



DD: Buckling Factors at Elevated Temperature

The DD Buckling Factors at Elevated Temperature includes tables of reduction factors for buckling and lateral-torsional buckling of steels S235, S275, S355, S420 and S460. The shape of the buckling factors is demonstrated on graphs.

Contents

1.	Description	1
2.	Graphs/Tables	5
3.	References	15

1. Description

The value of the buckling reduction factor at elevated temperature χ_{fi} should be determined, see EN 1993-1-2, 4.2.3.2(2) document [1], according to the following equation:

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\phi_{\theta} + \sqrt{\phi_{\theta}^2 - \bar{\lambda}_{\theta}^2}} \quad (1.1)$$

with

$$\phi_{\theta} = \frac{1 + \alpha \bar{\lambda}_{\theta} + \bar{\lambda}_{\theta}^2}{2} \quad (1.2)$$

and

$$\alpha = 0,65 \sqrt{235 / f_y} \quad (1.3)$$

$$\bar{\lambda}_{\theta} = \bar{\lambda} \sqrt{k_{y,\theta} / k_{E,\theta}} \quad (1.4)$$

where $\bar{\lambda}_{\theta}$ is the non-dimensional slenderness at elevated temperature, f_y is yield strength of carbon steel at ambient temperature, $k_{E,\theta}$ is the reduction factor of modulus of elasticity of steel,

$k_{y,\theta}$ is the reduction factor of effective yield strength of carbon steel, θ_a is steel temperature reached at time t .

The reduction factor for lateral-torsional buckling at elevated temperature $\chi_{LT,fi}$ is modelled the same way as the reduction factor for buckling at elevated temperature χ_{fi} , see EN 1993-1-2, 4.2.3.3(5) document [1]. The steel average temperature reached at time t θ_a is for lateral-torsional buckling replaced by the maximum temperature in the compression flange $\theta_{a,com}$ and the relative slenderness for buckling at elevated temperature $\bar{\lambda}_{\theta}$ is replaced by the relative slenderness for lateral-torsional buckling at elevated temperature $\bar{\lambda}_{LT,\theta,com}$.

The buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperature 500 °C and at ambient temperature, see EN 1993-1-1 Chap. 6.3.1.2 document [2], for carbon steels S235, S275, S355, S420, S460 are summarised on Figure 1.1.

The Figure 1.2 shows the buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperatures 300 °C; 400 °C; 500 °C and 600 °C for carbon steel S355.

For the pre-design of axially loaded columns are in paper [SN4403](#) proposed a simple design tables, which are given the critical compression stress for a given temperature θ_a and a given slenderness ratio $\bar{\lambda}_{\theta}$. The tables 2.1 to 2.5 in this document are prepared for the design of the beam columns and for the design of beams with the lateral-torsional buckling.

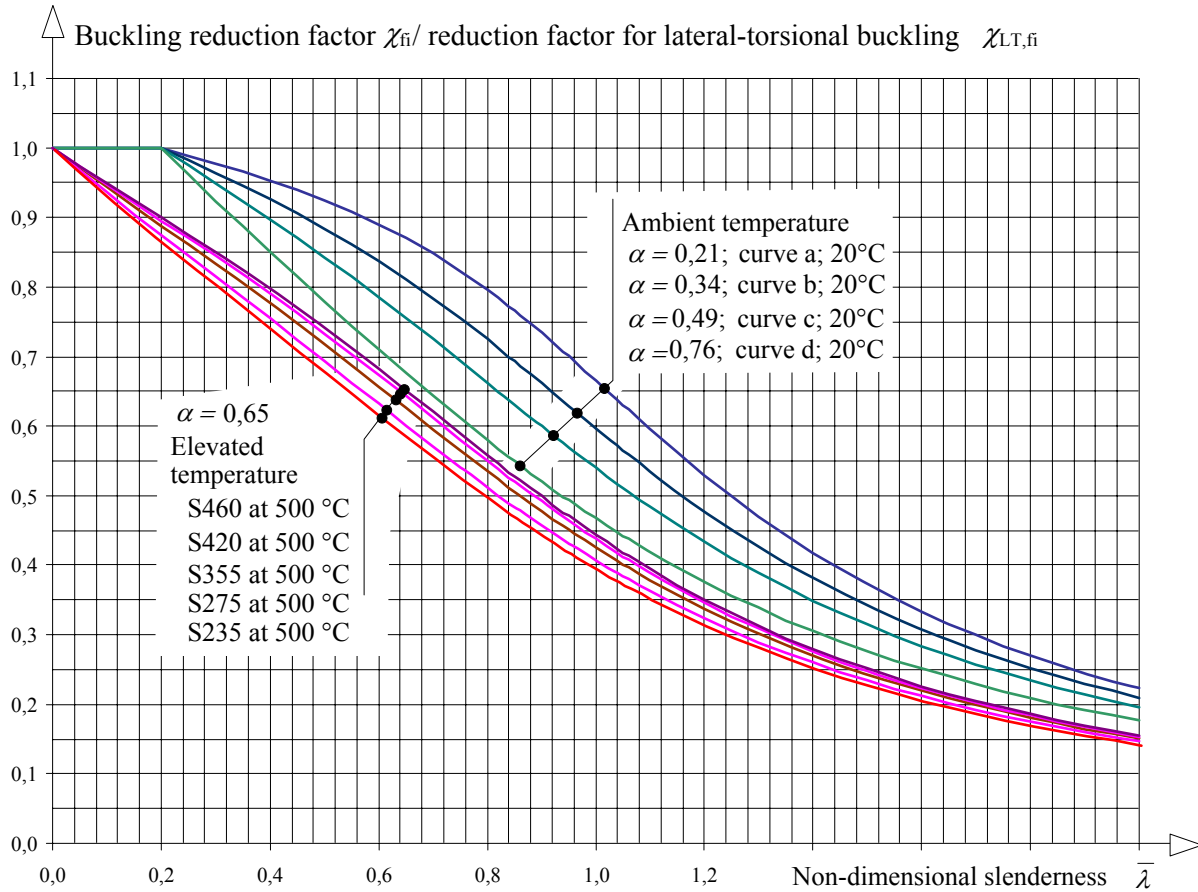


Figure 1.1 Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at temperature 500 °C - the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ relationship for carbon steels S235, S275, S355, S420, S460

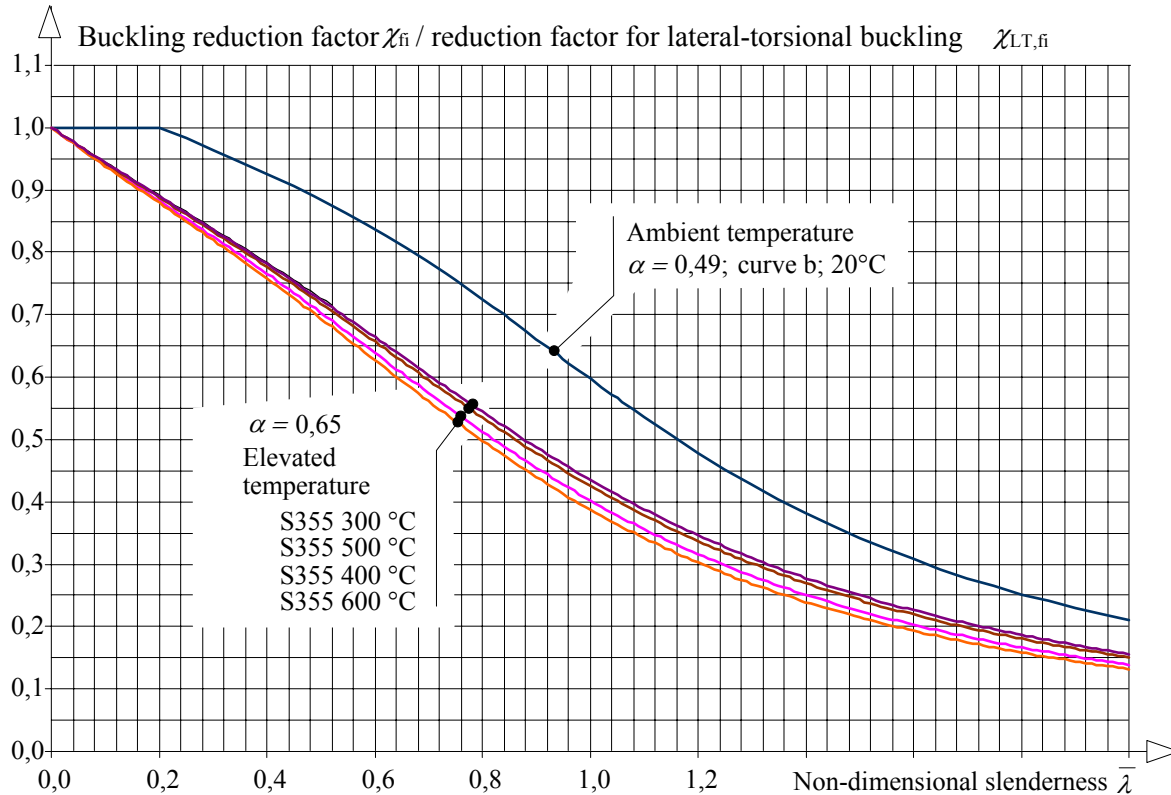


Figure 1.2 *Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factors for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperatures 300 °C; 400 °C; 500 °C and 600 °C - the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ relationship for carbon steel S355*

Buckling factor χ_{fi} (and reduction factors for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S235 at different elevated temperatures θ_a in °C is for the relative slenderness's $\bar{\lambda}$ presented at Figure 2.1 and in Table 2.1.

Buckling factor χ_{fi} (and reduction factors for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S275 at different elevated temperature θ_a in °C is for the relative slenderness's $\bar{\lambda}$ presented at Figure 2.2 and in Table 2.2.

Buckling factor χ_{fi} (and reduction factors for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S355 at different elevated temperature θ_a in °C is for the relative slenderness's $\bar{\lambda}$ presented at Figure 2.3 and in Table 2.3.

Buckling factor χ_{fi} (and reduction factors for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S420 at different elevated temperature θ_a in °C is for the relative slenderness's $\bar{\lambda}$ presented at Figure 2.4 and in Table 2.4.

Buckling factor χ_{fi} (and reduction factors for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S460 at different elevated temperature θ_a in °C is for the relative slenderness's $\bar{\lambda}$ presented at Figure 2.5 and in Table 2.5.

2. Graphs/Tables

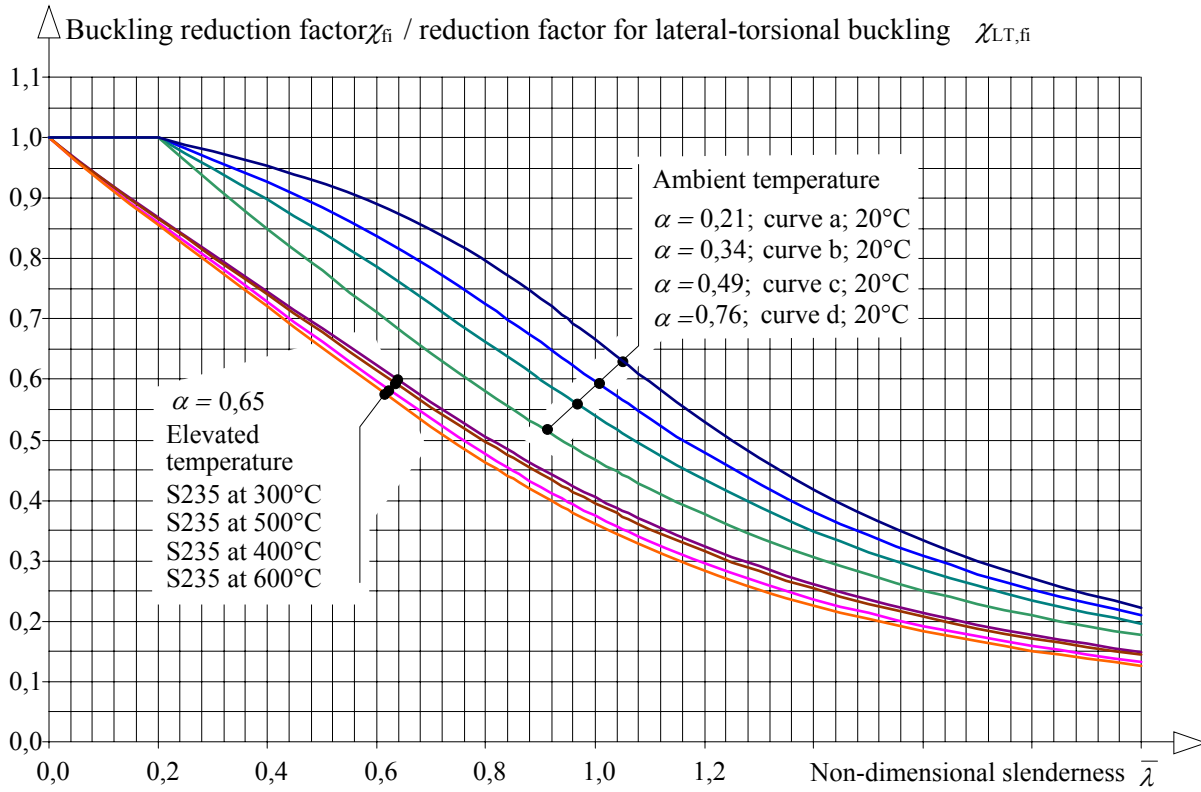


Figure 2.1 Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperature - the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ relationship for carbon steel S235

Table 2.1 *Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S235 at elevated temperature θ_a in °C for the non-dimensional slenderness's $\bar{\lambda}$*

Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S235													
$\bar{\lambda} / \theta_a$	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	0,967	0,966	0,965	0,964	0,962	0,963	0,964	0,963	0,961	0,960	0,958	0,961	0,965
0,10	0,935	0,933	0,932	0,929	0,927	0,928	0,930	0,928	0,925	0,923	0,919	0,924	0,932
0,15	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893	0,895	0,898	0,895	0,890	0,887	0,882	0,889	0,900
0,20	0,875	0,872	0,868	0,864	0,860	0,862	0,866	0,862	0,856	0,852	0,845	0,854	0,869
0,25	0,846	0,842	0,837	0,832	0,827	0,830	0,834	0,830	0,822	0,818	0,808	0,820	0,839
0,30	0,817	0,812	0,807	0,801	0,794	0,798	0,803	0,798	0,788	0,783	0,772	0,786	0,809
0,35	0,788	0,782	0,776	0,769	0,761	0,766	0,772	0,766	0,754	0,749	0,735	0,752	0,778
0,40	0,759	0,753	0,745	0,737	0,728	0,734	0,741	0,734	0,720	0,714	0,699	0,718	0,748
0,45	0,730	0,723	0,715	0,706	0,696	0,702	0,709	0,701	0,687	0,679	0,662	0,684	0,718
0,50	0,702	0,693	0,684	0,674	0,663	0,670	0,678	0,669	0,653	0,645	0,626	0,650	0,687
0,55	0,673	0,663	0,653	0,642	0,630	0,638	0,647	0,637	0,619	0,610	0,590	0,616	0,657
0,60	0,644	0,634	0,623	0,611	0,598	0,606	0,616	0,605	0,586	0,577	0,555	0,582	0,627
0,65	0,615	0,604	0,593	0,580	0,566	0,575	0,585	0,574	0,554	0,544	0,521	0,550	0,597
0,70	0,587	0,575	0,563	0,550	0,535	0,544	0,555	0,543	0,522	0,512	0,488	0,518	0,568
0,75	0,559	0,547	0,534	0,520	0,505	0,514	0,526	0,514	0,492	0,481	0,457	0,487	0,539
0,80	0,532	0,519	0,506	0,492	0,476	0,486	0,497	0,485	0,463	0,452	0,427	0,458	0,511
0,82	0,521	0,508	0,495	0,480	0,465	0,474	0,486	0,474	0,451	0,440	0,416	0,447	0,500
0,84	0,510	0,498	0,484	0,470	0,454	0,464	0,475	0,463	0,440	0,429	0,405	0,436	0,489
0,85	0,505	0,492	0,479	0,464	0,449	0,458	0,470	0,457	0,435	0,424	0,400	0,431	0,484
0,86	0,500	0,487	0,474	0,459	0,443	0,453	0,465	0,452	0,430	0,419	0,394	0,425	0,479
0,88	0,490	0,477	0,463	0,448	0,433	0,442	0,454	0,442	0,419	0,408	0,384	0,415	0,468
0,90	0,480	0,467	0,453	0,438	0,422	0,432	0,444	0,431	0,409	0,398	0,374	0,404	0,458
0,92	0,470	0,457	0,443	0,428	0,412	0,422	0,434	0,421	0,399	0,388	0,364	0,394	0,448
0,94	0,460	0,447	0,433	0,418	0,402	0,412	0,424	0,411	0,389	0,378	0,354	0,385	0,438
0,95	0,455	0,442	0,428	0,413	0,398	0,407	0,419	0,407	0,384	0,373	0,350	0,380	0,433
0,96	0,450	0,437	0,423	0,409	0,393	0,403	0,414	0,402	0,379	0,369	0,345	0,375	0,429
0,98	0,441	0,428	0,414	0,399	0,384	0,393	0,405	0,392	0,370	0,359	0,336	0,366	0,419
1,00	0,432	0,419	0,405	0,390	0,374	0,384	0,396	0,383	0,361	0,350	0,327	0,357	0,410
1,02	0,423	0,410	0,396	0,381	0,366	0,375	0,387	0,374	0,352	0,342	0,319	0,348	0,401
1,04	0,414	0,401	0,387	0,372	0,357	0,366	0,378	0,366	0,344	0,333	0,311	0,340	0,392
1,06	0,405	0,392	0,378	0,364	0,349	0,358	0,369	0,357	0,336	0,325	0,303	0,331	0,383
1,08	0,396	0,384	0,370	0,356	0,340	0,350	0,361	0,349	0,327	0,317	0,295	0,323	0,375
1,10	0,388	0,375	0,362	0,347	0,332	0,342	0,353	0,341	0,320	0,309	0,288	0,316	0,367
1,15	0,368	0,355	0,342	0,328	0,313	0,322	0,334	0,322	0,301	0,291	0,270	0,297	0,347
1,20	0,349	0,337	0,324	0,310	0,296	0,305	0,315	0,304	0,284	0,274	0,254	0,280	0,328
1,25	0,331	0,319	0,306	0,293	0,279	0,288	0,298	0,287	0,268	0,259	0,239	0,264	0,311
1,30	0,315	0,303	0,290	0,277	0,264	0,272	0,283	0,272	0,253	0,244	0,225	0,249	0,295
1,35	0,299	0,287	0,275	0,263	0,250	0,258	0,268	0,257	0,239	0,231	0,212	0,236	0,280
1,40	0,284	0,273	0,261	0,249	0,237	0,244	0,254	0,244	0,226	0,218	0,201	0,223	0,266
1,45	0,270	0,259	0,248	0,236	0,224	0,232	0,241	0,231	0,214	0,206	0,190	0,211	0,252
1,50	0,257	0,247	0,236	0,225	0,213	0,220	0,229	0,220	0,203	0,196	0,180	0,200	0,240
1,55	0,245	0,235	0,224	0,214	0,202	0,209	0,218	0,209	0,193	0,186	0,170	0,190	0,228
1,60	0,234	0,224	0,214	0,203	0,192	0,199	0,207	0,199	0,183	0,177	0,162	0,181	0,217

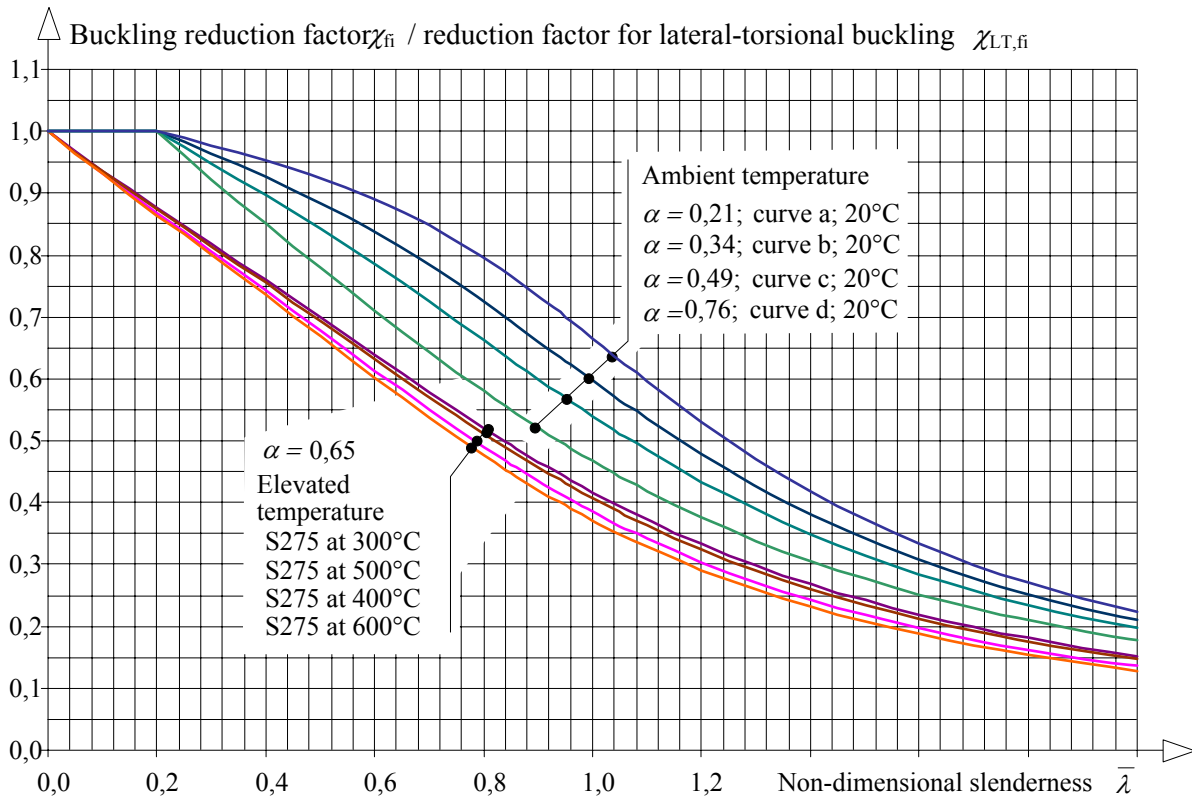


Figure 2.2 Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperature - the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ relationship for carbon steel S275

Table 2.2 *Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S275 at elevated temperature θ_a in °C for the non-dimensional slenderness's $\bar{\lambda}$*

Buckling reduction factors χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S275													
$\bar{\lambda} / \theta_a$	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	0,969	0,968	0,967	0,966	0,965	0,966	0,967	0,966	0,964	0,963	0,961	0,964	0,968
0,10	0,940	0,938	0,936	0,934	0,932	0,934	0,935	0,933	0,930	0,929	0,925	0,930	0,937
0,15	0,911	0,909	0,906	0,903	0,900	0,902	0,905	0,902	0,897	0,895	0,889	0,896	0,907
0,20	0,884	0,880	0,877	0,873	0,869	0,871	0,874	0,871	0,865	0,862	0,855	0,864	0,878
0,25	0,856	0,852	0,848	0,843	0,837	0,841	0,845	0,841	0,833	0,829	0,820	0,831	0,849
0,30	0,828	0,824	0,818	0,813	0,806	0,810	0,815	0,810	0,801	0,796	0,785	0,799	0,820
0,35	0,801	0,795	0,789	0,782	0,775	0,779	0,785	0,779	0,768	0,762	0,750	0,766	0,791
0,40	0,773	0,766	0,759	0,752	0,743	0,748	0,755	0,748	0,735	0,729	0,714	0,733	0,762
0,45	0,745	0,738	0,730	0,721	0,711	0,717	0,724	0,716	0,702	0,695	0,678	0,699	0,733
0,50	0,717	0,708	0,699	0,689	0,678	0,685	0,693	0,685	0,669	0,661	0,642	0,665	0,703
0,55	0,688	0,679	0,669	0,658	0,646	0,653	0,662	0,653	0,635	0,626	0,606	0,632	0,673
0,60	0,660	0,650	0,639	0,627	0,614	0,622	0,632	0,621	0,602	0,592	0,570	0,598	0,643
0,65	0,631	0,620	0,608	0,596	0,582	0,590	0,601	0,590	0,569	0,559	0,536	0,565	0,613
0,70	0,602	0,591	0,579	0,565	0,550	0,559	0,570	0,559	0,537	0,526	0,502	0,533	0,583
0,75	0,574	0,562	0,549	0,535	0,520	0,529	0,541	0,528	0,506	0,495	0,470	0,502	0,554
0,80	0,547	0,534	0,521	0,506	0,490	0,500	0,512	0,499	0,476	0,465	0,440	0,472	0,526
0,82	0,536	0,523	0,509	0,495	0,479	0,488	0,500	0,488	0,465	0,453	0,428	0,460	0,514
0,84	0,525	0,512	0,498	0,483	0,467	0,477	0,489	0,476	0,453	0,442	0,417	0,449	0,503
0,85	0,520	0,507	0,493	0,478	0,462	0,472	0,484	0,471	0,448	0,436	0,411	0,443	0,498
0,86	0,514	0,501	0,487	0,472	0,456	0,466	0,478	0,465	0,442	0,431	0,406	0,438	0,493
0,88	0,504	0,491	0,477	0,462	0,445	0,455	0,468	0,455	0,431	0,420	0,395	0,427	0,482
0,90	0,494	0,480	0,466	0,451	0,435	0,445	0,457	0,444	0,421	0,409	0,384	0,416	0,471
0,92	0,483	0,470	0,456	0,441	0,424	0,434	0,447	0,434	0,410	0,399	0,374	0,406	0,461
0,94	0,473	0,460	0,446	0,430	0,414	0,424	0,436	0,423	0,400	0,389	0,364	0,396	0,451
0,95	0,468	0,455	0,441	0,425	0,409	0,419	0,431	0,418	0,395	0,384	0,359	0,391	0,446
0,96	0,464	0,450	0,436	0,420	0,404	0,414	0,426	0,413	0,390	0,379	0,355	0,386	0,441
0,98	0,454	0,440	0,426	0,411	0,395	0,405	0,417	0,404	0,381	0,370	0,345	0,376	0,431
1,00	0,444	0,431	0,416	0,401	0,385	0,395	0,407	0,394	0,371	0,360	0,336	0,367	0,422
1,02	0,435	0,421	0,407	0,392	0,376	0,386	0,398	0,385	0,362	0,351	0,328	0,358	0,412
1,04	0,426	0,412	0,398	0,383	0,367	0,377	0,389	0,376	0,353	0,343	0,319	0,349	0,403
1,06	0,417	0,403	0,389	0,374	0,358	0,368	0,380	0,367	0,345	0,334	0,311	0,340	0,394
1,08	0,408	0,395	0,380	0,365	0,350	0,359	0,371	0,359	0,336	0,326	0,303	0,332	0,386
1,10	0,399	0,386	0,372	0,357	0,341	0,351	0,363	0,350	0,328	0,318	0,295	0,324	0,377
1,15	0,379	0,365	0,352	0,337	0,322	0,331	0,343	0,330	0,309	0,299	0,277	0,305	0,357
1,20	0,359	0,346	0,332	0,318	0,304	0,313	0,324	0,312	0,291	0,281	0,260	0,287	0,337
1,25	0,341	0,328	0,315	0,301	0,287	0,295	0,306	0,295	0,274	0,265	0,245	0,271	0,319
1,30	0,323	0,311	0,298	0,285	0,271	0,279	0,290	0,279	0,259	0,250	0,230	0,255	0,303
1,35	0,307	0,295	0,282	0,269	0,256	0,264	0,274	0,264	0,245	0,236	0,217	0,241	0,287
1,40	0,292	0,280	0,268	0,255	0,242	0,250	0,260	0,250	0,232	0,223	0,205	0,228	0,272
1,45	0,277	0,266	0,254	0,242	0,230	0,237	0,247	0,237	0,219	0,211	0,194	0,216	0,258
1,50	0,264	0,253	0,241	0,230	0,218	0,225	0,234	0,225	0,208	0,200	0,184	0,205	0,246
1,55	0,251	0,241	0,230	0,218	0,207	0,214	0,223	0,213	0,197	0,190	0,174	0,194	0,234
1,60	0,239	0,229	0,219	0,208	0,197	0,203	0,212	0,203	0,187	0,180	0,165	0,184	0,222

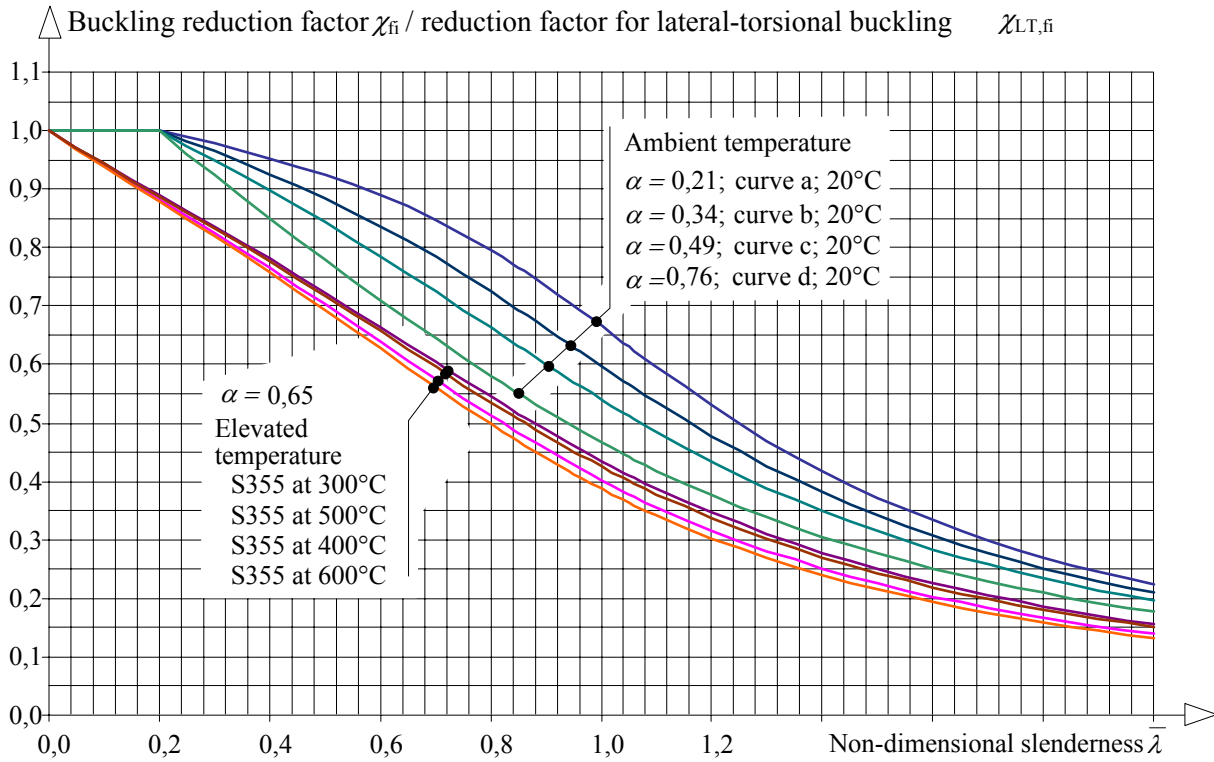


Figure 2.3 Buckling factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperature - the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ relationship for carbon steel S355

Table 2.3 *Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S355 at elevated temperature θ_a in °C for the non-dimensional slenderness's $\bar{\lambda}$*

Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S355													
$\bar{\lambda} / \theta_a$	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,970	0,971	0,970	0,968	0,968	0,966	0,968	0,972
0,10	0,947	0,945	0,944	0,942	0,940	0,941	0,942	0,941	0,938	0,937	0,933	0,937	0,944
0,15	0,921	0,919	0,917	0,914	0,911	0,913	0,915	0,913	0,908	0,906	0,901	0,908	0,917
0,20	0,896	0,893	0,890	0,886	0,883	0,885	0,888	0,885	0,879	0,876	0,870	0,878	0,891
0,25	0,871	0,867	0,863	0,859	0,854	0,857	0,861	0,857	0,850	0,846	0,838	0,848	0,865
0,30	0,846	0,841	0,836	0,831	0,825	0,829	0,833	0,828	0,820	0,815	0,805	0,818	0,838
0,35	0,820	0,815	0,809	0,803	0,796	0,800	0,805	0,800	0,789	0,784	0,772	0,787	0,811
0,40	0,794	0,788	0,781	0,774	0,765	0,771	0,777	0,770	0,758	0,752	0,738	0,756	0,784
0,45	0,767	0,760	0,753	0,744	0,735	0,741	0,747	0,740	0,726	0,719	0,703	0,723	0,756
0,50	0,740	0,732	0,724	0,714	0,703	0,710	0,718	0,709	0,694	0,686	0,667	0,690	0,727
0,55	0,713	0,704	0,694	0,683	0,671	0,679	0,688	0,678	0,661	0,652	0,631	0,657	0,698
0,60	0,685	0,675	0,664	0,652	0,639	0,647	0,657	0,647	0,627	0,618	0,595	0,623	0,668
0,65	0,656	0,646	0,634	0,621	0,607	0,616	0,626	0,615	0,594	0,584	0,560	0,590	0,638
0,70	0,628	0,616	0,604	0,590	0,575	0,584	0,595	0,583	0,561	0,550	0,525	0,557	0,608
0,75	0,599	0,587	0,574	0,559	0,543	0,553	0,565	0,552	0,529	0,518	0,492	0,525	0,579
0,80	0,571	0,558	0,544	0,529	0,512	0,523	0,535	0,522	0,498	0,486	0,460	0,493	0,549
0,82	0,560	0,547	0,533	0,517	0,500	0,511	0,523	0,510	0,486	0,474	0,448	0,481	0,538
0,84	0,549	0,535	0,521	0,506	0,489	0,499	0,512	0,498	0,474	0,462	0,436	0,469	0,526
0,85	0,543	0,530	0,515	0,500	0,483	0,493	0,506	0,492	0,468	0,456	0,430	0,463	0,521
0,86	0,538	0,524	0,510	0,494	0,477	0,488	0,500	0,487	0,462	0,450	0,424	0,458	0,515
0,88	0,527	0,513	0,499	0,483	0,466	0,476	0,489	0,475	0,451	0,439	0,413	0,446	0,504
0,90	0,516	0,502	0,488	0,472	0,455	0,465	0,478	0,464	0,440	0,428	0,401	0,435	0,493
0,92	0,506	0,492	0,477	0,461	0,444	0,454	0,467	0,453	0,429	0,417	0,391	0,424	0,482
0,94	0,495	0,481	0,466	0,450	0,433	0,443	0,456	0,443	0,418	0,406	0,380	0,413	0,472
0,95	0,490	0,476	0,461	0,445	0,428	0,438	0,451	0,437	0,413	0,401	0,375	0,408	0,466
0,96	0,485	0,471	0,456	0,440	0,422	0,433	0,446	0,432	0,408	0,396	0,370	0,403	0,461
0,98	0,475	0,460	0,445	0,429	0,412	0,423	0,436	0,422	0,398	0,386	0,360	0,393	0,451
1,00	0,465	0,450	0,435	0,419	0,402	0,413	0,426	0,412	0,388	0,376	0,351	0,383	0,441
1,02	0,455	0,441	0,425	0,409	0,393	0,403	0,416	0,402	0,378	0,366	0,341	0,373	0,431
1,04	0,445	0,431	0,416	0,400	0,383	0,393	0,406	0,393	0,369	0,357	0,332	0,364	0,421
1,06	0,436	0,421	0,406	0,391	0,374	0,384	0,397	0,383	0,360	0,348	0,324	0,355	0,412
1,08	0,426	0,412	0,397	0,381	0,365	0,375	0,388	0,374	0,351	0,339	0,315	0,346	0,403
1,10	0,417	0,403	0,388	0,373	0,356	0,366	0,379	0,365	0,342	0,331	0,307	0,338	0,394
1,15	0,395	0,381	0,367	0,351	0,335	0,345	0,357	0,344	0,322	0,311	0,288	0,317	0,372
1,20	0,375	0,361	0,347	0,332	0,316	0,325	0,337	0,325	0,303	0,292	0,270	0,298	0,352
1,25	0,355	0,342	0,328	0,313	0,298	0,307	0,319	0,306	0,285	0,275	0,254	0,281	0,333
1,30	0,337	0,324	0,310	0,296	0,281	0,290	0,301	0,289	0,269	0,259	0,239	0,265	0,315
1,35	0,319	0,307	0,293	0,280	0,266	0,274	0,285	0,274	0,254	0,244	0,225	0,250	0,298
1,40	0,303	0,291	0,278	0,265	0,251	0,259	0,270	0,259	0,240	0,231	0,212	0,236	0,283
1,45	0,288	0,276	0,264	0,251	0,238	0,246	0,256	0,245	0,227	0,218	0,200	0,223	0,268
1,50	0,274	0,262	0,250	0,238	0,225	0,233	0,243	0,232	0,215	0,207	0,189	0,212	0,255
1,55	0,261	0,249	0,238	0,226	0,214	0,221	0,231	0,221	0,204	0,196	0,179	0,200	0,242
1,60	0,248	0,237	0,226	0,215	0,203	0,210	0,219	0,210	0,193	0,186	0,170	0,190	0,230

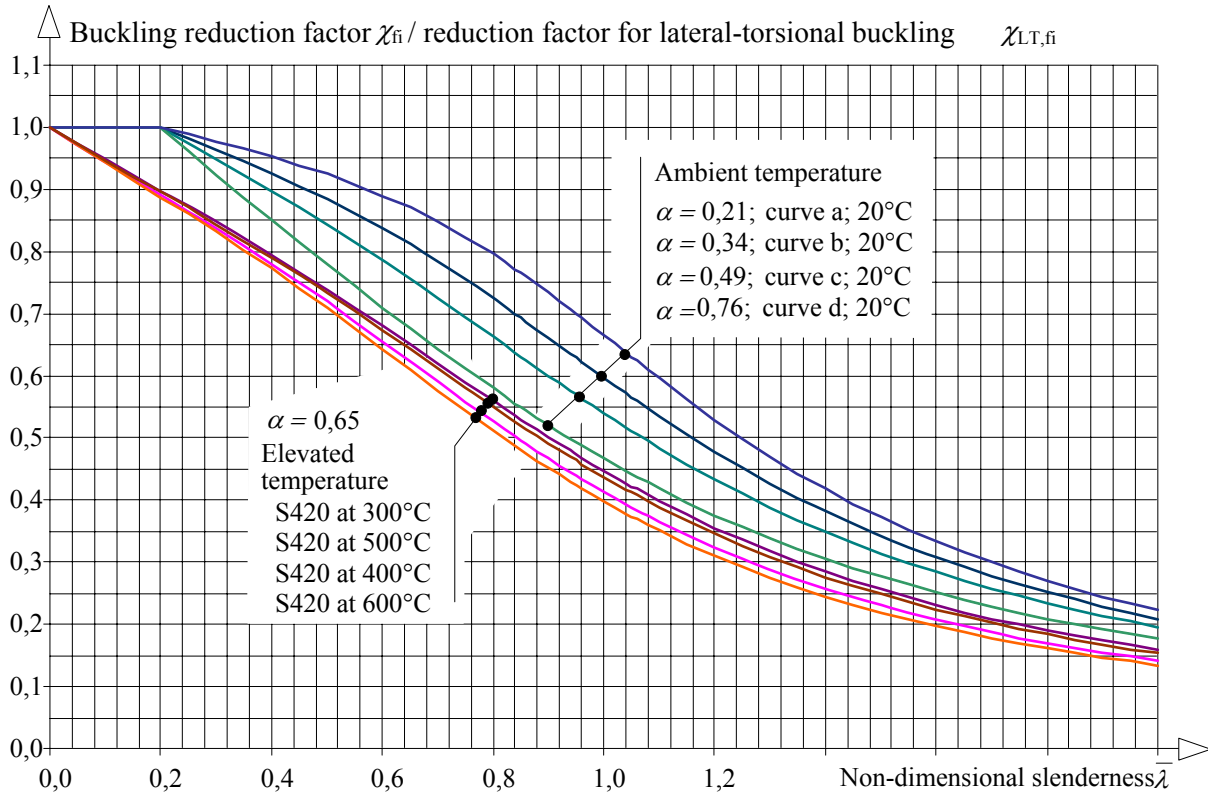


Figure 2.4 Buckling factors χ_{fi} (and reduction factors for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperature - the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ relationship for carbon steel S420

Table 2.4 *Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S420 at elevated temperature θ_a in °C and for the non-dimensional slenderness's $\bar{\lambda}$*

Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S420													
$\bar{\lambda} / \theta_a$	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	0,975	0,974	0,973	0,973	0,972	0,972	0,973	0,972	0,971	0,970	0,969	0,971	0,974
0,10	0,951	0,949	0,948	0,946	0,944	0,946	0,947	0,945	0,943	0,941	0,938	0,942	0,948
0,15	0,927	0,925	0,923	0,920	0,918	0,919	0,921	0,919	0,915	0,913	0,909	0,914	0,924
0,20	0,904	0,901	0,898	0,895	0,891	0,893	0,896	0,893	0,888	0,885	0,879	0,887	0,899
0,25	0,880	0,876	0,873	0,869	0,864	0,867	0,870	0,867	0,860	0,856	0,849	0,859	0,874
0,30	0,856	0,852	0,847	0,842	0,837	0,840	0,844	0,840	0,832	0,827	0,818	0,830	0,849
0,35	0,832	0,827	0,821	0,815	0,808	0,813	0,818	0,812	0,802	0,797	0,786	0,800	0,823
0,40	0,807	0,801	0,795	0,787	0,780	0,784	0,790	0,784	0,772	0,766	0,753	0,770	0,797
0,45	0,781	0,775	0,767	0,759	0,750	0,755	0,762	0,755	0,741	0,734	0,718	0,739	0,770
0,50	0,755	0,747	0,739	0,729	0,719	0,725	0,733	0,725	0,709	0,702	0,683	0,706	0,742
0,55	0,728	0,719	0,710	0,699	0,687	0,695	0,703	0,694	0,677	0,668	0,648	0,673	0,713
0,60	0,701	0,691	0,680	0,668	0,655	0,663	0,673	0,663	0,644	0,634	0,611	0,640	0,684
0,65	0,673	0,662	0,650	0,637	0,623	0,632	0,642	0,631	0,610	0,600	0,575	0,606	0,655
0,70	0,644	0,633	0,620	0,606	0,591	0,600	0,611	0,599	0,577	0,566	0,540	0,572	0,625
0,75	0,616	0,603	0,590	0,575	0,558	0,568	0,581	0,568	0,544	0,532	0,506	0,539	0,595
0,80	0,587	0,574	0,560	0,544	0,527	0,538	0,550	0,537	0,512	0,500	0,473	0,507	0,565
0,82	0,576	0,562	0,548	0,532	0,515	0,525	0,538	0,525	0,500	0,488	0,460	0,495	0,553
0,84	0,564	0,551	0,536	0,520	0,503	0,513	0,526	0,513	0,488	0,475	0,448	0,483	0,541
0,85	0,559	0,545	0,530	0,514	0,497	0,507	0,520	0,507	0,482	0,469	0,442	0,477	0,536
0,86	0,553	0,539	0,524	0,508	0,491	0,501	0,515	0,501	0,476	0,463	0,436	0,471	0,530
0,88	0,542	0,528	0,513	0,497	0,479	0,490	0,503	0,489	0,464	0,451	0,424	0,459	0,518
0,90	0,531	0,517	0,502	0,485	0,467	0,478	0,492	0,478	0,452	0,440	0,413	0,447	0,507
0,92	0,520	0,506	0,490	0,474	0,456	0,467	0,480	0,466	0,441	0,428	0,401	0,436	0,496
0,94	0,509	0,495	0,479	0,463	0,445	0,456	0,469	0,455	0,430	0,417	0,391	0,425	0,485
0,95	0,504	0,489	0,474	0,457	0,440	0,451	0,464	0,450	0,424	0,412	0,385	0,419	0,480
0,96	0,499	0,484	0,469	0,452	0,434	0,445	0,459	0,444	0,419	0,407	0,380	0,414	0,474
0,98	0,488	0,474	0,458	0,441	0,424	0,435	0,448	0,434	0,409	0,396	0,370	0,404	0,464
1,00	0,478	0,463	0,448	0,431	0,413	0,424	0,438	0,423	0,398	0,386	0,360	0,393	0,453
1,02	0,468	0,453	0,437	0,421	0,403	0,414	0,427	0,413	0,388	0,376	0,350	0,383	0,443
1,04	0,458	0,443	0,427	0,411	0,393	0,404	0,417	0,403	0,379	0,367	0,341	0,374	0,433
1,06	0,448	0,433	0,418	0,401	0,384	0,395	0,408	0,394	0,369	0,357	0,332	0,364	0,423
1,08	0,438	0,424	0,408	0,392	0,375	0,385	0,398	0,384	0,360	0,348	0,323	0,355	0,414
1,10	0,429	0,414	0,399	0,383	0,365	0,376	0,389	0,375	0,351	0,339	0,315	0,346	0,405
1,15	0,406	0,392	0,377	0,361	0,344	0,354	0,367	0,353	0,330	0,319	0,295	0,325	0,382
1,20	0,385	0,370	0,356	0,340	0,324	0,334	0,346	0,333	0,310	0,299	0,276	0,306	0,361
1,25	0,364	0,350	0,336	0,321	0,305	0,315	0,327	0,314	0,292	0,281	0,259	0,288	0,341
1,30	0,345	0,332	0,318	0,303	0,288	0,297	0,309	0,296	0,275	0,265	0,244	0,271	0,323
1,35	0,327	0,314	0,301	0,286	0,272	0,281	0,292	0,280	0,259	0,250	0,229	0,256	0,306
1,40	0,311	0,298	0,285	0,271	0,257	0,265	0,276	0,265	0,245	0,236	0,216	0,241	0,289
1,45	0,295	0,283	0,270	0,257	0,243	0,251	0,262	0,251	0,232	0,223	0,204	0,228	0,274
1,50	0,280	0,268	0,256	0,243	0,230	0,238	0,248	0,237	0,219	0,211	0,193	0,216	0,260
1,55	0,266	0,255	0,243	0,231	0,218	0,226	0,235	0,225	0,208	0,200	0,183	0,204	0,247
1,60	0,254	0,242	0,231	0,219	0,207	0,214	0,224	0,214	0,197	0,189	0,173	0,194	0,235

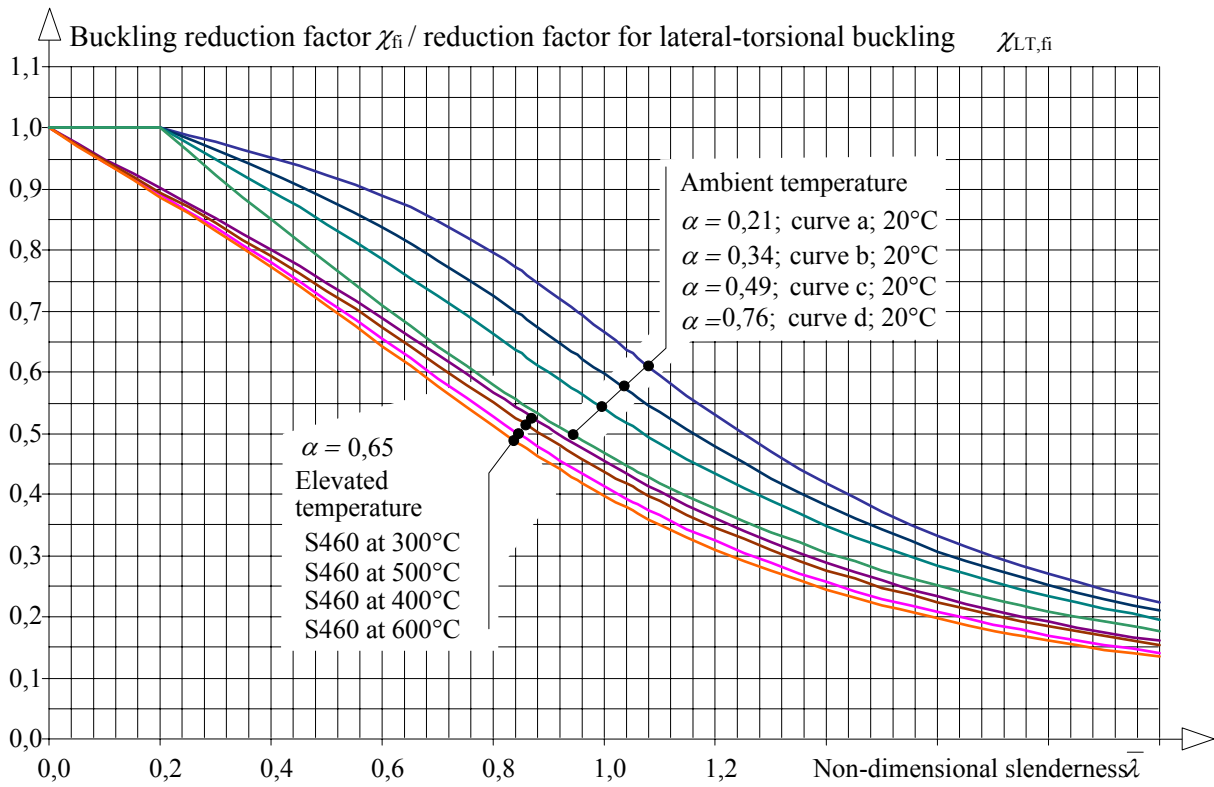


Figure 2.5 Buckling reduction factors χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) at elevated temperature - the non-dimensional slenderness $\bar{\lambda}$ relationship for carbon steel 460

Table 2.5 *Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S460 at elevated temperature θ_a in °C and for the non-dimensional slenderness's $\bar{\lambda}$*

Buckling reduction factor χ_{fi} (and reduction factor for lateral-torsional buckling $\chi_{LT,fi}$) for carbon steel S460													
$\bar{\lambda} / \theta_a$	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	0,976	0,975	0,975	0,974	0,973	0,973	0,974	0,973	0,972	0,971	0,970	0,972	0,975
0,10	0,953	0,952	0,950	0,948	0,947	0,948	0,949	0,948	0,945	0,944	0,941	0,945	0,951
0,15	0,930	0,928	0,926	0,924	0,921	0,923	0,925	0,922	0,919	0,917	0,912	0,918	0,927
0,20	0,907	0,905	0,902	0,899	0,895	0,897	0,900	0,897	0,892	0,889	0,884	0,891	0,903
0,25	0,885	0,881	0,878	0,874	0,869	0,872	0,875	0,872	0,865	0,862	0,854	0,864	0,879
0,30	0,862	0,857	0,853	0,848	0,843	0,846	0,850	0,846	0,838	0,834	0,824	0,836	0,855
0,35	0,838	0,833	0,828	0,822	0,815	0,819	0,824	0,819	0,809	0,804	0,793	0,807	0,830
0,40	0,814	0,808	0,802	0,795	0,787	0,792	0,797	0,791	0,780	0,774	0,760	0,778	0,804
0,45	0,789	0,782	0,775	0,767	0,758	0,763	0,770	0,763	0,749	0,743	0,727	0,747	0,777
0,50	0,763	0,755	0,747	0,738	0,727	0,734	0,741	0,733	0,718	0,710	0,692	0,715	0,750
0,55	0,736	0,728	0,718	0,708	0,696	0,703	0,712	0,703	0,685	0,677	0,656	0,682	0,722
0,60	0,709	0,699	0,689	0,677	0,664	0,672	0,682	0,672	0,652	0,643	0,620	0,648	0,693
0,65	0,681	0,671	0,659	0,646	0,632	0,640	0,651	0,640	0,619	0,608	0,584	0,615	0,663
0,70	0,653	0,641	0,628	0,614	0,599	0,609	0,620	0,608	0,585	0,574	0,548	0,581	0,633
0,75	0,624	0,612	0,598	0,583	0,567	0,577	0,589	0,576	0,552	0,540	0,513	0,547	0,603
0,80	0,595	0,582	0,568	0,552	0,535	0,545	0,558	0,545	0,520	0,508	0,480	0,515	0,573
0,82	0,584	0,570	0,556	0,540	0,522	0,533	0,546	0,532	0,507	0,495	0,467	0,502	0,561
0,84	0,573	0,559	0,544	0,528	0,510	0,521	0,534	0,520	0,495	0,482	0,455	0,490	0,549
0,85	0,567	0,553	0,538	0,522	0,504	0,515	0,528	0,514	0,489	0,476	0,448	0,484	0,544
0,86	0,561	0,547	0,532	0,516	0,498	0,509	0,522	0,508	0,483	0,470	0,442	0,478	0,538
0,88	0,550	0,536	0,520	0,504	0,486	0,497	0,510	0,496	0,471	0,458	0,430	0,466	0,526
0,90	0,539	0,524	0,509	0,492	0,474	0,485	0,499	0,485	0,459	0,446	0,418	0,454	0,515
0,92	0,528	0,513	0,498	0,481	0,463	0,474	0,488	0,473	0,447	0,435	0,407	0,442	0,503
0,94	0,517	0,502	0,487	0,470	0,452	0,463	0,476	0,462	0,436	0,424	0,396	0,431	0,492
0,95	0,511	0,497	0,481	0,464	0,446	0,457	0,471	0,456	0,431	0,418	0,391	0,426	0,487
0,96	0,506	0,491	0,476	0,459	0,441	0,452	0,465	0,451	0,425	0,413	0,385	0,420	0,481
0,98	0,495	0,481	0,465	0,448	0,430	0,441	0,455	0,440	0,414	0,402	0,375	0,409	0,471
1,00	0,485	0,470	0,454	0,437	0,419	0,430	0,444	0,430	0,404	0,392	0,365	0,399	0,460
1,02	0,475	0,460	0,444	0,427	0,409	0,420	0,434	0,419	0,394	0,381	0,355	0,389	0,450
1,04	0,464	0,450	0,434	0,417	0,399	0,410	0,423	0,409	0,384	0,372	0,345	0,379	0,440
1,06	0,455	0,440	0,424	0,407	0,389	0,400	0,414	0,399	0,374	0,362	0,336	0,369	0,430
1,08	0,445	0,430	0,414	0,397	0,380	0,391	0,404	0,390	0,365	0,353	0,327	0,360	0,420
1,10	0,435	0,420	0,405	0,388	0,371	0,381	0,394	0,380	0,356	0,344	0,319	0,351	0,410
1,15	0,412	0,397	0,382	0,366	0,348	0,359	0,372	0,358	0,334	0,323	0,298	0,330	0,387
1,20	0,390	0,376	0,360	0,345	0,328	0,338	0,351	0,337	0,314	0,303	0,280	0,310	0,366
1,25	0,369	0,355	0,340	0,325	0,309	0,319	0,331	0,318	0,296	0,285	0,262	0,291	0,346
1,30	0,350	0,336	0,322	0,307	0,291	0,301	0,313	0,300	0,278	0,268	0,247	0,274	0,327
1,35	0,332	0,318	0,304	0,290	0,275	0,284	0,295	0,283	0,262	0,253	0,232	0,259	0,309
1,40	0,315	0,302	0,288	0,274	0,260	0,269	0,280	0,268	0,248	0,238	0,219	0,244	0,293
1,45	0,299	0,286	0,273	0,259	0,246	0,254	0,265	0,253	0,234	0,225	0,206	0,231	0,278
1,50	0,284	0,271	0,259	0,246	0,233	0,241	0,251	0,240	0,222	0,213	0,195	0,218	0,263
1,55	0,270	0,258	0,246	0,233	0,220	0,228	0,238	0,228	0,210	0,202	0,184	0,207	0,250
1,60	0,257	0,245	0,233	0,221	0,209	0,217	0,226	0,216	0,199	0,191	0,175	0,196	0,238

3. References

- 1 EN 1993-1-2:2005, Eurocode 3: design of steel structures, Part 1-2: Structural fire design, CEN, Brussels, 2005, p. 78.
- 2 EN 1993-1-1:2005, Eurocode 3: Design of steel structures, Part 1-1: General rules and rules for buildings, CEN, Brussels, 2005, p. 91.

Quality Record

RESOURCE TITLE	Buckling Factors at Elevated Temperature		
Reference(s)	EN 1993-1-1:2005; EN 1993-1-2:2005		
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	Wald F.	CTU in Prague	
Technical content checked by	Sokol. Z.	CTU in Prague	
Editorial content checked by			
Technical content endorsed by the following STEEL Partners: <ol style="list-style-type: none"> 1. UK 2. France 3. Sweden 4. Germany 5. Spain 6. Luxembourg 			
Resource approved by Technical Coordinator	Haller, Cajot	SCI CTICM SBI RWTH Labein PARE	17/02/2006
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by:			
Translated resource approved by:			

Wrapper Information

Title*	Buckling Factors at Elevated Temperature	
Series	Fire safety design	
Description*	The DD Buckling Factors at Elevated Temperature includes tables of reduction factors for buckling and lateral-torsional buckling of steels S235, S275, S355, S420 and S460. The shape of the buckling factors is demonstrated on graphs.	
Access Level*	Expertise	
Identifiers*	Filename	SD4606b-EN-EU
Format		Microsoft Office Word; 15 Pages; 952kb
Category*	Resource Type	DD
	Viewpoint	
Subject*	Application Area(s)	Fire safety design
Dates	Created Date	21/01/2006
	Last Modified Date	09/03/2006
	Checked Date	
	Valid From	
	Valid To	
Language(s)*		
Contacts	Author	Wald F.
	Checked By	Sokol Z.
	Approved by	
	Editor	
	Last Modified By	Wald F.
Keywords*	Fire resistance of elements; Limit state design; Eurocodes; Columns, Beams	
See Also	Eurocode Reference	
	Worked Example(s)	
	Commentary	
	Discussion	
	<i>Other</i>	
Coverage	National Applicability	Europe
Special Instructions		