



## A IV –a Sesiune Științifică

CIB 2008

21 - 22 Noiembrie 2008, Brașov

---

### ELEMENTE PRIVIND INFLUENȚA RAZEI CURBEI ASUPRA PIERDERII STABILITĂȚII CADRULUI ȘINE– TRAVERSE

Valentin-Vasile UNGUREANU<sup>1</sup>, Adam DÓSA<sup>2</sup>, Marius COMĂNICI<sup>3</sup>

1 UNIVERSITATEA TRANSILVANIA, BRAȘOV, vvungureanu@unitbv.ro

2 UNIVERSITATEA TRANSILVANIA, BRAȘOV, adamdosa@unitbv.ro

3 UNIVERSITATEA TRANSILVANIA, BRAȘOV, marius.comanici@unitbv.ro

**Abstract:** This paper presents an analysis of the influence of the radius for four most common types of misalignment shapes on the continuous welded rail track (CWR) stability under the effect of thermal and vehicle loads. Based on the safety criteria from UIC 720 Leaflet [5], [8], it was evaluate the limit values of radius for each type of misalignment shapes for alignment and respectively for curves.

**Key words:** continuous welded rail (CWR) track, misalignments

#### 1. INTRODUCERE

În perioada 1992÷1999 Uniunea Internațională a Căilor Ferate (UIC) a realizat prin intermediul Institutului European pentru Cercetări Feroviare (ERRI) o amplă cercetare referitoare la îmbunătățirea cunoașterii eforturilor din calea fără joante (CFJ), inclusiv aparatele de cale [11]. Această cercetare a fost necesară pentru a se revizui și actualiza Fișa UIC 720 care reglementa problemele referitoare la realizarea și întreținerea căii fără joante, care era din ianuarie 1986 [12]. În noua Fișă UIC 720R [8], care a apărut în martie 2005, au fost introduse concepte și criterii de evaluare a siguranței la șerpuire a CFJ și sunt prezentate studii de caz care fac apel la două programe de analiză a stabilității căii fără joante, unul dezvoltat de Universitatea Tehnologică din Delft (Olanda) pentru ERRI (program numit inițial CWERRI, iar acum LONGSTAB) și celălalt dezvoltat de compania Foster&Miller pentru Administrația Feroviară din Statele Unite ale Americii (FRA) (program numit CWR-BUCKLE) [10], [11]. În acest context, la Facultatea de Construcții din cadrul Universității TRANSILVANIA din Brașov, a fost dezvoltat un program pentru simularea fenomenului de pierdere a stabilității cadrului șine-traverse utilizând un model discret neliniar pentru analiza stabilității căii fără joante încărcate cu variații de temperatură și convoi [7], [9], program denumit SCFJ (Stabilitatea Căii Fără Joante). Utilizând programul SCFJ s-a analizat influența razei curbei asupra pierderii stabilității cadrului șine– traverse solicitat la variații de temperatură și încărcări din convoi, pentru patru forme standard ale defectelor de direcție ce apar în mod uzual la calea în aliniament sau în curbă. Au fost determinate valorile creșterilor de temperatură critică superioară  $T_{b,max}$ , respectiv inferioară  $T_{b,min}$ , care caracterizează riscul de șerpuire, iar prin aplicarea criteriilor de siguranță la șerpuire din Fișa UIC 720R [5], [8], au fost evaluate creșterile admise de temperatură peste temperatura neutră  $T_{adm}$ . Analiza valorilor

creșterilor admise de temperatură peste temperatura neutră  $T_{adm}$  a permis înțelegerea influenței razei curbei asupra pierderii stabilității cadrului șine- traverse pentru cele patru tipuri de defecte analizate.

## 2. FORME CARACTERISTICE ALE DEFECTELOR DE DIRECȚIE

În literatura de specialitate, majoritatea cercetătorilor care s-au ocupat de problema formei defectelor de direcție, consideră câteva forme ale defectelor de direcție ca fiind reprezentative pentru întreaga gamă a defectelor întâlnite în practică.

În fig. 1 sunt prezentate cele patru forme caracteristice ale defectelor de direcție date în [2].

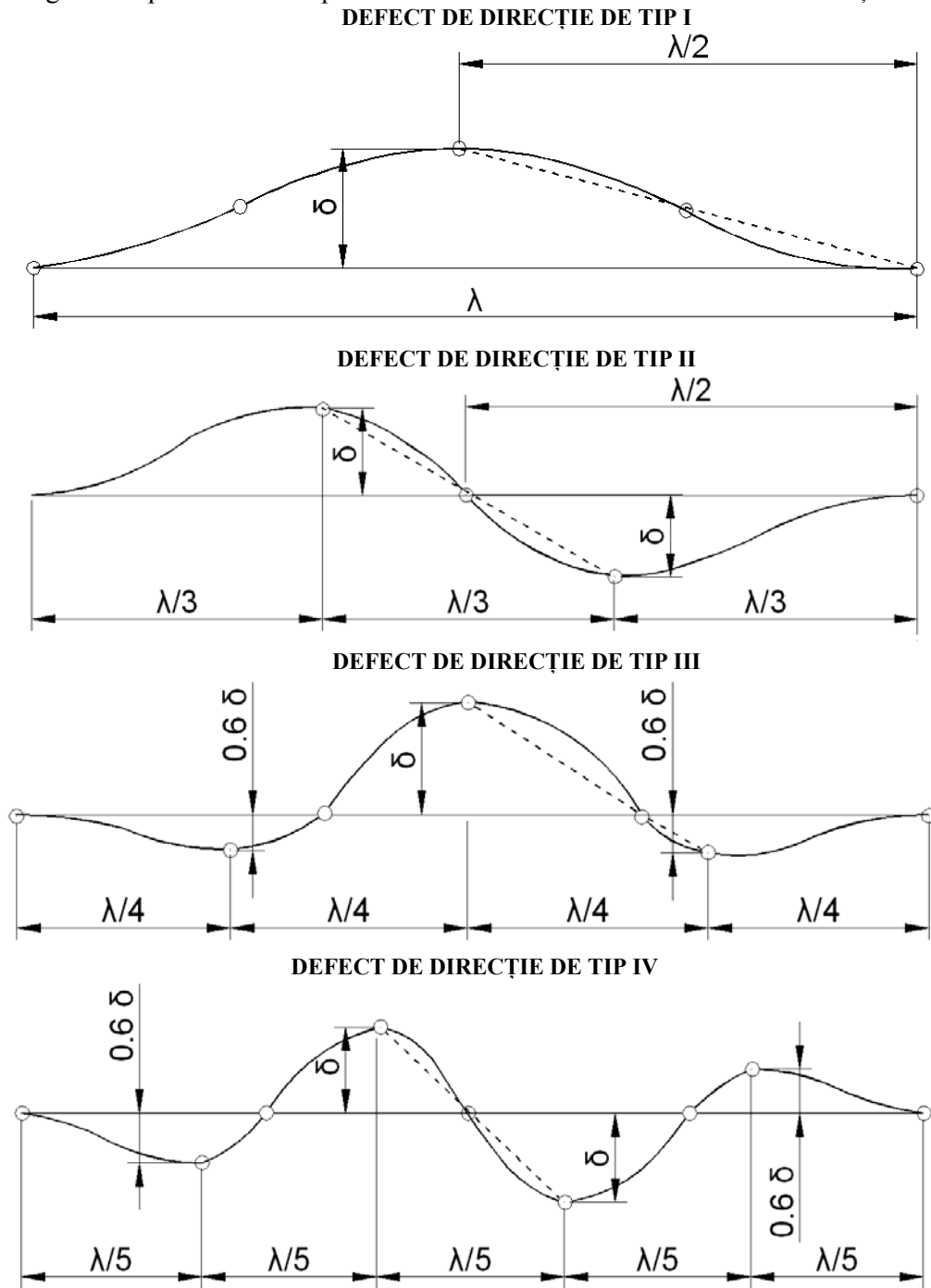


Fig. 1. Forme caracteristice ale defectelor de direcție [2]

Cercetările în domeniu remarcă faptul că defectele asimetrice nu se întâlnesc decât în mod excepțional pe cuprinsul curbelor. Totuși, analiza din această lucrare s-a făcut și pentru situația în care aceste defecte apar în cuprinsul curbelor.

Relațiile ce caracterizează formele defectelor din figura 1 sunt următoarele [2]:

a. pentru defect de direcție de tip I:

$$y = \frac{\delta}{2} \cdot \left( 1 - \cos \frac{2 \cdot \pi \cdot x}{\lambda} \right), \text{ pentru } 0 \leq x \leq \lambda \quad (1)$$

b. pentru defect de direcție de tip II:

$$y = \pm \frac{\delta}{2} \cdot \left( 1 \mp \cos \frac{2 \cdot \pi \cdot x}{\lambda} \right), \text{ pentru } 0 \leq x \leq \frac{\lambda}{3} \text{ și } \frac{2\lambda}{3} \leq x \leq \lambda$$

$$y = -\delta \cdot \cos \frac{3 \cdot \pi \cdot x}{\lambda}, \text{ pentru } 0 \leq x \leq \lambda \quad (2)$$

c. pentru defect de direcție de tip III:

$$y = \frac{3 \cdot \delta}{10} \cdot \left( 1 - \cos \frac{4 \cdot \pi \cdot x}{\lambda} \right), \text{ pentru } 0 \leq x \leq \frac{\lambda}{4} \text{ și } \frac{3\lambda}{4} \leq x \leq \lambda$$

$$y = -\frac{\delta}{5} \cdot \left( 1 + 4 \cdot \cos \frac{4 \cdot \pi \cdot x}{\lambda} \right), \text{ pentru } \frac{\lambda}{4} \leq x \leq \frac{3\lambda}{4} \quad (3)$$

d. pentru defect de direcție de tip IV:

$$y = \pm \frac{3 \cdot \delta}{10} \cdot \left( 1 \mp \cos \frac{5 \cdot \pi \cdot x}{\lambda} \right), \text{ pentru } 0 \leq x \leq \frac{\lambda}{5} \text{ și } \frac{4\lambda}{5} \leq x \leq \lambda$$

$$y = \mp \frac{\delta}{5} \cdot \left( 1 \pm 4 \cdot \cos \frac{5 \cdot \pi \cdot x}{\lambda} \right), \text{ pentru } \frac{\lambda}{5} \leq x \leq \frac{2\lambda}{5} \text{ și } \frac{3\lambda}{5} \leq x \leq \frac{4\lambda}{5} \quad (4),$$

$$y = -\delta \cdot \cos \frac{5 \cdot \pi \cdot x}{\lambda}, \text{ pentru } \frac{2\lambda}{5} \leq x \leq \frac{3\lambda}{5}$$

unde  $\delta$  este amplitudinea maximă a unei defectului de direcție, iar  $\lambda$  este lungimea unei defectului de direcție.

Se remarcă faptul că relațiile (1), (2), (3) și (4) îndeplinesc în totalitate condițiile de margine:

$$\begin{cases} y = 0 \\ y' = 0 \\ y'' = 0 \\ y''' = 0 \end{cases} \quad (5),$$

deci respectă condițiile de a avea la extremitățile defectului de direcție săgeata, unghiul de rotire, momentul încovoietor și forța tăietoare nule.

### 3. CREȘTERILE DE TEMPERATURĂ CRITICĂ ȘI CRITERIILE DE SIGURANȚĂ LA ȘERPUIRE

Creșterea de temperatură critică superioară  $T_{b,max}$  este acea valoare a creșterii de temperatură peste temperatura neutră peste care în mod sigur se produce pierderea stabilității cadrului șine-traverse fără a se introduce energie suplimentară în sistem, iar creșterea de temperatură critică inferioară  $T_{b,min}$  este acea valoare a creșterii de temperatură peste temperatura neutră sub care în mod sigur nu se mai poate produce pierderea stabilității cadrului șine-traverse, indiferent de mărimea energiei suplimentare externe ce este introdusă în sistem.

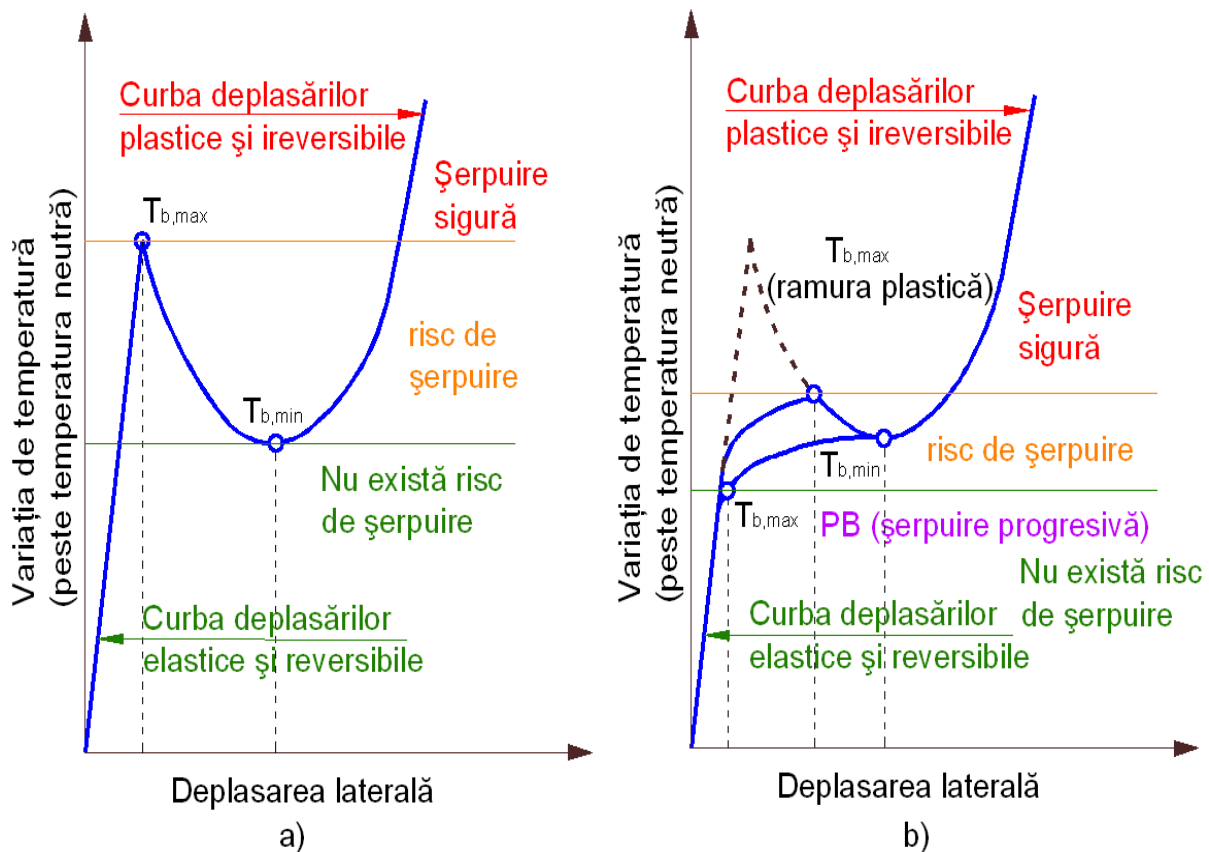


Fig. 2. Deplasarea laterală în funcție de variația de temperatura (peste temperatura neutră) în cazul materialului din prisma căii de bună calitate (a) și în cazul materialului din prisma căii de calitate slabă sau a linie în curbă cu rază mică (b)

Fenomenul de pierdere a stabilității cadrului șine-traverse este caracterizat prin *curbele caracteristice de răspuns* [10] aferente. În funcție de geometria liniei și de starea și calitatea materialului din prisma căii, curbele de răspuns la șerpuire caracterizează situația unui răspuns exploziv, dinamic, respectiv, situația unui răspuns progresiv (Fig. 2).

Fișa UIC 720R [5], [8] implementează criteriile de siguranță pentru calculul creșterii de temperatură admisibilă în șină  $T_{adm}$  pentru o cale cu elementele dimensionale și parametrii de stare cunoscuți, plecând de la valoarea diferenței dintre creșterea de temperatură critică superioară  $T_{b,max}$  și creșterea de temperatură critică inferioară  $T_{b,min}$ , astfel [5], [8], [11], [13], [12]:

- dacă  $\Delta T = T_{b,max} - T_{b,min} \leq 20^{\circ}C$ , atunci  $T_{adm} = T_{b,min} + 0,25 \cdot \Delta T$ ;
- dacă  $5^{\circ}C \leq \Delta T < 20^{\circ}C$ , atunci  $T_{adm} = T_{b,min}$ ;
- dacă  $0^{\circ}C \leq \Delta T < 5^{\circ}C$ , atunci  $T_{adm} = T_{b,min} - 5^{\circ}C$ ;
- dacă  $\Delta T < 0^{\circ}C$ , nu se admite pentru liniile principale.

Prin intermediul programului SCFJ se pot determina curbele caracteristice de răspuns, respectiv creșterile de temperatură critice superioară  $T_{b,max}$  și inferioară  $T_{b,min}$ , care pot fi folosite la stabilirea creșterii admisibile de temperatură peste temperatura neutră  $T_{adm}$ , aplicând criteriile de siguranță de mai sus.

#### 4. STUDII DE CAZ

Pentru analiză s-au folosit aceleași date inițiale ca în studiile comparative ale programelor CWERRI și CWR-BUCKLE prezentate în [4], [6], [13], [12].

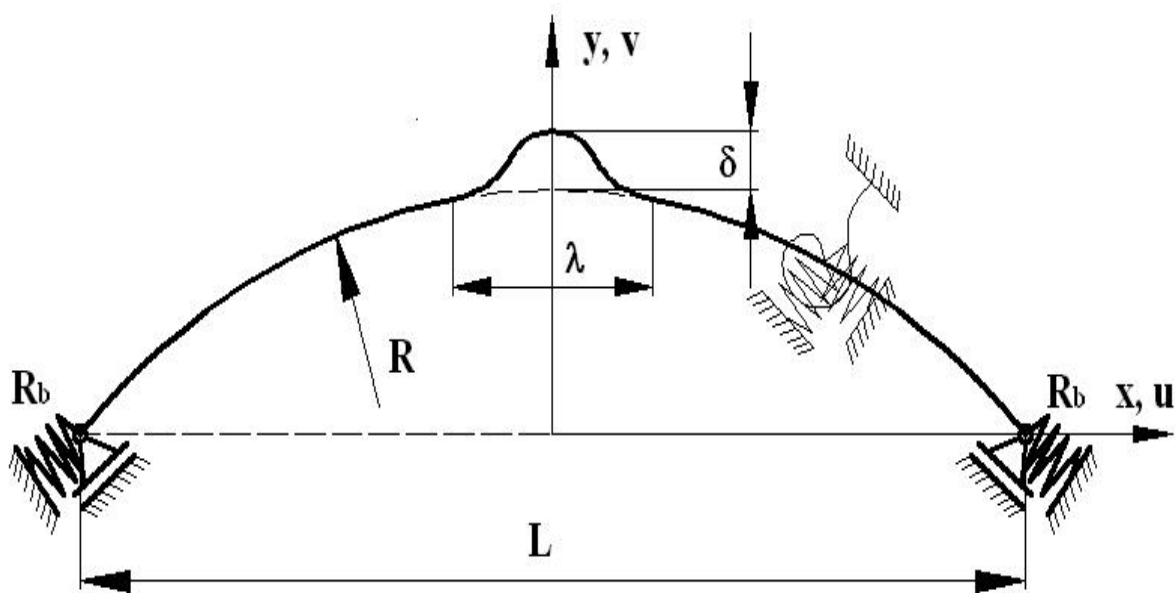


Fig. 3. Vedere în plan a modelului căii fără joante

Astfel, s-a considerat o porțiune de lungime  $L = 47,5$  m din zona centrală a unei linii cu cale fără joante (CFJ) situată în curbă cu raza  $R = 400$  m, care are la mijlocul ei un defect de direcție, cu o lungime de  $\lambda = 9,144$  m și o amplitudine  $\delta = 0,0381$  m (fig. 3). Calea este alcătuită din șine AREA136 și traverse din beton pozate la o distanță între ele de 0,61 metri. Pentru prinderi se consideră o comportare liniar-elastică cu o rigiditate la rotire a șinei în prindere  $R_t = 11250$  N/rad pe metru de cale. Comportamentul vertical al căii este considerat liniar-elastic, cu o rigiditate  $R_z = 68900$  kN/m pe metru de cale. Rezistența longitudinală a căii  $R_x = 1,378 \cdot 10^6$  N/m/m cale este considerată liniar-elastică. Rezistența laterală este trilineară cu o valoare de vârf  $F_p = 17508$  N/m cale, valoare ce corespunde unei deplasări  $W_p = 0,00635$  m și o valoare reziduală (limită)  $F_1 = 9630$  N/m cale pentru deplasarea  $W_1 = 0,0381$  m. Se consideră că valorile rezistenței laterale sunt funcție de încărcarea care revine traversei (fig. 4). Modelul este încărcat cu variație de temperatură și un vagon pâlnie cu două boghiuri, reprezentat de patru sarcini pe osie  $F_z$  de 293 kN fiecare (fig. 5). Distanța dintre pivoții boghiurilor este 12,8 m. Distanța dintre osiile boghiului este 1,78 m. Vehiculul se consideră amplasat pe cale astfel încât mijlocul distanței dintre pivoții boghiurilor coincide cu centrul defectului de direcție. Valoarea tangentei coeficientului de frecare dintre traversă și prisma căii  $\tan \Phi$  este 0,86 - aceasta fiind o valoare medie pentru traversele din beton. Aceste valori sunt caracteristice pentru liniile din SUA [4], [6], [10]. În figura 3 este prezentat doar cazul unui defect de direcție de tip I, dar în mod similar se atașează modelului și celelalte forme ale defectelor de direcție.

Analiza a fost relizată pentru calea în curbă având caracteristicile sus-menționate, aplicând încărcările din variații de temperatură și din convoi, pentru următoarele valori ale razelor:

R = 100 m ; R = 150 m; R = 200 m; R = 300 m; R = 400 m; R = 600 m; R = 800 m și R = 1000 m, precum și pentru aliniament.

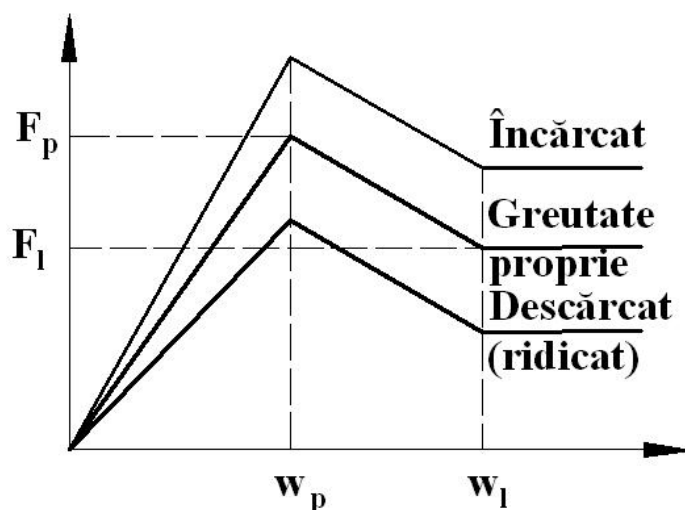


Fig. 4 Comportamentul lateral al prismeii căii incluzând corecția din încărcările verticale [1], [6], [7], [13]

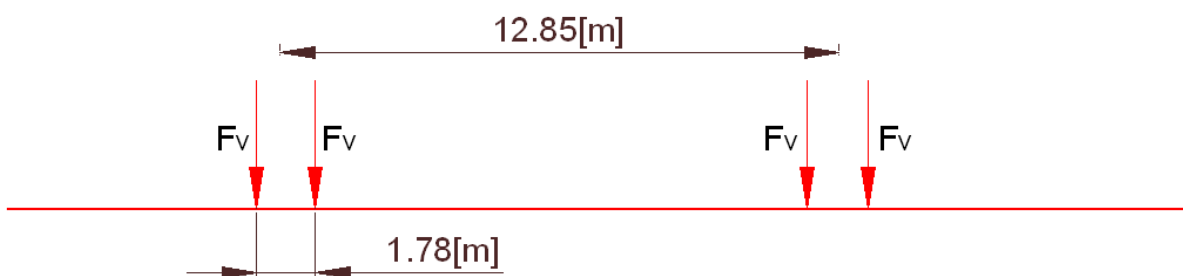


Fig. 5 Încărcările verticale pe osie aplicate căii [1], [6], [7], [13]

Tabelul 1 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip I și II, solicitată numai la variații de temperatură

Fără convoi	Defect I				Defect II			
	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]
R [m]								
100	23.66	26.69	3.03	18.66	30.70	34.62	3.91	25.70
150	27.60	32.11	4.50	22.60	35.67	43.42	7.75	35.67
200	29.97	35.77	5.80	29.97	37.92	46.94	9.02	37.92
300	32.83	40.13	7.30	32.83	39.64	53.38	13.74	39.64
400	34.29	42.56	8.28	34.29	41.31	56.97	15.66	41.31
600	35.70	45.16	9.46	35.70	42.47	60.95	18.49	42.47
800	36.40	46.51	10.11	36.40	43.62	65.61	22.00	49.12
1000	36.81	47.34	10.53	36.81	44.67	67.45	22.78	50.36
Aliniament	38.41	50.70	12.30	38.41	46.47	76.17	29.69	53.90

Rezultatele analizei sunt prezentate în tabelele 1, 2, 3 și 4, precum și în figurile 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 și 13.

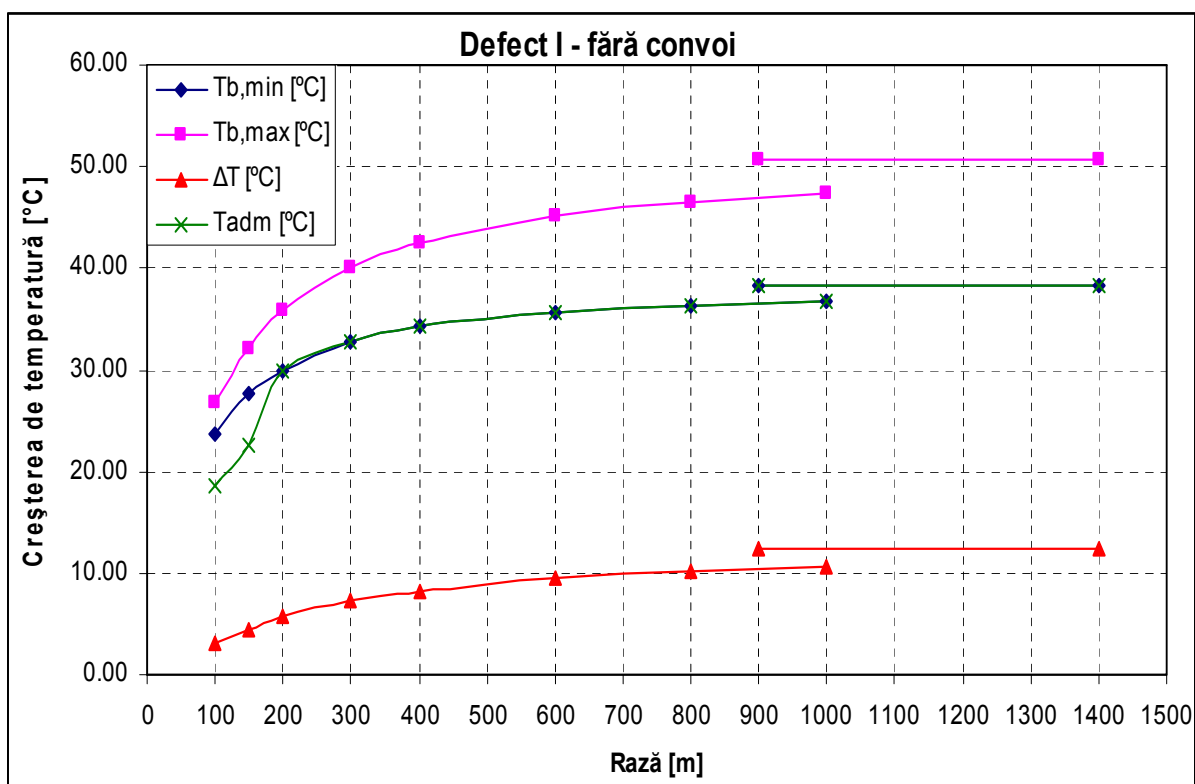


Fig. 5 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip I, solicitată numai la variații de temperatură

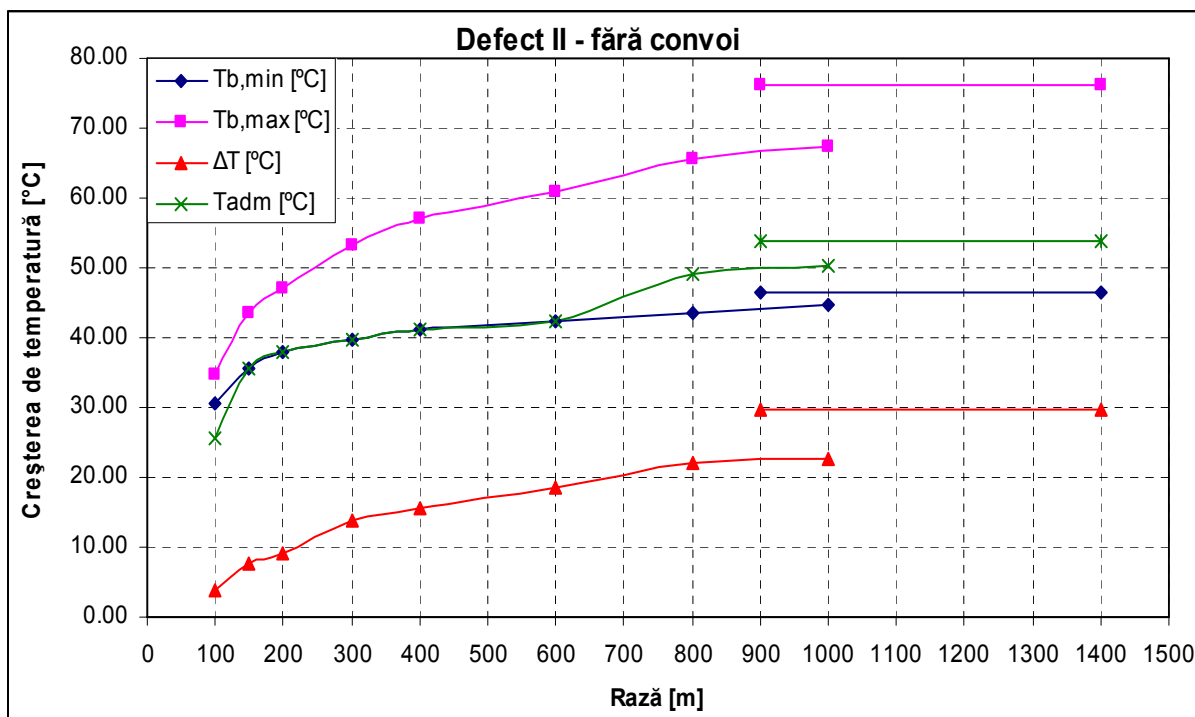


Fig. 6 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip II, solicitată numai la variații de temperatură

Tabelul 2 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip III și IV, solicitată numai la variații de temperatură

Fără convoi	Defect III				Defect IV			
	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]
100	26.38	26.55	0.17	21.38	26.41	30.07	3.66	21.41
150	31.00	31.03	0.03	26.00	33.36	35.58	2.22	28.36
200	32.26	32.36	0.10	27.26	37.21	38.48	1.27	32.21
300	34.94	35.17	0.23	29.94	41.14	42.18	1.04	36.14
400	36.50	36.72	0.21	31.50	44.04	44.96	0.93	39.04
600	38.08	38.29	0.22	33.08	45.84	46.58	0.74	40.84
800	38.90	39.10	0.20	33.90	46.42	47.12	0.70	41.42
1000	39.44	39.64	0.21	34.44	47.07	47.63	0.56	42.07
Aliniament	41.13	41.38	0.25	36.13	54.78	54.78	0.00	Nu se admite

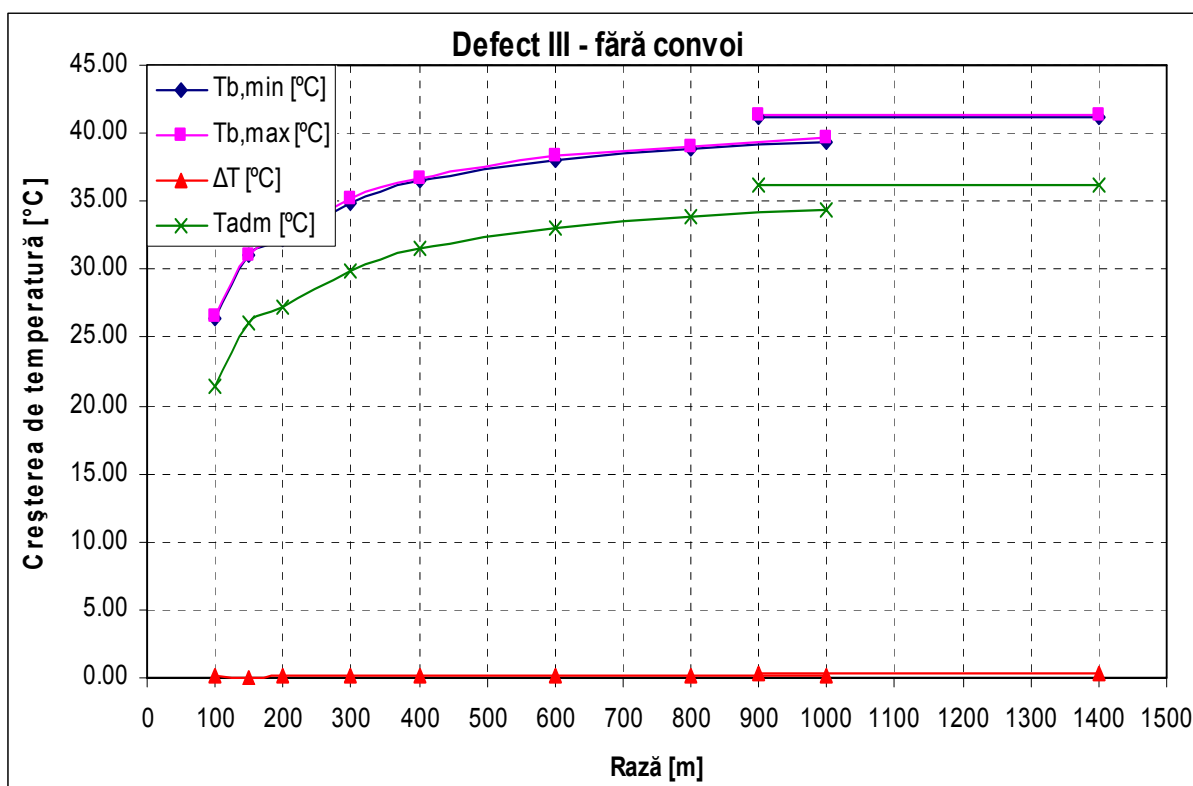


Fig. 7 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip III, solicitată numai la variații de temperatură



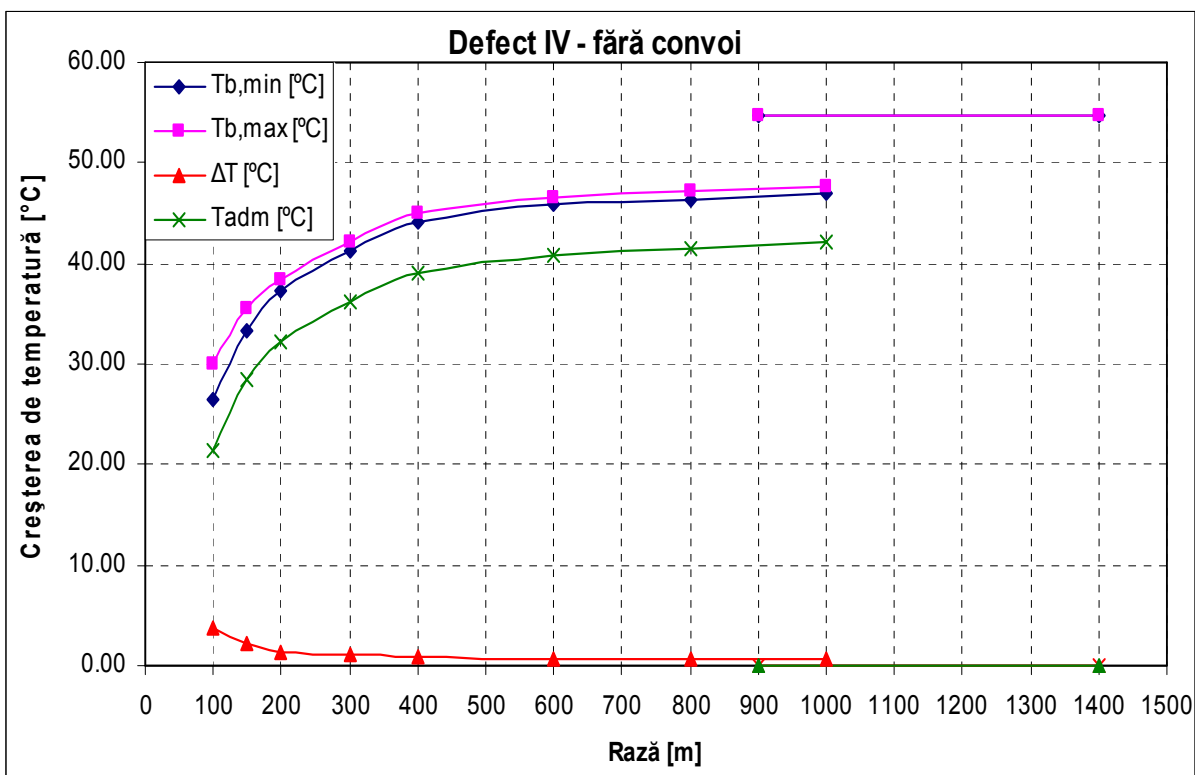


Fig. 8 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip IV, solicitată numai la variații de temperatură

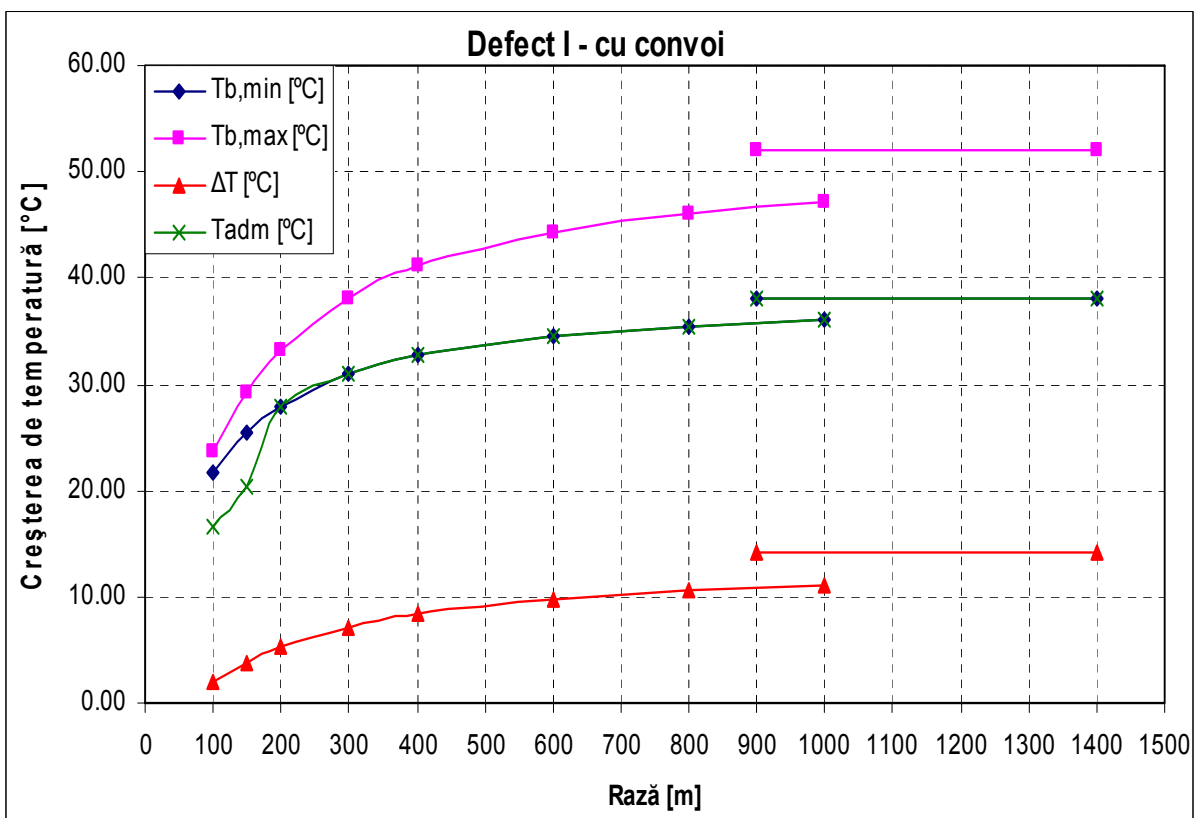


Fig. 9 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip I, solicitată la variații de temperatură și convoi

Tabelul 3 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip I și II, solicitată de convoi și variații de temperatură

Cu convoi	Defect I				Defect II			
R [m]	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]
100	21.68	23.75	2.07	16.68	26.92	30.35	3.43	21.92
150	25.46	29.32	3.86	20.46	33.01	38.69	5.68	33.01
200	27.95	33.26	5.30	27.95	36.20	44.13	7.93	36.20
300	31.08	38.18	7.10	31.08	39.16	50.72	11.56	39.16
400	32.71	41.10	8.39	32.71	40.59	55.09	14.49	40.59
600	34.52	44.31	9.79	34.52	41.75	60.48	18.73	41.75
800	35.49	46.02	10.53	35.49	42.55	64.07	21.52	47.93
1000	36.07	47.10	11.03	36.07	43.12	66.65	23.53	49.00
Aliniament	38.03	52.12	14.09	38.03	45.94	72.61	26.67	52.61

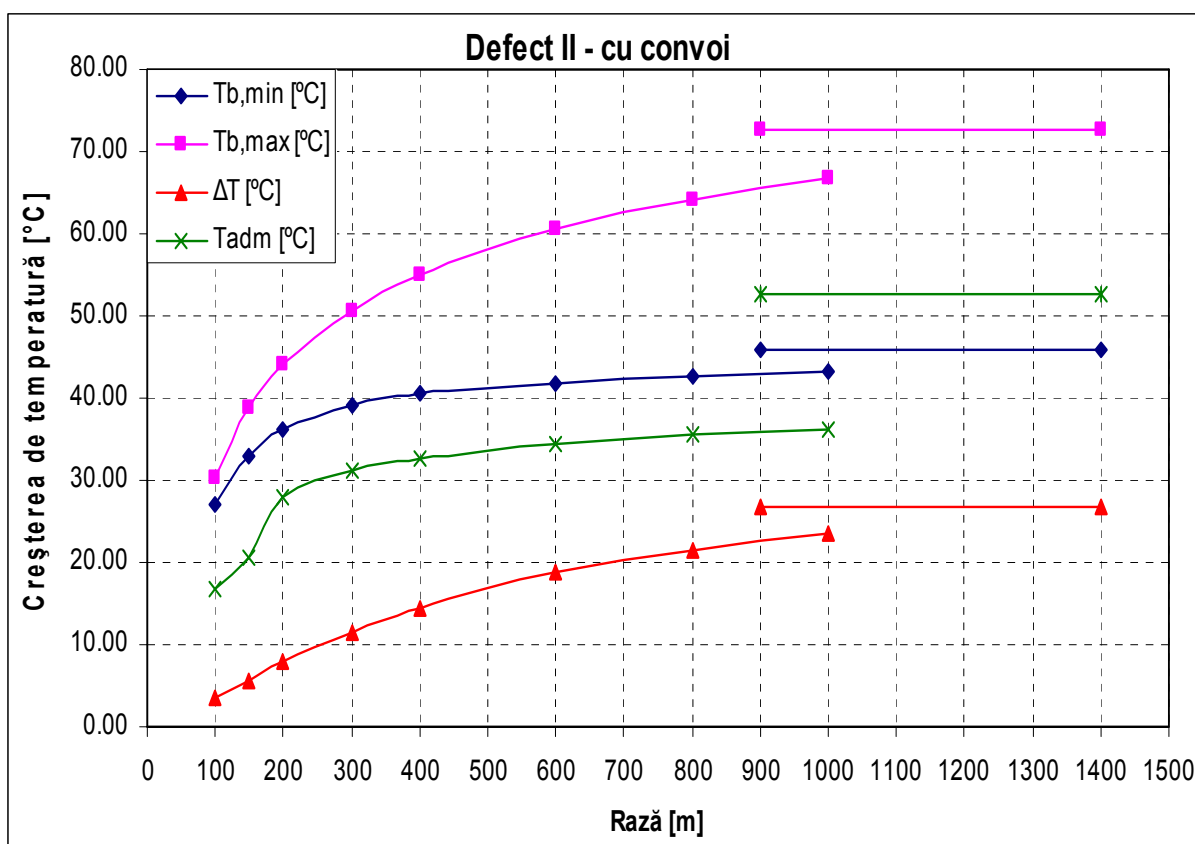


Fig. 10 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip II, solicitată la variații de temperatură și convoi

Tabelul 4 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip III și IV, solicitată de convoi și variații de temperatură

Cu convoi	Defect III				Defect IV			
	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]	T <sub>b,min</sub> [°C]	T <sub>b,max</sub> [°C]	ΔT [°C]	T <sub>adm</sub> [°C]
100	23.48	23.73	0.25	18.48	26.40	31.57	5.17	26.40
150	27.72	27.82	0.10	22.72	32.38	41.90	9.52	32.38
200	30.06	30.23	0.17	25.06	35.88	48.68	12.80	35.88
300	33.02	33.40	0.38	28.02	39.42	58.36	18.94	39.42
400	34.73	35.14	0.42	29.73	40.99	63.59	22.60	46.64
600	36.54	36.98	0.44	31.54	43.59	71.07	27.48	50.46
800	37.52	37.93	0.41	32.52	45.19	74.00	28.81	52.39
1000	38.14	38.52	0.38	33.14	46.38	75.57	29.19	53.67
Aliniament	40.71	41.01	0.30	35.71	54.11	85.50	31.39	61.96

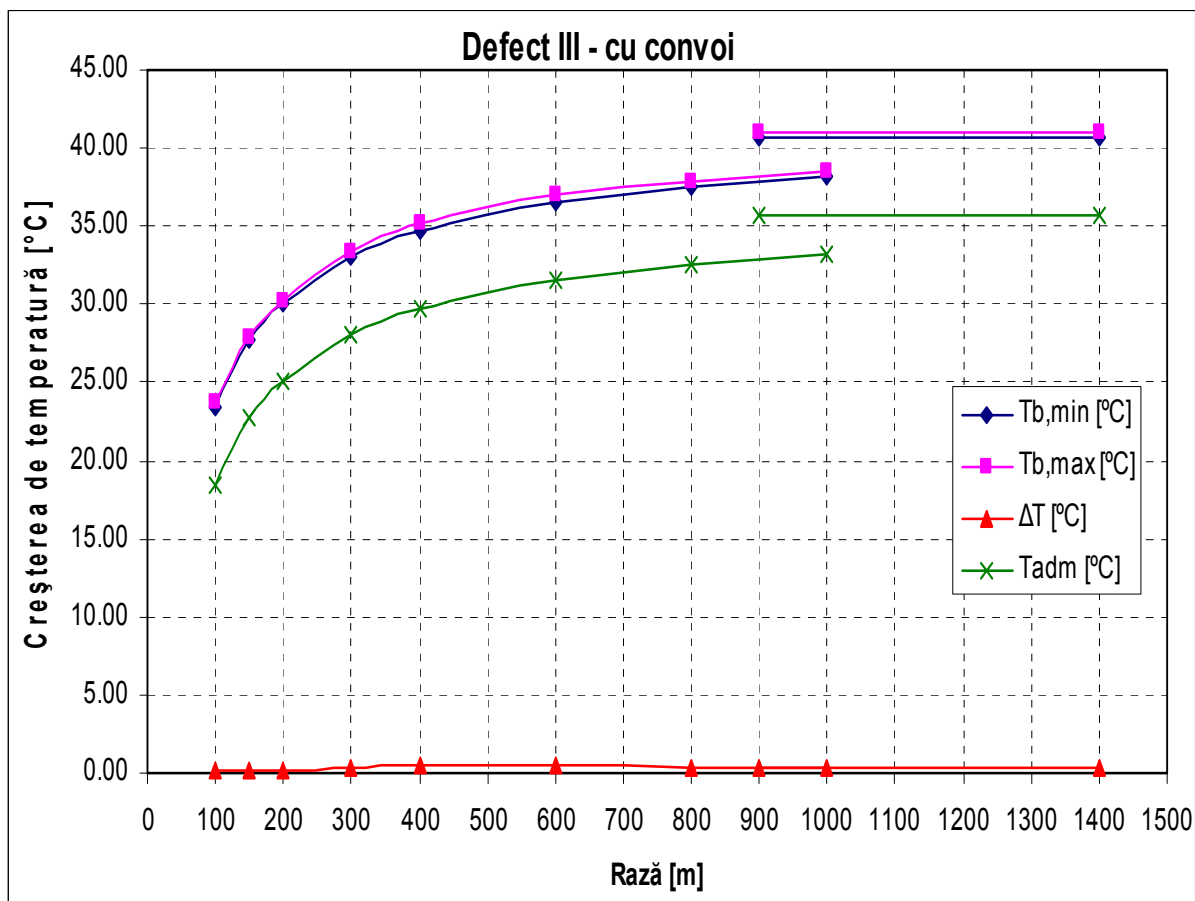


Fig. 11 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip III, solicitată la variații de temperatură și convoi

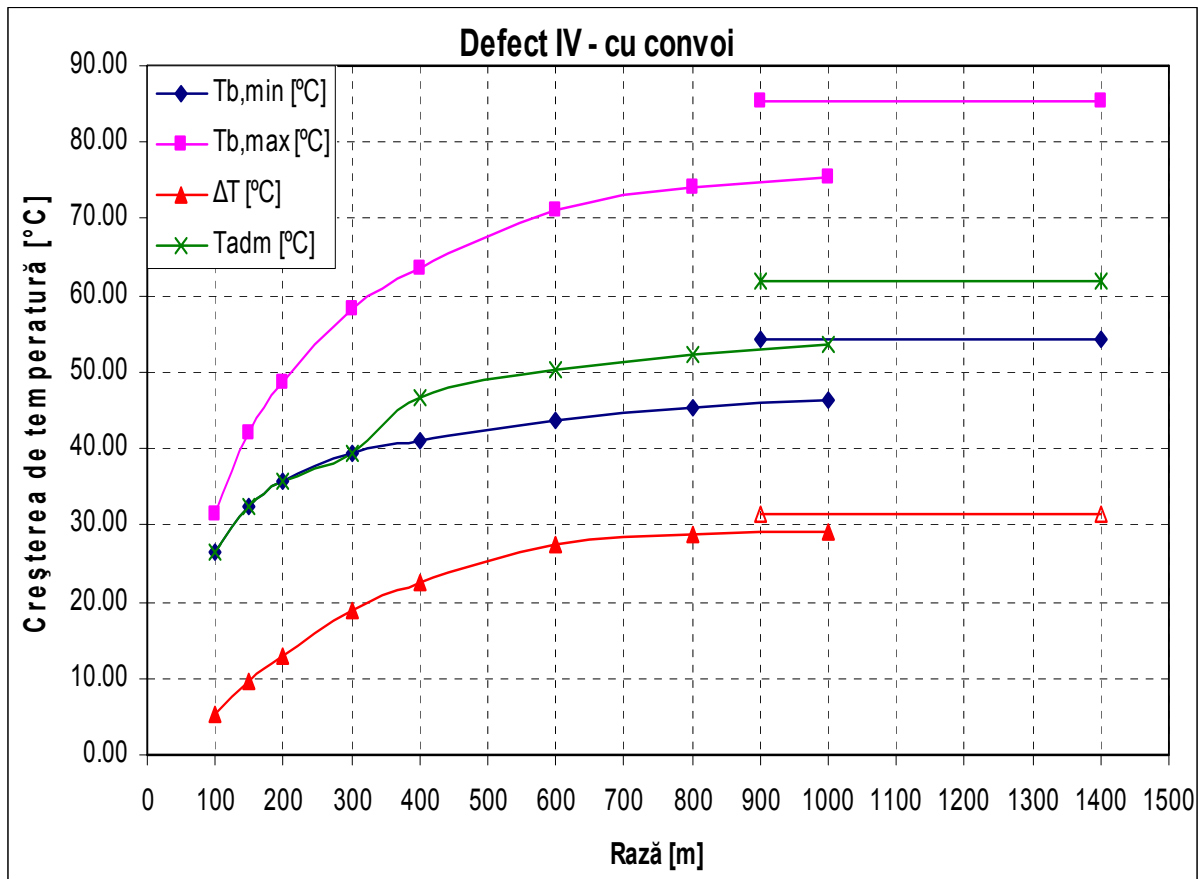


Fig. 12 Rezultatele analizei influenței razei curbei asupra șerpuirii căii, la calea cu defecte de tip IV, solicitată la variații de temperatură și convoi

## 5. CONCLUZII

Se constată faptul că pentru orice valoare a razei curbei din domeniul analizat, cele mai reduse valori ale creșterii temperaturii critice inferioare  $T_{b,min}$  apar când pe curbă este defect de direcție de tip I, atât în situația căii încărcată doar cu variații de temperatură, cât și în situația în care peste variația de temperatură se suprapun încărcările din convoi.

Cu excepția curbelor și aliniamentelor care prezintă în cuprinsul lor defecte de direcție de tip IV, în toate situațiile pericolul de pierdere a stabilității cadrului șine-traverse este mai mare la calea încărcată cu convoi și variație de temperatură.

Atât în cazul solicitării doar cu variație de temperatură, cât și în cazul solicitărilor cu variații de temperatură și convoi pentru curbele cu raze mari defectul de direcție de tip III periclitează cel mai mult stabilitatea căii fără joante, în timp ce pentru situația curbelor cu raze mici cel mai periculos este defectul de direcție de tip I. În plus, se constată că diferența de temperatură între creșterile admisibile de temperatură față de temperatura neutră pentru situațiile curbelor cu defect de direcție de tip III și curbele cu defect de direcție de tip I este de maxim 3 °C. Prin urmare, ca măsură practică ce rezultă din analiză, trebuie ca în perioadele cu temperaturi ridicate să fie acordată o mai mare atenție deformațiilor căii ce au forma defectelor de direcție de tip I și de tip III, având în vedere faptul că aceste defecte sunt cele mai periculoase din punct de vedere al stabilității cadrului șine-traverse.

Un alt aspect ce merită amintit este acela că pentru situația în care linia nu este încărcată și de convoi, atât în curbe cât și în aliniament cele mai puțin periculoase situații sunt cele în care pe curbă sau pe aliniament există defecte de direcție de tip II, în timp ce pentru linia încărcată și cu variații de temperatură și cu sarcini din convoi, cele mai puțin periculoase situații sunt cele în care pe curbă sau pe aliniament există defecte de direcție de tip IV.

Comparând rezultatele obținute în cazul solicitărilor cu variații de temperatură și convoi cu cele obținute în cazul aplicării doar a solicitărilor cu variații de temperatură, se constată că pericolul de pierdere a stabilității cadrului șine-traverse este amplificat de prezența convoiului pentru primele trei tipuri de defecte de direcție analizate și este atenuat de prezența convoiului pentru cel de-al patrulea tip de defect de direcție [14].

Din analiza rezultatelor se constată că pentru linia cu caracteristicile din studiu de caz ce a fost avut în vedere în această lucrare, rezultă că valoarea raza curbei până la care defectul de direcție de tip I conduce la un grad mai mare de pericolozitate decât defectul de direcție de tip III este aproximativ  $R = 170$  m în situație liniei solicitată simultan cu variații de temperatură și încărcări din convoi [15], și de aproximativ  $R = 180$  m în situație liniei solicitată doar cu variații de temperatură [14].

Toate concluziile de mai sus sunt valabile numai pentru situația în care amplitudinea maximă a defectului de direcție și lungimea lui sunt aceleași pentru toate cele patru tipuri de defecte de direcție analizate.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Ungureanu, V.V., **Cercetări privind simularea pierderii stabilității căii fără joante**, Teză de doctorat, Conducător științific: prof. univ. dr. ing. Atanasie Talpoși, Universitatea “Transilvania” din Brașov, Facultatea de construcții, Catedra construcții, Brașov, 2007
- [2] Numata, N., **Rezistența la flambaj a șinelor lungi sudate**, Calea fără joante – Culegere documentară, vol. III, Serviciul de documentare tehnică transporturi și telecomunicații, 1962
- [3] Herman, A., **Contribuții la calculul căii fără joante**, Teză de doctorat, Universitatea “Politehnica” Timișoara, Facultatea de Construcții, Timișoara, 1998
- [4] Kish, A., Samavedam, G., **Risk Analysis Based CWR Track Buckling Safety Evaluations**, Proceedings of the International Conference on Innovations in the Design & Assessment of Railway Track, Delft University of Technology, The Netherlands, 2-3 December 1999
- [5] \*\*\*, **ERRI D202/RP10 Improved knowledge of forces in CWR track (including switches) – Leaflet UIC 720R, Laying and Maintenance of CWR Track**, April 1999, Utrecht
- [6] Esveld, C., **A better understanding of continuous welded rail track**, Rail Engineering International, No. 4, 1996
- [7] Ungureanu, V.V., **Modele de pierdere a stabilității căii fără joante**, Referatul nr.3 din cadrul stagiului de pregătire pentru doctorat, Universitatea TRANSILVANIA din Brașov, Facultatea de Construcții, Brașov, 2006
- [8] \*\*\*, **Leaflet UIC 720R - Laying and Maintenance of CWR Track**, 2<sup>nd</sup> edition, March 2005, Paris
- [9] Dósa, A., Ungureanu V.V., **SCFJ – model discret de pierdere a stabilității căii fără joante**, “Zilele Academice Timișene: ediția a X-a, 24-25 mai 2007 - Simpozion: Infrastructuri eficiente pentru transporturile terestre”, Editura Solness, Timișoara, 2007
- [10] \*\*\*, **ERRI D202-RP3 Improved knowledge of forces in CWR track (including switches) - Theory of CWR track stability**, European Rail Research Institute, Utrecht, February 1995
- [11] \*\*\*, **ERRI D202-RP12 Improved knowledge of forces in CWR track (including switches) – Final report**, European Rail Research Institute, Utrecht, February 1999
- [12] Esveld, C., **Improved knowledge of CWR track**, Interactive Conference on Cost Effectiveness and Safety Aspects of Railway Track, UIC/ERRI, Paris, 8-9 December 1998
- [13] Van, M.A., **Stability of Continuous Welded Rail Track**, Delft University Press, 1997, ISBN:90-407-1485-1
- [14] Ungureanu, V.V., Dósa, A., Comănici, M., Grigercsik, Ș., **Analiza influenței formei defectelor de direcție asupra pierderii stabilității cadrului șine-traverse supus la temperaturi ridicate**,

- [15] Lucrările celei de-a IV-a sesiuni științifice cu participare internațională construcții – instalații Brașov CIB 2008, 21-22 Noiembrie 2008, Editura Universității Transilvania Brașov, 2008, ISSN:1843-6617  
Ungureanu, V.V., Dósa, A., Conțiu, M., **Considerații privind șerpuirea căii cu defecte de direcție de diverse forme solicitată la variații de temperatură și încărcări din convoi**, Lucrările celei de-a IV-a sesiuni științifice cu participare internațională construcții – instalații Brașov CIB 2008, 21-22 Noiembrie 2008, Editura Universității Transilvania Brașov, 2008, ISSN:1843-6617