

REZISTENȚA LA TRACȚIUNE

a trenurilor de călători rapide, în aliniament.

Primele experiențe în această direcțiune datează din 1882 și au fost făcute de D. de Laboriette la drumul de fer de Nord, pentru a determina coeficienții de tracțiune aplicabili trenurilor de marfă a acestei companii.

Trenurile de încercare, de 400 până la 600 tone, să compuneau din vagoane, încărcate fie-care cu câte 10000 kgr. cărbuni, osiile erau unse cu unt-de-lemn.

Rezistența medie, pe tonă de tren remorcat, care au fost observate cu ajutorul metodei dinamometrice, în palier și aliniament, pentru viteze cuprinse între 25 și 55 km. pe oră, sunt reprezentate grafic de curba *ab* (Pl. 1) obținută luând vitezele *V* ca obscisă și rezistențele *R*, ca ordinate. Forma este aproape o parabolă cu ecuația:

$$(1) R = 1.46 + 0.008 V^2$$

D. de Laboriette a înlocuit această formulă prin următoarea:

$$(2) R = 0.07 V$$

Care este mai simplă și care duce, după cum arată tabloul comparativ alăturat, la rezultate foarte apropiate de acele obținute de observația directă, dar numai în limitele vitezelor observate.

VITESE IN KIL. pe oră	REZISTENȚE PE TONĂ	
	observate	calculate prin formula (2)
25	1.90	1.75
35	2.40	2.45
45	3.10	3.15
55	3.90	3.85

Formula (2) este deci foarte suficientă în practică.

Trebuia deci să se verifice dacă această lege să putea aplica și la vitezele mai mari de 55 km. ale trenurilor de călători.

Coeficienții de rezistența dați de vechele formule ale lui W. Harding, Vuillemin, Guéhard și Dieu-donné etc., sunt astăzi prea mari. Îmbunătățirile introduse în construcțiunea materialului rulant și în ungerea osiilor, creșterea greutatei vehiculelor, întărirea căilor și creșterea lungimei șinelor, având

de rezultat de a le reduce flexiunea sub încărcări, sunt atâtea cauze de micșorare a rezistențelor specifice.

Drumul de fer de nord era foarte în stare de a aduce acestui studiu un concurs folositor, mai întâiu din cauza vitezelor care sunt foarte mari pe rețeaua sa în serviciu curent, și afară de aceasta, pentru că viteza maximă autorizată de control, pentru circulația trenurilor pe căi, este superioară celei admise pe restul liniilor franceze. Ea este de 120 km. viteza de care trenurile rapide să apropie pe pantele lungi.

Determinarea coeficienților de rezistență a trenurilor de călători a fost făcută, ca și în experiențele D. de Laboriette, relative la materialul pentru mărfuri, cu ajutorul unui vagon dinamometru, care permitea a înscri în fie-care minut efectul de tracțiune, la cârligul tenderului, precum și viteza în fie-care punct al liniei.

a) Rezistența vehiculelor ordinare, cu 2 osii.

Observațiunile să aplică la o perioadă de mai bine de patru ani (de la 1801 la sfârșitul lui 1895).

Ele au fost făcute asupra unui mare număr de trenuri, fie speciale, fie regulate, remorcate de locomotive compund din seria 2.121 — 2.157. Nomenclatura acestor trenuri este cuprinsă în tabloul de pe planșa 1.

Însă greutatea erau cuprinse între 120 și 210 tone (fără locomotivă și tender), cu o medie de 160 tone, ceea ce represintă 15 vagoane cu două osii.

Încercările au avut loc în toate anotimpurile, pentru a se găsi în toate condițiunile serviciului curent; rezistențele obținute se pot deci raporta la condițiuni atmosferice medii și la o stare ordinară a căii.

Nu s'au considerat de cât eforturile de tracțiune observate în *aliniament*, pe un profil uniform, și cu *viteze aproape constatate*, pentru a îndepărta ori ce cauză de nesiguranță provenind din corecțiunile ce ar fi cerut influența curbelor și accelerațiunei.

Se vor examina succesiv rezistențele: 1^o în palier 2^o în pantă.

1^o *Rezistența în palier.* Observațiunile făcute cu viteze mai mici de 60 km. și acele care sunt relative la viteze cuprinse între 115 și 120 km. pe oră, n'au fost destul de numeroase pentru a fi coprinse în formulele următoare, care n'au fost stabilite de cât *între limitele de 60 și 115 km.*

Observațiunile graficelor dinamometrice au permis determinarea *directă*, între 60 și 100 km., a rezistențelor *în palier*, fără a face prin urmare corecțiunea relativă la gravitate.

Luând vitezele ca abscise și rezistențele pe tonă de teren remarcat ca ordinate, se obține o curbă medie ed (Pl. 1) a cărei aspect este acel al unei parabole cu ecuațiune.

$$(3) R = 1,6 + 0,023 V + 0,00046 V^2$$

Constanta 1.6 kgr. ar reprezenta deosebite rezistențe fixe, proprii vehiculelor, datorite frecărilor osiilor, rostogolirei bandagelor și loviturilor. fie periodice, fie accidentale, a roților pe șini. Să știe că aceste lovituri au ca rezultat, din punctul de vedere mecanic, o oare-care pierdere de forță vie și, din punctul de vedere acustic, producerea, în sistemul roților și în cale, de vibrațiuni sonore, a căror desime și amplitudine au drept caracteristică «înălțimea» și «intensitatea» sgomotului rezultat.

Frecarea osiilor constituie elementul cel mai important al rezistențelor fixe, dacă să presupune neapărat că bandagele și calea sunt în bună stare.

Influența vitezei asupra rezistenței intervine în cei doi de pe urmă termeni a relațiunei (3). R crește răpede cu V, 1^o din cauza acțiunei aerului asupra vehiculelor; acesta e factorul preponderent al rezistenței, cu vitezele mari; el are ca rezultat introducerea în formulă, a unui termen de gradul al doilea.

2^o Mișcări de șovăire (lacet) pe care reacțiunile laterale ale căi o imprimă vagoanelor, și a cărei mărime se schimbă cu modificările efortului de tracțiune, după profil și prin urmare după vitesă; termenul de gradul întâiu coprinde mai cu seamă acest element.

Nu s'a făcut să intervină, în stabilirea formulei (3) «compozițiunea» trenului, adică numărul, chipul de grupare și greutatea totală a vehiculelor. Totuși, pentru greutatea egală remarcată, rezistența specifică să micșorează puțin când numărul va-

goanelor crește; pe lângă aceasta, dacă vagoanele au un gabarit transversal de aceeași formă și de aceeași dimensiuni, valoarea lui R pe tonă, este mai mică de cât dacă vagoanele sunt foarte neasemenea și grupate într'un chip oare-care. Aceste diferite considerațiuni au însemnătatea lor dacă e vorba de trenuri de marfă, dar pentru trenurile expres de călători, în care toate vagoanele au aproape același gabarit, și în care numărul vehiculelor de un anume tip este aproape constant, pentru o greutate totală determinată, influința compozițiunei trenului, asupra rezistenței pe tonă este negligeabilă. De altmintrelea nici nu există formule care să țină socoteală de aceasta, și experiențele făcute în 1880 asupra trenurilor de călători, la drumul de fer de Est, au arătat că făcând să varieze greutatea remorcată, adică elementul principal al «compoziției» trenului, rezistența pe tonă nu suferea de cât modificări prea mici pentru a justifica, din punctul de vedere al aplicațiunilor, introducerea greutății trenului ca variabilă, în noile formule întrebuițate de această companie.

Ecuațiunea (3) poate să fie, din punctul de vedere practic, transformată și înlocuită mai simplu prin următoarea:

$$(4) R = 1.6 + 0.46 V \cdot \left(\frac{V + 50}{1000} \right)$$

care îi este echivalentă.

Comparațiunea formulelor (1) și (3), făcută în limite care să nu fie prea depărtate de acele în care ele sunt aplicabile, arată, ea pentru viteze egale, rezistența pe tonă este mai puțin mare pentru trenurile de marfă de cât pentru acele de călători, compuse din vehicule ordinare cu două osii. Diferințele sunt cuprinse în alăturatul tablou:

V I T E S E	REZISTENȚA PE TONĂ	
	Trenuri de marfă	Trenuri de călători
Km.	Kgr.	Kgr.
foarte mică	1.45	1.60
45	3.07	3.57
50	3.45	3.85
55	3.87	4.25
60	4.33	4.63

Această anomalie aparentă, care a fost relatată de mai mulți autori în studiile lor dinamometrice, și mai cu seamă de Harding, Vullemin, Guébbard,

Dieudonné și Desdouts, se explică prin cuvintele următoare :

În primul loc, trebuie observat ca osiile vagoanelor au dimensiuni mai mici de cât acele ale vagoanelor de călători.

Diametrul lor este în general, la Nord de $85^m/m$ pentru vehiculele de mărfuri, și 100 până la $110^m/m$ pentru cele de călători. În cât cu același diametru de roți, $950^m/m$ aproape la contactul cu șinile, raportul $\frac{r}{R}$ a razei osiei la cea a roței trece de la 0.089 la 0.115, cea ce mărește în aceeași proporție efortul necesar pentru a învinge frecarea osiilor, în trenurile de călători.

În al doilea loc, e necesar a remarca că trenurile de marfă aveau, în încercările D-1 de Laboriette, o lungime cel puțin doită de cea a trenurilor de călători din recente experiențe și că afară de asta ele erau constituite din vagoane-lăzi, toate asemenea, asupra cărora acțiunea aerului este mai puțin importantă de cât asupra vagoanelor acoperite.

Pentru aceste diferite cuvinte, rezistența specifică a trebuit să fie cu viteze egale, puțin mai mică în cazul trenurilor de marfă.

²⁰. *Rezistența în pante*. Rezistenței R în palier, trebuie să adăugăm algebricește, pe declivități, cea datorită gravității și care este egală cu compozanta greutății, paralelă cu înclinarea căiei. Valoarea acestei compozate este sensibil egală cu declivitatea i în milimetri pe metru (¹), în cât rezistența *teoretică* $R' = R + i$; i fiind pozitiv pentru o rampă și negativ pentru o pantă.

Observațiunea directă arată că în rampă, rezistența totală *adevărată* R' este tot-deauna inferioară celeia care ar fi dată prin formula precedentă, pe când în pantă, ea îi este tot-deauna superioară.

Acest fapt fusese deja semnalat, mai cu seamă de D. Couche, în urma experiențelor dinamometrice făcute în 1860 de compania P. L. M.

¹) Riguros, dacă φ reprezintă unghiul pe care îl face axul căii, cu un plan orizontal, compozanta q , pe tonă de tren, este $q = 1000^k \times \sin \varphi = 1000^k \times \frac{\text{tg } \varphi}{\sqrt{1 + \text{tg}^2 \varphi}}$ și fiind-că $\text{tg } \varphi = \frac{i}{1000}$

$$\text{rezultă } q = \frac{i}{\sqrt{1 + \frac{i^2}{10^6}}}$$

$\frac{i^2}{10^6}$ fiind tot-d'a-una neglijabil față cu unitatea, avem $q = i$

Nu se poate explica aceasta de cât presupunând că gravitatea nu intră în rezistența totală cu valoarea integrală care rezultă din profil. Trebuie să se admită deci că micșorarea rezistenței, deducând că partea aferentă gravității, constatată, pentru *viteze egale*, când se trece de la o pantă la un palier sau de la un palier la o rampă provine din condițiunile deosebite în care să exercită tracțiunea, după natara profilului. Pe pante, există o micșorare a efortului de tracțiune; lanțurile sunt mai puțin întinse de cât pe rampe și vehiculele mergând mai independent, buzele unui mai mare număr de roți pot veni să frece șinile, ceea ce mărește rezistența.

Observațiunile au făcut să se afecteze termenul i cu un coeficient inferior unității, care ține socoteală de această influență a șevăirei (lacet) și de loviturii; acest coeficient este, în număr rotund 0,9, în limitele de declivitate 5 și $+5^m/m$; R' va fi deci reprezentat în realitate prin formula :

$$R' = R + 0.9 i$$

R' este rezistența pe tona remorcată, în aliniament, pe un profil oare-care; R , rezistența în palier, cu aceeași viteză; i înclinarea în milimetri pe metru; ea este ≤ 0 , după cum avem, vâmpă, palier sau pantă. Invers, pentru a readuce în palier rezistența R' , observată pe o declivitate, se va recurge la egalitatea $R = R' - 0.9 i$ dedusă din precedentă, și în care se va da lui i aceeași interpretare de semn.

b) Rezistența vehiculelor cu bogii

Pentru a compara rezistența specifică a vagoanelor cu bogii cu patru osii, cu cea a vehiculelor ordinare cu două osii de pe drumul de fer de Nord, D. du Bosquet, face să se întreprindă o serie de eaperiinte dinamometrice, în Iunie 1895, cu materialul companiei internaționale de vagoane de dormit.

Trenurile de încercare au avut loc, la ducere și întoarcere, pe liniile de la Paris la Aulnoye, la Laon, la Calais, la Lille și la Trepport.

Ele erau formate din vagoane de dormit de 30 tone, greutatea era de 206 tone (fără locomotivă și tender), afară de un singur cas când ea era de 175 tone. Nu s'a ținut seamă de cât de eforturile de tracțiune observate în aliniament, pe un profil uniform și cu o viteză constantă.

Resultatele observațiilor, făcute util între viteze de 60 și 115 km. pe oră, au fost traduse grafic prin curba reprezentativă *ef* (Pl. I) care poate fi considerată ca o parabolă; vitezele au fost luate ca abscise și rezistențele ca ordinate.

Ecuatiunea acestei curbe, pusă din punctul de vedere al aplicațiunii practice sub o formă analoagă celei din formula (4) este :

$$(5) R = 1,6 + 0,45 + V \left(\frac{V+10}{1000} \right)$$

Tabloul următor dă, pentru diferite viteze rezistența în palier a materialului ordinar și a materialului cu bogii.

VITEZA IN KILOM. pe oră	REZISTENȚA PE TONA		DIFERINȚE in favoarea materialului cu bogii
	a materialului ordinar R_1	a materialului cu bogii R_2	
km.	kg.	kg.	kg.
foarte mică	1.6	1.6	0
60	4.64	3.52	1.11
70	5.46	4.15	1.29
80	6.38	4.88	1.48
90	7.40	5.70	1.68
100	8.50	6.62	1.86
110	9.70	7.62	2.05
115	10.33	8.16	2.14

Examenul cifrelor precedente, precum și a diagramelor comparative din planșa I, arată că avantajul materialului cu bogii este nul sau neglijabil pentru vitezele mici, căci rezistența proprie a vehiculelor, datorită mai cu seamă frecării osiilor, are sensibil aceeași valoare în amândouă cazurile, din cauza egalității raporturilor diametrului osiilor la acel al roților. Deosebirea între R_1 și R_2 crește cu viteza; ast-fel la 60 km. el este de 1,11 kg. și la 115 km. el atinge 2,14 kg. Causa principală a acestei superiorități a materialului cu bogii, pentru vitezele mari, stă mai cu seamă în micșorarea numărului intervalelor care există între vagoane, în cât influența aerului asupra trenului întreg este mult mai redusă. Trebuie să se observe asemenea că baza vagoanelor fiind mai largă, mișcarea de șovăire lacet are o amplitudine mai mică și rulagiul se face mai liniștit de cât cu vagoanele ordinare.

Să vede după tabloul precedent, că raportul R_2 la R_1 variază de la 0.76 la 0.79 între vitezele de

60 și 115 km pe oră. Micșorarea rezistenței specifice redusă la palier, dată de vagoanele cu bogii, este deci cel puțin de 20%.

În darea de seamă asupra încercărilor dinamometrice de acelaș fel, făcute la drumul de fer al Statului, D. Desdouts socotesce 25 sau 30% din câștigul procurat de materialul cu bogii. Aceste rezultate sunt destul de concordante, și mica deosebire ce o presintă poate să fie atribuită condițiilor diferite de experiența mai cu seamă din punctul de vedere al greutateților remorcate și tipului vagoanelor.

Pe rampe raportul $\frac{R_2}{R_1}$ de și puțin mai mare de cât în palier, rămâne totuși destul de diferit de unitate. Ast-fel pe o rampă de 5‰, declivitate care se întâlnește ades pe liniile principale ale rețelei Nordului, rezistențele pe tonă de tren, pentru viteza de 80 km pe oră, ar fi respectiv de :

$$4.88 + 0.9 + 5 = 9.78 \text{ kg. pentru vagoanele cu bogii și de : } \\ 6.38 + 0.9 + 5 = 10.28 \text{ kg. pentru materialul ordinar.}$$

Raportul acestor două cantități este de 0.86; micșorarea rezistenței procurate de materialul cu bogii ar da deci posibilitatea de a remarca pe liniile principale ale companiei de Nord, cu o locomotivă dezvoltând un efort de tracțiune determinat, o greutate superioară cu 14% celei care ar fi constituită cu vagoane obișnuite cu 2 osii.

În urma încercărilor comparative de tracțiune, efectuate la compania de Nord, în Iunie 1895 și menționată mai sus, Comitetul Direcțiunii, decise de a face să se construiască 9 vagoane cu bogii de tipul american, dar mai puțin lungi și mai puțin grele, permițând de a constitui un tren rapid de experiențe, care va fi pus la dispoziția călătorilor și care va circula pe diferitele linii ale companiei. El coprinde trei vagoane dn I-a, două de a II-a, și mixte de I-a și a II-a clasă și două furgoane.

Fie-care vagon, de 28 tone aproape, este cu coridor lateral, cu platforme cu totul închise la extremități, ceea ce va permite circulația, pe paserele acoperite, de la un cap la altul al trenului.

Conclușiune

Experiențele dinamometrice recente, făcute cu viteze mari la Compania de Nord, cu trenurile de călători, au arătat că rezistența R , pe tonă remor-

cată, poate să fie reprezentată, în funcție de viteza V , în km. pe oră, prin formulele următoare :

$$R = 1.6 + 0.46 V \left(\frac{V + 50}{1000} \right)$$

pentru vagoanele obișnuite cu 2 osii ale Companiei de Nord.

$$R = 1.6 + 0.456 V \left(\frac{V + 10}{1000} \right)$$

pentru vehicule cu bogii de tipul companiei vagoanelor de dormit.

Ele sunt aplicabile în *palior și aliniament, între limitele de vitesă de 60 și 115 km. pe oră.*

Comparațiunea acestor două formule conduce la o economie de cel puțin 20% în favoarea materialului cu bogii. Pe rampe, acest avantaj devine puțin mai mic, din cauza factorului constant al gravității.

Cât despre rezistența specifică R' , pe declivități, ea se deduce din relațiunea următoare :

$$R' = R + 0.9 i$$

în care R este rezistența corespunzătoare în palier, la aceeași viteză și i , înclinarea căii în milimetri pe metru i este pozitiv, nul sau negativ, după cum avem o rampă, un palier sau o pantă.

DRUMURI DE FER DE INTERES LOCAL

Legea din 11 Iunie 1880 relativă la drumurile de fer de interes local și la tramvaiuri

Senatul și Camera deputaților au adoptat, Președintele Republicii promulgează legea a cărei conținut urmează :

CAP. ÎNTÂIU

Drumuri de fer de interes local

Art. 1. Stabilirea drumurilor de fer de interes local de către departamente sau comune, cu sau fără concursul proprietarilor interesați, este supusă la următoarele dispozițiuni.

Art. 2. Dacă este vorba de a se stabili drumuri de fer de către un departament, pe teritoriul uneia sau a mai multor comune, consiliul general hotărăște, după instrucțiunea prealabilă făcută de prefect și după anchetă, modul și condițiunile construcțiunei lor, precum și tracatele și dispozițiunile necesare pentru a asigura exploatarea, conformându-se clauzelor și condițiunilor din caetul de sarcini tip aprobat de Consiliul de Stat, afară de modificările care ar fi aduse de convențiunea și legea de aprobare.

Dacă linia trebuie să se întindă prin mai multe departamente, atunci vor avea loc aplicarea articolelor 89 și 90 din legea din 10 August 1871.

Dacă este vorba de a se stabili drumuri de fer de interes local de către o comună pe teritoriul său, atribuțiunile încredințate Consiliului general prin paragraful 1-iu al acestui articol vor fi exercitate de Consiliul municipal în aceleași condițiuni și fără să fie nevoie de aprobarea prefectului.

Drumurile de fer de interes local departamentale sau comunale ast-fel hotărâte, sunt supuse la examenul Consiliului general a podurilor și șoselelor Consiliului de Stat. Dacă proiectul a fost hotărât de un Consiliul municipal, este întovărășit de avizul Consiliului general.

Utilitatea publică este declarată și executarea este autorizată prin o lege.

Art. 3. După ce s'a obținut autorizațiua, dacă este vorba de un drum de fer concedat de Consiliul general, prefectul după ce a luat avizul inginerului șef al departamentului, supune proiectele de execuție Consiliului general care hotărăște definitiv.

Totuși în cele 2 luni care urmează după deliberare, Ministrul lucrărilor publice poate, după propunerea prefectului și după ce a luat avizul Consiliului general a podurilor și șoselelor, so convoacă Consiliul general al departamentului spre a delibera din nou asupra proiectelor despre care s'a vorbit.

Dacă linia trebuie să se întindă pe mai multe departamente și dacă Consiliile generale sunt în dezacord, atunci ministrul hotărăște.

Dacă e vorba de un drum concedat de un Consiliu municipal, atribuțiunile exercitate de Consiliul general, în termenii paragrafului I-iu din acest articol, aparține consiliului municipal, a cărei deliberare e supusă la aprobarea prefectului.

Dacă un drum de fer de interes local trebuie să imprumute solul unei căi publice, proiectele de execuție sunt precedate de ancheta prevăzută prin art. 29 a prezentei legi.

În acest caz sunt de asemenea aplicabile articole 34, 35, 37 și 38 care urmează după acesta.

Punctele de detaliu ale lucrării sunt aprobate de prefect după avizul inginerului șef.