

MECANICA TURNUSURILOR ȘI A GRAFICELOR DE CIRCULAȚIE A TRENURILOR

MECHANIC OF TIMETABLES AND TRAINS CIRCULATION GRAPHICS

Marian Mihail CĂLIN¹, Lucian BLAGA², George MICU³, Gabriel POPA⁴,
Alexandru BADEA⁵, George DUMITRU⁶

¹Autoritatea Feroviară Română, Calea Griviței nr. 393, sectorul 1, București, România.

e-mail autor: Marian Mihail CĂLIN: calin.marian@afef.ro.

^{2,3,6}Autoritatea Feroviară Română - Calea Griviței nr. 393, sectorul 1, București, România.

^{4,5}Universitatea Politehnica București, Splaiul Independenței nr. 313, București, România
e-mail autori: Lucian BLAGA: blaga@afef.ro, George MICU: micu.george@afef.ro, Gabriel
POPA: gabi21popa@yahoo.com, Alexandru BADEA: alexsinaia@yahoo.com, George
DUMITRU, george.dumitru.cfr@gmail.com

Rezumat: *Una dintre activitățile specifice unei organizații din sectorul feroviar o constituie producția. În acest sens, activitatea de organizare pentru ramura și în domeniul propriu trebuie să aibă legătură cu organizarea producției și cu organizarea muncii. Totodată, în funcție de specificul activităților derulate, trebuie să se țină cont și de aspectele legate de activitatea de microproducție pentru dotarea proprie, precum și pentru dotarea unităților de producție. Nu în ultimul rând, trebuie avute în vedere particularități precum cercetarea științifică, sarcinile de dezvoltare, modernizare și întreținere a transporturilor. Pentru eficientizarea acestora, trebuie asigurat un cadru juridic și economico-financiar adecvat respectiv a regimurilor de identificare, evaluare și gestionare a riscurilor asociate pericolelor specifice activităților economice proprii, pentru domeniile specifice sectoarelor de activitate.*

Cuvinte cheie: *producție, isocuantă, elasticitatea de substituție, randament, proporții variabile, rezultate marginale.*

Abstract: *One of the specific activities of a railway organization is production. In this sense, organizational work for the branch and in its own field must relate to the organization of production and the organization of work. At the same time, depending on the specifics of the activities carried out, it is necessary to take into account the aspects related to the microproduction activity for own endowment, as well as for endowment of the production units. Last but not least, particularities such as scientific research, development tasks, modernization and maintenance of transport. In order to make them more efficient, an adequate legal and economic-financial framework, as well as the systems for identifying, evaluating and managing the risks associated with the dangers specific to their own economic activities, for the domains specific to the activity sectors.*

Keywords: *production, isoquantum, the substitution elasticity, efficiency, variable proportions, outside results.*

1. INTRODUCERE

Turnusul este un grafic care stabilește programul de circulație al trenurilor pentru mijloacele de remorcare și personalul care conduce ori deservește un tren [1] precum și indicatorii economici calculați în funcție de alegerea optimă a împerecherilor intervalelor orare de circulație stabilite prin Mersul Trenurilor. Turnusul se întocmește decadal, lunar și anual pentru locomotive, mecanici de locomotivă și personal de tren (șefi tren și conductorii). În funcție de utilizarea cât mai justă a segmentelor orare de circulație a trenurilor și de timpii alocați proceselor tehnologice la îndrumarea / gararea trenurilor și respectiv de punerea în serviciu / remizarea locomotivelor, precum și de asigurarea odihnei necesare personalul care conduce și deservește un tren, după întocmirea turnusului se stabilește programul de lucru al locomotivelor de remorcare și al personalului de locomotivă și de tren. Totodată, pentru locomotive, se stabilește și programul de alimentări (acolo unde este cazul) respectiv programele de întreținere a materialului rulant (locomotive și vagoane, automotoare, rame electrice) pentru asigurarea intervențiilor programate în cadrul reviziilor și al reparațiilor.

Parcursul liniar este parcursul realizat de locomotivele aflate în capul trenurilor (sau parcursul locomotivelor titulare prevăzute în turnus sau în programul de lucru pentru remorcarea trenurilor), la care se adaugă parcursul locomotivelor folosite pentru dubla sau multipla tracțiune și parcursurile izolate (aferele locomotivelor care circulă independent, fără vagoane), iar parcursul echivalent reprezintă parcursul rezultat în urma aplicării unor coeficienți stabiliți prin normative naționale.

Prin timp de exploatare înțelegem doar timpul cât locomotivele se află în lucru conform graficelor de circulație, atunci coeficientul timpului de mers se poate calcula astfel:

$$k_{tm} = \frac{L_t}{V_t} : \frac{L_t}{V_c} = \frac{V_c}{V_t} = k_{vc} \quad (1)$$

unde: V_c reprezintă viteza medie comercială a locomotivelor, iar k_{vc} este coeficientul vitezei comerciale. Viteza comercială a vagoanelor se consideră egală cu viteza comercială a trenurilor în care acestea circulă [2]. Coeficientul parcursului productiv (coeficientul de utilizare a parcursului) exprimă una din laturile calitative ale activității de exploatare a vagoanelor, calculându-se ca un raport între parcursul productiv (cu încărcătură) și parcursul total sau ca un raport între cursa cu încărcătură și cursa totală a vagonului.

Un grafic de circulație este o succesiune de diagrame de mers care înglobează totodată și timpii de staționare a trenurilor în punctele de secționare pe parcursul cărora se efectuează diferite operații tehnice sau comerciale.

În prezenta lucrare s-a căutat să se determine baza de calcul al timpilor, distanțelor, vitezelor și ale accelerațiilor care înglobate redau imaginea în ansamblu a condițiilor care trebuie îndeplinite primordial înainte de întocmirea unui turnus și a graficelor de circulație a trenurilor pe o secție de circulație sau pe mai multe rețele. Determinările privind mecanica mișcării trenurilor între două sau mai multe stații ale unei secții de circulație sunt astfel esențiale, având în vedere faptul că ele se fac primordial, înainte de rezolvarea problemelor asociate determinării parcursurilor de exploatare.

2. DETERMINAREA TIMPILOR NECESARI PARCURGERII UNOR DISTANȚE DATE DE CĂTRE TRENURI ȘI ALE VITEZELOR DE CIRCULAȚIE ÎN FUNCȚIE DE ANUMITE CONDIȚII IMPUSE PE INTERVALE DISTINCTE DE TIMP ȘI DISTANȚĂ, RAPORTATE LA DIFERITE REFERENȚIALE INERȚIALE

Se vor considera două trenuri cu lungimile l_1 și l_2 , care au fost expediate la momente de timp diferite și cu viteze distincte v_1 și v_2 dintr-o stație de cale ferată (CF) A , pe o cale dublă spre stația CF B , fiind necesară determinarea intervalului de timp scurs până când un călător aflat în unul dintre cele două trenuri observă trecerea pe lângă el a celuilalt tren. Pentru aceasta, se va considera că viteza primului tren este mai mare decât a celui de-al doilea în primul caz, referențialul inerțial ales fiind definit de terasamentul liniei de cale ferată [3].

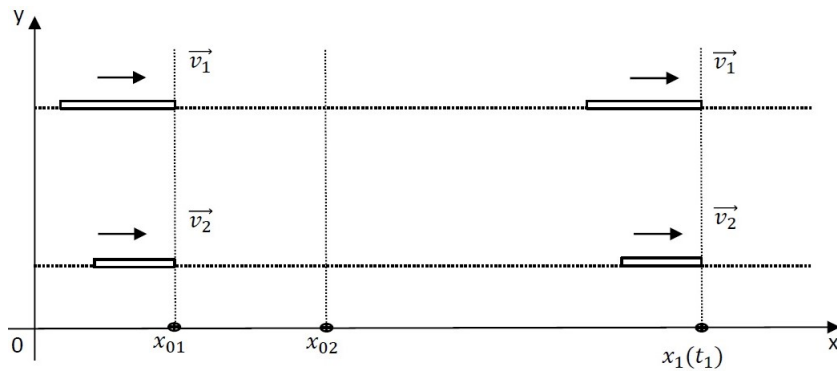


Fig. 1. Schema celor două trenuri la momentul de timp $t = t_1$

La momentul $t = t_0 = 0$:

$$\begin{cases} x_{01} = |\vec{x}_{01}| \\ y_{01} = |\vec{y}_{01}| \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{02} = y_{01} + l_2 \\ y_{02} = |y_{02}| \end{cases} \text{ unde: } v_{2x} = v_2; \quad (2)$$

La momentul de timp t oarecare:

$$\begin{cases} x_1 = x_{01} + v_1 \cdot t \\ y_1 = y_{01} \text{ (traectoria)} \end{cases} \text{ și } \begin{cases} x_2 = x_{01} + l_2 + v_2 \cdot t \\ y_2 = y_{02} \text{ (traectoria)} \end{cases} \quad (3)$$

La momentul de timp $t = t_1$:

$$\begin{cases} x_1(t_1) = x_{01} + v_1 \cdot t_1 \\ x_2(t_1) = x_{01} + l_2 + v_2 \cdot t_1 \end{cases} \quad (4)$$

Impunând condiția ca:

$$x_1(t_1) = x_2(t_1) \Rightarrow x_{01} + v_1 \cdot t_1 = x_{01} + l_2 + v_2 \cdot t_1 \Rightarrow v_2 = v_1 - \frac{l_2}{t_1} \quad (5)$$

La momentul de timp $t = t_0 = 0$:

$$\begin{cases} x_{01} = |\vec{x}_{01}| \\ y_{01} = |\vec{y}_{01}| \end{cases} \text{ și } \begin{cases} x_{02} = x_{01} \\ y_{02} = |y_{02}| \end{cases} \quad (6)$$

Se impun condițiile: $\begin{cases} x_1 \cdot x = v_1 \\ x_2 \cdot x = v_2 \end{cases}$ (figura 2).

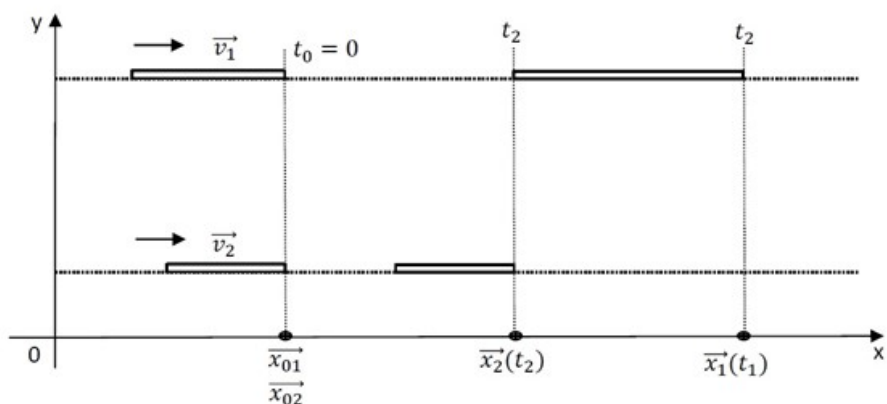


Fig. 2. Schema celor două trenuri la momentul de timp .

$$\begin{cases} x_1 = x_{01} + v_1 \cdot t \\ y_1 = y_{01} \end{cases} \quad \text{și} \quad \begin{cases} x_2 = x_{01} + v_2 \cdot t \\ y_2 = y_{02} \end{cases} \quad (7)$$

La momentul de timp $t = t_2$:

$$\begin{cases} x_1(t_2) = x_{01} + v_1 \cdot t_2 \\ x_2(t_2) = x_{01} + v_2 \cdot t_2 \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{Dar: } x_1(t_2) - x_2(t_2) = l_1 \Rightarrow t_2 = \frac{l_1}{v_1 - v_2 + \frac{l_2}{l_1}} \Rightarrow t_2 = t_1 \cdot \frac{l_1}{l_2}$$

Una dintre observațiile utile demne de menționat constă în faptul că momentul de timp nu depinde de mărimile vitezelor de deplasare ale celor două trenuri [4]. În sistemul de referință propriu al primului tren, viteza acestuia este nulă:

$$\vec{v}'_{1,1} = \vec{v}_1 + |-\vec{v}_1| = \vec{0}; \quad (9)$$

$$\vec{v}'_{2,1} = \vec{v}_2 + (-\vec{v}_1) \Rightarrow v'_{2,1x} = v_2 - v_1 = -(v_1 - v_2) \Rightarrow v'_{2,1} = -(v_1 - v_2) \quad (10)$$

La momentul de timp $t_0 = 0$:

$$\begin{cases} x'_{0,2} = l_2 \\ y'_{0,2} = -|y'_{0,2}| \Rightarrow v'_{2,x} = -(v_1 - v_2) \end{cases} \quad (11)$$

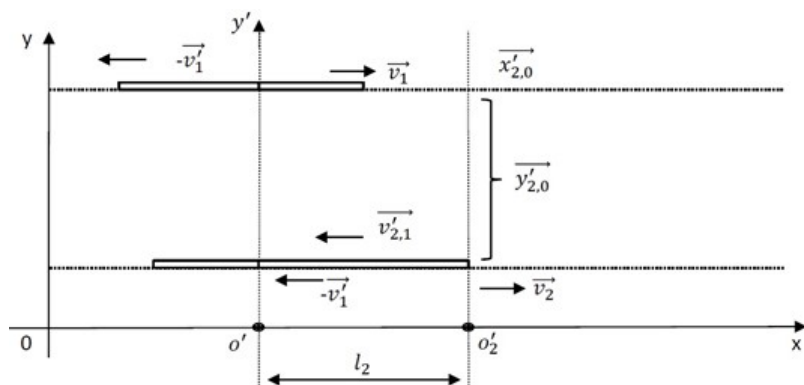


Fig. 3. Schema celor două trenuri la momentul de timp t oarecare.

La momentul de timp t oarecare (figura 3):

$$\begin{cases} x'_2 = l_2 - (v_1 - v_2) \cdot t \\ y'_2 = y'_{0,2} \equiv \text{traietoria} \end{cases} \quad (12)$$

La momentul de timp $t = t_1$:

$$x'_2(t_1) = l_2 - (v_1 - v_2) \cdot t_1 \quad (13)$$

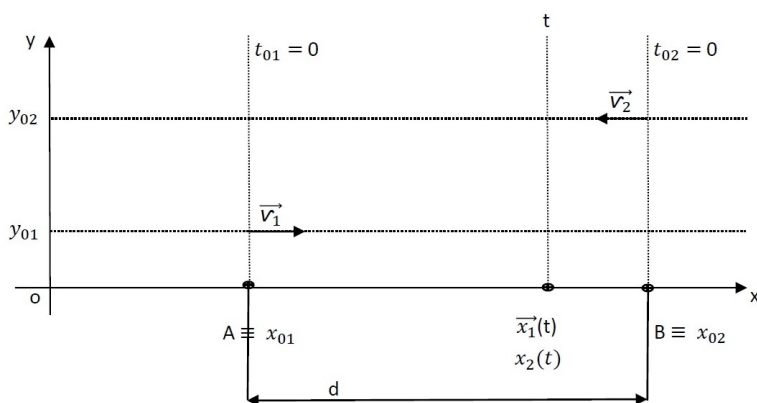


Fig. 4. Diagrama celor două trenuri expediate în sens contrar din cele două stații CF

Se impune condiția:

$$\begin{aligned} x'_2(t_1) = x'_1(t_1) = 0 &\Rightarrow \\ \Rightarrow l_2 - (v_1 - v_2) \cdot t_1 = 0 &\Rightarrow l_2 - v_1 \cdot t_1 + v_2 \cdot t_2 = 0 \Rightarrow v_2 = v_1 - \frac{l_2}{t_1} \end{aligned} \quad (14)$$

La momentul de timp $t = t_0 = 0$:

$$\begin{cases} x'_{0,2} = 0 \\ y'_{0,2} = -|y'_{0,2}|; v'_{2x} = -(v_1 - v_2). \end{cases} \quad (15)$$

Pentru simplificarea modului de construire și prezentare a graficelor de circulație, se consideră că trenurile circulă cu viteză constantă, fără timp de frânare - demarare, pe întreaga distanță d ($d = AB$, A și B fiind două stații consecutive de pe aceeași secție de circulație a trenurilor). Diagrama mișcării unui tren (respectiv dreapta AC din fig. 5) este cunoscută sub denumirea de trasă [5].

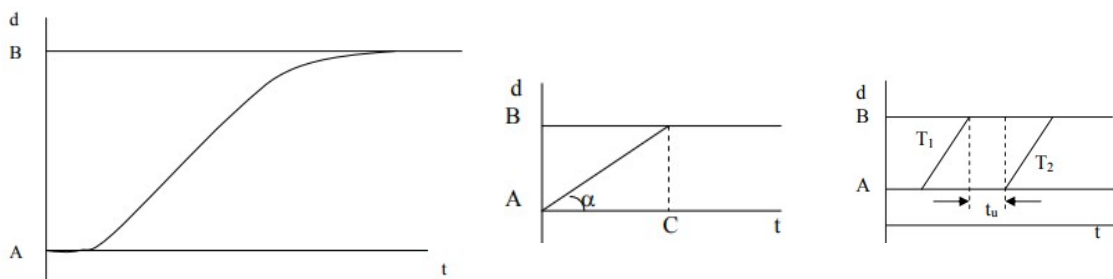


Fig. 5. Diagrama mișcării trenurilor cu viteză constantă

Tangenta unghiului format de trasă și axa absciselor (a unghiului α), sau coeficientul unghiular al trasei, nu este altceva decât viteza de circulație a trenului iar înclinația trasei față de axa absciselor și, implicit, timpul de străbateră a distanței de circulație vor fi mai mari sau mai mici în funcție de viteza de circulație a trenurilor timpul aflându-se în raport invers proporțional cu viteza. În cazul a două trenuri consecutive care circulă între două stații A și B , în sensul de la A la B , intervalul de urmărire este tu .



Fig. 6. Diagrama intervalului de încrucișare a două trenuri și a intervalului de sosire nesimultană a trenurilor într-o stație CF

Intervalul de încrucișare este timpul scurs din momentul sosirii în stația de încrucișare a unui tren care circulă într-un sens și momentul expedierii (sau tranzitării fără oprire) din aceeași stație a unui al doilea tren, care circulă în sens opus (fig. 6).

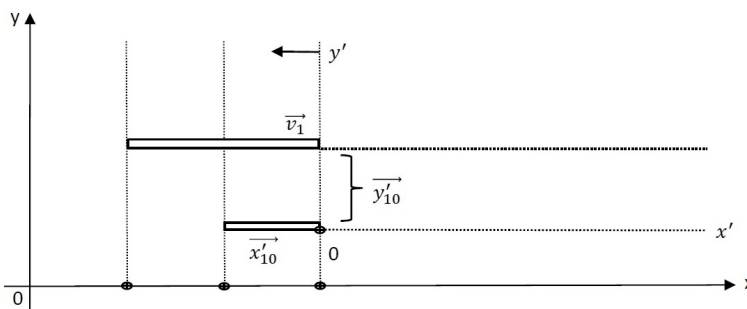


Fig. 7. Diagrama celorlalte două trenuri expediate în sens contrar din cele două stații CF (A și B) cu viteze egale în modul

Într-o situație similară în care din aceleași stații de cale ferată A și B sunt expediate (pe cale dublă) alte două trenuri în sensuri contrarii unul către celălalt (figura 7), distanța dintre cele două stații CF fiind d , vitezele trenurilor v_1 și v_2 fiind date, se va determina timpul scurs până când cele două trenuri cu aceleași lungimi l_1 și l_2 , se vor întâlni, ecuațiile Galilei ale deplasărilor celor două trenuri și ulterior, timpul necesar ajungerii fiecărui tren în cealaltă stație CF [6]. Considerând $y_1 = y_{01}$ traiectoria primului tren și respectiv $y_2 = y_{02}$ traiectoria celui de-al doilea tren atunci, ecuațiile vitezelor celor două trenuri vor fi:

$$\begin{cases} v_{1x} = v_1 \\ v_{2x} = -v_2 \end{cases} \quad (16)$$

$$\alpha = t_{01} = 0 \quad \begin{cases} x_{01} = |x_{01}| \\ y_{01} = |y_{01}| \end{cases} \quad (17)$$

$$\begin{cases} x_{02} = x_{01} + d \\ y_{02} = |y_{02}| \end{cases} \quad (18)$$

$$x = x_0 + v_x \cdot t \quad (19)$$

$$x_1 = x_{01} + v_1 \cdot t \quad (20)$$

$$x_2 = (x_{01} + d) - v_2 \cdot t \quad (21)$$

Dacă t este momentul de timp după care cele două trenuri se întâlnesc, atunci rezultă:

$$\begin{cases} x_1(t) = x_{01} + v_{x1} \cdot t \\ x_2(t) = x_{01} + d - v_2 \cdot t \end{cases} \Rightarrow x_1(t) = x_2(t) \quad (22)$$

$$x_{01} + v_1 \cdot t = x_{01} + d - v_2 \cdot t \Rightarrow t \cdot (v_1 + v_2) = d \Rightarrow$$

$$\text{dar: } \begin{cases} t = \frac{d}{v_1 + v_2} \\ \Delta x_1(t) = x_1 - x_{01} \\ \Delta x_2(t) = v_1 \cdot t \end{cases} \Rightarrow \Delta x_2(t) = x_2(t) - x_{01} - d = -v_1 \cdot t \Rightarrow \Delta x_2 = -v_2 \cdot \frac{d}{v_1 + v_2} \quad (23)$$

Dacă $v_1 > v_2 \Rightarrow |\Delta x_1| > |\Delta x_2|$ atunci, punctul de întâlnire dintre cele două trenuri este mai aproape de stația CF B . Dacă $|\Delta x_1| < |\Delta x_2|$ atunci punctul de întâlnire este mai aproape de stația CF A . Dacă cele două trenuri de lungimi l_1 și l_2 se deplasează în același sens și pe aceeași direcție față de un referențial inerțial fix $Oxyz$ (figura 8), unul dintre trenuri având viteza relativă egală în modul cu a celui alt tren față de acesta respectiv este $v - [m/s]$, se va determina timpul necesar unui observator aflat într-unul dintre trenuri [7], pentru a vedea trecând pe lângă el celălalt tren.

Cazul 1 (fig. 8): $v'_{1x} < 0$ și $v'_{10} = 0$

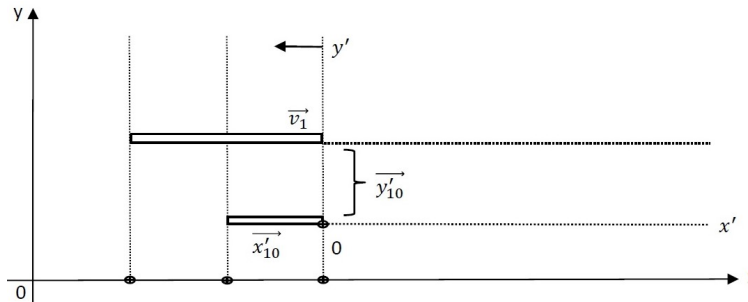


Fig. 8. Diagrama celor două trenuri expediate din stațiile CF A și B în cazul în care $v'_{1x} < 0$

$$\begin{cases} x_1' = -x_{10}' \cdot t \\ y_1' = |y_{10}'| \end{cases} \quad (24)$$

La momentul t_1 :

$$\begin{cases} x_1' = -v_1' \cdot t_1 \\ x_1'(t) = -l_2 \end{cases} \Rightarrow t_1 = \frac{l_2}{v_1'} \quad (25)$$

$$\begin{cases} x_1' = t_1 - v_1' \cdot t \\ y_1' = |y_{10}'| \end{cases} \quad (26)$$

Cazul 2 (fig. 9): $v_{1x}' > 0$

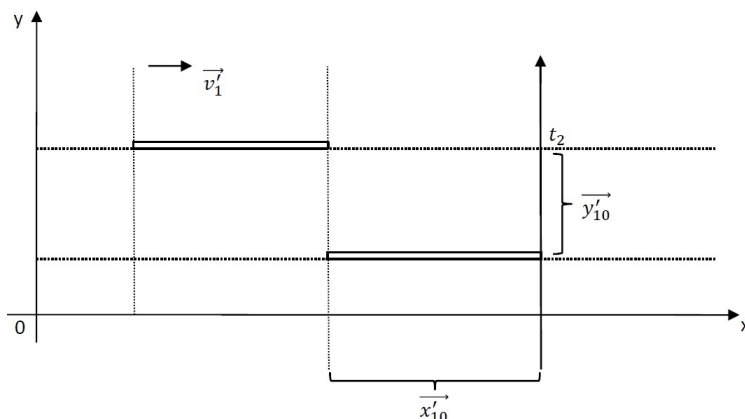


Fig. 9. Diagrama celor două trenuri expediate din stațiile CF A și B în cazul în care $v_2' < v'$

$$\begin{cases} x_1' = -l_2 + v_2' \cdot t \\ y_1' = |y_{10}'| \end{cases} \quad (27)$$

La momentul t_2 : $v_2' = v'$ (fig. 8):

$$x_1' = 0 \Rightarrow -(l_2 + v_2' \cdot t_2) = 0 \Rightarrow t_2 = \frac{l_2}{v'} \quad (28)$$

La momentul $t = t_1$:

$$\begin{cases} x_1' = v_1' \cdot t \\ y_1' = |y_{10}'| \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1'(t_1) = v_1' \\ x_1'(t_1) = l_1 \end{cases} \Rightarrow t_1 = \frac{l_2}{v_1'} \quad (29)$$

Având în vedere că viteza relativă a primului tren față de cel de-al doilea reprezintă opusul vitezei relative a celui de-al doilea tren față de primul, atunci este evident faptul că dacă:

$$v_1'(t) < 0 \Rightarrow v_2' > 0 \text{ în condițiile în care: } \left[\overrightarrow{v_{1,2}'} \right] = \left[\overrightarrow{v_{2,1}'} \right] = v'$$

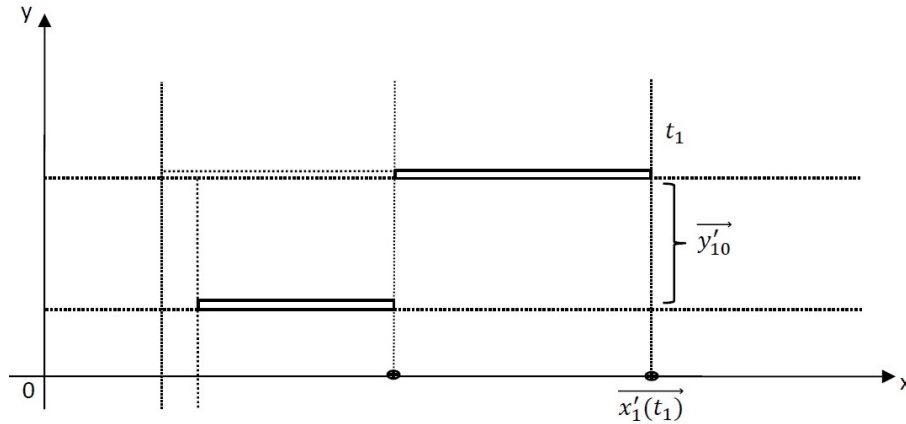


Fig. 10. Diagrama celor două trenuri la momentul $t = t_1$.

Cazul 3: $v_{1x}' < 0$ în sistemul de referință al primului tren (fig. 10).

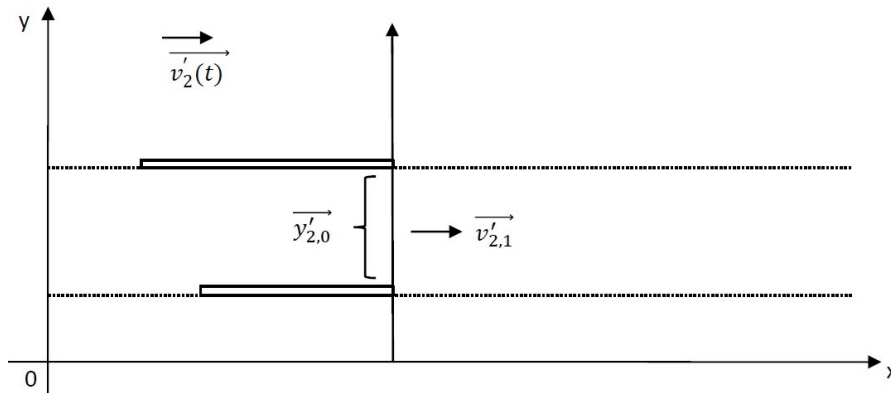


Fig. 11. Schema sistemului de referință al primului tren când $t = t_1$.

$$\begin{cases} x_2' = v' \cdot t \\ y_2' = -|y_{0,2}'| \end{cases} \quad (30)$$

unde: $y_{2,0}' = y_{0,2}'$

La momentul $t = t_1$ (fig. 11):

$$\begin{cases} x_2'(t_1) = v' \cdot t_1 \\ x_2'(t_1) = l_2 \end{cases} \Rightarrow t_1 = \frac{l_2}{v_1} \quad (31)$$

$$\begin{cases} v_2' = -l_1 \cdot v' \cdot t \\ y' = -|y'_{0,2}| \end{cases} \quad (31)$$

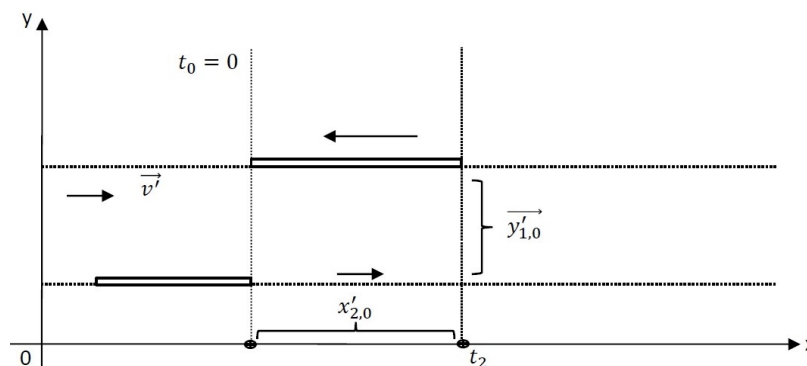


Fig. 12 Schema sistemului de referință al primului tren când $t = t_2$.

La momentul $t = t_2$ (fig. 12):

$$\begin{cases} x_2'(t) = -l_1 + v' \cdot t_2 \\ x_2'(t_2) = 0 \end{cases} \Rightarrow t_2 = \frac{l_1}{v_1} \quad (32)$$

Distanța minimă la care se pot succeda două mijloace feroviare aflate în mișcare unul față de altul este definită de distanța dintre două puncte de secționare. Această distanță se numește distanță de circulație și este cel puțin egală cu drumul de frânare al unui tren. Calitatea îndeplinirii graficului de circulație al trenurilor după turnusul stabilit, se exprimă prin procentul trenurilor deviate după graphic [8], în esență reprezentând raportul dintre numărul de trenuri expediate după graphic în cursul unei zile și numărul total de trenuri expediate în cursul zilei.

6. CONCLUZII

În Este imperativ să fie cunoscut faptul că, personalul cu funcții de conducere din unitățile de transporturi, pe lângă îndatoririle prevăzute în fișa postului, mai are și îndatoriri principale obligatorii precum punerea la dispoziția salariaților potrivit specificului muncii și condițiilor avute în vedere la stabilirea normelor de muncă, mijloacele de transport, instalațiile, utilajele, aparatele și uneltele, în vederea utilizării depline a capacității de transport și de producție, precum și a folosirii complete și eficiente a timpului de lucru.

Un turnus grafic bine întocmit permite utilizarea cea mai bună și exploatarea cea mai economică din perspectiva eficientizării prețurilor de cost ale producției în circulația

trenurilor. Pentru întocmirea turnusului grafic trebuie în prealabil cunoscute date relevante precum programul nominal de circulație, secțiile de remorcare ale depourilor pentru trenuri, tipurile de material rulant care vor fi utilizate la fiecare turnus, felul trenurilor, timpul necesar pentru echiparea și pregătirea locomotivelor și a garniturilor de tren, duratele proceselor tehnologice de echipare și pregătire a materialului rulant, durata staționării în capul trenului la plecare și la sosire, atât în stația, depoul de domiciliu (al personalului de locomotivă sau al mijlocului de remorcare) cât și în stația terminus, conform legislației în vigoare, durata serviciului continuu maxim admis pentru personalul de locomotivă dar și al personalului de tren care, până în prezent nu este reglementat.

Concluzionând, mai trebuie precizat faptul că există cazuri când unii operatori de transport feroviar (OTF) din România, stabilesc prin program ca echipa formată din șef de tren și conductor să presteze serviciu de pază al garniturilor de tren după gararea acestora în stațiile terminus. Acest fapt se consumă și fără asigurarea condițiilor minime de confort termic pentru personalul de tren întrucât locomotivele sunt decuplate electric de garniturile trenurilor după remizare în stațiile terminus iar pe timp de noapte și în sezonul de iarnă, temperatura mediului ambiant în vagoanele unui astfel de tren de călători remizat, scade sub valoarea înghețului. Însă, cum aceste aspecte ce fac obiectul unui abuz inacceptabil săvârșit de OTF, sunt în egala măsură oglinda eșecului activității de supraveghere efectuate de Autoritatea Feroviară Română (AFER) prin organismul său desemnat, Autoritatea de Siguranță Feroviară Română (ASFR).

La întocmirea mersului de tren și a turnusurilor grafice trebuie să se țină cont și de tipul secției de remorcare respectiv secție electrificată sau nu, lini dublă sau nu, secții de circulație închise accidental total sau doar pe unul dintre firele de circulație pentru lucrări de reabilitare, refacere ori modernizare dar și de capacitatea de circulație a unei secții de circulație, capacitatea fiind indicatorul economic care este egal cu capacitatea de circulație corespunzătoare distanței limitative. Capacitatea de circulație a unei secții de circulație principale este egală cu capacitatea de circulație a secției limitative de pe cuprinsul său.

Timpul de ocupare a distanței limitative de către un tren ori de către o pereche de trenuri trebuie stabilit, pentru fiecare secție de circulație în parte, în baza mai multor ipoteze cum ar fi cea legată de regimul de trecere a trenurilor prin stațiile care mărginesc distanța limitativă: treceri cu opriri în ambele stații, treceri cu opriri numai în prima (sau a doua) stație, ori treceri fără oprire prin ambele stații. O altă ipoteză este cea cu privire la viteza de circulație a trenurilor care străbat distanța limitativă, viteză care este dependentă de regimul de circulație, de excesul sau deficitul de supraînălțare al căii în curbe, de tonajul trenurilor, de sistemul de tracțiune utilizat etc.

Totodată, pentru trenurile de călători se pot cuprinde (în turnusul locomotivelor) în mod excepțional două tipuri (serii sau clase) de material rulant motor, cu puterea instalată diferită, impunând condiția ca timpii de mers să fie calculați cu locomotivele care au cea mai mică putere de tracțiune. Dacă se procedează invers, locomotivele cu cea mai slabă putere de tracțiune vor prelungi timpii de mers.

BIBLIOGRAFIE

- [1] **G. Dumitru and others**, “*Considerații asupra unor aspecte legate de dinamica vehiculelor motoare de cale ferată*” (Observations on Some Aspects Related to Dynamic Of Railway Vehicle Engine), Revista MID-CF (Magazine), no. 1/2008.
- [2] **A. Badea, G.Popa, S. Andaman, L. Blaga, C.N. Badea, G. Dumitru**, „*Variația Sarcinilor Verticale pe Osiile Locomotivei seria 480 Transmontana*”, în Sinteze de Mecanică Teoretică și Aplicată, Vol. 7 (2016), nr. 4, pp. 287-296.
- [3] **I. Tanasuică**, “*Managementul logisticii transporturilor*”; Ed. CPRU Buc. 1998.
- [4] **C. Proppe and C.Wetzel**, „*A probabilistic approach for assessing the crosswind stability of ground vehicles*”, presented at 21st International Symposium on Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks (IAVSD’09), Stockholm, Sweden, August, 2009.
- [5] **S. Raicu**, - Transport feroviar: funcționare, dezvoltare, eficiență; Editura Șt. Encl. Buc. 1981.
- [6] Matrix Evaluation of Romania - ERA Report - ERA Safety Portal, version 0.28 / 2014.
- [7] **A. Neacșa, D.B. Stoica** “*Theoretical methods used for predicting reability of the three-cone drillbits*”, in *Journal of the Balkan Tribological Association*, volume: 22 issue: 2, pp. 1534-1543, part: 2 published: 2016.
- [8] **D. Thomas, B. Diedrichs, M. Berg and S. Stichel**, „*Dynamics of a high-speed rail vehicle negotiating curves at unsteady crosswind*”, presented at 21st International Symposium on Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks (IAVSD’09), Stockholm, Sweden, August, 2009.