

# Comparație

între

## diferitele circulări relative la podurile de C. F. din punctul de vedere al supraîncărcărilor și travaliului admisibil

În diferite țări organele administrative au elaborat ordonanțe relative la condițiunile, cari trebuiesc avute în vedere la proiectarea și construirea podurilor de drum de fier; la noi, aceasta nu s'a făcut, ci podurile au fost calculate după diferite circulări străine, variind cu epoca și serviciul, care le-a construit.

În urma exigențelor din ce în ce mai mari a acestor circulări, precum și a sporirii greutateii materialului rulant, Direcțiunea generală a C. F. R. a început consolidarea și reconstruirea podurilor după liniile sale. Circulările apărute ulterior, în special cea Prusiană din 1903 și Austriacă din 1904 pun condițiuni încă și mai grele — cel puțin la prima vedere — așa că mulți s'au întrebat, dacă nu cumva va fi nevoie să luăm de la cap consolidarea podurilor de pe liniile la cari aceasta se termină, acum și dacă podurile de construcție relativ recentă, mai prezintă destulă siguranță. Răspunsul la această întrebare nu-l poate da de cît, pe de o parte o comparație între prescripțiile diferitelor circulări din punctul de vedere atît al supraîncărcărilor cît și al travaliului admisibil, pe de alta o comparație între eforturile date de materialul nostru rulant și supraîncărcările prevăzute în acele circulări.

Ar mai fi de luat în considerație calitatea materialului prevăzut în circulări, precum și a aceluî întrebuițat la construcția podurilor noastre; însă pe de o parte nu toate circulările dau calitatea materialului, care s'a avut în vedere la fixarea limitelor travaliului admisibil, pe de alta introducerea calității materialului întrebuițat la construcție ne-ar face să eșim din cadrul, pe care ni l-am impus, căci o comparație prea amănunțită prezintă dificultăți mari și nici

nu e necesară; problema, așa cum ne-am propus-o se prezintă în modul următor:

Fiind dată o categorie de poduri, construite observînd prescripțiunile unei anumite circulari, să se vadă — în linii generale — întru cît ar diferi secțiunile diferitelor piese, dacă aceleași poduri ar fi fost calculate după o altă circulară.

Urmează de aci, că rezultatele la cari vom ajunge, de și importante prin aceia că ne arată rigurozitatea relativă a diferitelor circulari, și ne permite a spune a priori despre un pod, care n'ar prezenta defecte de construcție, dacă trebuie sau nu să fie consolidat sau reconstruit, nu poate fi ceva absolut. Pentru foarte multe din podurile noastre nu cunoaștem nici măcar bazele, pe cari au fost calculate; cu atît mai mult nu ne putem pronunța a priori asupra calității materialului și a coeficientului de siguranță, pe care trebuie să-l admitem.

Circularile luate în considerație sînt:

Circulara Franceză	din	1877	și	1891	
„	Austriacă	„	1887	„	1904
„	Elvețiană	„	1892		
„	Prusiană	„	1903		

*Supraîncărcările prevăzute de diferitele circulari:* In ceiace privește supraîncărcările, o primă deosebire provine din însăși forma sub care sînt date aceste supraîncărcări:

Pe cînd unele circulari prevăd — cel puțin pentru majoritatea cazurilor — o supraîncărcare uniform distribuită, altele prevăd un tren tip, care se presupune a da cele mai mari eforturi. In prima categorie intră circulara Franceză din 1877 și cea Austriacă din 1887; celelalte fac parte din a doua categorie.

Partizanii primei forme susțin, că greutatele uniform distribuite pe lîngă ușurințele de calcul, pe cari le prezintă, mai au și avantajul de a cuprinde mai bine eforturile, cari se nasc sub acțiunea diferitelor trenuri. Se știe în adevăr, că chiar pentru grinzele independente curbele reprezentînd variația eforturilor date de același tren, cînd variază deschiderea, sînt mai mult sau mai puțin neregulate și că acelea ale diferitelor trenuri se intersectează, așa că pentru unele deschideri unele trenuri dau eforturi mai mari, pentru alte deschi-



deri aceste eforturi maxime sînt date de alte trenuri. La grinzile continue aceste neregularități sînt și mai mari ; atunci se consideră un număr oare care de trenuri, se trasează curbele eforturilor în funcție de deschidere, iar din curba înfășurătoare a acestora se deduce greutatea uniform distribuită de prevăzut. Cu alte cuvinte se calculează odată pentru totdeauna maximul eforturilor și se indică acest maximum sub forma greutății uniform distribuite care-l produce.

Partizanii trenurilor tip, recunosc toate acestea, însă le preferă din cauză că, dacă teoria greutăților uniform distribuite echivalente la grinzile independente se poate considera ca stabilită, nu tot astfel stau lucrurile în ceiace privește grinzile continue și în arc ; aproximația, cu care se calculează eforturile în acest fel de grinzi prin ajutorul greutăților uniform distribuite, n'ar fi suficientă și de aceea ar fi mai bine să se prescrie unul sau mai multe trenuri tip, pe baza cărora trebuie calculat maximul eforturilor. Pentru grinzile independente circulările din anii din urmă (Prusiană 1903 și Austriacă 1904) dau table auxiliare pentru calculul momentelor încovoetoare și al puterilor tăetoare — admițînd în special că curba momentelor maxime — simetrică față de mijlocul grinzii — s'ar compune din o porțiune dreaptă la mijloc racordată cu extremitățile grinzii prin două arce de parabolă ; așa că momentul maxim — constant pe o porțiune oare care la mijlocul grinzii — ar servi la determinarea momentelor în toate secțiunile.

Nu credem necesar să mai adăogăm, că pe cînd circulara Franceză din 1877 prevede aceleași supraîncărcări atît pentru momente cît și pentru puteri tăetoare, circulara Austriacă din 1887 prevede două supraîncărcări diferite : una pentru momente și alta pentru puteri tăetoare.

Trenurile tip diferă fie

1<sup>o</sup>) prin compunerea lor, fie

2<sup>o</sup>) prin greutatea și distanța între osiile locomotivelor și vagoanelor.

Paralel cu o înăsprire a condițiilor de sub 2<sup>o</sup>) a urmat o îndulcire a celor de sub 1<sup>o</sup>).

Astfel pe cînd circulara Austriacă din 1887 presupune în general, că pe pod s'ar putea afla un tren compus din trei locomotive așezate în pozițiile cele mai desavantajoase, aceste locomotive fiind

urmate și precedate de un număr ori cît de mare de vagoane, circulara Elvețiană nu mai admite de cît trei locomotive urmate — fără a fi și precedate de vagoane — iar circulara Franceză din 1891, Prusiană din 1903 și Austriacă din 1904 presupun două locomotive iarăși numai urmate de vagoane.

Experiența a făcut să fie admisă părerea acelor care susțineau că trenurile fie cu locomotivele așezate între vagoane, fie cu mai mult de două locomotive nu se întîlnesc în exploatarea căilor ferate sau se întîlnesc așa de rar, în cît în aceste cazuri se poate admite un coeficient de siguranță mai mic, după cum se face atunci cînd se ia în considerație acțiunea vîntului. De altmintelega chiar circulara Austriacă din 1887 în cazul locomotivelor Arlberg nu consideră de cît trenuri cu două locomotive.

În rezumat compunerea trenurilor tip este următoarea :

Austria (1887) : vagoane + trei locomotive + vagoane.

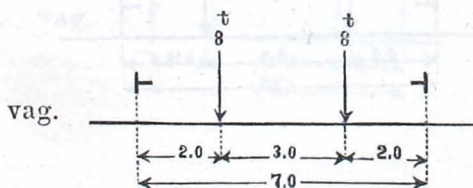
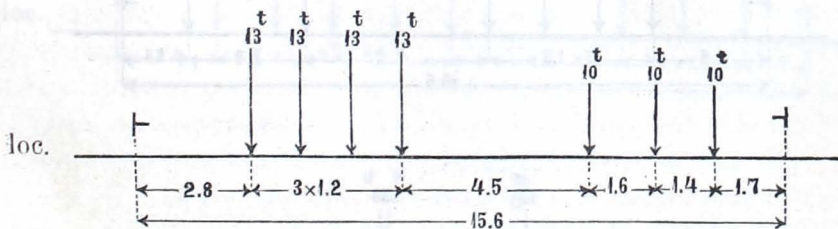
” ” : vagoane + două locomotive + vagoane.  
(cazul loc. Arlberg)

Elveția (1892) : trei locomotive + vagoane.

f Franța (1891), Prusia (1903) : două locomotive + vagoane.  
l Austria (1904)

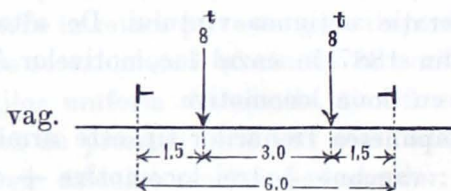
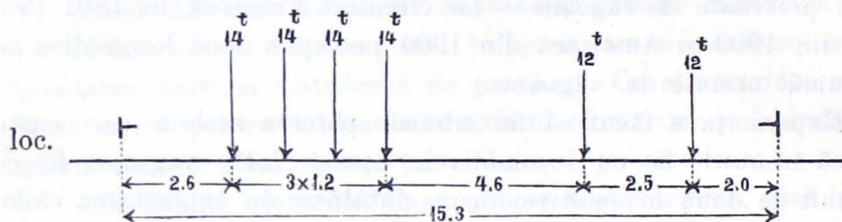
Greutățile și distanțele între osiile materialului trenului tip sînt date de schemele următoare :

Austriacă (1887) <sup>1)</sup>

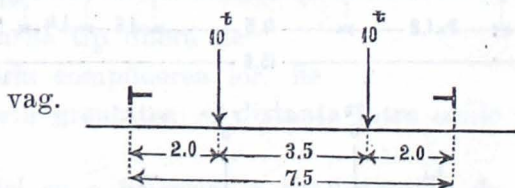
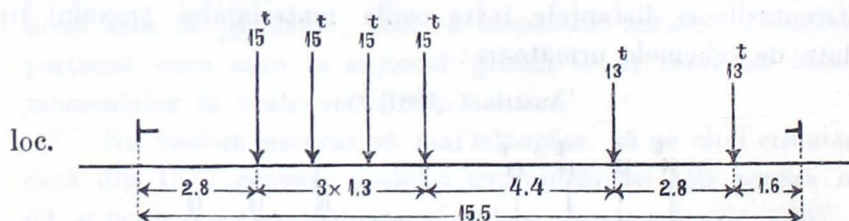


<sup>1)</sup> A se avea în vedere la podurile, pentru cari circulara nu prescrie întrebuințarea greutăților uniform distribuite.

Franceză (1891) <sup>1)</sup>



Elvețiană (1892) <sup>2)</sup>



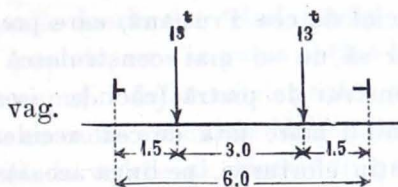
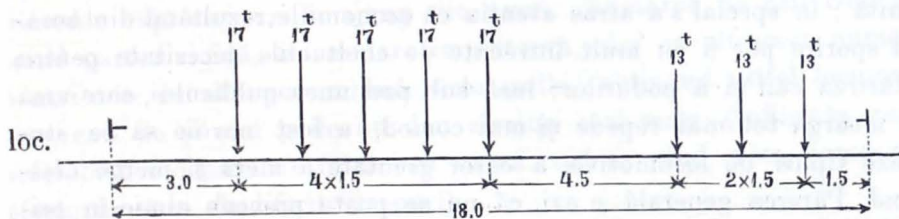
<sup>1)</sup> Piesele mai trebuie verificate la eforturile date de o singură osie de 20t

<sup>2)</sup> Supraincărcările se sporesc cu  $2(15-l)\%$ ,  $l$  fiind deschiderea în  $m$ .

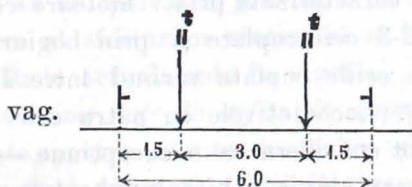
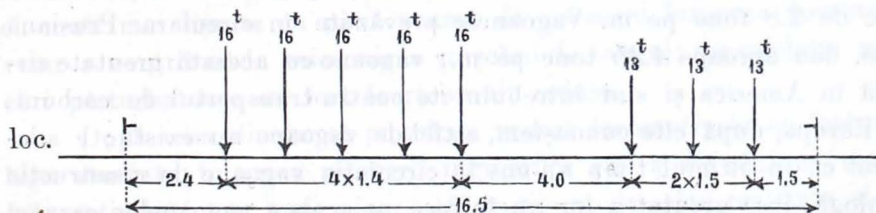
La serviciul Podurilor al C. F. R. s'a luat 16t pe osiile locomotivei și 14t pe ale tenderului.



Prusiană (1903) <sup>1)</sup>



Austriacă (1904) <sup>2)</sup>



<sup>1)</sup> La piesele unde intervine mai puțin de 5 osii ale locomotivei, se ia sau 4 de cite 18t, sau 3 de cite 19t, (19) sau 2 ori 1 de 20t.

<sup>2)</sup> La piesele unde intervine mai puțin de 5 osii ale locomotivei, una din ele se ia de 20t.

Se știe, că greutatea materialului rulant a sporit și sporește neconținut. Se spera pînă la o vreme, că această creștere va avea o limită ; în special s'a atras atenția că economiile rezultând din această sporire pot fi cu mult întrecute de cheltuelile necesitate pentru întărirea căii și a podurilor; însă sub presiunea publicului, care vrea să meargă tot mai repede și mai comod, a fost nevoie să se studieze tipuri de locomotive, a căror greutate a mers și merge crescând. Părerea generală e azi, că nu se poate prevedea nimic în privința sporirii greutății materialului rulant.

Această stare, ca să zicem așa, psihologică, e trădată de ultimele circulări și în special de cea Prusiană, care prevede din capul locului, că poduri de fer să nu se mai construiască de cît atunci, cînd nu se va putea construi de piatră (căci la acestea din urmă greutatea permanentă fiind mare față de cea accidentală, variațiile acesteia influențează puțin eforturile, pe lîngă aceasta circulara Prusiană prevede un material rulant excepțional de defavorabil.

În ceea ce privește vagoanele, cele mai grele aflătoare în circulație în Europa sunt vagoanele cazane cîntărind 3, 3 tone pe m. curent. Vagoanele obicinuite de marfă cîntăresc 2, 3 tone pe m. iar cele de călători din trenurile de lux (vag. restaurante, etc...) nu trec de 2.8 tone pe m. Vagoanele prevăzute în circulara Prusiană însă, dau aproape 4.35 tone pe m.; vagoane cu această greutate circulă în America și sînt întrebuintate pentru transportul de cărbuni; în Europa, după cîte cunoaștem, astfel de vagoane nu există; e adevărat că în ultimul timp s'a pus în circulație vagoane de construcție analogă, însă greutatea lor nu întrece pe aceia a vagoanelor cazane.

În ceea ce privește locomotivele, tipurile întrebuintate în ultimul timp în Europa sunt caracterizate prin : motoare compound, partea rigidă compusă din 2-3 osii cuplate și prin bogiuri sau articulații Bissel — greutatea pe osiile cuplate variind între 15-17 tone obicnuit și rar 20 tone\*). Locomotivele cu patru osii cuplate și avînd aceste greutăți, se pot considera ca o excepțiune — de oarece efortul de tracțiune, de care sînt capabile, întrece rezistența atelagelor vagoanelor din Europa.

De altmintrelea din cauza creșterii vitesei și numărului tre-

\*) A se vedea raportul făcut cu ocazia celui d'al VII-lea congres de C. F. 1905, de către D. Sauvage.



nurilor de călători, trenurile de marfă trebuie să meargă ceva mai repede, căci altmintrelea trebuie să aștepte aproape în fiecare stației trenurile exprese, cari le ajung din urmă. Numărul de osii constituind partea rigidă, are o mare importanță, căci cu cît acest număr e mai mic, cu atît putem îndepărta osiile, obținând astfel locomotive, cari de și mai grele nu dau eforturi mai mari. (Influența considerabilă a depărtării între osii se va vedea, cînd vom compara eforturile date de diferite trenuri).

Din acest punct de vedere locomotivele actuale nu sînt așa de defavorabile, cum ar părea la prima vedere și se naște întrebarea dacă, în cazurile foarte rari cînd pentru aderență va fi nevoie de 4 sau 5 osii cuplate, nu s'ar putea obține locomotive mai scumpe, însă cari să fie mai puțin defavorabile pentru poduri. Ca mijloace vom cita locomotivele cu cadre articulate Mallet, tracțiunea electrică, etc....

Din punctul de vedere al mișcărilor perturbatoare și al eforturilor dinamice, la cari dau loc, locomotivele noi sunt cu mult superioare celor din nainte ; în special motoarele compound au permis așezarea de o parte și de alta a aceluiași longeron a două manivele calate la  $180^{\circ}$  sau foarte aproape de  $180^{\circ}$ , ceiace a redus considerabil mișcarea de șerpuire și a făcut să fie nevoie de contragreutăți cu mult mai ușoare ca până acum ; de asemeni lungirea locomotivelor a contribuit la micșorarea mișcării de tangaj ; iar celelalte mișcări perturbatoare au fost foarte mult reduse.

După cum din acest punct de vedere locomotivele au fost mai bine studiate, în urma plîngerii inginerilor căii și s'a obținut rezultate satisfăcătoare, este sigur, că grație progreselor realizate și cu nițică bunăvoință se va putea ajunge, ca prin o distribuire convenabilă a osiilor, să se sporească greutatea locomotivelor, fără ca din punctul de vedere al eforturilor statice să se întrecă eforturile prevăzute de circulările actualmente în vigoare.

*Momente maxime date de diferitele supraîncărcări.* În tabloul următor sînt date, pentru diferite deschideri și o singură cale, momentele maxime date de supraîncărcările prevăzute în diferitele circulări. Între acestea se cuprinde și circulara Elvețiană așa cum a fost modificată la serviciul podurilor al C. F. R. și pe care o vom numi circ. Elvețiană-C. F. R. În tablou mai sunt date și rapoartele între diferitele momente și momentul, pentru aceiași deschidere, dat de circulara Austriacă din 1887, luată ca bază de comparație.

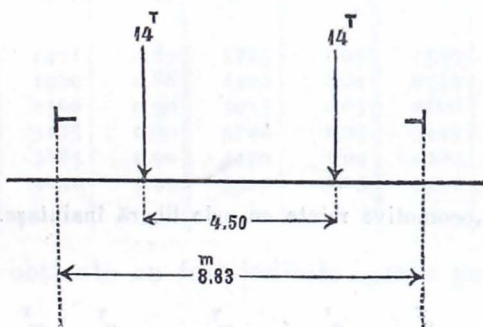


Deschiderea in m.	Franța 1877		Austria 1887		Franța 1891		Elveția 1892		Elvețiană-C.F.R.		Prusia 1903		Austria 1904	
	M-te maxime $M_1$	Raportul $\frac{M_1}{M}$	M-te maxime $M$	Raportul $\frac{M}{M}$	M-te maxime $M_2$	Raportul $\frac{M_2}{M}$	M-te maxime $M_3$	Raportul $\frac{M_3}{M}$	M-te maxime $M_4$	Raportul $\frac{M_4}{M}$	M-te maxime $M_5$	Raportul $\frac{M_5}{M}$	M-te maxime $M_6$	Raportul $\frac{M_6}{M}$
	t.m.		t.m.		t.m.		t.m.		t.m.		t.m.		t.m.	
1.0	3.0	0.80	3.75	1.00	5.00	1.33	4.84	1.29	5.12	1.36	5.00	1.33	5.00	1.33
1.5	4.5	0.80	5.65	1.00	7.50	1.33	7.15	1.27	7.62	1.36	7.50	1.33	7.50	1.33
2.0	6.0	0.80	7.50	1.00	10.00	1.33	9.45	1.26	10.08	1.36	10.00	1.33	10.00	1.33
2.5	8.6	0.82	10.55	1.00	11.80	1.12	11.80	1.12	13.75	1.30	12.58	1.20	12.70	1.20
5.0	30.6	0.88	36.00	1.00	36.50	1.01	44.00	1.22	48.04	1.34	42.75	1.19	42.60	1.19
10	91.2	0.86	106.0	1.00	106.0	1.00	122.0	1.15	131.12	1.24	135.9	1.28	132.8	1.27
15	161.0	0.82	198.0	1.00	188.0	0.95	194.0	0.98	200.0	1.00	243.9	1.18	242.0	1.18
20	245.0	0.75	325.0	1.00	300.0	0.92	325.0	1.00	344.0	1.00	394.0	1.21	399.2	1.23
30	485.0	0.71	680.0	1.00	590.0	0.87	690.0	1.02	735.0	1.08	832.3	1.22	861.7	1.27
40	820.0	0.73	1120.0	1.00	1020.0	0.91	1200.0	1.07	1290.0	1.15	1416.0	1.26	1459.0	1.30
50	1220	0.73	1660	1.00	1490	0.90	1840	1.11	1945	1.17	2123	1.28	2136	1.28
60	1660	0.74	2250	1.00	1980	0.88	2500	1.11	2647	1.18	2900	1.29	2871	1.28
70	2140	0.75	2870	1.00	2550	0.89	3200	1.12	3390	1.18	3751	1.31	3665	1.28
80	2720	0.70	3540	1.00	3120	0.88	4000	1.12	4192	1.18	4074	1.32	4516	1.28
90	3330	0.77	4300	1.00	3750	0.87	4800	1.12	5040	1.18	5069	1.32	5431	1.26
100	4000	0.78	5120	1.00	4400	0.86	5050	1.10	5940	1.16	6740	1.32	6402	1.25

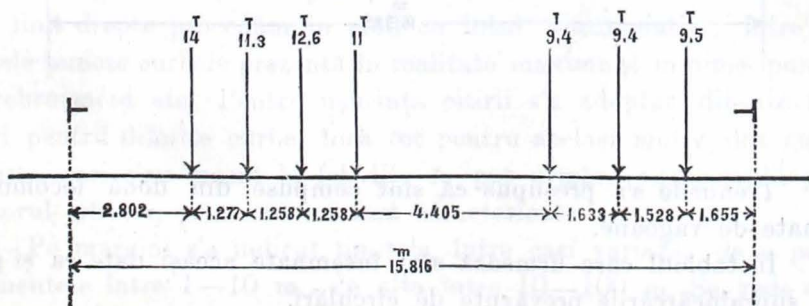
Momentele relative la circulara Franceză din 1891 și Elvețiană sînt luate după cifrele date de M. v. Leber în rapoartele sale făcute cu ocazia celor d'al 5-lea și 6-lea congrese de căi ferate (Londra și Paris).

În același timp am calculat momentele maxime date de trenurile compuse din materialul nostru rulant. Ca vagoane am considerat vagoanele Kz., iar ca locomotive am considerat locomotivele compound cu 3 osii cuplate, locomotivele categ. IV-a Ploești-Predeal și locomotivele — în curs de construcție — mixte cu osie liberă înaintașe. Greutățile și repartiția osiilor acestor vehicule sunt date de schemele următoare.

Vagoane Kz.

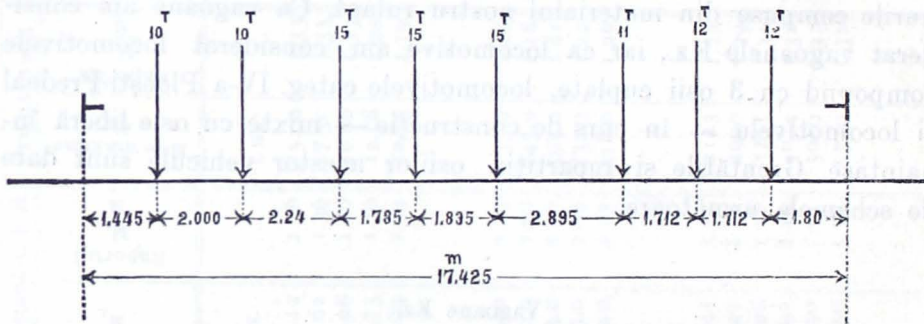


Locomotive categ. IV după linia Ploești-Predeal.

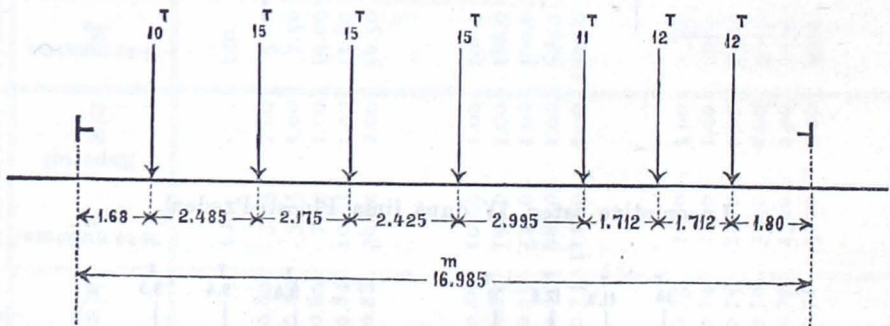




Locomotive Compound categ. III-a.



Locomotive mixte cu osie liberă înaintașe.



Trenurile s'a presupus că sînt compuse din două locomotive urmate de vagoane.

În tabloul care urmează sînt însemnate aceași date ca și pentru supraîncărcările prevăzute de circulații.

Deschiderea in m.	Categ. IV P.P.		Compound		Mixte	
	M-te maxime $M_7$	Raportul $\frac{M_7}{M}$	M-te Maxime $M_6$	Raportul $\frac{M_6}{M}$	M-te maxime $M_9$	Raportul $\frac{M_9}{M}$
	t.m.		t.m.		t.m.	
1.0	3.50	0.93	3.75	1.00	3.75	1.00
1.5	5.25	0.93	5.62	1.00	5.62	1.00
2.0	7.00	0.93	7.50	1.00	7.50	1.00
2.5	9.36	0.89	9.40	0.89	9.40	0.89
5.0	30.60	0.85	29.25	0.81	21.80	0.61
10	91.3	0.86	92.0	0.87	80.0	0.75
15	109.2	0.85	188.5	0.95	106.0	0.84
20	272.0	0.84	315.0	0.97	279.0	0.86
30	588.0	0.86	605.0	0.98	590.0	0.87
40	1000.0	0.89	1130.0	1.00	1020.0	0.91
50	1471	0.89	1725	1.02	1550	0.93
60	1986	0.88	2360	1.04	2140	0.95
70	2500	0.90	3015	1.05	2700	0.96
80	3185	0.90	3720	1.05	3445	0.97
90	3885	0.90	4470	1.04	4200	0.98
100	4640	0.90	5310	1.03	4970	0.97

Rezultatele obținute au fost indicate grafic pe diagrama din planșă.

La mijloc s'a trasat curbele de variație a momentelor în raport cu circulara Austriacă din 1887, luându-se ca abscise deschiderile, iar ca ordinate rapoartele  $\frac{M_n}{M}$  ( $M_n$  fiind momentul dat de supraîncărcarea considerată și  $M$  acela dat de circulara Austriacă din 1887). Atragem atenția asupra faptului, că unind vîrfurile curbelor prin linii drepte procedăm în mod cu totul aproximativ; între diferitele puncte curbele prezintă în realitate maxime și minime, puncte de rebrusment etc. Pentru ușurința citirii s'a adoptat diferite traseuri pentru diferite curbe, însă tot pentru același motiv sînt curbe diferite, cari s'au trasat la fel. Ele se pot urmări cu ușurință prin ajutorul cifrelor, prin cari au fost caracterizate.

Pe margini s'a indicat limitele, între cari variază, de o parte momentele între 1—10 m., de alta între 10—100 m. Se vede spre



ex.: că între 1—10 m., pe cînd momentele date de circulara Prusiană (1903) și Austriacă (1904) variază între 1.19—1.33 M, cele date de trenurile noastre variază între 0.81—1.00 M.

Din tablourile de mai sus și din diagramă se vede, că din punctul de vedere al momentelor încovoetoare, trenurile noastre, cele mai defavorabile, nu produc eforturi apreciabil mai mari de cât supraîncărcările prevăzute în circulara Austriacă din 1887 și că aceste momente rămân cu mult mai jos de cît cele date de circulara Prusiană din 1903 și Austriacă din 1904.

Se mai vede, că între  $2^m.5$ — $10^m.00$  locomotivele categ. IV-a de și mai ușoare (aprox. 50 t) dau momente mai mari de cât locomotivele compound (65 t) și mixte (55 t). De altmintrelea se poate spune că și pînă la  $2^m.5$  eforturile reale nu sunt mai mici la locomotivele de categ. IV-a, din cauza eforturilor dinamice cu mult mai mari la locomotivele categoria IV-a de cît la cele Compound.

Și la celelalte supraîncărcări curbele n'au o formă regulată, lucru asupra căruia am atras atenția, cînd a fost vorba de forma, sub care se prescriu supraîncărcările. Se observă spre exemplu, că pe cînd momentele date de circulara Elvețiană-modificată C. F. R. sunt pentru  $5^m$  deschidere cu 0.15 M superioare celor date de circulara Austriacă din 1904, la  $15^m$  deschidere se scoboară dedesubtul acestor momente cu 0.18 M. (M fiind după cum am spus, momentele date pentru aceleași deschideri de circulara Austriacă din 1887).

Reamintim, că concluziile definitive nu se vor putea trage de cît după ce vom introduce și travaliul admis.

(Va urma).

**Cristea Niculescu**

Inginer la C. F. R.