 7)	- 1 (+ 24)	+ 26 (+ 32)	+ 116
25	5	230	210 (- 3)	+ 20 (+ 3)	+ 19 (+ 27)	+ 25 (+ 56)	+ 162
24	6	210	212	- 2	+ 17 (+ 27)	+ 44 (+ 83)	+ 254
23	7	200	212	- 12	+ 5 (+ 27)	+ 61 (+ 110)	+ 342
	+ 66 (+ 137)	+ 406

6	24	205	212	- 7	- 29 (+ 27)	- 566 (+ 569)	+ 6
5	25	250	211 (+ 1)	+ 39 (- 1)	+ 10 (+ 26)	- 595 (+ 596)	+ 2
4	26	150	184 (+ 6)	- 34 (- 6)	- 24 (+ 20)	- 585 (+ 622)	+ 74
3	27	140	132 (+ 6)	+ 8 (- 6)	- 16 (+ 14)	- 609 (+ 642)	+ 66
2	28	70	80 (+ 6)	- 10 (- 6)	- 26 (+ 8)	- 625 (+ 656)	+ 62
1	29	40	28 (+ 7)	+ 12 (- 7)	- 14 (+ 1)	- 651 (+ 664)	+ 26
0	30	15	1 (+ 1)	+ 14 (- 1)	0 (+ 0)	M = - 665 (+ 665) = 0	0
		Σ f = 5260	Σ f' = 5260				

W wyniku obliczenia drugich sum różnic okaże się, iż (Σ Σ Δ)_{n-1} nie jest równa zeru, lecz stanowi pewną liczbę dodatnią lub ujemną „M” — innymi słowy, przyjęty układ strzałek założonych nie czyni zadość warunkowi II. Aby uzyskać spełnienie tego warunku bez naruszenia warunku I oraz bez zbytnej zmiany przyjętego układu strzałek założonych, należy dodać do n₁ strzałek założonych początkowych, oraz odjąć od n₁ strzałek końcowych poprawkę

$$\delta = \frac{M}{n_1(n_1 + n_2)}$$

Przez wprowadzenie tych poprawek zmniejszy się druga suma strzałek o wielkość:

$$R_m = \delta(n-1) + \delta(n-2) + \dots + \delta(n-n_1) - \delta(n_1-1) - \delta(n_1-2) - \dots - \delta \cdot 1$$

Po odpowiednim przekształceniu otrzymamy:

$$R_m = \delta n_1 (n - n_1) = \delta n_1 (n_1 + n_2) = M,$$

a zatem wprowadzenie tego układu poprawek sprawia, iż druga suma różnic jest równa zeru, czyli drugi warunek jest spełniony. Oczywiście wzór

$$\delta = \frac{M}{n_1(n_2 + n_1)} \dots \dots \dots (5)$$

nie koniecznie powinien być przestrzegany ze 100% dokładnością, daje on raczej tylko orientację, jakie należy wprowadzić poprawki w szeregu początkowym i końcowym strzałek założonych, by spełnienie warunku II bez naruszenia warunku I było zapewnione. Zamiast n₁ jednakowych poprawek na początku i na końcu można zastosować poprawki nierówne (w środkowej części początkowego i końcowego szeregu nieco większe, na pozostałych częściach mniejsze od δ); w każdym razie powinny zachodzić związki

$$\Sigma \delta_i = 0 \quad \Sigma \delta_i (n - i) = M$$

W przypadku, przedstawionym w tablicy IX, jest M = -665, n₁ = 5, n₂ = 20, stąd δ w myśl wzoru (5) winno wynosić - 5,3 mm. Faktycznie przyjęte (przez inż. Krepkiego) poprawki podane w kolumnie strzałek założonych

w nawiasach, wahają się co do bezwzględnej wartości między 1 a 7.

Otrzymano ostatecznie — po wprowadzeniu omawianych poprawek — układ strzałek założonych, spełniający warunki I i II, może wreszcie wymagać jeszcze dodatkowych zmian z rozmaitych powodów. Mogą np. wypaść przeważnie przesunięcia jednego znaku (znak + oznacza przesunięcie nazewnątrz, znak - ku środkowi); taka regulacja wymagałaby kosztownego przesuwania prawie całego łuku w jedną lub drugą stronę, na co nie zawsze względ na odpowiednią wielkość szpar dylatacyjnych pozwala. Mogą wreszcie być przesunięcia częściowo dodatnie, częściowo ujemne, jednakże dochodzące w niektórych punktach do zbyt wielkich rozmiarów, wymagających poszerzenia korony podtorza. Pierwsza usterka dowodzi, iż promień łuku odpowiadający strzałkom założonym, jest za wielki lub za mały. Celem uzyskania promienia, najlepiej odpowiadającego kształtowi danego łuku odkształconego, należy uwzględnić jeszcze jeden dodatkowy warunek (III), wiążący między sobą strzałki założone, który brzmi:

III) Suma algebraiczna przesunięć, innymi słowy trzecia suma różnic — powinna być równa zeru:

$$(\Sigma \Sigma \Sigma \Delta)_{n-1} = 0$$

Równość p₁ + p₂ + ... + p_n = 0 pociąga za sobą równość 2 [(Σ Σ Δ)₁ + (Σ Σ Δ)₂ + ... + (Σ Σ Δ)_{n-1}] = 0, czyli (Σ Σ Σ Δ)_{n-1} = 0, jeśli wprowadzimy symbol (Σ Σ Σ Δ)_k = (Σ Σ Δ)₁ + (Σ Σ Δ)₂ + ... + (Σ Σ Δ)_k.

W przypadku, gdy pierwsza i druga suma różnic są równe zeru można trzecią sumę przedstawić w postaci:

$$(\Sigma \Sigma \Sigma \Delta)_{n-1} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} \Delta_i (n-i)^2 = \frac{1}{2} \Delta_1 (n-1)^2 + \frac{1}{2} \Delta_2 (n-2)^2 + \dots + \frac{1}{2} \Delta_{n-1} \times 1^2 \quad (6)$$

Zatem: Trzecia suma różnic równa się połowie sumy, utworzonej z iloczynów poszczególnych różnic Δ przez kwadraty ich ramion, t. j. połowie „momentu bezwładności” różnic względem końcowego punktu węzłowego.

Prawdziwość wzoru (6) wynika z następujących równań:

$$\begin{aligned}
 (\Sigma \Sigma \Delta)_{n-1} &= (\Delta_1) + (\Delta_1 + \Delta_2) + (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3) + \dots \\
 &= \Delta_1 + (2\Delta_1 + \Delta_2) + (3\Delta_1 + 2\Delta_2 + \Delta_3) + \dots \\
 &\dots [(n-1)\Delta_1 + (n-2)\Delta_2 + \dots + 1\Delta_{n-1}] \\
 &= \Delta_1 \frac{n-1}{2} [1 + (n-1)] + \Delta_2 \frac{n-2}{2} [1 + (n-2)] + \dots \\
 &= \frac{1}{2} \Delta_1 (n-1)^2 + \frac{1}{2} \Delta_2 (n-2)^2 + \dots + \frac{1}{2} \Delta_{n-1} \times 1^2 + \\
 &+ \left[\frac{1}{2} \Delta_1 (n-1) + \frac{1}{2} \Delta_2 (n-2) + \dots + \frac{1}{2} \Delta_{n-1} \times 1 \right]
 \end{aligned}$$

przyczem ostatnie wyrażenie w nawiasie graniastym, przedstawiające połowę drugiej sumy różnic, jest równe zeru.

Jeżeli mamy układ strzałek założonych, wyznaczony wprawdzie w ten sposób, iż pierwsza i druga suma różnic równe są zeru, jednakże wykazujący wybitną przewagę przesunięć jednego znaku (tak, iż nawet w przybliżeniu nie może być mowy o spełnieniu warunku III), wówczas zachodzi potrzeba wprowadzenia pewnych poprawek, któreby bez naruszenia warunków I i II sprowadziły trzecią sumę do zera. Najlepiej w takim przypadku przyjąć, iż n_1 różnic Δ początkowych i tyleż końcowych otrzymuje poprawki ϵ_1 , natomiast n_2 różnic Δ środkowych poprawkę ϵ_2 . (Strzałki założone f' doznają przytem zmian tej samej wielkości, lecz przeciwnego znaku). Aby suma różnic pozostała nadal równa zeru, musi być

$$\begin{aligned}
 n_1 \epsilon_1 + n_2 \epsilon_2 + n_1 \epsilon_1 &= 0 \\
 \epsilon_1 &= - \frac{n_2}{2n_1} \epsilon_2 \dots \dots \dots (7)
 \end{aligned}$$

Równocześnie i druga suma poprawek, czyli ich moment statyczny względem punktu końcowego powinien być równy zeru. Łatwo się jednak przekonać, iż przyjęty układ poprawek, spełniających równość (7), automatycznie czyni temu wymaganiu zadość.

Mianowicie:

$$\begin{aligned}
 (\Sigma \Sigma \epsilon)_{n-1} &= \epsilon_1 (n-1) + \epsilon_1 (n-2) + \dots + \epsilon_1 (n-n_1) \\
 &+ \epsilon_2 (n-n_1-1) + \epsilon_2 (n-n_1-2) + \dots + \epsilon_2 (n-n_1-n_2) \\
 &+ \epsilon_1 (n_1-1) + \epsilon_1 (n-2) + \dots + \epsilon_1 \times 1
 \end{aligned}$$

Po dokonaniu działań i uwzględnieniu, iż $n=2n_1+n_2$ otrzymujemy:

$$(\Sigma \Sigma \epsilon)_{n-1} = \epsilon_1 n_1 (n_2 + 2n_1 - 1) + \frac{\epsilon_2}{2} n_2 (n_2 + 2n_1 - 1)$$

które to wyrażenie wobec (7) równe jest zeru.

Do wyznaczenia wielkości poprawek ϵ_1 i ϵ_2 posłużymy się równaniem:

$$\begin{aligned}
 \epsilon_1 [(n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + (n-n_1)^2] + \\
 + \epsilon_2 [(n-n_1-1)^2 + (n-n_1-2)^2 + \dots + (n-n_1-n_2)^2] + \\
 + \epsilon_1 [(n_1-1)^2 + (n_1-2)^2 + \dots + 1^2] = -2 \times Y \dots \dots (8)
 \end{aligned}$$

oczywiście w połączeniu z równaniem (7), przyczem Y oznacza wartość trzeciej sumy różnic $(\Sigma \Sigma \Sigma \Delta)_{n-1}$ lub też połowę sumy algebraicznej przesunięć, wynikającej z poprzednio przyjętego układu. Obliczenie współczynników przy niewiadomych ϵ_1 i ϵ_2 w równaniu (8) może ułatwić tablica X, podająca kwadraty i sumy kolejno po sobie następujących kwadratów liczb naturalnych.

Równanie (8) można napisać w postaci, pozwalającej na bezpośrednie korzystanie z tablicy X:

$$\begin{aligned}
 \epsilon_1 [\Sigma (n-1)^2 - \Sigma (n-n_1-1)^2] + \epsilon_2 [\Sigma (n-n_1-1)^2 - \Sigma (n-n_2)^2] + \\
 + \epsilon_1 [\Sigma (n_1-1)^2] = -2Y \dots \dots (9)
 \end{aligned}$$

Weźmy jako konkretny przykład uzupełnienie obliczenia przesunięć z tablicy IX. Wielkości drugich sum, już po wprowadzeniu poprawek, sprowadzających „M” do zera, są tu następujące: — 10, +17, +58, +81, +127, +171, +203, +208, +171, +152, +141, +138, +138, +171, +187, +141, +58, —2, —49, —58, —19, —2, +3, +1, +37, +33, +31, +13, +0.

Tablica X. Kwadraty i sumy kwadratów liczb całkowitych od 1 do 51.

Liczba n	Kwadrat n ²	Suma kwadratów $\Sigma n^2=1^2+2^2+\dots+n^2$	Liczba n	Kwadrat n ²	Suma kwadratów $\Sigma n^2=1^2+2^2+\dots+n^2$	Liczba n	Kwadrat n ²	Suma kwadratów $\Sigma n^2=1^2+2^2+\dots+n^2$
1	1	1	18	324	2.109	35	1.225	14.910
2	4	5	19	361	2.470	36	1.296	16.206
3	9	14	20	400	2.870	37	1.369	17.575
4	16	30	21	441	3.311	38	1.444	19.019
5	25	55	22	484	3.795	39	1.521	20.540
6	36	91	23	529	4.324	40	1.600	22.140
7	49	140	24	576	4.900	41	1.681	23.821
8	64	204	25	625	5.525	42	1.764	25.585
9	81	285	26	676	6.201	43	1.849	27.434
10	100	385	27	729	6.930	44	1.936	29.370
11	121	506	28	784	7.714	45	2.025	31.395
12	144	650	29	841	8.555	46	2.116	33.511
13	169	819	30	900	9.455	47	2.209	35.720
14	196	1.015	31	961	10.416	48	2.304	38.024
15	225	1.240	32	1.024	11.440	49	2.401	40.425
16	256	1.496	33	1.089	12.529	50	2.500	42.925
17	289	1.785	34	1.156	13.685	51	2.601	45.526

Dodając te wartości otrzymamy: $(\Sigma \Sigma \Delta)_{n-1} = Y = 2.140$.
Dla $n_1=5, n_2=20$, równania (7) i (9) otrzymają postać.

$$\epsilon_1 = -\frac{20}{10} \epsilon_2 = -2\epsilon_2 \dots (a)$$

$$\epsilon_1 [\Sigma 29^2 - \Sigma 24^2] + \epsilon_2 [\Sigma 24^2 - \Sigma 4^2] + \epsilon_3 \Sigma 4^2 = -4280$$

$$\epsilon_1 (8.555 - 4.900) + \epsilon_2 (4900 - 30) + \epsilon_3 30 = -4280 \dots (b)$$

Wstawiając wartość ϵ_1 z równania (a) w równanie (b), otrzymamy:

$$\epsilon_2 = +1,71, \quad \epsilon_1 = -3,42.$$

Obliczone wartości ϵ_1 i ϵ_2 dają orientację, jakiego znaku i jakiej mniej więcej wielkości mają być stosowane poprawki, by warunek III był spełniony. Wprowadzmy te poprawki do różnic Δ w wielkościach następujących:

-4, -3, -3, -4, -3, +1, +2, +2, +2, +2, +2, +1, +2, +2, +1, +2, +2, +1, +2, +1, +1, +2, +2, +2, +2, -3, -3, -4, -3, -4.

Poprawione drugie sumy (połowy przesunięć) będą obecnie:

-14, +6, +37, +46, +75, +103, +121, +114, +67, +40, +23, +15, +12, +44, +60, +16, -63, -118, -158, -159, -111, -83, -65, -52, +1, +11, +20, +9, 0.

W porównaniu z poprzednim układem przesunięć obecny jest znacznie korzystniejszy.

A teraz parę słów o przypadku, gdy na pewnej części przesunięcia w jedną lub drugą stronę wykazują znacznie większe wartości. Zmniejszenie przesunięć da się osiągnąć kosztem bardzo nieznacznego często odstępstwa od przyjętego pierwotnie regularnego kształtu łuku, przez wprowadzenie do różnic Δ poprawek, nie naruszających warunków I i II. Poprawki te składają się zasadniczo z 4 grup (poprzedzanych ewentualnie od siebie zerami). Wypadkowa pierwszej i drugiej grupy tworzą „parę sił” podobnie wypadkowa trzeciej i czwartej grupy. Obie pary są sobie równe co do wielkości, przeciwne co do znaku. Niech to będą np. grupy następujące:

+2, +2, +2, 0, 0, 0, -2, -2, -2, 0, 0, 0, -2, -2, -2, 0, 0, 0, +2, +2, +2.

Pierwsze sumy tych poprawek będą:

+2, +4, +6, +6, +6, +6, +4, +2, 0, 0, 0, 0, -2, -4, -6, -6, -6, -6, -4, -2, 0.

Drugie sumy (powodujące dwukrotną zmianę w przesunięciach):

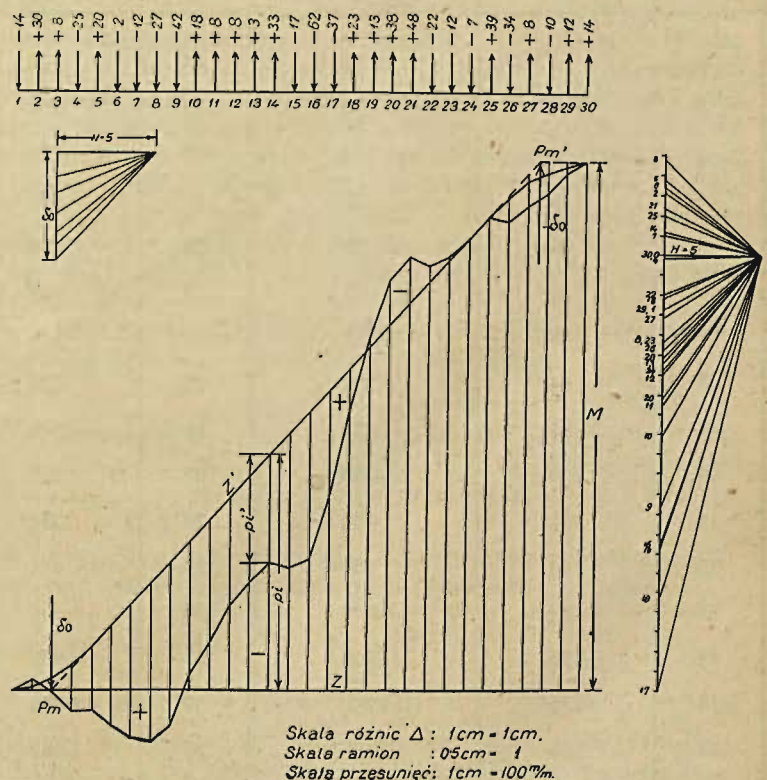
-, +2, +6, +12, +18, +24, +30, +34, +36, +36, +36, +36, +36, +34, +30, +24, +18, +12, +6, +2, 0.

Jeżeli zatem na pewnej części wypadają przesunięcia ujemne, to wprowadzenie tego typu poprawek spowoduje ich zmniejszenie. W ogólności, wprowadzenie tego rodzaju poprawek „grupowych”, odpowiednio dobranych, pozwala na dowolną modyfikację układu przesunięć i dostosowanie go do specjalnych warunków; w każdym razie jest to jednak połączone z pewnym odkształceniem pierwotnie obranego, regularnego kształtu łuku.

Wyznaczenie potrzebnych przesunięć punktów węzłowych możliwe jest również przy zastosowaniu środków, jakimi posługuje się statyka wykreslna. W tym celu należy wykonać wykres momentów dla belki, na którą działają siły w równo oddalonych od siebie punktach węzłowych. Odstęp sąsiednich punktów przyjmujemy za jednostkę (i to niemianowaną). Co się tyczy sił (obciążeń), działających w punktach węzłowych, to możliwe są dwie alternatywy:

1°. Jako obciążenia przyjmujemy wielkości strzałek pomierzonych i założonych i kreślimy oddzielnie dla jednych i dla drugich dwa wykresy momentów M_f i M_f' . Różnice rzędnych obu wykresów przedstawiają w pewnej skali przesunięcia punktów węzłowych, a zejście się ich w punkcie końcowym P_n świadczy o spełnieniu warunku II. Taki sposób wyznaczania przesunięć nie byłby jednak praktyczny, gdyż momenty M_f i M_f' posiadają znaczne wartości liczebne, a tem samem musiałyby z konieczności być kreślone w małej podziałce, tak, iż wielkość przesunięć nie dałaby się odczytać z potrzebną dokładnością.

2°. Druga alternatywa polega na kreśleniu wykresu momentów dla różnic $\Delta = f - f'$ przyjętych za siły, działające w punktach węzłowych. Rzędne tego wykresu, mierzone od poziomej zamykającej z (rys. 2), przedstawiają wielkości przesunięć poszczególnych punktów węzłowych. Skalę przesunięć otrzymamy mnożąc podwójną wartość biegunowej H wieloboku sił Δ (odczytaną w podziałce tychże sił) przez podziałkę ramion; innymi słowy wielkość przesunięć otrzymamy, mnożąc podwójną wartość biegunowej (odczytanej w podziałce sił Δ) przez iloraz odnośnej rzędnej i odstępu węzłów. Przejsię wykresu w punkcie P przez zamykającą z świadczyłoby o spełnieniu warunku II. Jeśliby przesunięcie ostatniego punktu P wypadło różne od zera, należałoby wprowadzić jako poprawkę parę sił $+\delta_0, -\delta_0$, dającą moment co do wielkości równy, co do znaku przeciwny momentowi odczytanemu na wykresie w punkcie P_n , a wynoszącemu M . Taką parę sił łatwo skonstruować. Obierzmy dwa punkty, dostatecznie od siebie odległe P_m i P_m' ; rzędna w P_m niech będzie równa zeru, zaś w P_m' równa M . Łącząc końce tych rzędnych prostą skośną i prowadząc w „dodatkowym” wieloboku sił (o tej samej wielkości biegunowej, co poprzednio) przez biegun równoległą do tej skośnej, otrzymamy na pionowej bezwzględna wielkość poprawki. Wprowadzenie tej poprawki do różnic Δ (a tem samem i do strzałek założonych f') tylko w jednej parze punktów P_m i P_m' spowodowałoby zbyt gwałtowny skok w wielkości krzywizny założonego łuku w tych punktach. Lepiej zatem rozdzielić poprawki $+\delta_0$ i $-\delta_0$ na kilka punktów, sąsiadujących z P_m i P_m' w ten sposób, by wypadkowe obu tych grup przechodziły przez punkty P_m lub P_m' . W rezultacie tego rozdzielenia poprawek δ_0 na kilka części „dodatkowy” wykres momentów składać się będzie z prostej skośnej z' oraz po obu stronach z dwóch mniej więcej parabolicznych zakończeń. Punkt początkowy i końcowy tego wykresu schodzą się będzie z poprzednio wykonanym wykresem dla różnic Δ , a rzędne mierzone między obu wykresami stanowią będą poprawione przesunięcia, odpowiadające układowi strzałek założonych, spełniającemu warunek II (rys. 2). Otrzymane tym sposobem wykreslnym przesunięcia mogą wymagać jeszcze dodatkowych dalszych poprawek z powodów, o których już poprzednio wspominałem. Może np. zachodzić wybitna przewaga przesunięć jednego znaku, albo też na pewnej (dłuższej) części zbyt wielka ich wartość. W obu tych przypadkach poprawa dałaby się osiągnąć przez wpro-



Rys. 2.

wadzenie w czterech odpowiednio dobranych punktach poprawek, tworzących dwie pary sił, równe co do wielkości, przeciwne co do znaku (kierunku). Dla uniknięcia zbyt raptownych zmian w wielkości krzywizny każdą z tych czterech poprawek należałoby rozdzielić na kilka punktów.

Wykonany dla tych poprawek wykres momentów przedstawiałby dodatkowe przesunięcia, które odjęte (lub dodane) od poprzednich tworzyłyby układ przesunięć, możliwe jak najlepiej dostosowany do danych warunków t. j. do faktycznie istniejącego kształtu odkształconego łuku.

625.23.

Naprawa sprężyn wagonowych.

Inż. *Mieczysław Jungier.*

Wagony osobowe, wybudowane w wytwórniach prywatnych dla P. K. P., mają ustaloną dodatnią opinię pod względem estetyki wewnętrznego wykończenia i wygod, które dają podróżnym podczas jazdy.

Niemniej jednak ważna jest sprawa zapewnienia spokojnego biegu wagonów — nietylko względy podróżnych decydują o tem, lecz również obniżenie kosztów konserwacji i przedłużenie okresu służby taboru.

W nowoczesnych wagonach osobowych pudło stanowi konstrukcyjną całość z podwoziem, blachy, kryjące zzewnątrz pudło i dach, połączone są nitami ze szkieletem pudła; zamiana blach w razie zniszczenia jest bardzo trudna i kosztowna. Należy więc dążyć do usunięcia wszystkich przyczyn, które mogą wpłynąć na rozluźnienie połączeń blach, ułatwiając dostęp wilgoci do złącz i niszczenie konstrukcji przez rdzę.

Przy projektowaniu nowych wagonów sprawa nadania im spokojnego biegu jest dokładnie badana. Wiele światła na to rzuciły badania, przeprowadzone na kolejach niemieckich. Jednak wagony w stanie takim, jak wypuszczono je z fabryki, znajdują się w ruchu przez stosunkowo krótki okres czasu, a następnie przechodzą przez szereg napraw, wykonywanych przez ludzi, którzy często nie zdają sobie sprawy z zasadniczych warunków, które powinny być spełnione, i w ten sposób w wielu przypadkach dodatnie rezultaty, osiągnięte przez konstruktorów, są podczas napraw unicestwiane. Próbné jazdy po naprawie mają na celu raczej stwierdzenie warunków bezpieczeństwa, a nie jakości ruchu wagonów.

Poniżej podaję rezultat dotychczasowych badań, które rozpocząłem w jednym z warsztatów P. K. P. w lipcu r. 1932¹⁾ w celu wyjaśnienia podstawowych spraw, związanych z należytą naprawą sprężyn wagonowych. Badania dotyczyły narazie tylko wagonów na wózkach, stanowiących najważniejsze jednostki wśród wagonów osobowych P.K.P.

Zaznaczam jednak, że choć sprężyny mają poważny wpływ na bieg wagonu, tem niemniej i inne czynniki należy brać pod uwagę; stan toru²⁾, stan i konstrukcję pudła wagonowego, podwozia, wózków i obręczy.

I. Zakres prowadzonych badań.

Badania sprężyn mają na celu przede wszystkim określenie zależności między siłą obciążającą i strzałką ugięcia sprężyny. Stosunek wartości strzałki ugięcia do wartości siły, określający ugięcie jednostkowe sprężyny, jest jej charakterystyką i im ma wartość większą, tem sprężyna lepiej spełnia swe zadanie pod względem łagodzenia wstrząsów pionowych, którym podlega tabor w ruchu. Należy więc badać i dążyć do usunięcia wszystkich czynników, wpływających niekorzystnie na wartość ugięcia jednostkowego. Osiągnięte w tym kierunku dodatnie rezultaty mogą wywołać jedynie należyte „miękkie” bieg wagonu.

Zagadnienie należytego biegu taboru nie ogranicza się do badania tylko wstrząsów pionowych. Tabor w ruchu podlega również bardziej lub mniej gwałtownym wstrząsom w płaszczyźnie poziomej wpoprzek kierunku ruchu, powstają również obroty pudła w różnych kierunkach. Ru-

chy te, jeżeli przekraczają pewną granicę, powodują bardzo niemiły bieg wagonu. Przyczyny tych zjawisk tkwić mogą w niewłaściwym montażu pudła wagonowego, wózków, kół, maźnic i t. p. W wielu przypadkach jednak zjawiska powyższe mają swe źródło w wadach sprężyn i powstają wskutek tego, że zespoły sprężyn są niewłaściwie obciążone, lub mają niejednakowe lub nieodpowiednie charakterystyki. W tych warunkach podczas biegu wagonu po linii prostej wstrząsy pionowe wywołują obroty pudła w kierunku sprężyn mniej obciążonych, lub mających większe ugięcia jednostkowe; zależnie od położenia wzajemnego sprężyn obroty pudła następują dokoła osi poziomych: podłużnej, poprzecznej, lub ukośnej. Przy silniejszych bocznych impulsach (przy przejeździe przez łuki i zwrotnice) zjawiska powyższe potęgują się i następują gwałtowne obroty i rzuty pudła.

Również i w tym przypadku, gdy wszystkie zespoły sprężyn mają odpowiednio jednakowe charakterystyki, mogą wagony mieć niespokojny bieg przy przejeździe przez łuki, gdy zastosowano sprężyny o zbyt małych ugięciach jednostkowych lub wielkim oporze wewnętrznym. Dotyczy to przede wszystkim wagonów, których pudła mają bardzo nisko położony środek ciężkości (np. wagony salonowe, których ostojnica jest specjalnie obciążona). Podczas przejazdu takiego wagonu przez łuk lub zwrotnice siła odśrodkowa nie wywołuje obrotu pudła, gdyż moment obracający wskutek małego ramienia siły odśrodkowej jest niewystarczający do pokonania dużego oporu wewnętrznego sprężyn; działanie siły odśrodkowej wywołuje wtedy gwałtowne przesuwania boczne pudła. Zamiana sprężyn na bardziej miękkie i czułe znacznie polepsza w wagonach jakość ruchu — przesuwanie się pudła niknie i zamienia się na łagodne obroty dokoła osi podłużnej, gdyż nawet mały moment obracający siły odśrodkowej jest wtedy wystarczający do wywołania działania sprężyn.

Jak widać z powyższego wiele niewłaściwości ruchu wagonów usunąć można przez należyte dobranie sprężyn. Zaznaczam jednak, że jednakowe wymiary sprężyn i jednakowe ich ugięcie mierzone pod wagonem nie są bynajmniej sprawdzianem jednakowej ich pracy w ruchu i jednakowych charakterystyk. Poszczególne sprężyny podlegają różnym naprawom: pęknięte pióra zastępuje się nowymi ze stali gatunku niezawsze takiego, jak stal dawna, pióra sprężyn osiadłych poddaje się wyginaniu, hartowanie nowych piór dokonywane jest w najrozmaitszych warunkach i t. p. Z tych względów sprężyny napozór jednakowe mogą w pracy pod wagonem w ruchu, zachowywać się rozmaicie. Jedynie ściślejsze badania umożliwiają stwierdzenie jednakowych charakterystyk pracy kompletów sprężyn. To samo dotyczy oddzielnych pręseł w jednej sprężynie eliptycznej, oddzielnych zwojów w zespołach sprężyn spiralnych i t. p. Gdy np. ugięcia jednostkowe w jednym komplecie sprężyny eliptycznej są niejednakowe, oddzielne pręśla przejmują niejednakowe siły, poszczególne sprężyny są przeciążane ze szkodą dla ich trwałości.

Czas zużyty na badania opłaci się wielokrotnie, jeżeli weźmiemy pod uwagę, że wykonując naprawę bez danych teoretycznych stwierdzić można usterki sprężyn dopiero po całkowitem złożeniu wagonu, przyczem nawet nie wszystkie usterki daje się zauważyć. Następuje wtedy ponownie wyjęcie sprężyn, bądź też, co gorsze, reguluje się sprężyny

¹⁾ Badania przeprowadzone w Niemczech opublikowano w kwietniu 1933 r. w N-rze 7/8 Org. f. d. Fortschritte d. E. (praca inż. Speera).

²⁾ Z tego względu, jak również z wielu innych, zasługuje na szczególną uwagę sprawa spawania styków szyn.

zapomocą nakrętek wieszadeł, stwarzając niedopuszczalnie wielkie różnice między długościami tych wieszadeł.

W przypadku, gdy wszystkie sprężyny wagonu mają odpowiednio jednakową charakterystykę, można również podczas regulowania wagonu stworzyć niejednakowe warunki ich pracy. Pudło wagonu wspiera się na górnych belkach skrętowych wózka, płaszczyzna belek jest równoległa do poziomych osi pudła. Można więc przyjąć, że pudło razem z belkami skrętowymi tworzy bryłę, wspartą w czterech punktach na zespołach sprężyn. W tych warunkach zmiana naprężenia jednej sprężyny (przez zmianę długości wieszadeł) wpływa na zmianę obciążenia pozostałych sprężyn, odciażając jedne, przeciążając inne. Zjawiska takie powstają podczas regulowania wysokości zderzaków ponad płaszczyznę szyn po naprawie wagonu. Regulowanie położenia pudła wagonu odbywa się na torach warsztatowych lub bocznych, które są zazwyczaj w złym stanie, i szyny leżą w płaszczyźnie pochyłej, bądź też tworzą powierzchnię zwichrowaną. Wysokość zderzaków mierzy się od główek szyn, regulowanie więc wysokości ich sprowadza się właściwie do zmiany kształtu powierzchni poziomej pudła tak, aby stała się ona równoległa do powierzchni toru. Pomijając sprawę wewnętrznych naprężeń pudła jako wykraczającą poza ramy tematu, należy stwierdzić, że w tych warunkach poszczególne zespoły sprężyn przejmują siły, różniące się znacznie od przewidywanych na zasadzie ciężaru pudła — jest to nie wskazane ze względów, wyliczonych powyżej.

Jedynie racjonalne jest w tym przypadku należyte uprzednie zbadanie naprawionych sprężyn tak, aby uzyskać pewność, że odpowiednie sprężyny pod wpływem ciężaru pudła wagonu będą miały jednakową wysokość. Zakładając takie sprężyny do wózków wagonowych i regulując wszystkie ich wieszadła na jednakową długość, opuszcza się na nie pudło bez żadnej późniejszej regulacji. Jeżeli w tych warunkach zderzaki nie będą na odpowiednich wysokościach, dowodzi to, że powierzchnia toru nie jest pozioma, wagon jednak jest wyregulowany należyście i na torze poziomym zajmie położenie właściwe.

W powyższych rozważaniach przyjęto za podstawę, że środek ciężkości pudła wagonowego znajduje się na osi pionowej przekroju pudła. Przy projektowaniu wagonów (z przejściem bocznym) nadaje się zasadniczo takie położenie środka ciężkości wagonu próżnego, aby przy całkowitem obciążeniu punkt ten przesunął się na drugą stronę osi w położenie symetryczne względem poprzedniego. Ponieważ przesunięcia te leżą w granicach niewielkich, można przyjąć, że wszystkie zespoły sprężyn są obciążone jednakowo, gdy wagon znajduje się na torze prostym i poziomym. Znane są więc w tym przypadku wartości sił, działających na poszczególne sprężyny.

Powstaje jednak niejednokrotnie podczas naprawy wagonów konieczność zmiany wewnętrznego rozplanowania pudła, ustawiania dodatkowych ciężkich urządzeń i t. p., które wpływają na zmianę położenia środka ciężkości. Aby należyście zrównoważyć pudło zapomocą odpowiedniej przeciwwagi konieczne jest znać nowy rozkład obciążeń poszczególnych punktów podparcia pudła wagonu. Również, gdy niemożliwe jest ze względów technicznych stosowanie przeciwwagi, znajomość rozkładu sił jest potrzebna do odpowiedniego dobrania sprężyn. Nie wystarczy do tego celu zwykła waga wagonowa, gdyż daje ona tylko sumaryczne obciążenia osi wagonu, a obliczenia teoretyczne są kłopotliwe i bardzo niedokładne. Zagadnienie to da się jednak rozwiązać stosując metodę, opisaną poniżej i można uzyskać wystarczająco dokładne dane bez użycia specjalnych przyrządów, których brak w warsztatach P. K. P.

II. Sposób przeprowadzania badań.

Wagony przed naprawą poddawane są jazdom próbnym, podczas których bada się wstrząs i wszystkie niewłaściwości ruchu. Obserwacje oparte tylko na spostrzeżeniach jadących wewnątrz wagonu osób zależne są od ich wrażliwości, często więc zawodzą, zwłaszcza, gdy zależy

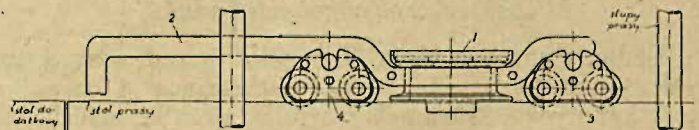
na uzyskaniu danych porównawczych z szeregu doświadczeń. Aby osiągnąć bardziej realne dane zastosowano do badań aparat syst. „Hallade”, w którym amplitudy wahań odpowiedniego układu wahadeł zależne są od wielkości impulsów, w danym przypadku od wielkości wstrząsów, które działają na aparat. Ruchy wahadeł, hamowane przez tłumiki, rejestrowane są na taśmie wykresu. Taśma przesuwana jest przez aparat zegarowy z określoną szybkością, daje więc w pewnej skali miarę czasu, łącznie zaś z zaobserwowaną szybkością jazdy daje zarazem wielkość przebytej drogi.

Aparat znajduje się wewnątrz badanego wagonu, wstrząsy przez niego notowane stanowią więc sumę impulsów, pochodzących od wszystkich przyczyn, zatem nie tylko od przypuszczalnych usterek sprężyn, lecz również od wad nawierzchni, względnie od usterek innych części wagonu. Wylimitowanie poszczególnych czynników jest bardzo trudne, często niemożliwe. Jednak ze wskazań aparatu podczas drugiej próbnej jazdy w tych samych warunkach, na tym samym odcinku toru, po należytej naprawie sprężyn, można już sądzić w zestawieniu z poprzednimi danymi o rezultatach, osiągniętych przez samą naprawę sprężyn wagonu. Jeżeli rezultatów dodatnich nie osiągnięto, należy szukać przyczyn złego biegu wagonu w innych kierunkach, które, jeśli tkwią w samym pudle wagonu, są nieraz trudne do wykrycia, bądź też wogóle nieuchwytne.

Zazwyczaj wszystkie usterki ruchu wagonu, który dawniej nie miał tych wad, kładzie się na karb wadliwości sprężyn. Jest to pogląd niesłuszny. Należyta naprawa sprężyn jest stosunkowo łatwa do opanowania i wady ich, powstałe podczas długotrwałej służby, mogą być dokładnie wyświetlone i usunięte tak, że gdy ich naprawa nie wpłynie na polepszenie niespokojnego ruchu wagonu, można z zupełną ścisłością twierdzić, że przyczyny tkwią gdzie indziej i nie dotyczą sprężyn.

Podczas próbnych jazd, zwłaszcza gdy badane są wagony salonowe, obserwatorzy mają całą uwagę skierowaną na odczuwane wstrząsy, które, gdyby dotyczyły zwykłych wagonów osobowych w normalnym ruchu, uszłyby w większości przypadków uwagi podróżnych, w każdym jednak razie nie wywoływałyby reklamacji. Sądzę jednak, że wszystkie wagony osobowe powinny znajdować się pod staranną opieką zarówno ze względu na wygodę podróżnych, jak i na własny interes kolei.

Sprężyny zdjęte z wagonu badane były na prasie szwedzkiej fabryki „Falu Mek. Verkstads—Falun”. Prasy tego typu znajdują się w większości warsztatów P. K. P. Mają one tę niedogodność, że dostęp do stołu prasy jest utrudniony i zakładanie sprężyn do próby uciążliwe. Aby usunąć te braki ustawiono oddzielny stół, stanowiący przedłużenie stołu prasy. Sprężyny kładzie się nazewnątrz prasy na wózku odrębnej konstrukcji i wsuwa pod głowicę naciskową prasy. Wózek (rys. 1) jest uniwersalny i na-



daje się do wszystkich typów sprężyn. Na podstawie „1” ustawia się sprężyny spiralne, lub pojedyncze przęsta sprężyny eliptycznych po uprzednim nałożeniu wkładki centrującej. Po wsunięciu na środek stołu, naciskając dźwignię „2”, uwalnia się wózek „3”, a wtedy podstawa razem ze sprężyną osiada na stole. Usuwanie zbadanych sprężyn odbywa się w kierunku odwrotnym po włączeniu wózka „3”. Do badania sprężyn piórowych zwykłych służą same wózki „3” i „4” po zdjęciu z nich podstawy.

III. Badanie ugięć jednostkowych sprężyn.

Badania mają na celu wyjaśnienie wszystkich czynników, które wpływają na zmniejszenie ugięć f sprężyny

pod wpływem siły obciążającej P. Zależność f od P nie jest funkcją liniową. Podczas zmiany ugięcia sprężyn piórowych zmienia się ich długość czynna L, zaś w sprężynach spiralnych zmienia się ilość czynnych zwojów. Ugięcie jednostkowe nie jest więc wielkością stałą. Jednak dla zakresu wartości sił, wchodzących w rachubę w normalnych warunkach pracy sprężyny pod wagonem, można wartość stosunku $\Delta f : \Delta P$, stanowiącą ugięcie jednostkowe, przyjąć jako wielkość stałą — w tym przypadku Δf jest to zmiana ugięcia, wywołana zmianą wielkości siły obciążającej ΔP .

1) W prężynach piórowych po dłuższym okresie ich służby najpoważniejszym czynnikiem, wpływającym na zmniejszenie się elastyczności, jest wzrost wewnętrzznego oporu. Tarcie między piórami, nie powinno przekraczać pewnych granic i jeżeli wzrośnie nadmiernie, wtedy ruch wagonu jest twardy, nieelastyczny.

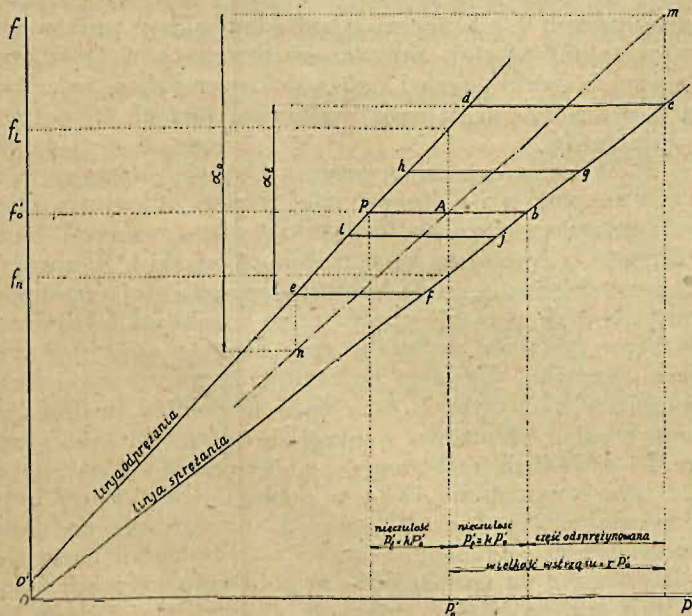
Podczas wzrostu siły obciążającej sprężyna rozgina się, pióra przesuwały się po sobie; siła tarcia przeciwdziała temu ruchowi, wskutek czego dla osiągnięcia pewnej strzałki ugięcia f należy zastosować siłę P_n , większą od siły P_0 , któraby wystarczyła, gdyby nie było tarcia. Gdy obciążenie sprężyny zmniejsza się, zjawisko ma przebieg odwrotny: siła tarcia hamuje odprężanie sprężyny, należy więc obciążenie zmniejszyć do pewnej wartości P, mniejszej od P_n , aby nastąpiła zmiana ugięcia f. Każdej wartości strzałki ugięcia f dla danej sprężyny odpowiada określone wartości P_n i P_l .

Opór wewnętrzny sprężyny piórowej określa różnica $P_n - P_l = 2P_t$. Wartość P_t wzrasta w miarę wzrostu siły obciążającej, jednak w sposób nieproporcjonalny. Z tego względu jako porównawczą miarę oporu wewnętrznego przyjmujemy wielkość $k = \frac{P_t}{P_0}$, gdzie P_0 określa normalne

statyczne obciążenie danej sprężyny pod wagonem. Zmiana obciążenia P_0 o wartości zawarte w granicach od $-P_t$ do $+P_t$ nie wywoła zmiany ugięcia, a więc wszelkie wstrząsy, działające na wagon w ruchu, których wielkość nie przekracza wartości $\pm P_t$, będą przeniesione na pudło wagonu bezpośrednio. Wielkość k wyraża swego rodzaju „nieczułość” sprężyn.

Wielkość wstrząsów dynamicznych, działających na wagon w ruchu, określa się jako pewien ułamek r obciążenia statycznego P_0 . Działanie sprężyn następuje więc wtedy, gdy $r > k$, przyczem im k jest mniejsze, tem sprężyny są czulsze na impulsy zewnętrzne.

Przy obciążeniu statycznym P_0 sprężyna może mieć szereg ugięć, zawartych między f_l i f_n (rys. 2). Jedynie przy



Rys. 2

wartości f_0 (punkt A) naprężenie wewnętrzne od tarcia nie istnieje, gdyż odcinek $Ab = Ap$. Przy każdej innej wartości strzałki, zawartej między f_l i f_n , sprężyna jest w stanie

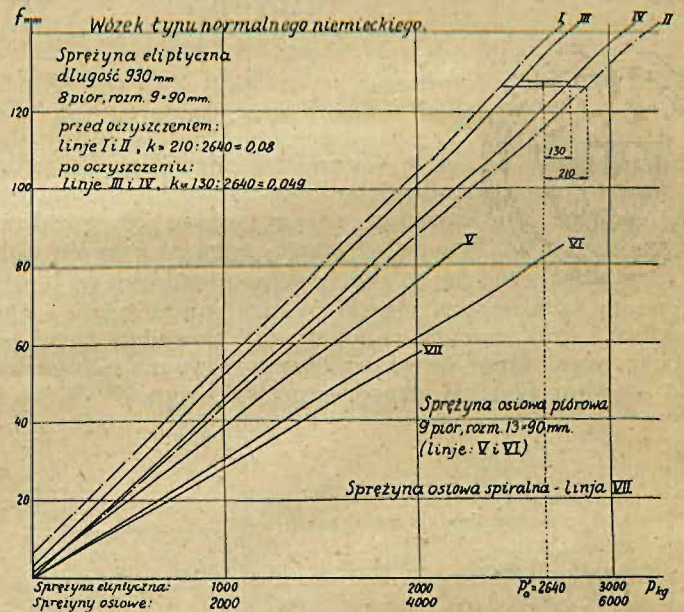
swego rodzaju „równowagi chwiejnej” i wszelkie zewnętrzne impulsy sprowadzają jej strzałkę do wartości f_0 . Linja nm, określająca miejsce geometryczne punktów równowagi stałej, stanowi więc właściwą charakterystykę sprężyny, miarodajną do określania rzeczywistych ugięć statycznych.

Pod wpływem wstrząsu wielkości rP_0 działającego na sprężynę podczas ruchu wagonu, następuje szereg wahań, przyczem zmiana ugięcia przebiega po linii Abcdefghij...A. Gdyby sprężyna nie miała tarcia wewnętrznego, ruch jej odbywałby się między punktami Amn...A. Widać stąd, że amplituda wahań α_0 zmniejsza się wskutek oporu wewnętrznego (P_t) do wartości α_1 . Wzrost oporu wewnętrznego objawia się więc w dwóch kierunkach: powoduje wzrost nieczułości i zmniejszenie amplitudy wahań. Obniżenie nadmiernego tarcia daje się osiągnąć przez należyte oczyszczenie i posmarowanie piór sprężyny.

W sprężynach spiralnych tarcie jest nieznaczne i może być wogóle nieuwzględniane. Wykresy sprężania i rozprężania zlewają się w jedną linję.

Badanie sprężyn na prasie ma na celu określenie rzeczywistych linii sprężania i rozprężania — uzyskuje się stąd wartość ugięcia jednostkowego oraz wielkość oporu wewnętrznego. W tych warunkach bez robienia sprężyn można dokładnie określić ich stan, unika się dzięki temu w wielu przypadkach niepotrzebnego zdejmowania opasek. Jako miernik służą wartości nieczułości uzyskane doświadczalnie dla każdego rozmiaru sprężyn piórowych, uprzednio naprawionych i oczyszczonych.

Na rys. 3 podano zdjęty z badań na prasie wykres działania sprężyny eliptycznej wózka typu niemieckiego

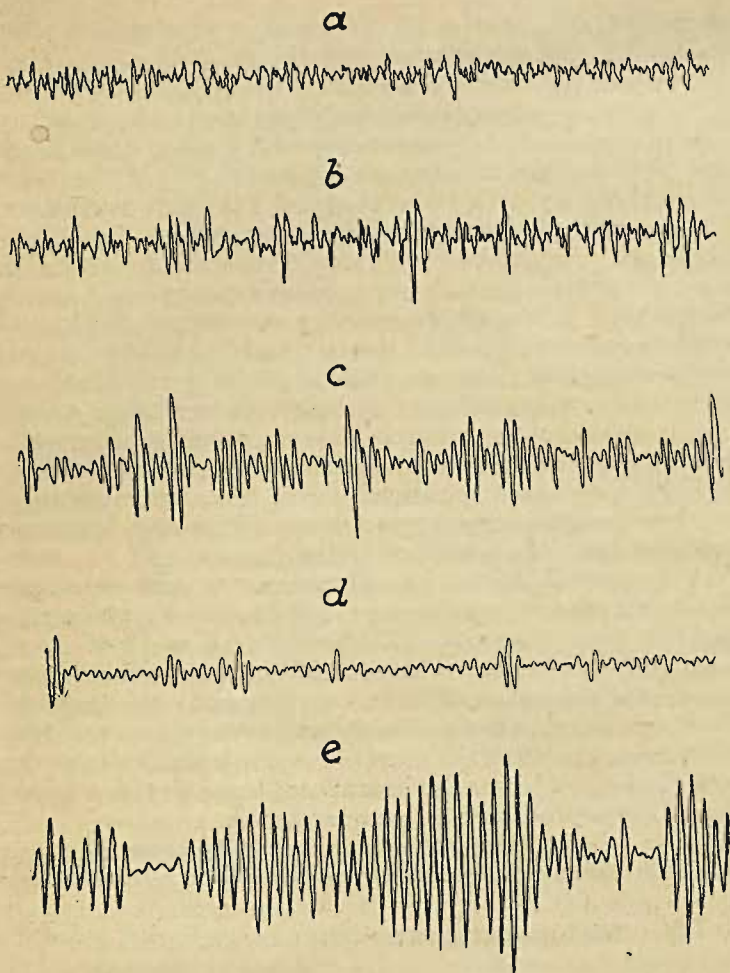


Rys. 3

przed i po oczyszczeniu. Widać stąd, że sprężyna przed oczyszczeniem (linje I i II) miała nieczułość wynoszącą 210 kg przy normalnym statycznym obciążeniu w danym wagonie 2640 kg na każde przęsło ($k=0,08$). Wagon miał bieg bardzo niemiły, nieelastyczny. Odpowiedni wykres wstrząsów pionowych ¹⁾, zdjęty zapomocą aparatu „Hallade”, podano na rys. 4 (linja a). Widać charakterystyczne dla tego rodzaju przypadków drobne, ostre załamania linii, oraz małą amplitudę wahań pudła. Po należytej naprawie, oczyszczeniu i posmarowaniu piór nieczułość sprężyn eliptycznych spadła do 130 kg, t. j. $k=0,049$ (rys. 3, linje III i IV), linja b zaś na rys. 4 pokazuje znaczny wzrost elastyczności biegu wagonu po naprawie (linja ma większe amplitudy i zatraciła większość ostrych załamania), jakość ruchu wagonu była zupełnie zadowalająca.

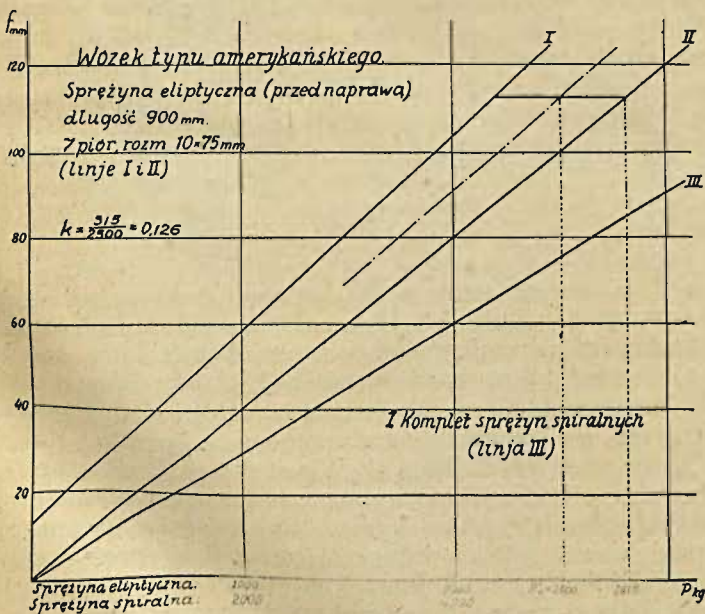
Jak ważny wpływ ma zmniejszenie wewnętrznego oporu sprężyn na wzrost elastyczności biegu wagonu, wi-

¹⁾ Wszystkie wykresy zdjęto w tych samych warunkach podczas jazd próbnych na odcinku Warszawa Wschodnia—Mrozy.



Rys. 4.

dać z wykresu c na rys. 4. Wykres ten odzwierciedla wstrząsy pionowe wagonu nowej budowy na wózkach typu amerykańskiego. Zastosowanie sprężyn osiowych spiralnych, nie mających tarcia wewnętrznego, zamiast zespołu piórowych i spiralnych w wózkach typu niemieckiego, nadaje wagonom ruch bardzo miękki o dużej amplitudzie wahań. Ciągłość i brak ostrych załamania linii dowodzą dużej czułości sprężyn. Opór wewnętrzny w sprężynach eliptycznych tego wagonu (rys. 5) przed naprawą wynosił $k=0,126$



Rys. 5.

i był stosunkowo duży po czteroletnim okresie pracy (widocznie skutek niedobrego dopasowania do siebie piór).

Przy projektowaniu sprężyn wagonowych przyjmuje się wartość współczynnika wstrząsów dynamicznych $r = 0,20$; z wyżej podanych wartości współczynnika k

dla sprężyn przed naprawą widać jak mała część wstrząsów była tłumiona przez nie. Sprawa należytego oczyszczenia i smarowania sprężyn piórowych podczas naprawy taboru jest więc bardzo ważna, zwłaszcza w wagonach na wózkach typu niemieckiego.

Wykres d na rys. 4 zdjęto w wagonie na wózkach 3-osiowych amerykańskich — ruch wagonu był bardzo spokojny, amplitudy wahań niewielkie, lecz czułość sprężyn znaczna.

Sprężyny spiralne wózków typu amerykańskiego, jak widać z powyższego, mają wiele zalet, należy je jednak bardzo starannie dobierać; wszelkie ich usterki wywołują o wiele poważniejsze zakłócenia spokojnego biegu wagonu, niż wady sprężyn w wózkach typu niemieckiego. Przy większych szybkościach jazdy zaobserwowano również inną ich wadę, a mianowicie, zjawisko (coprawda bardzo rzadko powstające) rezonansu drgań pudła od uderzeń na stykach szyn (rys. 4, linja e) wskutek braku tłumiącego oporu wewnętrznego w sprężynach zwojowych; w wagonach typu niemieckiego rezonans nie powstaje. W omawianym przypadku następują silne, niemiłe wahania pudła, wywołane przez impulsy na stykach szyn. Sprężyny przejmują wtedy siły o wiele większe od przewidywanych największych wstrząsów dynamicznych i może nastąpić całkowite ich ściśnięcie. Wysokość sprężyn w stanie nieobciążonym jest taka, że przy całkowitem ściśnięciu uzyskuje się zazwyczaj graniczną wartość dopuszczalnego naprężenia stali. Jeżeli podczas naprawy nadano sprężynom wysokość większą od wymiarów konstrukcyjnych (rozpowszechniony niewłaściwy sposób naprawy „z zapasem”), wtedy zjawisko rezonansu może spowodować uszkodzenie sprężyn.

2) Wielkość ugięć jednostkowych, poza sprawą oporów wewnętrznych, zależy od konstrukcji sprężyn i gatunku stali. Podczas naprawy należy unikać stosowania sprężyn zbyt silnych — przypadki takie zdarzają się, gdy zaobserwowano osiadanie lub pęknięcie sprężyn, zaś, jak to wyjaśniono wyżej, przyczyny uszkodzeń mogą tkwić gdzieś indziej, i sprawa powinna być dokładnie zbadana przed wydaniem decyzji wzmocnienia sprężyn. Wymiary sprężyn powinny być takie, aby była w pełni wykorzystana wytrzymałość danego gatunku stali.

Ograniczenia wielkości ugięć powstają ze względów wytrzymałościowych, jak również z konieczności zachowania określonych skrajnych wysokości zderzaków wagonu ponad poziom szyn. Jednak gatunki stali sprężynowych w wagonach P. K. P. wykazują duże rozbieżności i przewidziane obciążenia w rzeczywistości w wielu przypadkach dla różnych stali okazują się zbyt wielkie i wywołują uszkodzenia sprężyn¹⁾ Konieczny jest więc baczny nadzór nad sprawą gatunków stali zarówno stosowanych w fabrykach prywatnych, budujących i naprawiających tabor, jak również nad dostawami do magazynów kolejowych na potrzeby warsztatów.

3) W obliczeniach teoretycznych ugięć sprężyn piórowych przyjmuje się długość ich L równą odległości między punktami zawieszenia (w stanie wyprostowanym), bądź też długość tę zmniejsza się o szerokość opaski l . W sprężynach nowych opaska dokładnie przylega na całej szerokości do piór, jednak w czasie pracy brzegi opaski podlegają nieznacznemu odgięciu, wskutek czego długość części sprężynującej wzrasta. Badania wykazują, że rzeczywista linia sprężania (Oc na rys. 2) przebiega w pobliżu linii teoretycznych ugięć, obliczonej z uwzględnieniem długości sprężyny $L-I$, jednak jest zawsze odchylona do góry; natomiast linia rozprężania $O'd$ — w pobliżu teoretycznej linii, odpowiadającej pełnej długości L . Sprężyny, poddane wstrząsom pod wagonem po ustaniu ruchu zatrzymują się, jak to poprzednio wyjaśniono, w położeniu, odpowiadającym linii mn , najbliższe zatem do rzeczywistości dane teoretyczne przy obliczaniu ugięć uzyskuje się, przyjmując długość sprężyny taką, przy której rezultaty obliczeń odpowiadałyby linii mn . Badania wykazały, że uzyskać można

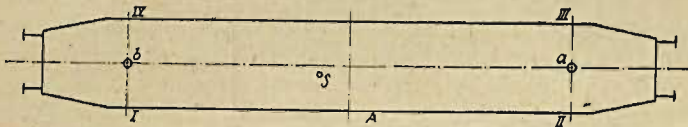
1) Najczęściej następują uszkodzenia sprężyn spiralnych.

tego rodzaju wyniki, przyjmując długość sprężyny, równą $L=0,45 l$, t. j. zmniejszoną o 0,45 szerokości opaski.

IV. *Badanie rozkładu obciążeń sprężyn wagonowych.*

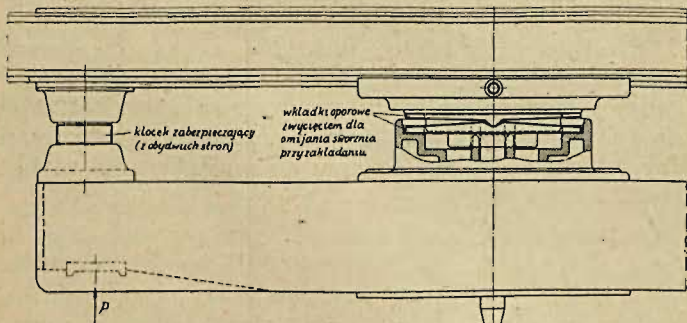
Pudła wagonów 4-osiowych tworzą łącznie z belkami skrętowemi bryłę wspartą w czterech punktach na sprężynach eliptycznych. Ugięcia sprężyn, jeżeli znana jest ich charakterystyka, są miernikami sił działających na nie. Siły te jednak niezawsze wynikają z samej wagi pudła, gdyż, jak to wyżej wyjaśniono, przez nieodpowiednią regulację jedne sprężyny mogą być przeciążane kosztem innych. Jedynie więc suma sił, odpowiadających ugięciu sprężyn, może dać w tym przypadku ogólny ciężar pudła, zaś ugięcia poszczególnych sprężyn nie wykazują rozkładu ciężaru. Zastosowanie jakichkolwiek przyrządów do mierzenia obciążeń ma tylko wtedy rację bytu, gdy punkty podparcia leżą w płaszczyźnie ściśle odpowiadającej naturalnemu kształtowi pudła; przy najmniejszym uchybieniu przyrządy dawać będą niewłaściwe dane, zwłaszcza w pudłach sztywnych, w których do wywołania małej zmiany kształtu trzeba użyć wielkich sił.

Zadanie da się rozwiązać z wystarczającą dokładnością przy zastosowaniu tylko tych urządzeń, które są do dyspozycji w warsztatach P. K. P., w założeniu, że pudło wagonu tworzy bryłę tak sztywną, że ciężary, rozłożone nierównomiernie i odsuwające środek ciężkości wagonu (S na rys. 6) w bok od podłużnej osi pudła, nie wywołują zmiany jego kształtu¹⁾. Wypływa stąd wniosek zasadniczy, że przewaga, powstająca po stronie A, przeciąża równomiernie sprężyny I i II, odpowiednio odciążając sprężyny III i IV.



Rys. 6

Rzeczywistą wielkość obciążenia P_a i P_b kompletów sprężyn eliptycznych wózków a i b otrzymuje się ze wskazań wagi wagonowej, ustawiając na niej wagon najpierw jednym, potem drugim wózkiem po uprzednim dokładnym wyregulowaniu położenia pudła w płaszczyźnie poziomej (od wskazań wagi należy odjąć ciężar wózków bez belek skrętowych). Do rozwiązania zagadnienia potrzebna jest więc tylko wartość nadwagi działającej na stronę A pudła. W tym celu należy stworzyć takie warunki, w których pudło wspierałoby się na jednym wózku (np. a) w sposób wahlkowy, umożliwiający przechylenie się pudła bez oporu na boki dokoła osi podłużnej, przechodzącej przez punkt podparcia (odpowiednie do tego celu wkładki oporowe umieszczane w poduszce skrętowej wskazuje rys. 7);



Rys. 7

całkowita wartość przewagi po stronie A wywrze wtedy swój wpływ jedynie na sprężyny I i IV wózka b. Pudło należy ustawić w płaszczyźnie poziomej, regulując długość

¹⁾ Podobną zasadę przyjęto podczas badań, przeprowadzonych na kolejach niemieckich.

wieszadeł sprężyn eliptycznych; wtedy ugięcie sprężyn eliptycznych I i IV (charakterystykę ich bada się potem na prasie) daje wartości P_I i P_{IV} sił, działających na nie. Uzyskuje się w ten sposób całkowitą wartość nadwagi $p = P_I - P_{IV}$.

Gdyby środek ciężkości pudła leżał na osi podłużnej, obciążenia sprężyn byłyby $P_I = P_{IV} = \frac{P_b}{2}$ i $P_{II} = P_{III} = \frac{P_a}{2}$

W myśl tego, co wyżej powiedziano, przewaga p obciąża równomiernie sprężyny I i II, obciąża zaś III i IV, a więc rzeczywisty rozkład ciężaru pudła w formie obciążeń sprężyn eliptycznych wynosi odpowiednio:

$$P_I = \frac{P_b}{2} + \frac{p}{4}; P_{IV} = \frac{P_b}{2} - \frac{p}{4}; P_{II} = \frac{P_a}{2} + \frac{p}{4}; P_{III} = \frac{P_a}{2} - \frac{p}{4}$$

Poniżej podano przykład liczbowy. Zaznaczam jednak, że podczas mierzenia ugięć sprężyn, dających wartość przewagi, muszą być stworzone analogiczne warunki działania sprężyn zarówno pod wagonem, jak i podczas późniejszego badania charakterystyki ich na prasie, gdyż ze względu na opór wewnętrzny sprężyn i ich nieczułość mogłyby powstać znaczne błędy w obliczonej przewadze p . Najdokładniejsze rezultaty otrzymuje się biorąc ze wskazań prasy linie sprężania, podobne zaś warunki podczas badań przewagi pod wagonem uzyska się, gdy zapomocą drągów, założonych między opaski sprężyn eliptycznych, odciąża się je, a potem zmniejszając powoli nacisk na drągi powoduje się osiadanie sprężyn do wysokości, odpowiadającej linii ich sprężania.

Podczas badania przewagi sprężyna I jest chwilowo przeciążona, nie jest to jednak groźne dla jej wytrzymałości, gdyż przewaga ma naogół wartości stosunkowo niewielkie.

Przykład: obciążenie wózków badanego wagonu wynosiło 25.300 kg i 20.500 kg, a po odjęciu wagi wózków bez belek skrętowych odpowiednio 19.800 i 15.000 kg. Po skupieniu przewagi na jednym z wózków sprężyny eliptyczne jego po odciążeniu i powolnym osiadaniu zatrzymały się na wysokościach odpowiednio 65 mm i 59 mm. Sprężyny ściśnięte pod prasą do tych wysokości wykazały wartość obciążeń: 10800 i 9000 kg. Przewaga $p=10800-9000=1800$ kg. Rozkład obciążeń wynosi:

$$P_I = \frac{19800}{2} + \frac{1800}{4} = 10350 \text{ kg}; P_{IV} = \frac{19800}{2} - \frac{1800}{4} = 9450 \text{ kg};$$

$$P_{II} = \frac{15000}{2} + \frac{1800}{4} = 7950 \text{ kg}; P_{III} = \frac{15000}{2} - \frac{1800}{4} = 7050 \text{ kg}.$$

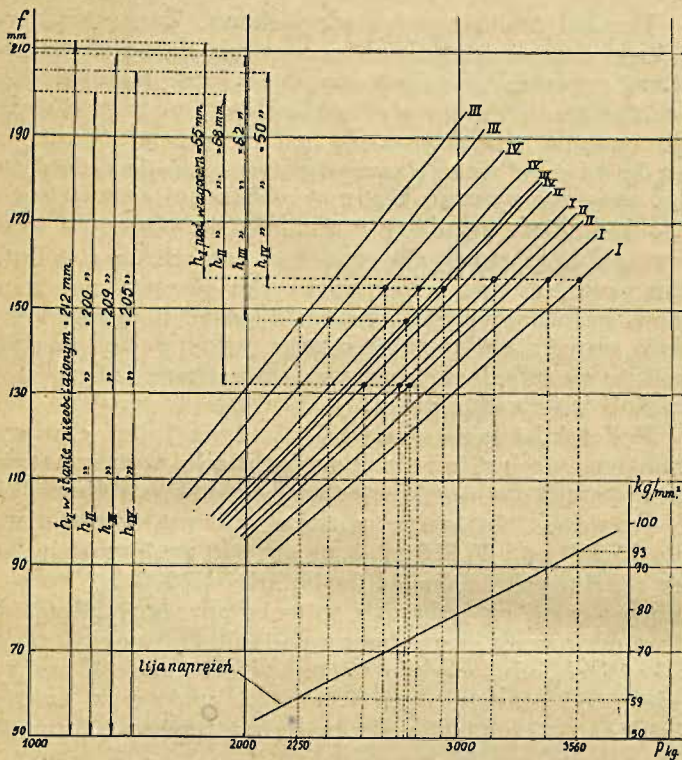
V. *Dobór sprężyn.*

Znajomość rozkładu ciężaru pudła wagonowego umożliwi sprawdzenie istniejących, lub dobór nowych sprężyn. Gdy ciężar pudła rozkłada się na wszystkie punkty podparcia równomiernie — wszystkie sprężyny powinny być jednakowe i równej wysokości w stanie nieobciążonym. Jeżeli rozkład ciężaru jest niejednostajny, należy w przypadku niewielkich różnic obciążeń odpowiednio dobrać tylko wysokość sprężyn; przy większych różnicach — odpowiednie sprężyny powinny być silniejsze. W każdym jednak przypadku spełniony być musi warunek zasadniczy: sprężyn obydwóch wózków, położone z jednej strony wagonu, muszą przy równych wysokościach, przewidywanych po opuszczeniu na nie pudła, wywierać siły o tę samą wielkość większe od odpowiednich sprężyn z drugiej strony wagonu (na rys. 6: $P_I - P_{IV} = P_{II} - P_{III}$). Tylko w tym przypadku istnieje pewność, że pudło wagonu wspierać się będzie na sprężynach w sposób swobodny i wywierać będzie na każdą sprężynę nacisk, pochodzący wyłącznie z ciężaru, przypadającego na dany punkt podparcia; w przeciwnym

razie powstałyby w pudle niepożądane wewnętrzne naprężenia i sprężyny przejmowałyby dodatkowe nieznanne siły.

Sposób naprawy sprężyn określa się zazwyczaj na zasadzie tego, w jakim stanie znajdowały się one przed naprawą wagonu, oraz jaką była ich wysokość pod wagonem. Podczas naprawy wagonów przedewszystkiem o nierównomiernym rozkładzie ciężaru) taki sposób określania zakresu naprawy sprężyn zawodzi, gdyż niewiadomo, jakie siły działały w rzeczywistości na sprężyny podczas oględzin wagonu. Należy w tym przypadku zbadać sprawę dokładnie: określić rozkład ciężaru pudła, zbadać sprężyny na prasie i, posługując się uzyskanymi liniami sprężania i rozprężania, oraz danymi co do jakości ruchu wagonu podczas wstępnej jazdy próbnej, określić rodzaj naprawy i ewentualne przeróbki sprężyn.

Jak ważna jest ta sprawa, widać z wykresu na rys. 8,

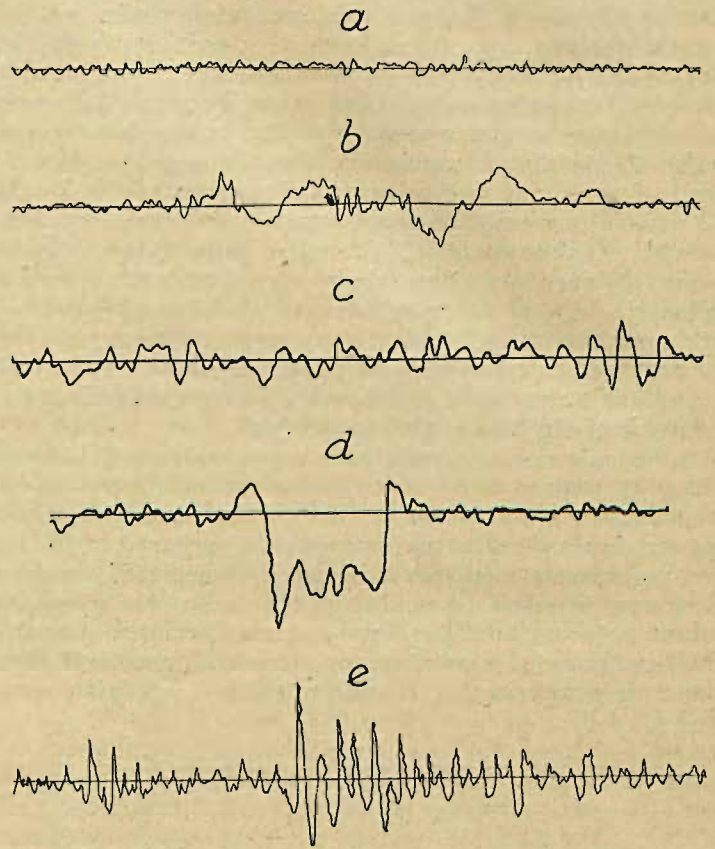


Rys. 8

na którym podano linie charakterystyczne 4-ch sprężyn eliptycznych (po 3 przęsła, oznaczone jednakowemi numerami) jednego z badanych wagonów, odznaczającego się bardzo niespokojnym biegiem. Choć wszystkie sprężyny miały wymiary jednakowe i pod wagonem przed naprawą miały nieznacznie różniące się odległości między opaskami, tem niemniej dopiero bliższe badania wykazały wielkie rozbieżności charakterystyk obciążeń (od 2250 do 3560 kg na 1 przęsło) i naprężeń stali (od 59 do 93 kg/mm²). Po zbadaniu rozkładu ciężaru pudła wagonu okazało się, że obciążenia rzeczywiste punktów podparcia niewiele się różnią, widać więc, że przed naprawą wagonu sprężyny przejmowały siły niewłaściwe ze szkodą dla jakości ruchu wagonu. Sprężyny osiowe tego wagonu były w stanie dobrym.

Wykresy na rys. 9 przedstawiają zdjęte podczas jazdy próbnych zapomocą aparatu „Hallade” ruchy boczne pudła

w płaszczyźnie poziomej: linja a charakteryzuje spokojny bieg wagonu na torze prostym, linja b—spokojne przejście takiego wagonu przez łuk z równoczesnym łagodnym przechyleniem się pudła. Wagon, których sprężyny są niewłaściwie obciążone i źle wyregulowane, odznaczają się niespokojnym ruchem zarówno na torze prostym (linja c),



Rys. 9.

jak i na łuku (linja d). Wagon, z nisko położonym środkiem ciężkości, posiadające zbyt twarde i o dużym oporze wewnętrznym sprężyny (o których mowa była poprzednio w p. 1), podczas przejścia przez łuk toru podlegają gwałtownym rzutom bocznym, wskazanym na wykresie e; po zamianie sprężyn na bardzo czułe uzyskuje się wykres w rodzaju linji b.

VI. Uwagi ogólne.

Powyższe rozważania mają na celu ogólne wyjaśnienie wpływu sprężyn na bieg wagonów i wyjaśniają, w jakim kierunku uzyskać można polepszenie jakości ruchu przez należyłą naprawę sprężyn. Uniknie się w ten sposób choć częściowo chaotycznych domysłów w sprawie przyczyn usterek ruchu wagonów, które dawniej wad tych nie miały. W wielu jednak przypadkach przyczyny niespokojnego biegu leżą poza sprawą odsprężynowania.

Wszelkie wady biegu wagonów rosną gwałtownie w miarę wzrostu szybkości jazdy (zwłaszcza powyżej 85 km/godz) — sprawa należytej naprawy sprężyn jest zatem ważna ze względu na postęp kolejnictwa, objawiający się między innymi w stałym dążeniu do powiększania szybkości biegu pociągów.

Do Nr. 12 (124) „Inżyniera Kolejowego” dołączony jest Nr. 12 (92) „Przeglądu Zagranicznego Piśmiennictwa Kolejowego”.

621.331:625.1(438).

Elektryfikacja Kolei Żelaznych w Polsce.

Inż. Aleksander Pawłowski.

(Dokończenie).

III. Gospodarcze zagadnienia elektryfikacji.

Podnoszona jest zwykle ta dobra strona elektryfikacji, że możebne jest zwiększyć maksymalną szybkość biegu pociągu na danym odcinku kolei o 20%, a nawet więcej, przy tem samym obciążeniu i bez wzmocnienia nawierzchni toru, a to zawdzięczając większej równomierności poszczególnych elementów kroku lokomotywy elektrycznej. Tym sposobem zwiększa się średnia prędkość techniczna i handlowa, a nadewszystko możność przyspieszenia opóźnionego biegu pociągu.

Również ciężar składów pociągowych można powiększyć, „aż do granicy określonej warunkami urządzeń danej linii, a więc bez przebudowy toru, uzyskać poważne zwiększenie przelotności”.

Czy powiększenie szybkości jest na P. K. P. potrzebne? — to pytanie zasadnicze.

Tak, jeżeli chodzi o szybkość handlową. Techniczną szybkość nasze główne linie mają umożliwioną pod względem trakcyjnym i drogowym do 100 km na godzinę i z tym stanem w naszych warunkach komunikacyjnych można się obecnie pogodzić.

Inż. Jan Dąbrowski („Przegląd Techniczny“ str. 12, rok 1934) podaje, że pod względem szybkości koleje polskie zajmują wśród innych 18 miejsce, a pod względem najdłuższych przebiegów bez zatrzymania 23 miejsce. Tak jest, lecz chodzi tu o wierzchołki, a nie o zwyczajne wymagania ruchu. Powiększenie szybkości handlowej jest potrzebą szerokich warstw ludności i gospodarczego postępu Polski, a mianowicie — powiększenie o 15—20% w stosunku do obecnej; powiększenie szybkości technicznej, a w tej kategorii zagadnień, powiększenie zdolności parowozu jest sprawą niewiele magistralnych linii. Na ogromnej większości naszych linii drugorzędnych znaczne powiększenie szybkości technicznej towarowej jest funkcją wzmocnienia toru i mostów, więc elektryfikacja sama w sobie nie pomoże.

W krajach górzystych zagadnienie to ma bardziej aktualne znaczenie, ponieważ siła pociągowa na wzniesieniach musi być większa, niż w krajach płaskich, żeby uczynić zadość tym samym wymaganiom przelotności.

W Polsce, gdzie na 9/10 sieci największe i rzadkie spadki nie przewyższają 0,006, ta sprawa nie jest aktualna.

Dają się słyszeć głosy specjalistów Zachodu, że w ruchu lądowym nie należy oczekiwać dalszego, poważnego zwiększenia przeciętnej szybkości pociągów, np. Dr. C. Pirath'a (*Verkehrstechnische Woche* Nr. 44 z r. 1933). Proces przyspieszenia pociągów z trakcją parową trwa, i już osiągnięto szybkości techniczne ponad 110 km na godzinę. W najbliższej przyszłości przed kolejnictwem stoją dwie alternatywy: albo udoskonalic trakcję parową, doprowadzając na większości sieci szybkość pociągów parowych do najwyższego kresu, na jaki pozwolą względy ekonomiczne, a następnie przechodzić na trakcję elektryczną; albo też stworzyć pewną ilość kursów wagonami, lub zespołami silnikowymi, przeznaczonych do komunikacji szybkiej, równoległe z komunikacją mniej szybkimi pociągami z trakcją parową. Ta druga alternatywa czyni też zadość wymaganiom częstotliwości ruchu, które powszechnie dojrzały i u nas dają się odczuwać wyraźnie. Te dwie alternatywy omawia czasopismo „*Modern Transport*“ (Nr 785 r. 1934). Uwagi o ulepszeniu trakcji parowej, nim dojdzie do elektrycznej, są więcej ważkie w Polsce, niż gdzieindziej, wobec tego, że poziom i stan techniczny naszej sieci jest niższy, niż kolei zachodu i, że mamy inne bardzo

duże możliwości udoskonalenia zdolności przewozowej naszych kolei parowych.

W powyższych wierszach mamy omówienie szybkości, koncentracji ładunku w pociągach, więc także zdolności przelotowej.

Ryzałtowe i znaczne zwiększenie tych elementów ruchu jest u nas funkcją trzech czynników, natury wyłącznie konstrukcyjnej: wytrzymałości sprzęgieł, długości mijanek i usunięcia przejazdów w poziomie toru.

Ulepszenie wpływu obecnego stanu tych elementów na P. K. P. nie da się dokonać zapomocą elektryfikacji, a dobrodziejstwo elektryfikacji, w sensie zwiększenia ciężaru pociągów z współrzednym powiększeniem szybkości i zwiększeniem przelotności, nie może być osiągnięte bez powiększenia długości mijanek, usunięcia bardzo wielu przejazdów w poziomie toru, wzmocnienia toru i mostów. Tylko sprzęgła w kraju płaskim takim, jak nasz, pozwalają na wzrost ładunku. Dopomogą hamulce automatyczne towarowe, które za kilka lat będą już w służbie.

Doszliśmy do punktu bardzo znamienego, mówię o hamulcach. W krajach górskich elektryfikacja daje możność nietylko stosowania potrzebnego hamowania pociągu zapomocą elektryczności, lecz nadto odzyskania z powrotem energii elektrycznej, wziętej na hamowanie. W Polsce ten zysk odpada; co więcej, propaganda elektryfikacji przypada na dobę, kiedy właśnie gospodarstwo kolejowe, w początku roku bieżącego, zdobyło się na dokonanie wielkiej transakcji uposażenia w hamulce Westinghouse'a parku towarowego całej sieci. Więc znaczna część tego wydatku, wynoszącego około 130 milionów złotych, poszłaby na marne tak samo, jak znaczna część nowego parku parowozów.

Ze stanowiska gospodarczego, takie szafowanie groszem publicznym byłoby nonsensem, ponieważ suma użytych plusów byłaby znacznie mniejsza, niż suma minusów.

Nie jest zbędnem przytoczyć, że na kolejach wybitnie górskich, sprawa koncentracji w lokomotywie elektrycznej wielkiej siły pociągowej (ponad 4000 K. M.) jest ograniczona zagadnieniem wytrzymałości sprzęgieł i tam jazda z większą szybkością na silnych wzniesieniach nie jest racjonalna. Żeby ciągnąć po linii o wzniesieniach do 6‰ pociągi o ciężarze 2470 t, trzeba dojść do granicy dopuszczalnego obciążenia sprzęgła, to jest do 21000 kg. Taki ciężar pociągu jest dostępny dla pary. Zresztą przy wszelkiej trakcji nie może być uniknione prawo, że zwiększenie szybkości powiększa wydatek energii w stosunku kwadratów szybkości i w tym stosunku waży na wydatkach eksploatacji.

Z powyższych rozważań można wnosić, jak wielkie wydatki Polskiego Kolejnictwa połączone są z jego elektryfikacją bez jasnej i pewnej kompensaty.

Zdolność do podjęcia elektryfikacji w każdym państwie należy oceniać, z zachowaniem wniknięcia w jego zasoby energetyczne, przyrodzone, z wielkim umiarem i ostrożnością.

Szwajcaria dokonała elektryfikacji całej swojej sieci, ponieważ posiada ogromne źródła energii wodnej, i ponieważ roboty w celu jej ujarznienia, jakkolwiek wielkie i kosztowne, jednak rentują się znakomicie. Węgiel biały zastępuje tu brak węgla czarnego. Warunki polityczne nie grożą w Szwajcarii ze strony sąsiadów, a rząd związkowy i społeczeństwo stoją na straży pokoju wewnętrznego z czujnością wyteżoną. W Szwajcarii trudno jest określić, czy elektryfikacja kolei jest funkcją elektryfikacji całego

gospodarstwa, czy odwrotnie; można zaryzykować twierdzenie, że elektryczna trakcja kolejowa zupełnie samodzielnie mogłaby się opłacać.

We Włoszech, które mają mniej znaczne źródła energii wodnej i również węgla nie posiadają, a pod względem obrony, dzięki swojej orografii i linii brzegowej są w znacznej mierze zabezpieczone, sieć kolejowa na cele trakcyjne spożytkowuje zaledwie 15% produkcji elektryfikacyjnej, a resztę zużywa przemysł i gospodarcze potrzeby miast i wsi. Energia wodna kosztuje taniej, niż węglowa, wysoki zaś rozwój wytwórczości sprzętu elektryfikacyjnego ułatwia zastosowanie elektryfikacji.

Energii wodnej nie można zastosować do transportu inaczej, jak zapomocą elektryfikacji.

Niemcy spożytkowały na ten cel energię spadków wody i zasoby taniego węgla Zagłębia Waldenburskiego, który w stacjach energetycznych daje rezultaty lepsze, niż w paleniskach parowozów. To też w Niemczech elektryfikacja kolei żelaznych rozwinęła się tylko na południu, gdzie znajduje się energia wodna i węgiel brunatny. W końcu r. 1931, Rzesza Niemiecka miała 1598 km kolei z trakcją elektryczną, to jest zaledwie 3% całej długości sieci, z czego na koleje miejskie i podmiejskie przypadało 268 km. Wtenczas były w toku roboty elektryfikacyjne wielkiej magistrali od granicy austriackiej do Sztutgartu. Monachjum stanowi ośrodek sieci zelektryfikowanej od Salzburga do Augsburga i do Regensburga na północ. Do tego dodać należy linie z Lipska do Halle i Magdeburga, oraz między Görlitz i Wrocławiem. Sieci miejska i podmiejska Berlina i Hamburga były dawniej zelektryfikowane. Znamienne jest, że państwo tak uprzemysłowione jak Rzesza, przeszło na elektryfikację zaledwie na kilku procentach swojej sieci.

Polska jest trzecim w Europie państwem co do zasobu węgla kamiennego najlepszych gatunków, a wodnej energii posiada względnie bardzo mało. Polska jest krajem taniej robocizny w porównaniu z wymienionymi trzema i wielu innymi państwami.

We Francji Towarzystwo Kolei Żelaznych „MIDI” wybudowało 6 elektrowni wodnych, które w roku 1926 wyprodukowały 300 milionów KWh i na własny użytek brały 20%, a 80% zbywały na potrzeby przemysłu i rzemiosł. Koleje w Marokku w r. 1928 pobierały 25% energii zbudowanych elektrowni, resztę sprzedawały tanio odbiorcom prywatnym. W ten sposób powstaje elektryfikacja kolejowa, która zaspakaja potrzeby ludności, a wzmożone potrzeby stają się wzajem potężnym bodźcem elektryfikacji. Elektryfikacja objęła we Francji połączone sieci Paryż—Orlean. Przykład kolei żelaznych południowej Francji i marokańskich nie jest do naśladowania w Polsce. Francuzi mają tam do czynienia z potężnymi czynnikami wytwórczości, takimi jak wino, oliwa i owoce, których zbyt w ilości nieograniczonej jest zapewniony, co przy wielkiej pracowitości mieszkańców tych krajów, zapewnia wzrost przewozów osobowych i towarowych, oraz podniesienie ogólnej wytwórczości. Linja zaś Paryż—granica hiszpańska przechodzi przez najbardziej ludne i żyzne okolice.

Na jaką produkcję o zapewnionym, nieograniczonym zbycie, możemy liczyć w Polsce? Węgiel, drzewo, jaja, bekony, drób, cukier, spirytus, z których pięć ostatnich płodów rozrzucone są na rozległej przestrzeni.

Pomimo, że widoki na rozwój masowej produkcji, okupującej elektryfikację przemysłową, są w Polsce względnie słabe, a potrzeby mieszkańców osiedli, wobec niskiej zamożności, również niewiele rokuja, zwłaszcza w pierwszym dziesięcioleciu, i pomimo, że właśnie dlatego prywatni przedsiębiorcy wymagają od państwa gwarancji, elektrotechnicy polscy twierdzą, że „właśnie słaby rozwój elektryfikacji kraju przemawia za celowością elektryfikacji kolei”¹⁾ gdyż ona będzie pionierem elektryfikacji przemysłowej całego państwa, a „daleko rozciągające się

linje udostępnią taną energię elektryczną szerokim połaciom kraju”.

Więc mamy do czynienia z ściśle określoną i wyraźną propozycją, żeby „Polskie Koleje Państwowe podjęły się elektryfikacji państwa”. Jeżeli do takiej koncepcji przyszli specjaliści, którzy kilka lat temu zwalczali projekt Harrimana i innych obcych kontrahentów — to słabe są w istocie widoki elektryfikacji.

Wolno zapytać, czemu inni, oprócz cytowanych wyżej znawców, nie zabrali dotychczas głosu w sprawie elektryfikacji kolei i nie wypowiedzieli bardziej określonych poglądów, niż te, że rząd powinien popierać w Polsce elektryfikację wogóle (inż. Sokolnicki, zesz. 3 — r. 1934, „Przegląd Elektrotechniczny”). Inżynier A. Kühn, b. minister¹⁾ przewiduje rozwój elektryfikacji i nawołuje elektrotechników, żeby dążyli do usamodzielnienia wytwórczości elektrotechnicznej krajowej i bronili państwa od pogorszenia bilansu handlowego. Inżynier K. Siwicki w artykule „Polityka rządu w zakresie elektryfikacji” omawia zarządzenia rządu, podjęte w celu popierania elektryfikacji państwa, uzyskania źródeł energii takich, jak woda, gaz ziemny, ropa, węgiel i stwarzania centrali okręgowych („Polska Gospodarcza” zeszyt 48—r. 1933). O elektryfikacji sieci kolejowej wymienieni autorowie nie mówią.

Nie jest moim zadaniem w tym artykule roztrząsać pytania, jak może się rozwinąć elektryfikacja w Polsce. Natomiast uważam, że jest obowiązkiem znawcy gospodarstwa kolejowego i zagadnień ekonomii państwowej, dać wyraz krytyce takiej fikcji, jak zalecanie gospodarstwu kolejowemu, żeby się zaopiekowało elektryfikacją całego państwa i, co jest mniej fikcyjnym, żeby się zajęło elektryfikacją, przedewszystkiem, około 1800 km sieci kolejowej, które dojrzały do tego, a to głównie z powodu, że gęstość ruchu na nich przewyższa 7 milionów tonn brutto na 1 km linii jednotorowej.

Przedsiębiorstwo Kolei Żelaznych w Polsce, największe z przedsiębiorstw krajowych, ma inne ważniejsze i żywniejsze zadania gospodarcze ogólnopaństwowego znaczenia.

Jako konsument produkcji krajowej, P. K. P. nie mają podstawy do robienia eksperymentów oszczędnościowych w kierunku iluzorycznego zmniejszenia wydatków na opał i lekceważenia przytem tego faktu, że koleje żelazne, jako odbiorca węgla, sprzyjają podtrzymaniu przemysłu węglowego, który jest ważną gałęzią wytwórczości krajowej.

Jako odbiorca wyrobów wielkiego, już rozwiniętego przemysłu budowy parowozów, P. K. P. mają obowiązek podtrzymać ten przemysł, o czym już wyżej mówiłem, rozważając znaczenie parowozów wyrabianych w fabrykach krajowych w zestawieniu z wyrobem lokomotyw elektrycznych.

Wreszcie, P. K. P. jako największy w kraju pracodawca, są obowiązane liczyć się z sytuacją rynku pracy. Wobec tego, zmniejszenie ilości zatrudnionych na kolei robotników i urzędników, jako następstwo elektryfikacji, mogłoby stać się atutem na jej korzyść w razie, gdyby za nią przemawiały inne motywy. Jak widzieliśmy wyżej, takich motywów wykazać nie można, więc pozbawienie pracy kilkunastu tysięcy zawodowych pracowników nie jest perspektywą ponętną.

IV. Strategiczne znaczenie elektryfikacji kolei.

Podczas wojny światowej koła wojskowe podniosły sprawę, czy trakcja elektryczna, ze względu na obronę państwa, jest pewna? (Inż. M. Proczkowski — *Inżynier Kolejowy* — zeszyt 1, z r. 1924).

Jest dla każdego jasne, że linja kolejowa o napędzie elektrycznym z centralami i przewodami, może być przez atak lotniczy daleko łatwiej na całej swej linji zniszczona, aniżeli linja z napędem parowym, przy którym każdy parowóz jest dla siebie źródłem energii

¹⁾ Str. 308 „Przeglądu Elektrotechnicznego” zeszyt 10 — 1933 r.

¹⁾ „Przegląd Elektrotechniczny” zeszyt 9 — 1934 r.

Dlatego sieć kolejowa zelektryfikowana ze względów obrony państwa nie może być zalecana.

Dowódcy armij operacyjnych usiłują przenieść akcje swoich wojsk na teren kraju nieprzyjacielskiego; mieliśmy przykłady wybitne tej taktyki w ostatniej wojnie.

Jest to możliwe tylko wtenczas, kiedy za wojskiem posuwającym się naprzód, postępują bezpośrednio transporty kolejowe z rezerwami, materiałem wojennym i żywnością. W krajach, mających odległe od siebie fronty wojenne, niezbędnym jest mieć możliwość w najkrótszym czasie przetrzucania całych armij z jednego frontu na drugi. W tem położeniu byli Niemcy i w niem może się znaleźć Polska. Te dwa państwa są klasycznym przykładem znaczenia, w razie wojny, zapewnionej komunikacji kolejowej na wielkich arterjach. Pościg cofającego się i niszczącego za sobą linje kolejowe nieprzyjaciela może być znacznie skuteczniejszy na linjach o trakcji parowej, aniżeli elektrycznej, z powodu łatwości zniszczenia i trudności uruchomienia tej ostatniej.

Więc jasnym jest, że na terenie strategicznym trakcja elektryczna jest niebezpieczna. Ma to szczególną wagę w strefach pogranicznych.

Zasadniczą jest więc rzeczą stwierdzić, że w Polsce elektryfikacja może być istotnie rentowna na linjach największego ruchu, a właśnie na tych linjach jest ona niebezpieczna ze względów obrony państwa.

W czasie wojny występuje jeszcze inny, doniosły czynnik niebezpieczeństwa, mianowicie ryzyko braku miedzi i tworzywa izolacyjnego. Tych materiałów nie posiadamy i musimy sprowadzać z zagranicy.

W parowozie łatwo jest zastąpić paleniska miedziane żelaznami, lecz w lokomotywie elektrycznej, która zawiera 4 do 5 razy więcej miedzi, niż parowóz, zastąpić miedzi surogatem nie można. Przewodów również nie można robić z żelaza. Zastosowanie do uzwojenia motorów i do przewodów tworzyw zastępczych poniżej sprawność napędu elektrycznego niemal do połowy normalnego. Analogiczne skutki powoduje brak normalnego materiału izolacyjnego.

W Niemczech wszystkie powyższe względy strategiczno-polityczne, wpłynęły w całej pełni na to, że elektryfikacja została zaniechana i objęła dotychczas zaledwie kilka procentów sieci całej Rzeszy. Natomiast dołączyły się obawy, wynikające z rewolucyjnego nastroju warstw pracujących, a szczególnie bezrobotnych, których liczba w Niemczech dochodziła do 10 milionów. Obawy zniszczenia przez sabotaż centrali elektrycznych i wywołania strajku, który może unieruchomić wielkie magistrale i ośrodki, mają w Rzeszy uzasadnienie większe, niż w Polsce, lecz i u nas z tem należy się liczyć.

Przy trakcji parowej sparaliżowanie całkowite ruchu kolejowego przez sabotaż nie jest wykluczone. Dowodem—unieruchomienie większych linij w r. 1905 w Rosji w ciągu całego grudnia. Lecz przy trakcji elektrycznej — jest ono bez porównania łatwiejsze do przeprowadzenia, skuteczniejsze i dla zamachowców bardziej ponętne.

Wobec tych okoliczności elektryfikacja wielkich magistrali w Polsce, nietylko nie może być zalecana, lecz przeciwnie powinna być stanowczo na długie lata uznana za niedopuszczalną. Niestety, propaganda elektryfikacji w prasie technicznej polskiej, w ciągu ostatnich lat, nie liczy się z względami obrony państwa i operuje tylko czysto technicznymi przesłankami, do których dodane są finansowe, oparte na jednostronnej ocenie.

Zwolennicy trakcji elektrycznej twierdzą, że parowóz jest już u kresu swojej dzielności i u szczytu swojego rozwoju, mówi inż. M. Proczkowski (*loco citato*) i uzasadnia sąd przeciwny. Nie podzielając tego zdania elektryfikatorów, powstrzymuję się od rozwijania na tem miejscu tego tematu, ponieważ nasi wybitni specjaliści, pracujący przy budowie parowozów, mogą to zrobić lepiej ode mnie.

Przy rozważaniu możliwości rozwoju trakcji parowej wchodzi w grę nietylko zadania czysto konstrukcyjne. Ważną rolę obecnie grają sprawy normalizacji części

parowozu wymiennych, względy ułatwienia i przyspieszenia naprawy parowozu (zastosowanie spawania i nowych metod obróbki, oraz racjonalnej organizacji cechowej). Zadaniem żywotnym i niepodlegającym odkładaniu do lepszych czasów jest popieranie postępu w budowie parowozów, umożliwienie konstrukcji nowych typów, zróżniczkowanych odpowiednio do potrzeb różnych rodzajów służby parowozów i różnego gatunku opału i — ulepszanie planu zamówień na dalszą metę. Właśnie propaganda elektryfikacji zgubnie się odbija na planie rozwoju parku parowozowego i sprzyja konserwacji starych, zużytych i nieekonomicznych (małe ruszty i paleńska) parowozów, ponieważ miarodajne urzędy i urzędnicy nie są pewni, czy nie wypadnie wkrótce zaniechać budowy parowozów i zająć się trakcją elektryczną.

Jest zadaniem doniosłym inżyniera polskiego powiedzieć, bez wahania, że rozwój konstrukcji parowozów ma przed sobą przyszłość i, że ten paradoks zasadniczy, jakim jest marny współczynnik spożytkowania energii cieplnej w parowozie, nie powinien być wykorzystywany, jako czynnik na korzyść elektryfikacji, ponieważ bardzo wiele innych argumentów przemawia za trakcją parową.

Kiedy nam mówią autorowie słowa drukowanego, że szczegółowe obliczenia, więcej niż wywody teoretyczne ogólnie przemawiają za pożytkiem i rentownością elektryfikacji danej linji, to usiłujemy ten sąd przyjąć z zaufaniem; krytyka poszczególnych pozycji bilansu obu rodzajów trakcji w niektórych razach, to jest, co do niektórych linij, potwierdza wnioski autorów. Jednakże potwierdza tylko wnioski ogólne, lecz nie cyfry, co do których, jak widzieliśmy, jest wiele zastrzeżeń faktycznych.

Natomiast szereg motywów gospodarczo-społecznych, politycznych i obrony kraju przemawia stanowczo przeciwko elektryfikacji linij dalekobieżnych w Polsce.

V. Zakończenie.

Profesor R. Podoski w swoim artykule z roku 1933 w „Przeglądzie Elektrotechnicznym” (zeszyt 10), mówi, że niezależnie od węzła kolejowego Warszawskiego, którego elektryfikacja jest postanowiona, istnieje w Polsce zgorą 1800 km linij kolejowych, które wykazały w roku 1928/29 ilość przewozów powyżej 1 miliona wagi brutto na km drogi i których elektryfikacja „opłacałaby się bezwzględnie, nawet pomimo obecnej drożyzny kapitału i byłaby rzeczą wysoce rentowną i wskazaną”.

Według tegoż autora „brak dostatecznych środków finansowych, przy ogromie innych potrzeb zniszczonego przez wojnę państwa, oraz niepomyślny, ogólnostanowy stan ekonomiczny, nie pozwoliły dotychczas na chociażby częściową realizację elektryfikacji kolei i dopiero przebudowa węzła kolejowego Warszawskiego, niedająca się racjonalnie wykonać bez równoczesnej jego elektryfikacji, uczyniła znowu aktualną sprawę elektryfikacji kolei”.

Pozwalam sobie nie zgodzić się na twierdzenie, że tylko brak środków w Polsce i gdzieindziej, był powodem nieureczywistnienia elektryfikacji kolei u nas. Krytyczny sąd rzeczoznawców i mężów stanu polskich, cywilnych i wojskowych chyba zaważył na losie elektryfikacji i można nie wątpić, że i w przyszłości zaważy.

Elektryfikacja węzła Warszawskiego, a może i innych dwóch — trzech węzłów, to ze wszech miar pożądane i rokujące wielkie korzyści przedsięwzięcia. Zbędnym jest dodawać cokolwiek do uzasadnienia tego poglądu.

Natomiast należy się przeciwstawiać, nietylko elektryfikacji dalekobieżnych linij, lecz również linij rozchoźdzących się z Warszawy poza najbliższe parowozownie, w których odbywać się będzie zmiana rodzaju trakcji. Przedłużenie elektryfikacji do punktów bardziej oddalonych, jako to, do Skierniewic, Mławy, Białegostoku, Dębli — na mieć będzie w sobie zadatki niebezpieczeństwa, bo rozszerza zakres niezbędnego dozoru nad nietykalnością linij i ruchu w czasie pokoju i wojny.

Zatem roboty pierwszego etapu elektryfikacji węzła Warszawskiego powinny być uważane za całość, na której elektryfikacja powinna się zatrzymać.

625.1(498).

Rzut oka na koleje rumuńskie.

Stanek Lucjan, Ppułk. dypl.

(Dokończenie).

IV. Dokonane inwestycje i stan obecny sieci kolejowej¹⁾.

A. Dane ogólne o kolejach rumuńskich.

Długość normalnotorowej i wąskotorowej sieci kolejowej bez torów stacyjnych wynosi 11.430 km i 466 m. Z tego na linie normalnotorowe przypada 10.521 km, czyli 92,1%, a na wąskotorowe — 908 km, czyli 7,9%.

Tory stacyjne obejmują 3.506 km, ogólnie zatem sieć normalnotorowa liczy 14.027 km. Z ilości tej nie jest eksploatowanych około 170 km (1,6%).

Na obecną sieć kolejową Rumunii złożyły się (liczby przybliżone):

Dawna Rumunja	— 3.533 km	(norm. i 447 km wąsk.)
Transylwanja	— 5.436 „	„
Besarabja	— 975 „	mniej 361 km linii
Bukowina	— 634 „	wąskotorowych

Sieć kolejowa prowincyj przyłączonych stanowi zatem 70% obecnej sieci kolejowej, z czego najwięcej dała Transylwanja, bo 49%, gdy dawna Rumunja tylko 36,4%.

Co do gęstości sieci kolejowej w odniesieniu do państwa rumuńskiego, to wyraża się ona stosunkiem 0,033 km na 1 km².

Charakter tras jest następujący. Spadki i wzniesienia wahają się w granicach od 0‰ do powyżej 25‰, większość jednak linii utrzymana jest na spadkach w granicach 5‰, a więc w normach przyjętych dla linii pierwszej kategorii. W poziomie jest tylko 28% sieci, reszta 72% to linie na spadkach i wzniesieniach. Łuki stanowią 23,9%, przyczem większość ich (53%) ma promień od 500—250 m i mniej. Odległości między stacjami wynoszą 5—21 km, a szybkości techniczne i handlowe wynoszą: dla pociągów osobowych szybkość techniczna 40 do 70 i 90 km/godz. (na stacjach od 20—40 km/godz.), a szybkość handlowa od 30 do 55 km/godz.; dla pociągów towarowych (60—80-osiowych) szybkość techniczna do 34 km/godz., handlowa od 12,6 do 22,7 km/godz.

Sieć jest wyłącznie jednotorowa. Są wprowadzić i szlaki dwutorowe, nie mają one jednak charakteru linii transportowych, a są tylko odcinkami linii, na których zbiega się większy ruch.

B. Szlaki.

1) Tory.

Kiedy przystępowano w r. 1929 do przebudowy torów, najwięcej wybrakowanym materiałem były szyny, których zarząd nie wymieniał od szeregu lat. Jeszcze dziś 40% szyn ma powyżej 25 lat, a ilość typów wyraża się liczbą 48.

Teoretycznie Rumunja, aby mieć tory utrzymane w należyłym stanie, powinna wymieniać około 300 km szyn rocznie. Statystyka jednak za lata 1914—1932 wykazuje, że zarząd kolei normy te, ze względu na brak środków finansowych, musiał obniżyć poniżej przyjętych zasad, a w r. 1927 nawet objął wymianą zaledwie 8% istotnych w tym kierunku potrzeb.

Jeżeli dodać do tego, że szereg linii charakteru lokalnego i drugorzędowego, przyłączonych po wojnie, musiał przejąć na siebie rolę linii głównych, to jasną staje się gwałtowna potrzeba przebudowy szlaków.

¹⁾ Wszelkie dane statystyczne, dotyczące inwestycji, wydatkowanych sum i stanu kolei, zamykam mniej więcej datą 1.VIII.1933 r., a to dlatego, że do obecnej chwili nie opublikowano jeszcze sprawozdania za cały rok 1933 i początek r. 1934 (odpowiednie sprawozdania są zamykane w miesiącu marcu każdego roku).

Wedle obliczeń z r. 1928 przebudowanych musi być 7.502 km szlaku, co czyni 71,9% całej sieci kolejowej.

Stan ten oczywiście decydował o racjonalnej eksploatacji linii kolejowych i o wartości transportowej kolei rumuńskich, dlatego też przedewszystkiem przystąpiono do wymiany szyn. Przyjęto 3 zasadnicze typy: typ 45 kg — dla linii głównych o ciężkim profilu, typ 40 kg — dla linii głównych o normalnym profilu i dla linii drugorzędnych o ciężkim profilu, typ 34,5 kg — dla wszystkich linii pozostałych.

Dla niektórych jeszcze odcinków linii o wyjątkowo ciężkim profilu przewidziano typ 49 i 50 kg.

Co do długości szyn, to dla linii o dużym ruchu zastosowano szyny 15 metrowe, a dla linii o ruchu słabym—12 metrowe. Wybór tak krótkich szyn zarząd kolejowy usprawiedliwia oszczędnościami, jakie osiąga przy transporcie szyn krótkich z zagranicy oraz łatwością magazynowania takich szyn.

Narówni z szynami wymienia się podkłady i uzupełnia podsypkę, przyczem jako znormalizowany typ podkładu stosuje się podkład bukowy nasycany, wymiarów 270 cm × 26 cm × 15 cm.

Ponieważ dopuszczalne naciski na oś wahały się w granicach od 6,3 do 12 t, z wyjątkiem linii Bucuresti—Curtici i Bucuresti—Jimbolia oraz niektórych odcinków linii Bucuresti—Grigore Ghica Voda i Bucuresti—Constanta, szczegółowy plan przebudowy, normując typy szyn i podkładów, określił również sposób budowy szlaków, aby przystosować je do ruchu ciężkiego w granicach nacisków od 9,3 do 17,5 tonn. Na szynę 15 metrową (dla typu 45 i 40 kg) przewidziano 22 podkłady plus 2 skrajne, a na szynę 12 metrową — 12 podkładów plus 2 skrajne. Na krzywych, niezależnie od długości szyn, 19 podkładów, plus 2 skrajne (Niemcy dla tych samych długości szyn stosowały 19 i 22 podkłady, nie licząc podkładów skrajnych).

Jak już wspominałem wyżej koleje rumuńskie, aby doprowadzić swe szlaki do właściwego stanu, muszą na ogólnej długości 7.502 km wymienić szyny, podkłady i uzupełnić podsypkę. Szczegółowy plan prac w tym kierunku liczbę tę rozbił następująco:

Ilość km przewidzianych do przebudowy	Typ szyny	Co wyniesie procentowo:		UWAGI:
		w stosunku do 7.502 km	w stosunku do całej sieci kol. (10.521 km)	
1990	45 kg	26,5	18,9	*) wyjątkowo.
3280	40 kg	43,7	31,7	
2142	34,5 kg	28,5	20,4	
90	49 i *) 50 kg	1,3	0,9	
7502	—	100	71,9	

zakwalifikowano do przebudowy wyszczególnione poniżej linie kolejowe:

1) typ szyny 45 kg — linie: Bucuresti—Ploesti—Buzau—Pascani — granica polska, Piatra Olt—Orsova—Timisoara—Jimbolia, Teius—Arad—Curtici, Barbosi—Tecuci—Marasesti, Scanteia—Jasi (odcinek linii Tecuci—Jasi), Parlita—Cornesti (odcinek linii Jasi—Revaca), Buzau—Galati, Simeria—Breten—Streului,

2) typ szyny 40 kg — linje: Pascani—Jasi—Revaca, Tecuci—Jasi (z wyjątkiem odcinka Scanteia—Jasi), Bucuresti—Cernovoda—Constanta, Ploesti—Slobozia—Tandarei, Faurei—Tandarei—Fetesti, Bucuresti—Giurgiu, Bucuresti—Pitesti—Piatra Olt, Brasov—Comanesti—Petru Rares,

3) typ szyny 49 i 50 kg—linje: Simian—Tamna (profil odcinka powyżej 25^{0/100}), Comarnic—Brasov (profil odcinka powyżej 25^{0/100}),

4) typ szyny 34,5 kg — pozostałe linje w ilości 2.142 km.

Jak wynika z planu z października r. 1928 narazie uwzględniono do przebudowy tylko:

900 km	typ szyny 45 kg	(15,2% szczegółowego planu)
500 "	" " " 40 "	(15,2% " "
300 "	" " " 34,5 "	(14% " "

Razem: 1 700 km (22,7% szczegółowego planu)

Redukcja ta jest spowodowana tylko brakiem kapitałów, a nie zmniejszeniem się potrzeb, dlatego też miarodajnym wskaźnikiem niezbędnych w tym kierunku inwestycji jest wyłącznie plan szczegółowy.

Do drugiej połowy r. 1933 przebudowano ogółem 1.480 km szlaku, przyczem z sumy tej przypada:

na szlaki o typie szyny 45 kg	— 962 km
" " " 40 "	— 476 "
" " " 34,5 "	— 42 "

Stanowi to 19,7% ogólnych potrzeb w tym dziale inwestycji, a 87% projektowanych w planie z października 1928 r.

Przebudową objęto prawie że wyłącznie szlaki linii głównych (na linje główne przypada 97,2%), a mianowicie:

linję Bucures'i — Oradea Mare	(typ szyn 45 kg)
" Bucuresti — Jimbolia	(" " 45 i 40 kg)
" Bucuresti — gr. polska	(" " 45 i 40 kg)
" Bucuresti — Constanta	(" " 40 kg)

i do połowy r. 1933 wykonano w całości linję: Pascani—Jasi—Tecuci—Barbosi—Buzau, która dubluje magistralę Bucuresti—Grigore Ghica Voda na odcinku Buzau—Pascani i linję Bucuresti—Brasov—Teius—Oradea Mare.

Co się tyczy przebudowy linii drugorzędnych, to prace rekonstrukcyjne zostały dopiero zapoczątkowane i wynoszą obecnie zaledwie 14% projektowanych prac, a 1,9% rzeczywistych potrzeb.

Biorąc pod uwagę, że przebudowa szlaków dla kolei rumuńskich ma znaczenie podstawowe, rozpatrzę środki, z jakimi rozpoczęto tę kategorię inwestycji, co wykonano i co pozostaje jeszcze do wykonania oraz środki, jakimi na ten cel dysponuje zarząd kolejowy nadal.

Ilość posiadanych szyn wynosi:

szyny zakupione jeszcze przed otrzymaniem pożyczki	— 310,5 km
szyny otrzymywane z Niemiec jako odszkodowanie wojenne	— 800 "
szyny zakupywane z pożyczki zagranicznej	— 1400 "
szyny typu 34,5 kg, otrzymywane z zamiany na typ 40 kg.	— 300 "

Razem: 2810,5 km

Co do środków pieniężnych, to jest tylko kwota 3.300.000.000 lei (częściowo już zredukowana) z pożyczki zagranicznej, zarząd kolei bowiem, z powodu stałego deficytu nie jest w stanie asygnować poważniejszych kwot z eksploatacji kolei na utrzymanie torów, jak to powinno mieć miejsce.

Suma ta pozwoli na zakup 1.400 km szyn, podkładów, drobnych części metalowych i podsypki oraz na opłatę robocizny na przestrzeni nie tylko 1.700 km, przewidzianych do przebudowy według planu z października r. 1928, ale i dodatkowo, na przestrzeni 1.100 km, na którą to przestrzeń posiada Rumunja już szyny (310 km zakupionych przed pożyczką i 800 km otrzymanych z Niemiec).

W ten sposób należy przyjąć, że Rumunja dysponuje środkami, które pozwolą sumarycznie przebudować 2.810 km szlaków.

Ponieważ do sierpnia r. 1933 przebudowano 1.480 km, zarząd kolejowy ma możliwość przebudowania jeszcze 1.330 km (2.810 km — 1.480 km). Brak jest zatem środków na przebudowanie 4.691 km (7.502 km — 2.810 km).

Kiedy rozpoczynano w r. 1929 roboty rekonstrukcyjne, projektowano do r. 1936 przebudować szlaki na przestrzeni 2.810 km (1.700 km + 1.100 km). Czy w ciągu 1934 i 1935 roku przebudowanych będzie 1.330 km szlaku jest to kwestja wątpliwa, wobec ciągle ciężkiej sytuacji finansowej państwa, która zmusza do stałych redukcji prelimitowanych kwot na przebudowę kolei. Gdyby nawet przebudowano tę ilość szlaku, to niemniej pozostaje jeszcze zaległość 4.691 km, na którą obecnie brak jest nie tylko szyn, ale i środków pieniężnych.

Z drugiej strony biorąc pod uwagę, że normalne bieżące potrzeby, w kierunku należytego utrzymania szlaków, wymagają dla sieci Rumunii rok rocznie wymiany szyn i prac rekonstrukcyjnych przeciętnie na przestrzeni 300 km szlaku i że zarząd kolei roboty tych zaspokoić w całości nie jest w stanie dla braku funduszy z eksploatacji kolei, potrzeby rekonstrukcyjne szlaków będą w rzeczywistości większe, aniżeli 4.691 km.

Aby w najbliższych latach stan ten całkowicie i radykalnie zlikwidować, zarząd kolei musiałby dysponować sumą 70 do 100 milionów dolarów lub też kwotą mniejszą i dodatnim bilansem handlowym.

Ogółem na roboty, związane z przebudową szlaków, wydano 1.593.370.000 lei.

Szlaków w dobrym stanie (przy warunku, że utrzymanie ich jest stale właściwe) ma dziś rumuńska sieć kolejowa ogółem 4.499 km (2.548 km, które nie wymagały przebudowy, 471 km przebudowanych jeszcze przed r. 1929 z dotacji skarbu państwa i 1.480 km przebudowanych z pożyczki), co wynosi 42,8% całej sieci kolejowej. Ponieważ roboty rekonstrukcyjne, jak to już wspomniałem, objęły przedewszystkiem główne linje kolejowe, odnowione szlaki na tych linjach są pełnowartościowe i przystosowane do ruchu taboru ciężkiego.

2) Mosty i tunele.

Bodaj drugą z kolei bolączką rumuńskiej sieci kolejowej są mosty. Ich stan w bardzo wielu przypadkach był i jest tak niewystarczający, że pociągi na niektórych linjach muszą zwalniać bieg. Przyczyna tkwi w słabej konstrukcji mostów, a częściowo i w niedostatecznej ich konserwacji, szczególnie w okresie powojennym.

Szereg linii tak starej Rumunii, jak i przyłączonych prowincyj, z lokalnych stał się głównymi, mosty więc dostatecznej mocy do ruchu lokalnego są nieodpowiednie przy ruchu intensywnym. Stąd też konieczność szeregu inwestycji.

Plan odbudowy kolei, asygnując na ten cel około pół miljarda lei, nie określa bliżej, które mosty podlegać będą remontowi. Przegląd jedynie wykonanych już robót wskazuje, że inwestycje mostowe są potrzebne na wszystkich linjach, gdyż roboty te obejmują tak linje główne, jak i drugorzędne. Polegają one na budowie nowych przeseł (na odcinkach, gdzie ułożono drugi tor), remoncie zwykłym, przebudowie istniejących mostów drogą wymiany przeseł (roboty te stanowią przeważającą ilość wszystkich robót mostowych) i na wzmacnianiu starych przeseł.

Do sierpnia r. 1933 wydatkowano na ten cel 380 milionów lei i na linjach głównych zremontowano mosty tylko na odcinkach leżących w granicach dawnej Rumunii. Ponieważ na głównych linjach koncentruje się cały ruch obecnej Rumunii, należy wnosić, że mosty na pozostałych częściach tych linii są, jeżeli już nie w należyłym stanie, to w każdym razie stan ich jest zadowalający, przynajmniej na okres najbliższych lat. Można zatem przyjąć, że na linjach głównych ruch z powodu słabych mostów nie jest ograniczony. Wprawdzie niektóre źródła wspominają o projektowanych w przyszłości robotach mostowych i na tych linjach, termin jednak ich realizacji jest dość odległy, co wskazuje, że pilność tych robót nie jest gwałtowna.

Mosty są przeważnie żelazne (72,7%) a następnie z kamienia, lub cegły (11,8%) i z drzewa (12,6%). Mostów betonowych jest tylko 2,9%.

3) Urządzenia zabezpieczające ruch.

Urządzenia zabezpieczające ruch na szlakach są normalne. Jedynie na liniach Bucuresti—Constanta montuje się blokadę elektryczną odcinka Fetesti—Cernovoda, a to dlatego, że zbiega się tu silny ruch eksportowy (nafta, kukurydza i t. d.) w kierunku na Konstantę z Bucuresti, Ploesti i Fauerei. Ułożenie drugiego toru na moście na Dunaju jest niemożliwe w obecnych warunkach finansowych, gdyż wymagałoby to budowy mostu na przestrzeni 1.600 m. Ponadto na linii Bucuresti—Buzau—Marasesti—Pascani—Sniatyń na odcinku Marasesti—Buzau i Marasesti—Bacau wprowadzony jest dla kierowania ruchem pociągów t. zw. „dispatching system”.

C. Posterunki ruchu.

1) Tory stacyjne.

Tak samo jak całość sieci pod względem jej układu nie jest należycie rozbudowana w stosunku do potrzeb gospodarczych kraju, również i stacje pod względem ilości i długości torów stacyjnych nie są przystosowane do dzisiejszych potrzeb transportowych państwa. Ilość torów stacyjnych na większych stacjach kolejowych wynosi od 8—20 o przeważającej długości w granicach między 300 a 500 m. Znaczną mniejszość stanowią tory długości 500—600 metrów. Na mniejszych stacjach natomiast ilość torów wynosi od 3—10, przeważa jednak liczba 2—3, a ich długość wynosi od 200—400 metrów, a wyjątkowo 500 metrów.

Ponieważ stan ten utrudnia należyta eksploatację kolei (niewłaściwe wykorzystanie taboru, zmniejszony obrót i t. p.) dla celów handlowych, przystąpiono do rozbudowy torów stacyjnych w kierunku zwiększenia ich ilości i długości oraz do budowy mijanek tak na liniach głównych, jak i na niektórych liniach drugorzędnych. Jako zasadę przyjęto przytem, że długość torów, niezbędnych do krzyżowania pociągów, ma wynosić minimum 500 metrów, a w niektórych przypadkach nawet 700 metrów. Dla innych torów stacyjnych przyjęto normę od 300—500 metrów z odchyleniami w dół i w górę, zależnie od potrzeb lokalnych.

Przegląd wykonanych inwestycji wskazuje, że jak dotąd zaspokojono potrzeby na tych stacjach, które leżą na liniach transportujących węgiel i naftę do Constanty, lub też zaspakajają potrzeby ośrodków przemysłowych.

Co się tyczy stacyj rozrządowych, to po wojnie, dla zaspokojenia potrzeb ruchu, poza już istniejącymi dawniej, rozbudowano prowizorycznie na stacje rozrządowe stacje: Marasesti, Brasov, Piatra Olt, Teius i Pascani. Z nich narazie podjęto gruntowną rozbudowę tylko stacji Brasov i Marasesti.

Z przedwojennych stacyj rozrządowych rozbudowie podlega tylko stacja Bucuresti (towarowa). Inne nie będą rozbudowane, dyslokacją swą bowiem nie odpowiadają obecnym potrzebom.

2) Urządzenia zabezpieczające ruch.

Istniejące urządzenia zabezpieczające ruch, choć są w dobrym stanie, rozbudowane są słabo i dość prymitywnie. Na 1900 posterunków ruchu do roku 1929 istniało 186 stacyj o centralnej blokadzie mechanicznej, czyli 9,7%. Obecnie, po zrealizowaniu częściowo planu przebudowy, ilość tych stacyj wynosi 434, a więc 22,8%. Stan ten to prawie całkowita realizacja inwestycji w tym kierunku, objętych planem przebudowy z października r. 1928. Projektowano w myśl tego planu wyposażyć w urządzenia centralne blokowe 260 stacyj, a zmontowano 248.

Centralnymi urządzeniami blokowymi objęto linie: Bucuresti—Craiova—Jimbola (99 stacyj), Teius—Arat—Curtici (60 stacyj), Bucuresti—Ploesti—Sniatyń (26 stacyj), Bucuresti—Constanta (10 stacyj), Bucuresti—Giurgiu (2 stacje), Marasesti—Tecuci—Jasi—Chisinau (20 stacyj), wyposażając w te urządzenia wszystkie stacje węzłowe i większe stacje przejściowe.

Urządzeń blokowych elektrycznych, pneumatycznych, czy też pneumatyczno-elektrycznych, niema wcale. Wyjątek stanowi stacja Bucuresti, gdzie odbywa się montowanie blokady elektrycznej.

Na pozostałych posterunkach ruchu tak sygnalizacja, jak i nastawianie zwrotnic odbywa się ręcznie.

3) Rampy i place ładunkowe.

Rampy stałe wykazują szereg braków z punktu widzenia potrzeb handlowych; braki te są uzupełniane głównie w ważnych rejonach handlowych i przemysłowych.

4) Zabudowania stacyjne.

Naogół odpowiadają dzisiejszym potrzebom. Nieliczne uzupełnienia są konieczne tylko w dziale magazynów i samych budynków dworcowych. Prace rozpoczęto i będą one nadal kontynuowane.

5) Urządzenia służby mechanicznej.

Jak wynika ze szczegółowego planu inwestycji służby mechanicznej konieczna jest budowa parowozowni, budowa warsztatów podręcznych przy remizach parowozowych i wagonowych i wyposażenie ich w niezbędne narzędzia, budowa nowych stacyj wodnych i zwiększenie wydajności obecnie istniejących, budowa magazynów na materiały opałowe i smary, zakup i montaż na parowozach przyrządów do oczyszczania wody, budowa motopomp do czyszczenia parowozów, budowa dźwigów węglowych, stacyj-elektrowni, obrotnic i punktów wodnych.

Do r. 1929 istniejące remizy posiadały 1.069 stoisk dla parowozów typu normalnego i 82 dla typu wąskotorowego. W planie szczegółowym przewidziano budowę 731 stoisk, w przewidywaniu, że stan czynny parowozów wyniesie 3.000 jednostek. Projekt ten przez p. Levevre został zredukowany do 350 stoisk, wedle bowiem jego zdania stan 3.000 parowozów czynnych dla kolei rumuńskich jest zbyt daleką przyszłością.

Do połowy r. 1933 wybudowano 56 stoisk na stacjach linii głównych, dalsze prace są przewidywane na lata 1934 i 1935. Również szereg robót rozpoczęto nad budową nowych stacyj wodnych i zwiększeniem obecnie istniejących. Zasadniczo stosuje się wieże ciśnień, wyjątkowo — stacje pneumatyczne.

Co do obrotnic, to są one budowane w miarę możliwości z napędem elektrycznym.

Pozostałe inwestycje tej służby częściowo już zapoczątkowano.

Nie wyliczam tu wszystkich dokonanych prac i stacyj, na których je uskutecznilo, roboty te bowiem są zrealizowane w tak minimalnym zakresie w stosunku do istotnych potrzeb, że nie wprowadzają radykalnych zmian na sieci. Jedynie linje główne, na które zwraca się zawsze szczególną uwagę, częściowo na skutek tych inwestycji zwiększyły swój ruch.

D. Sieć teletechniczna.

Sieć teletechniczna posiada około 32.000 km linii telegraficznych, w tem 3.160 km przewodów Hughes'a i 22.000 km linii telefonicznych, z czego 5.000 km między Marasesti—Buzau i Marasesti—Bacau dla „dispatching” systemu.

Gęstość sieci uważana jest przez zarząd kolei za niewystarczającą, w związku z czem przewiduje się w ciągu 10—15 lat rozbudowanie tej sieci. Plan jednak z października r. 1928 zamierzenia te zredukował o 62%, asygnując zamiast potrzebnych 654 milionów — 250 milionów lei, sumę tę w praktyce zredukowano jeszcze do 66 milionów lei.

E. Tabor kolejowy.

Powojenny tabor kolejowy Rumunji cechuje dość znaczny ilostan i wielka różnorodność co do typu oraz znaczny stopień zużycia. Dotyczy to głównie taboru parowozowego. Ponieważ przemysł kolejowy był i jest słabo rozwinięty, a szereg warsztatów kolejowych w czasie wojny został zniszczony, braki w taborze, w pierwszych latach istnienia Wielkiej Rumunji, usuwano przez zamówienia i zakup taboru kolejowego w Ameryce, Czechosłowacji, Austrii, Francji i Niemczech.

Po zaspokojeniu najistotniejszych potrzeb, Rumunja postanowiła dalsze braki pokrywać przy pomocy produkcji własnej, zasada ta jednak w praktyce okazała się niemożliwą do zrealizowania.

Potrzeby taboru wyrażają się: parowozów 2.000 sztuk, wagonów osobowych 3.000, towarowych 40.000, przyczem ilości te mają zaspokoić nietylko braki liczebne, ale i zastąpić tabor nienadający się do użytku, a przewidziany do likwidacji.

W myśl przyjętej zasady przystąpiono do szeregu umów z prywatnym przemysłem kolejowym, umowy te jednak nie są korzystne, albowiem podrożyły znacznie cenę za tabor w stosunku do cen zagranicznych. Ponadto przemysł krajowy, ze względu na brak kapitałów, nie może pokrywać dość szybko istniejących w tym kierunku potrzeb kolei, zarząd kolei musiał się więc przerwyc ponownie na zakup taboru zagranicą. I tak, za przeciąg lat ostatnich, zamiast zakupić do r. 1933 wyłącznie w kraju 120 parowozów, 720 wagonów osobowych i 9.600 wagonów towarowych, zakupił jedynie około 40 parowozów i kilkadziesiąt wagonów. Odwrotnie w tymże samym czasie z otrzymanej pożyczki zakupiono szereg parowozów i wagonów zagranicą, skreślając na ten cel nawet prawie całkowicie sumy przewidziane na budowę nowych linii kolejowych.

Ogólna ilość parowozów po wojnie wynosiła 4.217 jednostek — w tem 150 typów. Z tej tak okazałej liczby tylko 982 parowozy były zdolne do pracy, reszta — 3.235 (77,3%) — wymaga mniejszej lub większej naprawy, lub też jest całkowicie niezdolna do pracy.

W ciągu okresu r. 1920—1.VIII. r. 1933 stosunek ten uległ znacznej poprawie. Część parowozów wyremontowano, a część wyeliminowano, zastępując je nowym taborem, lub też otrzymanym z Niemiec jako odszkodowanie wojenne. Ogółem do sierpnia r. 1933 zakupiono w kraju, Ameryce, Francji, Czechosłowacji i Austrii i otrzymano z Niemiec, razem 1.100 jednostek; obecnie stan parku wynosi 3.658 parowozów, z czego 41% stale chorych.

Ilość parowozów ulega w Rumunji ciągłym i znacznym zmianom. Jeżeli zanalizować wykres przyrostu i ubytku parowozów za ostatnie lata, to widać początkowo ciągły spadek ilości parowozów, później wzrost i od 1.I r. 1932 ponowny spadek. Spadki tłumaczyć należy bardzo nierównomiernym stanem parowozów co od ich zdolności do pracy. Stan liczebny jest dość liczny, tkwi w nim jednak szereg parowozów „podtrzymywanych przy życiu” ciągłymi naprawami. Parowozy te pracują do pewnego czasu, a później masowo stają się zupełnie niezdolne do pracy.

Jak różny jest tabor parowozowy pod względem wieku ilustruje poniższa tabela.

Wiek (pochodzenie) parowozów	Ilość	%	UWAGI:
63 — 50	441	12,1	z r. 1869, 1875, 1880.
50 — 20	648	17,1	
20 — 14	268	7,3	
Zbudowane w czasie wojny przez Austrię	1200	32,8	wykonanie mało precyzyjne i słabe.
Nowe, z budowane po wojnie	1101	30,1	
Razem . . .	3658		

Prawdziwie zatem dobrych parowozów, na których pracę można liczyć, jest tylko 1.101 sztuk, czyli 30,1% całego parku parowozowego.

Jeżeli chodzi o zmiany w stanie parowozów i w stosunku parowozów zdrowych do chorych, to ilustruje je poniższa tablica.

Rok	Ogólny stan parku parowozów	Stan czynny		Chorych **)		UWAGI:
		Ilość	%	Ilość	%	
1923	4.217*)	1.649	39,1	2.568	60,9	*) Stan liczony na 1 I każdego roku. Jest to stan roczny-średni
1924	4.123	1.879	45,5	2.248	55,5	
1925	3.978	1.953	49,1	2.025	50,9	
1926	3.812	1.978	51,1	1.834	48,9	
1927	3.785	2.249	59,4	1.536	40,6	
1928	3.633	2.279	62,4	1.354	37,6	
1929	3.624	2.217	61,1	1.407	38,9	
1930	3.692	2.179	60,1	1.445	39,9	
1931	3.711	2.021	54,4	1.690	45,6	
1932	3.738	2.135	57,1	1.603	42,9	
1933	3.658	2.238	61,1	1.420	38,9	

Jak wynika z powyższej tablicy w latach 1927—1932 widać dodatnie zmiany w stosunku parowozów zdrowych do chorych, przy jednoczesnym spadaniu ogólnego stanu parowozów. Zjawisko to niestety tylko w bardzo niewielkim stopniu zostało wywołane intensywniejszą pracą warsztatów naprawczych. Prawdziwą przyczyną jest fakt, że w latach tych następuje, przy poważnym ilościowym usuwaniu taboru zużytego, dopływ taboru nowego z Niemiec, jako odszkodowanie wojenne, lub też nowego zakupionego z pożyczki.

Z grupy parowozów chorych było:

WYSZCZEGÓLNIENIE	Rok 1928		Rok 1933	
	Ilość	%	Ilość	%
W małej naprawie	134	9,1	231	14
W warsztatach głównych	462	31,1	430	26
W oczekiwaniu na naprawę	492	32,9	825	50
Podlegających likwidacji	400	26,9	165	10
Razem:	1488	100	1651	100
Bez pozycji pierwszej	134		231	
	1354		1420	

Wzrost taboru oczekującego na naprawę wskazuje ciągle na niską wartość parowozów i słabą wydajność warsztatów.

Co się tyczy wagonów towarowych (biorę pod uwagę tylko wagony kryte, węglarki i platformy), to do obecnej chwili, jeżeli chodzi o ich typ, nie jest on znormalizowany. Spotyka się wagony niemieckie, węgierskie, austriackie, dawne rumuńskie. Jedynie pod względem nośności i pojemności tabor jest prawie jednolity, bo przeważa wagon 10-tonnowy.

Stan liczebny w latach ostatnich był następujący: patrz str. 282.

W wyszczególnionych latach procent chorych wagonów wynosił kolejno: 33,7%, 24,5%, 32,3%, 32,2%. Średnio zatem w ostatnich latach stan chorych wagonów stanowił 30,7%.

Z ogólnej ilości chorych wagonów przeciętnie przypada na wagony w małej naprawie 37,8%, na wagony w naprawie głównej i rewizji 55,6% i na wagony przeznaczone do zlikwidowania 6,6%.

Rok	Rodzaj wagonów	Dobrych	Chorych*)	Razem**)	UWAGI:
1928	kryte . . .	19.307	9.478	28.785	*) Wagony w naprawie małej i kwalifiku- jące się do zlikwidowa- wania.
	platformy . .	1.735	1.006	2.741	
	węglarki . .	22.026	11.474	33.500	
	Razem . . .	43.068	21.958	65.026	
1930	kryte . . .	19.910	6.948	26.858	**) 31.XII każ- dego roku.
	platformy . .	1.872	572	2.444	
	węglarki . .	23.643	7.276	30.924	
	Razem . . .	45.430	14.796	60.226	
1931	kryte . . .	18.103	8.568	26.571	
	platformy . .	1.636	793	2.429	
	węglarki . .	20.881	10.074	30.955	
	Razem . . .	40.620	19.435	60.055	
1932	kryte . . .	17.763	8.600	26.363	
	platformy . .	1.636	779	2.415	
	węglarki . .	20.880	9.709	30.589	
	Razem . . .	40.279	19.088	59.367	

F. Budowa nowych linii kolejowych.

a) Budowa drugich torów.

Projektowaną według planu z października r. 1928 budowę drugich torów na odcinkach: Cernovoda—Constanța i Adjut—Marasesti—Tecuci—zrealizowano w latach 1930—1932 kosztem 250.450.000 lei. W ten sposób sieć

Rumunji ma dziś 246,9 km linii dwutorowych, co łącznie z krótkimi lokalnymi odcinkami na niektórych węzłach, jak np. Oradea Mare, Arad, stanowi ogółem 266 km, czyli 2,5% sieci eksploatowanej, a 1,9% całej sieci. Przed realizowaniem planu inwestycyjnego odcinki dwutorowe wynosiły 96 km (Bucuresti—Campina i Ploesti—Buzau), czyli 1,6% sieci.

b) Budowa nowych linii kolejowych.

Z linii objętych planem z października r. 1928 jeszcze przed r. 1928 rozpoczęto budowę połączeń: Brasov—Nehoiasi—Buzau, Livazeni—Bumbesti, Ilva Mica—Vatra Dornei i Chisinau—Cainari; na ich dokończenie przewidziano z pożyczki zagranicznej 5.750 milj. lei, na budowę zaś linii Piatra Neamt—Toplita Romana i Sighetul Marmatiei—Baia Sprie — 1.700 milj. lei i 1.200 milj. lei. Ogółem więc na budowę nowych linii przewidziano 1.212.6 milj. lei, ciężkie warunki finansowe jednak z czasem zmusiły do redukcji tej sumy do 678.312.000 lei. Przyczyną redukcji była gwałtowna potrzeba zakupienia nowych wagonów. Tak zredukowaną kwotę zużyto głównie na budowę linii kolejowej Nehoiasi—Brasov, by jaknajprędziej oddać ją do użytku publicznego. Do sierpnia r. 1933 wybudowano całkowicie i oddano do użytku odcinek Brasov—Intorsura Buzaului (30,2 km). Budowa pozostałej trasy (115 km) wymaga jeszcze poważnych kredytów (od 1.800 milj. lei do 3.600 milj. lei), zależnie od tego, jaka trasa zostanie ostatecznie przyjęta.

Drugą linią, którą budowano w ostatnich latach, jest linja Chisinau—Cainari. Budowę jej zakończono w roku 1931.

Trzecią wreszcie linią, na której również prowadzono prace budowlane, jest linja Bumbesti—Livazeni (31 km); do r. 1933 położono pierwsze kilometry toru. Wymaga ona jeszcze kosztów około 1.200 milj. lei.

Jak widać z projektowanych według planu z października r. 1928 sześciu linii, w ostatnich latach wybudowano całkowicie tylko linję Chisinau—Cainari. Budowę dwóch rozpoczęto, a pozostałe trzy są w stadium studjów wstępnych i budowa ich (mimo, że została już rozpoczęta) jest odłożona ze względu na brak pieniędzy. Z nich

Preliminowane kwoty na roboty inwestycyjne w okresie 1927 — 1 VIII. 1933. w miliardach lei (w milionach dolarów).

Nr.	Wyszczególnienie inwestycji	Przewidziane planami sumy w miliardach lei (w milionach dolarów)														
		Plan z roku 1927	Plan Komisji z roku 1928	Plan z październ. r. 1928			Zmiany w serji I		Zmiany serji II w sierpniu r. 1931	Zmiany w maju r. 1932			Faktycznie wydatkowane do 1/VIII 1933 r.			
				I serja	II serja	Razem	z czerwca 1929	z kwietnia 1930		I serja	II serja	Razem	I serja	II serja	Razem	
1	Wymiana szyn . . .	—	3,00	2,0	1,3	3,3	1,4	1,4	0,33	1,26	0,33	1,63	1,26	0,33	1,59	1) w tem rezerwa 0,2
2	Budowa drugich torów .	—	1,10	0,5	0,6	1,1	0,25	0,25	—	0,25	—	0,25	0,25	—	0,25	2) " " 0,1
3	Urządzenia zabezpieczające ruch . . .	—	1,60	0,5	1,1	1,6	0,08	0,08	0,01	0,12	0,01	0,13	0,12	0,01	0,13	3) " " 0,2
4	Wzmocnienie i przebudowa mostów . .	—	0,40	0,2	0,2	0,4	0,31	0,31	0,08	0,31	0,07	0,33	0,31	0,07	0,38	4) " " 0,06
5	Rozbudowa stacji . . .	—	1,00	0,5	0,5	1,0	0,20	0,20	0,19	0,21	0,20	0,41	0,21	0,24	0,45	5) " " 0,1
6	Rozbudowa sieci teletechnicznej . . .	—	0,05	0,1	0,15	0,25	0,07	0,07	—	0,06	—	0,07	0,06	—	0,06	6) " " 0,2
7	Urządzenia służby mechanicznej . . .	—	0,80	0,4	0,4	0,8	0,26	0,26	0,09	0,25	0,08	0,13	0,25	0,09	0,34	7) " " 0,3
8	Rozbudowa warsztatów	—	0,60	1,0	0,7	1,7	0,41	0,41	0,23	0,35	0,13	0,51	0,35	0,08	0,43	
9	Naprawa taboru . . .	—	0,35	0,3	0,5	0,8	0,09	0,09	0,03	0,09	0,03	0,12	0,07	0,03	0,10	
10	Zakup taboru	—	2,00	—	1,0	1,0	0,10	1,01	0,25	1,01	0,23	1,24	1,01	0,24	1,25	
11	Budowa nowych linii . .	—	9,60	2,0	7,6	9,6	1,21	0,67	0,02	0,57	0,02	0,69	0,67	0,02	0,69	
	Razem: (miliardów lei)	—	20,5	7,5	14,05	21,55	4,98	4,75	1,43	4,58	13,0	5,60	4,66	1,31	5,97	
	(milionów dol.)	475	128,0	45	85	130	30,0	28,0	8,58	28,0	7,8	33,6	27,96	7,86	35,82	

linje: Ilva Mica—Vatra Dornei i Toplita Romana—Piatra Neamt mają dla Polski duże znaczenie, skracają bowiem znacznie tranzyt przez Rumunię z zachodu i południo-zachodu.

Zaniechano natomiast elektryfikacji linii Ploesti—Campina—Brasov.

V. Zestawienie wydatków.

Szczegóły co do preliminowanych i faktycznie wydatkowanych sum do 1.VIII. r. 1933, ilustrują dwie ostatnie tablice.

Sumy preliminowane i faktycznie wydatkowane do dn. 1.VIII 1933 r. (w milionach dolarów)



Przewidziane inwestycje w serjach pierwszej i drugiej projektowano zakończyć do 7.II. r. 1932, w serji pierwszej, i do 7.II. r. 1935 w serji drugiej.

Terminy te nie zostały dotrzymane z najrozmaitszych powodów, jak brak kapitału, nieterminowe dostawy materiałów, zbyt późne rozpoczęcie robót w r. 1929 i t. d. do 1 sierpnia r. 1933 zakończono zaledwie inwestycje mieszczące się w preliminowanej kwocie serji pierwszej, a na inwestycje serji drugiej wydatkowano tylko 7,8 milj. dolarów, co stanowi 9,2% preliminowanej kwoty. Kiedy zostaną zakończone prace serji drugiej przewidzieć trudno, wobec ciągle niejasnej sytuacji finansowej Rumunii i jej planu stabilizacyjnego.

Jak widać z tego ogólnego przeglądu potrzebnych prac inwestycyjnych i wykonanych robót, koleje rumuńskie wymagają jeszcze bardzo znacznych wkładów na to, aby usunąć istniejące braki. Niemniej, jeżeli porównać stan powojenny i stan dzisiejszy, to trudno jest nie stwierdzić, że w latach ostatnich zrobiono bardzo duży wysiłek w kierunku usprawnienia sieci kolejowej. Ogólne warunki gospodarcze i finansowe niewątpliwie przedłużą w czasie dalsze porządkowanie sieci kolejowej i doprowadzenie jej do stanu normalnego, liczyć się jednak należy z tem, że dążeniem zarządu jest sieć tę przekształcać wolno i systematycznie na sieć o dużej wydajności transportowej i dużej wartości technicznej.

531.256:625.745.2.

Wpływ sił poprzecznych i wahań temperatury na naprężenia w przepustach sklepionych.

Inż. Jerzy Mutermilch.

W r. 1930 ukazała się w „Przeglądzie Technicznym” praca prof. dr. inż. W. Wierzbickiego p. t. „Badania nad wytrzymałością przepustów sklepionych”, opar-

ta na obliczeniach trzech przepustów, przedstawionych na rys. 1, 2, 3, przy wysokości nasypu kolejowego, równej 12 m¹). Ze względu na symetrię łuku i obciążenia rozpatrywano połowę łuku, jako zamocowaną w wezłowie, przyrównywując do zera przesunięcie poziome i kąt obrotu przekroju zwornikowego, przyczem wobec znacznej krzywizny łuku nie wprowadzano uproszczeń, stosowanych w obliczeniach łuków płaskich, a polegających przede wszystkim na pominięciu wyrazów, zawierających w mianowniku promień krzywizny r.

Korzystając z tych samych obliczeń, zająłem się zbadaniem wpływu sił poprzecznych i wahań temperatury, który w obliczeniach porównawczych wspomnianej pracy był pominięty.

Wpływ sił poprzecznych wyraża się dodatkową całką w równaniu na poziome przesunięcie zwornika, mianowicie²):

$$u_s = \int \frac{T \sin \varphi}{GA} ds$$

Równanie to otrzyma zatem postać następującą:

$$u = - \int \Delta ds \cos \varphi + \int y \Delta d\varphi + \int \frac{T \sin \varphi}{GA} ds = 0 \quad (1)$$

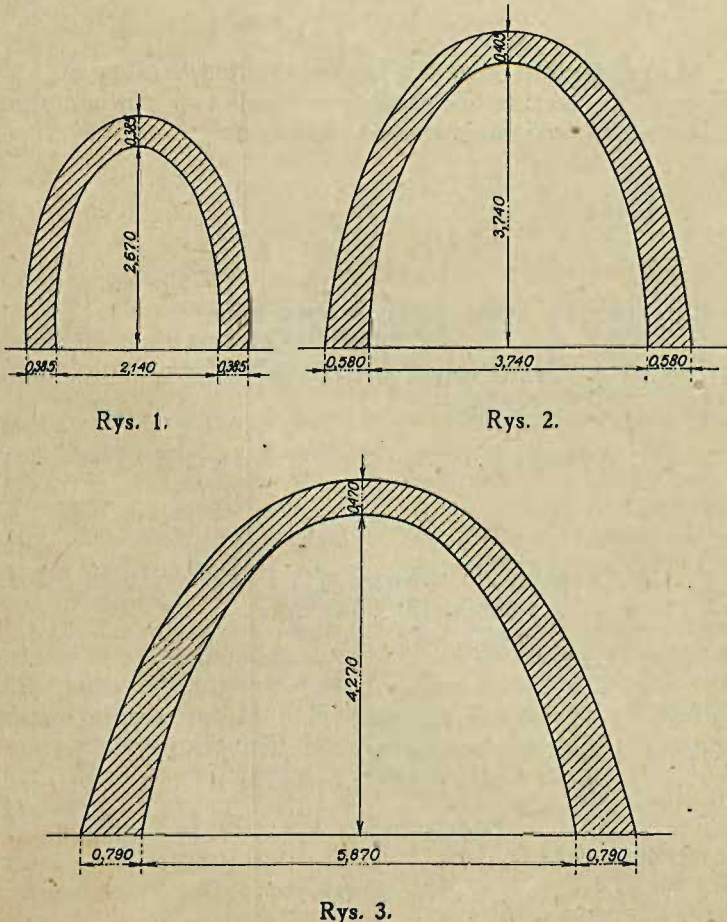
Równanie na kąt obrotu przekroju zwornikowego nie zależy od sił poprzecznych i pozostaje bez zmiany:

$$\omega = \int \Delta d\varphi = 0 \quad \dots \dots \dots (2)$$

Podstawiając do równań (1) i (2):

¹) Obliczenia te wykonano w Biurze Projektów i Studiów P.K.P. pod kierunkiem prof. W. Wierzbickiego.

²) Używam oznaczeń, przyjętych w cytowanej pracy prof. W. Wierzbickiego, jak również w jego „Mechanice Budowli”.



$$\Delta ds = \frac{N}{EA} ds + \frac{M}{rEA} ds \dots (3)$$

$$\Delta d\varphi = \frac{M}{EJ} ds + \frac{N}{rEA} ds + \frac{M}{r^2EA} ds \dots (4)$$

$$N = R_A \sin \varphi + H \cos \varphi - \mathcal{N} \dots (5)$$

$$M = M_A + R_A x - Hy - \mathcal{M} \dots (6)$$

$$T = -R_A \cos \varphi + H \sin \varphi + \mathcal{T} \dots (7)$$

oraz zastępując całkowanie przez sumowanie, dochodzimy do układu równań:

$$M_A a_1 + H b_1 + (R_A c_1 + d_1) = 0 \dots (8)$$

$$M_A a_2 + H b_2 + (R_A c_2 + d_2) = 0 \dots (9)$$

przyczem:

$$a_1 = -\sum \frac{\cos \varphi}{rA} + \sum \frac{y}{J} + \sum \frac{y}{r^2 A}$$

$$b_1 = -\sum \frac{\cos^2 \varphi}{A} + \sum \frac{y \cos \varphi}{rA} - \sum \frac{y^2}{J} + \sum \frac{y \cos \varphi}{rA} - \sum \frac{y^2}{r^2 A} + \frac{E}{G} \sum \frac{\sin^2 \varphi}{A}$$

$$c_1 = -\sum \frac{\sin \varphi \cos \varphi}{A} - \sum \frac{x \cos \varphi}{rA} + \sum \frac{xy}{J} + \sum \frac{y \sin \varphi}{rA} + \sum \frac{xy}{r^2 A} - \frac{E}{G} \sum \frac{\sin \varphi \cos \varphi}{A}$$

$$d_1 = \sum \frac{\mathcal{N} \cos \varphi}{A} + \sum \frac{\mathcal{M} \cos \varphi}{rA} - \sum \frac{\mathcal{M} y}{J} - \sum \frac{\mathcal{N} y}{rA} - \sum \frac{\mathcal{M} y}{r^2 A} + \frac{E}{G} \sum \frac{\mathcal{T} \sin \varphi}{A}$$

$$a_2 = \sum \frac{1}{J} + \sum \frac{1}{r^2 A}$$

$$b_2 = -\sum \frac{y}{J} + \sum \frac{\cos \varphi}{rA} - \sum \frac{y}{r^2 A} = -a_1$$

$$c_2 = \sum \frac{x}{J} + \sum \frac{\sin \varphi}{rA} + \sum \frac{x}{r^2 A}$$

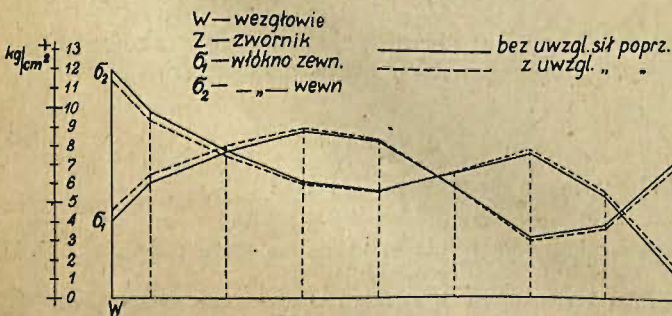
$$d_2 = -\sum \frac{\mathcal{M}}{J} - \sum \frac{\mathcal{N}}{rA} - \sum \frac{\mathcal{M}}{r^2 A} \dots (10)$$

Poniższa tablica zawiera wielkości H i M_A, obliczone z uwzględnieniem sił poprzecznych (wzory 8, 9, 10) oraz bez ich uwzględnienia.

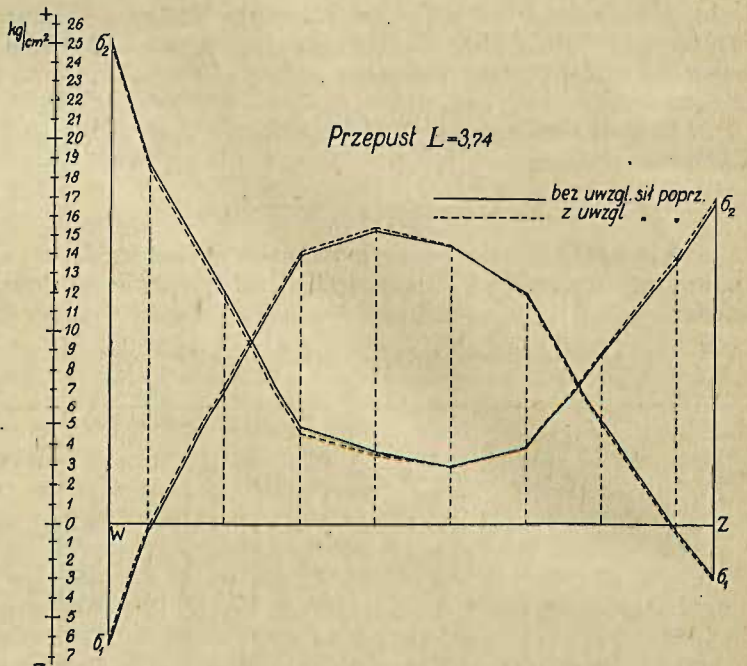
Sposób obliczenia	Przepust L=2,14 m		Przepust L=3,74 m		Przepust L=5,87 m	
	H	M _A	H	M _A	H	M _A
Z uwzględnieniem sił poprzecznych	-4.53	-0.84	-4.96	-8.69	+6.38	-9.32
Bez uwzględnienia sił poprzecznych	-4.61	-0.97	-5.03	-8.89	+6.27	-9.69

Wpływ sił poprzecznych na naprężenia został uwidoczniiony na rys. 4, 5, 6. Wpływ ten jest stosunkowo największy w przepuszcisku o świetle 2,14 m, wogóle jednak jest bardzo mały i pomijanie go w obliczeniach jest zupełnie uzasadnione.

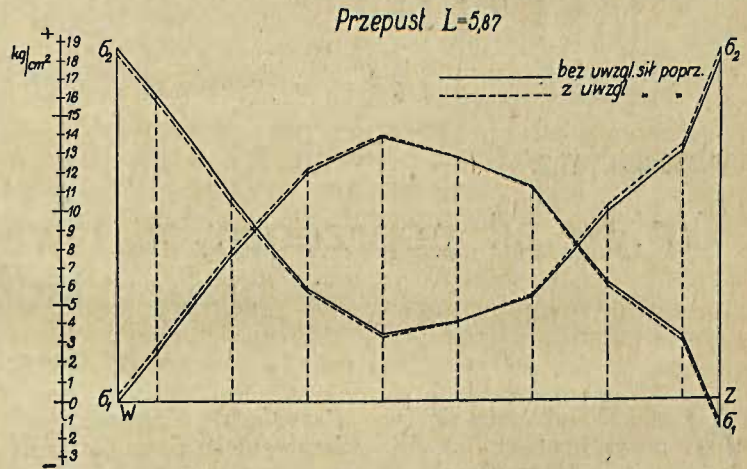
Przepust L=2,14



Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.

Rozpatrzmy teraz wpływ zmiany temperatury o ± t°. Wpływ ten wyraża się dodatkową całką w równaniu na przesunięcie poziome zwornika, mianowicie:

$$u_t = \pm \int_0^{\frac{l}{2}} \alpha t dx = \pm \alpha t \frac{l}{2}$$

gdzie α oznacza współczynnik rozszerzalności.

Zakładając, że sklepienie jest nieobciążone, otrzymamy dla zmiany temperatury ± t° następujący układ równań, odpowiadający równaniom (1) i (2):

$$u = -\int \Delta ds \cos \varphi + \int y \Delta d\varphi \pm \int \alpha t dx = 0 \dots (11)$$

$$\omega = \int \Delta d\varphi = 0 \dots (12)$$

Podstawiając do równań (11) i (12) wartości Δ ds i Δ dφ według wzorów (3) i (4) oraz

$$N = H_t \cos \varphi \dots (13)$$

$$M = M_t - H_t y, \dots (14)$$

dochodzimy do układu równań (H_t i M_t oznaczają rozpór poziomy i moment podporowy od temperatury):

$$M_t a_1 + H_t b_1 + d_1 = 0 \dots (15)$$

$$M_t a_2 + H_t b_2 + d_2 = 0, \dots (16)$$

przyczem:

$$a_1 = \sum \frac{y}{J} + \sum \frac{y}{r^2 A} - \sum \frac{\cos \varphi}{rA}$$

$$b_1 = - \sum \frac{y^2}{J} + \sum \frac{y \cos \varphi}{rA} - \sum \frac{y^2}{r^2 A} - \sum \frac{\cos^2 \varphi}{A} + \sum \frac{y \cos \varphi}{rA}$$

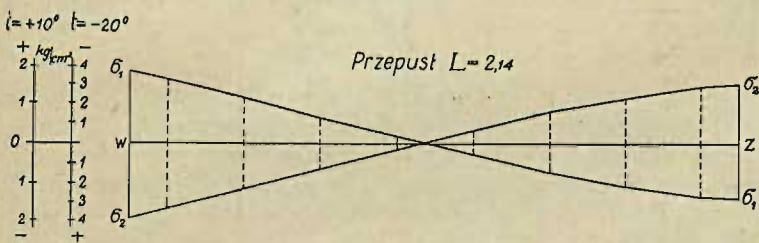
$$d_1 = \pm \frac{E \alpha t l}{2 \Delta s}$$

$$a_2 = \sum \frac{1}{J} + \sum \frac{1}{r^2 A}$$

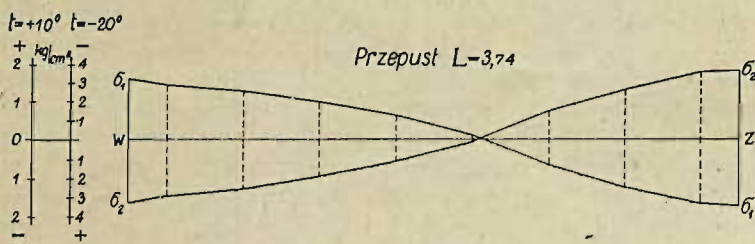
$$b_2 = - \sum \frac{y}{J} + \sum \frac{\cos \varphi}{rA} - \sum \frac{y}{r^2 A} = - a_1$$

$$d_2 = 0 \quad (17)$$

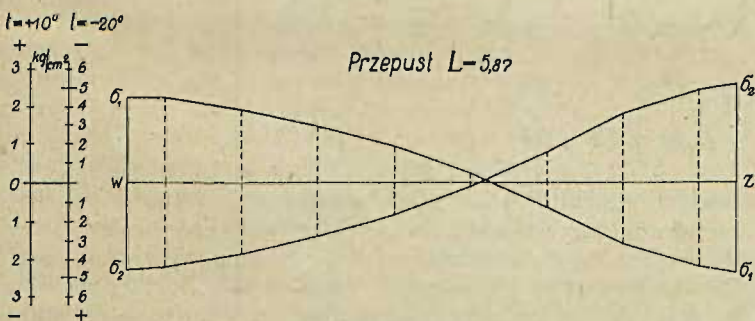
Rys. 7, 8, 9 przedstawiają wykresy naprężeń przy wzroście temperatury +10° i przy spadku -20° (wpływ skur-



Rys. 7.



Rys. 8.



Rys. 9.

czu betonu uważamy za równoważny spadkowi temperatury o 10°). Porównanie tych wykresów z rysunkami 4, 5, 6, przedstawiającymi wykresy naprężeń w tych samych przepustach pod wpływem obciążenia nasypem o wysokości 12 m, pozwala stwierdzić, że wpływ wahań temperatury jest stosunkowo największy w małych przepustach, wogóle zaś największe naprężenia od temperatury w trzech obliczanych przepustach osiągnęły wartość ± 4—5 kg/cm².

Co się tyczy przyjętych granic wahań temperatury ± 10°, to należy zauważyć, że przepusty sklepienne naogół mniej podlegają wahaniom temperatury, niż np. konstrukcje mostowe, a to ze względu na położenie pod warstwą ziemi. Wskutek tego jednak, że zewnętrzna strona sklepienia jest zasypana izolującą warstwą ziemi, wewnętrzna zaś podlega bezpośrednio wpływom temperatury, sklepienie narażone jest na nierównomierny wzrost lub spadek temperatury.

Niech temperatura zewnętrznej strony sklepienia będzie t₁, wewnętrznej zaś t₂. Zakładając, że wewnątrz sklepienia temperatura zmienia się od t₁ do t₂ w sposób linjowy, otrzymamy w równaniu na kąt obrotu przekroju zwornikowego dodatkowy wyraz:

$$\omega'_1 = - \frac{(s_1 t_1 - s_2 t_2) \alpha}{h} \quad (18)$$

gdzie s₁ i s₂ oznaczają długości sklepienia mierzone po stronie zewnętrznej i wewnętrznej, h — grubość sklepienia.

Z dostateczną ścisłością można przyjąć, że s₁ = s₂ = s, poczem wzór (18) przekształci się we wzór następujący:

$$\omega'_1 = - \frac{\alpha s (t_1 - t_2)}{h} \quad (19)$$

Jeżeli grubość sklepienia jest zmienna, to wzór (19) należy zastąpić przez całkę lub sumę następującą:

$$\omega'_1 = - \alpha (t_1 - t_2) \Delta s \sum \frac{1}{h} \quad (20)$$

W równaniu na przesunięcie poziome zwornika otrzymamy analogicznie dodatkowy wyraz:

$$u'_1 = - \alpha (t_1 - t_2) \Delta s \sum \frac{y}{h} \quad (21)$$

Celem stwierdzenia, jaki wpływ ma nierównomierność temperatury sklepienia, zakładamy, że temperatura od strony zewnętrznej spadła o t₁, od strony zaś wewnętrznej wzrosła o t₂, przyczem $\frac{t_1 + t_2}{2} = 0$, czyli, że temperatura na osi sklepienia nie uległa zmianie. Dochodzimy w ten sposób do układu równań, analogicznych do (15) i (16), przyczem współczynniki a₁, b₁, a₂, b₂, według wzorów (17), zaś

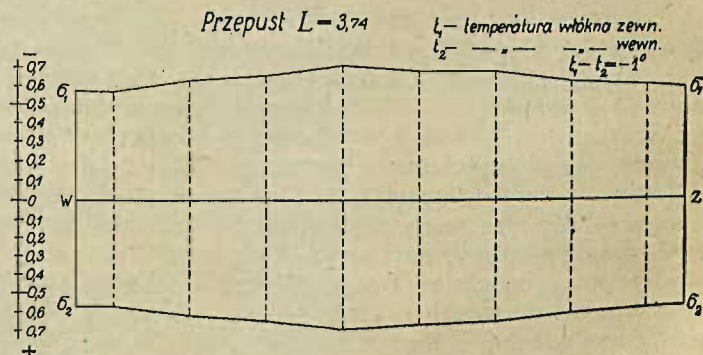
$$d_1 = - E \alpha (t_1 - t_2) \sum \frac{y}{h}$$

$$d_2 = - E \alpha (t_1 - t_2) \sum \frac{1}{h} \quad (21)$$

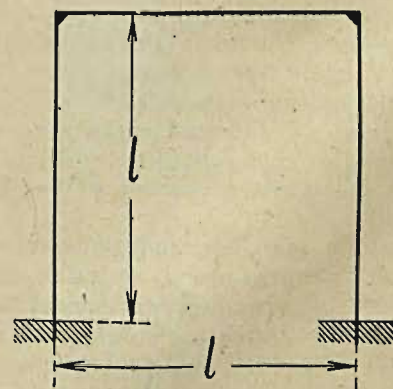
Przy t₁ - t₂ = -1° otrzymujemy np. dla przepustu o świetle L=3,74 m.

$$H'_1 = - 0,04 t; M'_1 = - 0,32 tm;$$

odpowiedni wykres naprężeń podano na rys. 10. Jak widać z tego wykresu, różnica 1° między temperaturą strony zewnętrznej i wewnętrznej wywołuje naprężenia dość duże. I tak np. wzrost temperatury strony zewnętrznej o 8,5°, wewnętrznej zaś o 11,5° wywołuje w zworniku przepustu

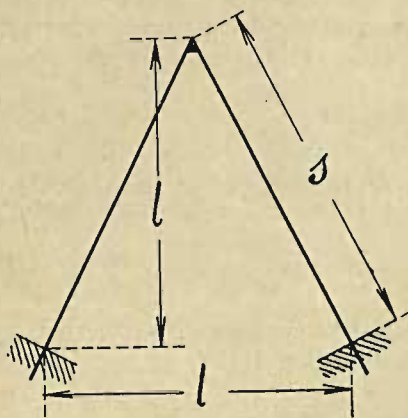


Rys. 10.



Rys. 11.

o świetle 3,74 m naprężenia przeszło dwa razy większe, niż równomierny wzrost temperatury o 10° . Dla porównania weźmy ramy bezprzegubowe, przedstawione na rys. 11 i 12.



Rys. 12.

W ramie prostokątnej (rys. 11) równomierny wzrost temperatury wywołuje:

$$H = \frac{3EJ\alpha t}{l^2}; M_A = \frac{2EJ\alpha t}{l},$$

różnica zaś temperatur strony zewnętrznej i wewnętrznej, wynosząca $t_1 - t_2 = t$, wywołuje:

$$H^1 = 0; M_A^1 = \frac{EJ\alpha t}{h}.$$

Analogicznie otrzymamy dla ramy trójkątnej (rys. 12):

$$H = \frac{6EJ\alpha t}{s^2}; M_A = \frac{4EJ\alpha t}{s}$$

$$H^1 = 0; M_A^1 = \frac{EJ\alpha t}{h}.$$

We wzorach tych h oznacza grubość ramy.

Zakładamy wymiary ram zbliżone do wymiarów rozpatrywanego poprzednio przepustu o świetle 3,74 m, mianowicie $l=4,20$ m oraz $h=0,50$ m. W poniższej tablicy zestawiono wartości momentów podporowych pod wpływem wahań temperatury dla obu ram i dla przepustu sklepionego.

	Rama prostokątna	Przepust sklepiony	Rama trójkątna
Równomierny wzrost temp. ($t=1^\circ$) $M_A =$	0,063 tm	0,090 tm	0,084 tm
Różnica temperatur strony zewn. i wewn. ($t_1 - t_2 = 1^\circ$) $M_A^1 =$	0,262 tm	0,318 tm	0,262 tm
$n = \frac{M_A^1}{M_A} =$	4,2	3,5	3,1

Stosunek n , charakteryzujący wpływ nierównomierności temperatury ustroju, posiada dla przepustu sklepionego, jak tego można było oczekiwać, wartość pośrednią w porównaniu z wartościami n w ramach prostokątnej i trójkątnej. Nierównomierność temperatury nie jest więc dla przepustów sklepionych groźniejsza, niż dla ustrojów ramowych.

W obliczeniach omawianych przepustów sklepionych uwzględniono, oprócz obciążenia pionowego, również i poziome, pochodzące od parcia ziemi. Otóż zmiana kąta stożku naturalnego ziemi ψ z 35° na 30° lub 40° wywołuje większą różnicę w naprężeniach, niż wahania temperatury $+10^\circ$ i -20° . Dowodzi to, jak bardzo znaczny wpływ na naprężenia w przepustach sklepionych ma wielkość kąta ψ . Fakt ten jest groźny dla bezpieczeństwa przepustów sklepionych, jak stwierdza w cytowanej wyżej pracy prof. W. Wierzbicki, gdyż kąty ψ ulegają poważnym wahaniom w zależności od rodzaju ziemi oraz stopnia jej jednorodności i wilgotności, przyjęcie zaś w obliczeniu mniejszego ψ niezawsze zwiększa bezpieczeństwo.

Kronika krajowa.

Otwarcie linii kolejowych Warszawa—Radom i Kraków—Miechów. Budowa kolei Warszawa—Radom została rozpoczęta na wiosnę roku ubiegłego na mocy ustawy z dnia 14 marca roku 1933 o budowie normalnotorowej kolei Warszawa—Radom i w związku z koniecznością zatrudnienia bezrobotnych miast Warszawy i Radomia; w dniu 19.III. roku ubiegłego zostały rozpoczęte sposobem gospodarczym roboty ziemne na podmiejskich odcinkach do Piaseczna oraz na przestrzeni około 14 km od Radomia.

Budowa pozostałej środkowej części linii została rozpoczęta w miesiącach sierpniu — październiku r. ub. po ostatecznym ustaleniu trasy tej części linii. W roku ubiegłym wykonano na całej linii około 60% ziemnych robót i około 54% robót betonowych w mostach i przepustach.

Długość linii Warszawa—Radom wynosi 102,8 km i na tej przestrzeni zaprojektowane zostało 6 stacyj, z których 5 i 1 przystanek (stacje: Piaseczno, Chynów, Warka, Dobieszyn i Bartodzieje i przystanek Zalesie Górne) zostaną otwarte dla użytku publiczności.

Linja Warszawa—Radom łącznie z nową linią Kraków—Miechów daje skrót odległości między Warszawą a Krakowem około 46 km, a pomiędzy Warszawą i Radomiem około 57 km.

Powyższa linja ma duże znaczenie tak dla ruchu miejscowego, jak i tranzytowego, wskutek czego warunki techniczne budowy odpowiadają warunkom linii pierwszorzędnych. Z większych obiektów kolejowych zbudowanych na tej linii należy wymienić most przez rzekę Pilicę. Koszt budowy jednego kilometra linii Warszawa—Radom wyniósł około 230.000 zł. Budowa linii Kraków—Miechów—

Tunel długości 51,5 km została zapoczątkowana w celu zatrudnienia bezrobotnych miast Krakowa i Zawiercia jeszcze w jesieni r. 1931, ale dopiero po uzyskaniu większych środków w okresie budżetowym r. 1933, roboty zostały podjęte na całej linii, i budowa jej została doprowadzona do stanu pozwalającego na otwarcie na niej ruchu tymczasowego.

Linja Kraków—Miechów przechodzi po terenie falistym, wskutek czego ilość robót ziemnych i betonowych na jeden kilometr jest prawie cztery razy większa, niż na linii Warszawa—Radom, koszt budowy jednego kilometra tej linii wynosi około 410.000 zł.

Warunki techniczne budowy linii Kraków—Miechów odpowiadają warunkom linii pierwszorzędnych.

Dla użytku publiczności zostaną otwarte stacje: Łuczycza, Słomniki i Miechów, dla ruchu osobowego i towarowego.

Dnia 24 listopada r. b. nastąpiło uroczyste otwarcie tej linii, w następnym zaś dniu — otwarcie linii Warszawa—Radom.

Otwarcie nowej linii kolejowej. Budowa Kolei Płock—Sierpc długości 35,5 km została rozpoczęta w r. 1919 jednak w r. 1920 wskutek działań wojennych roboty zostały przerwane i ze względu na brak kredytów nie zostały wznowione.

Dopiero w r. 1931 w związku z akcją, zmierzającą do złagodzenia bezrobocia w rejonie m. Płocka, Ministerstwo Komunikacji przystąpiło do dalszej budowy tej linii i korzystając częściowo z pomocy finansowej Ministerstwa

Opieki Społecznej, a następnie Funduszu Pracy, doprowadziło roboty do stanu, umożliwiającego otwarcie jej dla ruchu tymczasowego od 19 listopada r. b.

Wobec tego, że narazie do czasu wybudowania mostu przez Wisłę w Płocku linja Płock—Sierpc ma znaczenie tylko lokalne, dla zmniejszenia kosztów wszystkie urządzenia na tej linii zostały zaprojektowane w zakresie odpowiadającym najniezbędniejszym potrzebom. Dla użytku publiczności zostaną otwarte 3 nowe stacje: Płock, Proboszczowice i Gozdowo.

Dnia 18 listopada odbyła się na stacji Sierpc uro-

czystość otwarcia kolei, a od 19.XI rozpoczął się ruch pociągów ogólnego użytku.

Echa XIII Zjazdu Polskich Inżynierów Kolejowych. Komitet Zjazdów Polskich Inżynierów Kolejowych otrzymał od p. Inż. Wiktora Polivki, Prezesa Zarządu Państwowych Dróg Żelaznych w Ołomuńcu, list, w którym Pan Prezes dziękuje za miłe przyjęcie i słowiańską gościnność podczas Zjazdu w Gdyni. Swoją piękną, nacechowaną gorącym uczuciem solidarności słowiańskiej list zakańcza P. Prezes Polivka zdaniem: NIECH ŻYJE POLSKA.

Kronika zagraniczna.

XVII sowiecki kongres kolejnictwa. Na XVII partyjnym kongresie kolejnictwa w Moskwie w lutym r. 1934 szereg wybitnych przedstawicieli władz sowieckich wypowiedział się w sprawach kolejnictwa sowieckiego i jego związku z przemysłem i handlem Sowietów. Komisarz kolejowy Andrejew podniósł postępy kolejnictwa, wskazując, że ruch towarowy z 96 miliardów tkm w r. 1928 wzrósł do 170 miliardów tkm w r. 1932, czyli zwiększył się o 79%. Wyniki te są tembardziej godne uwagi, że zdolność przewozowa parowozów towarowych wzrosła tylko o 43%, a ilość wagonów towarowych wzrosła o 17%. Jednocześnie w tym czasie wzrósł ruch osobowy z 291 do 967 milionów przewiezionych pasażerów. Długość sieci kolejowej zwiększyła się o 11.000 km. Przebieg dzienny wagonu towarowego zwiększył się z 84,3 do 100 km, a parowozu towarowego z 137,5 do 163 km. Jednak ruch ten nie zdołał przewieźć wszystkich ładunków, zgłoszonych do przewozu; w lutym r. 1934, było nagromadzonych do przewozu ponad milion wagonów towarowych. Ilość dziennie ładowanych wagonów wzrosła o 53.000 wagonów w stosunku do roku ubiegłego, była jednak niższa od planowanych 61.000 wagonów dziennie.

Andrejew wskazuje, że aczkolwiek postęp ruchu komunikacyjnego jest bardzo duży, to jednak stoi poniżej zapotrzebowań gospodarczych kraju. Następnie przewodniczący komisji planowania Kujbyszew wskazał, że niewykorzystanie taboru towarowego jest skutkiem małej przeciętnej szybkości ruchu towarowego, która wynosiła za ledwie 4,5 km na godzinę. Bardzo wadliwą jest też praca warsztatów kolejowych, przyczem procent parowozów i wagonów wzrósł i w dniu 1 stycznia 1934 r. wynosił 21,2% dla parowozów towarowych, 27,4% dla parowozów osobowych, 5,4% dla wagonów towarowych i 9,5% dla osobowych. Wskazuje przytem na konieczność dostarczenia urządzeń nowoczesnych. Dotychczas na 104.000 km torów, tylko 2% torów ma szyny ciężaru 43 kg/m, a tylko 16% szyny ciężaru 38 kg/m i tylko na tych torach mogą przebiegać nowe ciężkie parowozy. Dalsza wymiana szyn była niemożliwa wskutek niedostarczenia ich przez przemysł sowiecki; nie lepiej jest z dostawą i wymianą podkładów i podsypki. Komisarz rozwijał w swym referacie pogląd, że komunikacje w drugiej piatiletce były szczególnie uwzględnione, a to w celu podniesienia ich zdolności przewozowej, która musi być dostosowana do wymagań gospodarstwa narodowego. Porównując wzrost ruchu towarowego w Sowietach w miliardach tkm, wykazuje, że na różne środki przewozowe wypadło i przewiduje się:

	r. 1932	r. 1937
w ruchu kolejowym	169,3	302
„ rzeczny	26,1	64
„ morskim	18,2	51

Jako na główne zadania II piatiletki wskazał na zamiar elektryfikacji 5000 km linii kolejowych, wprowadzenie lokomotyw Diesla, pobudowanie drugich torów na długości 9.500 km, wprowadzenie automatycznej sygnalizacji, znaczne zwiększenie taboru i t. p. Ilość taboru ma być zwiększona następująco:

	r. 1932	r. 1937
parowozów towarowych	16.350	19.720
„ osobowych	3.125	4.880
lokomotow elektrycznych	10	410
„ Diesla	6	276
wagonów towarowych 2 osio- wych w tysiącach	507,9	644
wagonów osobowych 2 osio- wych w tysiącach	29	42

Przemysł sowiecki w II piatiletce ma dostarczyć 5700 parowozów towarowych, 2025 osobowych, 273.000 wagonów towarowych i 12.500 osobowych.

Na kongresie nie brakło też słów krytyki, niekiedy bardzo ostrej, wytykającej kolejnictwu niedostosowanie się do zakreślonych zadań. Już sprawozdanie Stalina, które pojawiło się w przededniu kongresu, wskazywało, że komunikacje sowieckie tworzą wawóz, zagrażający dalszemu rozwojowi gospodarstwa narodowego, a postępy ostatnich lat w innych dziedzinach będą zahamowane, jeżeli komunikacje nie zostaną odpowiednio ulepszone. Jeszcze ostrzej przemawiał na kongresie Woroszyłow, komisarz spraw wojskowych, uznając sprawozdanie komisarza komunikacyjnych za niewystarczające i żądając ulepszeń w kolejnictwie, od którego są zależne operacje wojskowe. Uważa, że kolej musi być tak samo dobrze przygotowana do wojny jak i armja, a dotychczas kolejnictwu można wiele zarzucić. W zarzutach tych podkreślono osłabienie dyscypliny służbowej, co wynika w dużym stopniu z tego, że prawie na wszystkich stanowiskach i służbach, stan personelu jest niedostateczny. (Arch. f. Ebw. nr. 4. 1934) . wg.

Pięć wielkich francuskich towarzystw kolejowych w r. 1932 wykazały następujące wyniki gospodarcze:

	K O L E J E				
	Pół- nocne	Wschod- nie	Orlean- ska	P. L. M.	Połud- niowe
Długość sieci km	3.830	5.101	7.555	11.164	4.290
Kapitał zakłado- wy 1000 fr.	10.232.029	8.070.192	9.180.477	14.336.486	4.222.824
Wyplacona dy- widenda fr. (%)	85 (22%)	52 (10,4%)	65 (13%)	70,7 (14%)	53,5 (10,7%)
Wpływy (1000 fr.)	1.953.928	1.657.937	1.745.549	3.429.143	818.697
Wydatki (1000 fr.)	1.999.391	1.618.800	1.617.958	3.526.956	840.310
Spółczynnik ekspl.	99,77	97,64	92,69	101,93	102,6
Wydatki w % na:					
Zarząd centralny	1,6	14,68	10,95	11,11	10,74
Ruch	32,7	32,31	29,35	29,61	37,48
Trakcja i zasoby	50,5	36,78	40,31	41,14	33,63
Utrzymanie toru	15,2	15,5	17,2	17,53	18,15
Różne	—	0,73	1,26	0,61	—
Wykonano w ty- siącach:					
Pasażerokm	3.993.468	3.380.139	—	6.187.012	1.436.552
Tonnokm	6.833.501	5.807.981	—	8.537.248	1.739.436
Pociągokm	54.806	57.273	61.540	112.548	32.546
Parowozokm	75.314	69.954	71.846	125.319	—
Wagonokm	1.333.982	1.044.323	1.190.134	2.654.059	—

(Arch. f. Ebw. — Nr. 2, 1934).

wg.

Przetargi na dostawy dla P. K. P., ogłoszone w „Monitorze Polskim” w miesiącu listopadzie r. 1934.

Monitor

Nr. 263. D. O. K. P. w Warszawie, na dzień 14 grudnia (skł. of. do dn. 13 grudnia) publiczny przetarg ofertowy na wykonanie robót asenizacyjnych w granicach wszystkich dziesięciu Oddziałów Drogowych, oraz na oczyszczanie z sadzy kominów we wszystkich zabudowaniach Dyrekcji, położonych na terenach kolejowych. Roboty zostaną powierzone na okres 1935 roku na podstawie umowy.

Monitor

Nr. 265. D. O. K. P. w Warszawie, na dzień 18 grudnia przetarg na budowę studni wierconej o wydajności 60 m³ godz, na stacji postojowej w Grochowie.

Monitor

Nr. 265. D. O. K. P. w Krakowie, na dzień 11 grudnia przetarg publiczny na dostawę w okresie rocznym 32.000 kg gwoździ drutowych.

Monitor

Nr. 267. D. O. K. P. w Warszawie, na dzień 21 grudnia (skł. of. do dn. 20 grudnia) przetarg na dostawę podszewek o szerokości 142 cm i podszewek bawełnianych szerokości 71 cm, tkaniny na ubiory ochronne oraz butów filcowych i skórzanych.

Monitor

Nr. 267. D. O. K. P. w Poznaniu, na dzień 18 grudnia przetarg nieograniczony na dostawę partjami w okresie do końca r. 1935, tarcicy dębowej, stolarki I gatunku, tarcicy jesionowej, stol. I gat., tarcicy olchowej, stol. I gat., tarcicy bukowej, stol. I gat., tarcicy topolowej, stol. I gat., tarcicy sosnowej, stol. I gat., grabiny łupanej w formie 4-kątnych słupów I gat., oraz łąt rżniętych.

Monitor

Nr. 268. D. O. K. P. w Warszawie, na dzień 17 grudnia publiczny przetarg ofertowy na oczyszczenie na większych stacjach terenów zewnętrznych ulic, podwórzy, podjazdów do dworców, przejazdów placów towarowych i ramp wraz z wywożeniem śmieci. Roboty powierzone będą do końca r. 1935.

Monitor

Nr. 269. D. O. K. P. w Poznaniu, na dzień 27 grudnia przetarg publiczny na wykonanie naprawy wiaduktu drogowego ponad torami stacyjnymi w Inowrocławiu.

Monitor

Nr. 269. D. O. K. P. w Toruniu, na dzień 28 grudnia sprzedaż z przetargu za gotówkę loco Magazyny Kolejowe w Poznaniu i Ostrowiu starych materiałów i przedmiotów jako — wiorów miedzianych, zmiotków miedzianych zanieczyszczonych, popiołu z białego metalu, zmiotków od maszyn segregacyjnych, żużłu, popiołu z metalu beczynowego, odpadków cyny i t. p. oraz 1 lokomobili, 2 mostownic, 1 obrabiarki, trawersów, szlifierki, żłobiarci i makulatury.

Monitor

Nr. 274. D. O. K. P. w Warszawie, na dzień 27 grudnia przetarg na dostawę roczną łańcuchów, śrub żelaznych, taśmy wełnianej tapicerskiej, poduszek maźnicznych oraz na dostawę półroczną skóry juchtowej, troków surowcowych, skórek irchowych, węgla drzewnego, ultramaryny, świec, oleju lnianego i t. p.

Monitor

Nr. 275. D. O. K. P. w Katowicach, na dzień 29 grudnia przetarg publiczny na dostawę roczną nitów żelaznych kotłowych, naśrubków żelaznych, zatyczek żelaznych, krążków żelaznych pod naśrubki, wkrętów żelaznych do drzewa oraz śrub żelaznych czarnych.

Monitor

Nr. 276. D. O. K. P. w Wilnie, na dzień 28 grudnia przetarg publiczny na dostawę pokostu czystolnianego oraz karbidu.

Monitor

Nr. 279. D. O. K. P. w Radomiu, na dzień 2 stycznia r. 1935, licytację publiczną zapomocą składania ofert w zapieczętowanych kopertach na sprzedaż przedmiotów fabrycznych pozostałych po nasycalni w Kiwercach, a mianowicie — wózków impregacyjnych, transporterów, cylindrów podgrzewacza z częściami przynależnymi oraz armatury przy kotłach parowych.

Monitor

Nr. 282. D. O. K. P. w Poznaniu, przetarg ofertowy na dzień 8 stycznia 1935 r. na dostawę żwiru, materiałów elektrotechnicznych i pokostu szybkooschnącego, na dzień 11 stycznia 1935 r. szcrotek i pendzli oraz 78.000 kg farb w proszku i na dzień 15 stycznia 1935 r. 7000 kg farby w proszku.

„Frontem do morza!”

Każdy obywatel Rzeczypospolitej
powinien być członkiem Ligi Morskiej i Kolonjalnej.