

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV	311
	REV 9	2043B4

PTV 311/9 (2043)

## ACIERS DE PRECONTRAINTE

### TORONS

REVISION 9

BENOR asbl



Approuvé par l'Qti cpg d'Administration le 12B44243

**The last eligible version is that one visible of the website of OCAB.**

**Check with the following QR-code to download it:**



## Prescriptions techniques

**PTV 311** Révision 07

# Aciers de précontrainte - Torons

## 1 Préambule

Ces Prescriptions Techniques (PTV<sup>1</sup>) ont été rédigées par le Bureau Technique 2 - « Aciers de précontrainte » de l'asbl OCAB, organisme de secteur, en vue de la certification des armatures de précontrainte.

Selon le règlement d'usage et de contrôle de la marque BENOR<sup>2</sup> et son article 8, ces prescriptions techniques de l'OCAB constituent les spécifications techniques de référence à la marque BENOR.

La conformité a trait aux exigences de la série de normes NBN I 10-001 et I 10-002 auxquelles s'ajoutent les précisions, modifications et compléments décrits dans les présentes Prescriptions Techniques.

## 2 Documents à consulter

### 2.1 Normes et PTV

En principe, la dernière édition des normes et PTV s'applique. Si nécessaire, un addendum au présent PTV serait édité en cas d'incompatibilité suite à la révision d'un des documents cités ci-après.

- NBN I 10-001, Aciers de précontrainte - Fils, torons et barres - Généralités et prescriptions communes.
- NBN I 10-002, Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.
- NBN I 10-003, Aciers de précontrainte - Torons.

---

<sup>1</sup> Prescriptions techniques - Technische Voorschriften

<sup>2</sup> (Référence BENOR<sup>asbl</sup> : NBN/RVB.CA/RM2012-10-02 et éditions suivantes en vigueur)

- NBN I10-201, Armatures de précontrainte - Détermination du caractère d'adhérence au béton des armatures de précontrainte.
- NBN EN ISO 15630-3, Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton - Méthodes d'essai - Partie 3 : Armatures de précontrainte.
- PTV 311 - Aciers de précontrainte - Torons.
- PTV 312 - Aciers de précontrainte galvanisés.
- PTV 314 - Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.

## **2.2 Règlement d'application**

- TRA 282 - Règlement d'application de la marque BENOR dans le secteur des aciers de précontrainte - Modalités de contrôle applicables aux Usagers de la Marque.

## **3 Objet et domaine d'application**

Les présentes Prescriptions Techniques mentionnent les exigences auxquelles les fils tréfilés doivent satisfaire.

## **4 Précisions, modifications et compléments relatifs à la NBN I 10-001**

### **4.1 Point 1. - Domaine d'application**

Les propriétés spécifiques à chaque type d'armatures de précontrainte sont mentionnées dans les normes ou prescriptions techniques suivantes : NBN I 10-002, NBN I 10-003, PTV 311, PTV 312, PTV 314.

### **4.2 Point 2.1.1. – Définition**

- Toron : Le toron est un ensemble de fils tréfilés lisses disposés en hélice (NBN I 10-003) ; le toron peut comporter 3 ou 7 fils.
- Toron à empreintes : Le toron à empreintes est un ensemble de fils tréfilés à empreintes disposés en hélice (NBN I 10-003). Le toron à empreintes peut comporter 3 fils à empreintes ou 1 fil central lisse ou à empreintes plus 6 fils périphériques à empreintes.
- Toron lisse galvanisé : La définition du toron lisse galvanisé est donnée dans le PTV 312.

### **4.3 Point 2.4. - Section nominale**

La section nominale est celle qui est prise en compte pour les calculs de résistance.

#### **4.4 Point 4.2. - Désignation conventionnelle**

Pour les torons à empreintes, utiliser :

- le mot "toron à empreintes"
- le symbole ⊗

Pour les torons 7 fils d'un diamètre nominal de 12,5 mm ou plus, la désignation conventionnelle est complétée par la valeur garantie du comportement de cette armature aux contraintes multiaxiales, comme déterminée par l'essai de traction déviée ( $D \leq 28$  ou  $D \leq 20$ ).

La mention simplifiée de la valeur garantie seule est admise, ceci sous forme de « D20 » ou « D28 » selon le cas.

La désignation conventionnelle des armatures lisses galvanisées est donnée au PTV 312.

#### **4.5 Point 5. - Propriétés géométriques**

Les diamètres nominaux, les tolérances sur ceux-ci et la rectitude des différents produits sont indiqués dans les normes NBN I10-002 et NBN I10-003, pour autant qu'ils ne soient pas modifiés par les PTV 311 et 314. Dans le cas des armatures galvanisées suivant le PTV 312, les propriétés géométriques s'appliquent à l'armature couche de zinc comprise.

#### **4.6 Point 6. - Propriétés mécaniques**

Les propriétés mécaniques des différents produits sont spécifiées dans les normes NBN I10-002 et NBN I10-003, pour autant qu'elles ne soient pas modifiées par les PTV 311 et 314. Dans le cas des armatures galvanisées suivant le PTV 312, les propriétés mécaniques s'appliquent à l'armature couche de zinc comprise.

#### **4.7 Point 6.2. - Charge de rupture ou résistance à la traction**

La résistance à la traction est exprimée en  $N/mm^2$  ; elle est calculée à partir des charges de rupture et des sections réelles. Les sections réelles sont déterminées via la mesure de la longueur et du poids de l'armature, y compris son éventuelle couche de zinc, (NBN EN ISO 15630-3).

La section réelle est calculée avec une précision de  $\pm 1\%$ .

#### **4.8 Point 6.3. - Charge à la limite conventionnelle d'élasticité**

La charge à la limite conventionnelle d'élasticité est déterminée graphiquement sur le diagramme « Charges-Allongements » conformément aux indications de la norme NBN EN ISO 15630-3.

#### **4.9 Point 6.5. - Module d'élasticité**

Le module d'élasticité (E) est déterminé sur le diagramme « Charges-Allongements » suivant les indications de la norme NBN EN ISO 15630-3.

#### **4.10 Point 6.7. - Comportement sous charges multiaxiales**

Le comportement sous charges multiaxiales des torons 7 fils de diamètre nominal d'au moins 12,5 mm est caractérisé par le comportement de ces armatures en traction déviée suivant NBN EN ISO 15630-3. Suivant le cas, cet essai est conduit sur l'armature nue ou galvanisée.

#### **4.11 Point 7.4. - Corrosion sous tension**

La résistance à la corrosion sous tension est déterminée au moyen de l'essai qui est décrit dans la NBN EN ISO 15630-3, dans lequel on utilise la solution A. L'essai est conduit sous une charge de 80% de  $F'_m$ . On effectue l'essai sur l'armature nue.

## **5 Précisions, modifications et compléments relatifs à la NBN I 10-003**

### **5.1 Point 1. - Domaine d'application.**

Ce document normatif est applicable aux torons en acier à haute limite d'élasticité, destinés à la précontrainte du béton.

### **5.2 Point 2.1. - Toronnage**

Le toronnage des armatures galvanisées s'effectue au départ de fil galvanisé. A cet effet, on se réfère au PTV 312.

### **5.3 Point 4. - Contrôle**

Le contrôle est effectué conformément aux prescriptions :

- de la norme NBN I10-003, amendée par le PTV 311, pour les armatures nues ;
- du PTV 312 pour les armatures galvanisées.

### **5.4 Point 4.1. - Propriétés contrôlables**

- n° 1 Propriétés géométriques :
  - torons : diamètre, section nominale et pas
  - torons à empreintes : diamètre, section nominale, pas et empreintes (voir **Point 5.4**).

### **5.5 Point 4.2.7. - Comportement dans le temps**

La fréquence des essais de relaxation (n° 10), de fatigue (n° 11) et de corrosion sous tension (n° 12) est précisée à la commande. La fréquence des essais doit au moins atteindre la fréquence minimale mentionnée au TRA 282. Par accord particulier à la commande, le producteur communique des résultats d'essais faits sur des aciers de même type, pour la propriété n° 13.

## 5.6 Point 4.2.8. - Comportement sous charges multiaxiales

La fréquence des essais de traction déviée suivant NBN EN ISO 15630-3, pour juger du comportement sous charges multiaxiales, est précisée à la commande. La fréquence des essais doit au moins atteindre la fréquence minimale mentionnée au TRA 282.

## 5.7 Point 5.1. - Propriétés

Les tableaux 3 à 5 de la norme NBN I 10-003 sont complétés par les propriétés des torons à empreintes suivants :

- toron à empreintes -  $\otimes$  7,5 - 3 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,9 - 3 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,5 - 3 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  5,2 - 3 fils - 1960 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  9,3 - 7 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  12,5 - 7 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  12,9 - 7 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  15,2 - 7 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  15,2 - 7 fils - 1770 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  15,7 - 7 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  15,7 - 7 fils - 1770 - R2

Hormis les propriétés géométriques des empreintes, ils répondent aux mêmes spécifications que les torons constitués de fils lisses.

De plus, on définit les torons suivants :

- toron -  $\varnothing$  5,2 - 3 fils - 2160 -R2
- toron -  $\varnothing$  5,2 - 3 fils - 2060 -R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  5,2 - 3 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,5 - 3 fils - 1960 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,5 - 3 fils - 1960 - R2
- toron -  $\varnothing$  9,2 - 3 fils - 1670 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,4 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,4 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,85 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,85 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,85 - 7 fils - 2160 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,85 - 7 fils - 2160 - R2

- toron -  $\varnothing$  6,9 - 7 fils - 1860 - R2
- toron -  $\varnothing$  7,0 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  7,0 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  8,6 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  8,6 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  9,0 - 7 fils - 1960 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  9,0 - 7 fils - 1960 - R2
- toron -  $\varnothing$  11,0 - 7 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  11,0 - 7 fils - 1860 - R2
- toron -  $\varnothing$  11,3 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  11,3 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  18,0 - 7 fils - 1770 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  18,0 - 7 fils - 1770 - R2

Les propriétés des torons lisses spécifiées dans les tableaux 3bis à 5bis ci-dessous s'appliquent aussi bien aux torons nus qu'aux torons galvanisés (voir également PTV 312).

Dans le cas des torons galvanisés, les propriétés spécifiées pour les aciers s'appliquent au toron couche de zinc comprise.

Les tableaux 3 à 5 complétés en ce sens sont repris ci-après.

**Tableau 3bis - Propriétés des torons 3 fils**

Type de toron	Diamètre nominal	Résistance caractéristique spécifiée à la traction	Section nominale Sn	Masse nominale au mètre	Charge de rupture caractéristique spécifiée	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 %	$\frac{F'_m}{F'_{p0,2}}$ min.	Corrosion sous tension à 80% de F'm Résistance 1) individuelle 2) médiane (7) (8) h m
(1)	mm	(2) N/mm <sup>2</sup>	(6) mm <sup>2</sup>	g/m	(3) kN	(3) (5) kN	(3) kN	(4) (5)	
3 x 4,25	9,2	1670	42,6	336	71,1	62,6	60,5	1,025	si d <sub>sw</sub> ≥ 3,2 mm 1) 2h00min 2) 5h00min
3 x 4,25	9,2	1860	42,6	336	79,2	69,7	67,3		
3 x 3,55	7,7	1860	29,7	233	55,2	48,6	47,0		
3 x 3,50	7,5 (*)	1860	29,0	228	54,0	47,0	45,9		
3 x 3,15	6,9 (*)	1860	23,4	183	43,5	38,3	37,0		
3 x 3,00	6,5 (*)	1860	21,3	167	39,7	34,9	33,7		
3 x 3,00	6,5 (*)	1960	21,1	165	41,4	36,4	35,6		si d <sub>sw</sub> < 3,2 mm 1) 1h30min 2) 3h00min
3 x 2,90	6,3	1920	19,8	157	38,0	33,5	32,5		
3 x 2,60	5,6	1960	15,9	125	31,2	27,4	26,5		
3 x 2,40	5,2 (*)	1960	13,6	107	26,7	23,5	22,7		
3 x 2,40	5,2 (*)	2060	13,6	106	28,0	24,6	24,1		
3 x 2,40	5,2	2160	13,6	106	29,4	26,2	25,8		
3 x 2,25	4,8	1960	12,0	94,2	23,5	20,6	20,0		

(1) Les diamètres non mentionnés ne sont pas normalisés.

(2) La résistance caractéristique spécifiée à la traction est calculée à partir de la section nominale de l'armature et de la charge à la rupture caractéristique spécifiée (voir note n° 3).

(3) Les charges caractéristiques spécifiées sont souvent considérées de préférence aux résistances, en raison des tolérances serrées sur section et masse au mètre.

(4) F'm, F'p0,2 = charge de rupture et charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % mesurées lors de l'essai de traction.

(5) Les colonnes 7 et 9 cesseraient d'être d'application dès que la norme européenne EN 10138 entrerait en vigueur.

(6) La section nominale est calculée en prenant une masse volumique de 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

(7) dsw = diamètre du fil constitutif

(8) La mesure s'effectue en heure(s) et minute(s).

Les arrondis s'effectuent sur les dizaines de minutes, soit par exemple : 4h52min = 4h50min < 5h00min et 4h56min = 5h00min

(\*) fils constitutifs lisses ou à empreintes



**Tableau 4bis - Propriétés des torons 7 fils**

Diamètre nominal	Résistance caractéristique spécifiée à la traction	Section nominale S <sub>n</sub>	Masse nominale au mètre		Charge de rupture caractéristique spécifiée	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 %	$\frac{F'_m}{F'_{p0,2}}$ min.	Traction déviée D <sub>max</sub>	Corrosion sous tension à 80% de F'm Résistance 1) individuelle 2) médiane
(1)	(2)	(6)			(3)	(3) (5)	(3)	(4) (5)	(9)	(7) (8)
mm	N/mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	g/m	mm	kN	kN	kN		%	h min
6,4 (*)	2060	25,0	196,3		51,5		45,3			
6,85 (*)	2160	28,2	221,4		60,9		53,6			
6,85 (*)	2060	28,2	221,4		58,1		51,1			
6,9	1860	29,0	227,7	+ 0,3	54,0	47,5	46,0			
7,0 (*)	2060	30	235,5	- 0,15	62,0	54,6	53,0			si d <sub>sw</sub> < 3,2 mm
8,6 (*)	2060	45	353,3		92,7		81,6			1) 1h30min
9,0 (*)	1960	50	393		98,0	86,0	84,0			2) 3h00min
9,3 (*)	1860	52	408		97,0	85,0	82,0	1,025		
11,0 (*)	1860	70	549		130	114	111			si d <sub>sw</sub> ≥ 3,2 mm
11,3 (*)	2060	75	589		155		136			1) 2h00min
12,5 (*)	1860	93	730		173	152	147		28 (20)	2) 5h00min
12,9 (*)	1860	100	785		186	163	158		28 (20)	
15,2 (*)	1860	139	1090	+ 0,4	260	228	220		28 (20)	
15,2 (*)	1770	139	1090	- 0,2	248	216	209		28 (20)	
15,7 (*)	1860	150	1180		279	246	237		28 (20)	
15,7 (*)	1770	150	1180		265	233	225		28 (20)	
18,0 (*)	1770	200	1570		354	311	304		28 (20)	

(1) Les diamètres non mentionnés ne sont pas normalisés.  
(2) La résistance caractéristique spécifiée à la traction est calculée à partir de la section nominale de l'armature et de la charge à la rupture caractéristique spécifiée (voir note n° 3).  
(3) Les charges caractéristiques spécifiées sont souvent considérées de préférence aux résistances, en raison des tolérances serrées sur section et masse au mètre.  
(4) F'm, F'p0,2 = charge de rupture et charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % mesurées lors de l'essai de traction.  
(5) Les colonnes 7 et 9 cesseraient d'être d'application dès que la norme européenne EN 10138 entrerait en vigueur.  
(6) La section nominale est calculée en prenant une masse volumique de 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.  
(7) d<sub>sw</sub> = diamètre du fil constitutif  
(8) La mesure s'effectue en heure(s) et minute(s).  
Les arrondis s'effectuent sur les dizaines de minutes, soit par exemple : 4h52min = 4h50min < 5h00min et 4h56min = 5h00min  
(9) Les chiffres entre parenthèses concernent les torons qui sont utilisés dans les systèmes de postcontrainte ou comme armatures de précontrainte déviées dans l'industrie de préfabrication.  
(\*) fils constitutifs lisses ou à empreintes  
NOTE : La valeur du module d'élasticité peut être prise égale à E = 200 kN/mm<sup>2</sup> ± 10 kN/mm<sup>2</sup>, sauf contre-indication du fournisseur.

**Tableau 5bis - Caractéristiques communes pour tous les torons**

Ecart toléré en $\pm$ sur				Relaxation maximale à 1000 h			Essai de fatigue Etendue de la sollicitation (Fmax - Fmin) pour Fmax = 0,8 F'm  N
Section armature  (6) mm <sup>2</sup>	Masse nominale au mètre  g/m	Allongement total sous charge maximale Lo > 500 mm  (10)  min	Striction de rupture	Charge initiale en % de la charge de rupture réelle	Classe de relaxation		
					R <sub>1</sub> %	R <sub>2</sub> %	
+ 2 % - 2 %	+ 2 % - 2 %	3,5 %	ruptures ductiles des fils visibles à l'œil nu	60 70 80	4,5 8 12	1,0 2,5 4,5	200 x S <sub>o</sub> pour torons lisses (11) 180 x S <sub>o</sub> pour torons à empreintes (11)

(10) Lo = longueur initiale entre repères (voir NBN EN ISO 15630-3)

(11) S<sub>o</sub> = aire réelle d'une section droite avant application de la charge, mesurée avec une erreur maximale de 0.4 % par une méthode de pesée

## 5.8 Point 5.4. - Empreintes (nouveau)

### Point 5.4.1. - Fils constitutifs

Les empreintes des fils constitutifs des torons à empreintes répondent aux spécifications du point 5.2.2. de la norme NBN I 10-002 (fils) à l'exception des dimensions des empreintes qui répondent aux prescriptions du tableau ci-dessous relatives aux mesures réalisées sur chaque éprouvette.

**Tableau 6 - Caractéristiques géométriques des empreintes**

Diamètre nominal du toron (D) (mm)	Profondeur nominale (a) (mm)	Ecart admissible sur profondeur (mm)	Longueur (L) (mm)	Pas (P) (mm)
D ≤ 12	0,06	± 0,03	3,5 ± 0,5	5,5 ± 0,5
D > 12	0,07	± 0,04	3,5 ± 0,5	5,5 ± 0,5

Les fréquences et méthodes de contrôle en cours de fabrication sont celles prévues dans la norme NBN I 10-002 ; pour le fil central, il n'y a pas lieu de mesurer les empreintes.

#### **Point 5.4.2. - Mesure après toronnage**

Il est permis de contrôler les empreintes sur les fils constitutifs du toron avant toronnage. La condition complémentaire dans ce cas est que le producteur doit garantir et démontrer la traçabilité des fils incorporés dans le toron.

## **6 Historique des révisions**

### **6.1 Révisions 0 à 5, création, adaptations**

### **6.2 Révision 6**

- Référence à BENOR asbl
- Masse volumique égale à 7,85 kg/dm<sup>3</sup>

### **6.3 Révision 7**

- Mise à jour du tableau 4bis

## Background document

### PTV 311 Revision 07

# Background document for the updating of some property requirements levels in PTV 311<sup>1</sup>

## 1 Object

PTV 311 defines the required properties for 3-wire and 7-wire strands of prestressing steel regarding the BENOR-mark.

The present background document aims at clarifying the question of significant digits for the definition of the strength levels:

- **F<sub>M</sub>, F<sub>0,2</sub> and F<sub>0,1</sub>**
  - expressed in kN.

The problem lies indeed in the fact that the present values for these properties are normally expressed with three significant digits, as it is also the case in European drafts standards.

Surprisingly, some values under 100 kN are expressed in the present version of PTV 311 with only two significant digits.

This only concerns 7-wire strands and thus only Table 4bis.

The reason for that fact is not understandable under an objective way.

The only source of this abnormality could be investigated from historical reasons, in so far as the PTV 311 had to be completed regarding the Belgian standard NBN I10-003:1986.

Indeed, Table 4 of this standard contains no decimals, but only one grade with levels under 100:

**Tabel 4bis - Eigenschappen van 7-draadstrengen**

Nominale diameter	Voorgescreven karakteristieke treksterkte	Nominale dwarsdoorsnede	Nominale massa per meter	Toegelat en afwijking op diameter	Voorgescreven karakteristieke treklast	Voorgescreven karakteristieke 0,2 % rekgrenslast	Voorgescreven karakteristieke 0,1 % rekgrenslast	F <sub>0,2</sub>	Afslag-Trekproef Dmax	Spannings-composities 80% van F <sub>0,2</sub> Minimum standtijd
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
mm	N/mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	g/m	mm	kN	kN	kN	%	%	h min
6,4 (*)	2060	25,0	196,3		51,5		45,3			
6,85 (*)	2160	28,2	221,4		60,9		53,6			
6,85 (*)	2060	28,2	221,4		58,1		51,1			
6,9	1860	29,0	227,7	+ 0,3	54	48	46			als d <sub>0</sub> < 3,2 mm
7,0 (*)	2060	30	235,5	- 0,15	62	55	53			1)
8,6 (*)	2060	45	353,3		92,7		81,6			2)
9,0 (*)	1960	50	393		88	86	84			3) 3h00min
9,3 (*)	1860	52	408		87	85	82	1,025		
11,0 (*)	1860	70	549		130	114	109			als d <sub>0</sub> ≥ 3,2 mm
11,3 (*)	2060	75	589		155		136			1)
12,5 (*)	1860	93	730		173	152	147		28 (20)	2) 2h00min
12,9 (*)	1860	100	785		186	163	158		28 (20)	2) 2h00min
15,2 (*)	1860	139	1090	+ 0,4	260	228	220		28 (20)	2) 5h00min
15,2 (*)	1770	139	1090	- 0,2	248	216	209		28 (20)	
15,7 (*)	1860	150	1180		279	246	237		28 (20)	
15,7 (*)	1770	150	1180		265	233	225		28 (20)	
18,0 (*)	1770	200	1570		354	311	304		28 (20)	

(1) De niet vermelde diameters zijn niet genormaliseerd  
(2) De voorgescreven karakteristieke treksterkte wordt berekend aan de hand van de nominale dwarsdoorsnede van de wapening en van de voorgescreven karakteristieke treklast (zie noot nr. 3)  
(3) Door de nauwe toleranties op de massa per meter en op de dwarsdoorsnede, worden dikwijls voorgescreven karakteristieke lasten beschouwd eerder dan weerstanden.  
(4) F<sub>0,2</sub> = 0,2 % reklast en 0,1 % reklast, gemeten door trekproef  
(5) De kolommen 7 en 8 vervallen van zodra de Europese norm EN 10138 van kracht wordt.  
(6) De dwarsdoorsnede wordt berekend uitgaande van een volumemassa van 7,81 kg/dm<sup>3</sup>  
(7) d<sub>0</sub> = diameter van de samenstellende draad  
(8) De meting gebeurt in uren en minuten en zal afgerond worden naar het dichtstbijzijnde veelvoud van 10 minuten, bijvoorbeeld 4h30min = 4h30min - 2h00min en 4h50min = 5h00min  
(9) De cijfers tussen haakjes hebben betrekking op strengen die toegepast worden in naspansystemen en als afgeboogde voorspanwapeningen in de prefabricage-industrie  
(\*) Gladde of gedeukte samenstellende draden  
Noot: De waarde van de elasticiteitsmodulus kan worden gesteld op E = 200 kN/mm<sup>2</sup> + 10 kN/mm<sup>2</sup>, tenzij door de fabrikant anders is aangegeven.

<sup>1</sup> See Table of contents at the end of this document

Tabel 4 - Eigenschappen van 7- draadsstrengen

Nominale diameter	Voorgescreven karakteristieke treksterkte	Nominale dwarsdoorsnede	Nominale massa per meter	Toegelaten afwijkingen op diameter	Voorgescreven karakteristieke breuklast	Voorgescreven karakteristieke 0,2 % rekgrenslast	Voorgescreven karakteristieke 0,1 % rekgrenslast	$\frac{F'_m}{F'_p 0,2}$
(1)	(2)	$S_n$			(3)	(3)	(3)	(4)
mm	N/mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	g/m	mm	kN	kN	kN	
9,3	1860	52	408	+0,3 -0,15	97	85	82	1,025
12,5	1860	93	730					
12,9	1860	100	785					
15,2	1860	139	1090					
15,2	1770	139	1090	+0,4 -0,2	248	216	209	
15,7	1860	150	1180		279	246	237	
15,7	1770	150	1180		265	233	225	

Surprisingly, Table 4bis of PTV 311 contains other levels under 100 not coming from the initial Belgian standard, and these are expressed either without or with a decimal; moreover the present PTV contains an erratic level for one characteristic (**120** highlighted in red in Table above<sup>2</sup>):

6,85 (*)	2060	28,2	221,4		58,1		51,1
6,9	1860	29,0	227,7	+ 0,3	54	48	46
7,0 (*)	2060	30	235,5	- 0,15	62	55	53
8,6 (*)	2060	45	353,3		92,7		81,6
9,0 (*)	1960	50	393		98	86	84
9,3 (*)	1860	52	408		97	85	82
11,0 (*)	1860	70	549		130	114	120
11,3 (*)	2060	75	589		155		136
12,5 (*)	1860	93	730		173	152	147

This quite abnormal fact raises a potential question in so far a necessary rounding of the results for the appraisal of conformity would be necessary. Such a rounding is difficult to handle in a digital

<sup>2</sup> This value is indeed a residue of a previous set of values based on an excessive cross-section for 11,0 mm strand adopted in previous PTV 311-5 at 75 mm<sup>2</sup>, instead of 70 mm<sup>2</sup>:

8,6(*)	2060	45	351,5	- 0,15	92,7		81,6
9,0 (*)	1960	50	390		98	86	84
9,3 (*)	1860	52	408		97	85	82
11,0 (*)	1860	75	586		140	123	120
11,3(*)	2060	75	585,8		155		136
12,5 (*)	1860	93	730		173	152	147
12,9 (*)	1860	100	785	+ 0,4	186	163	158
15,2 (*)	1860	139	1090	- 0,2	260	228	220

manner and is in no way a logical step because it would simply confirm the existence of a abnormal situation.

The present document proposes therefore a rational solution to that question with a slightly revised Table 4bis for PTV 311. This updated is considered fully necessary in so far as the present PTV contains moreover the erratic level of **120** mentioned above.

## 2 Approach adopted

The approach which was adopted to solve this question consist in comparing the present Table 4bis of PTV 311 with the corresponding values taken from the last draft of EN 10138 European standard published by WG4 of ECISS TC 104<sup>3</sup> of CEN in 2013: namely prEN 10138-3:2013 (see Extracts of Table 4 in Annex 01).

It is to be noted that no amendment to this Table was brought since 2013. The only remark concerning a necessary change in the future concerns the density of steel to be considered, when it was decided in 2019 to adopt 7,85 in place of 7,81 (see extracts of minutes of CEN TC 45/SC4):

<b>ECISS</b>		Date: 2019-04-18	Doc: CEN/TC 459/SC 4 N 429
CEN/TC 459/SC 4		Concrete reinforcing and pre-stressing steels	
<b>Minutes of the plenary meeting of CEN/TC 459/SC 4 on 2019-04-10 in Düsseldorf</b>			
5.4	<b>Activity report of CEN/TC 459/SC 4 /WG 4 "Pre-stressing steels" (CEN/TC 459/SC 4 N 424)</b>  Mr. Giammasi presented the activity report of CEN/TC 459/SC 4 /WG 4 "Pre-stressing steels".  Since the last ECISS/TC 104 plenary meeting one meeting of WG 4 took place in January 2019. Supplementary to the report Mr. Giammasi asked about the density of steel to be considered in the standards of WG 4. According to EUROCODE and other steel standards the SC 4-delegates recommended to use the value of 7,85 g/cm <sup>3</sup> . Dr. Moersch stated that he is intending to attend the next WG 4 -meeting and make a proposal for Part 3 "Bars". This would also be helpful for the development of the other parts. It should also be clarified if new classes and threshold values are needed for the bars. No actions have been taken until now on the revision of prEN 10337, as long as the technical content of prEN 10138 is still open.		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participants confirmed the activity report of CEN/TC 459/SC 4 /WG 4. Decision 04/2019 has been taken.</li> </ul>		

This abnormality has already been corrected in the present edition of PTV 311.

## 3 EXCEL file: PTV 311 Tables 2021 7wire strand

This EXCEL file is available together with the present background document.

### 3.1 Basic structure (PTV 311-6)

It is structured in different sheets all based on Table 4bis of PTV311-6, hereunder reproduced as it now stands, different colours enable to distinguish the origin of the reference, either Belgian standard itself or supplementary data incorporated in PTV 311-6:

<sup>3</sup> Now CEN TC 459/SC4 WG4

Type	D (mm)	Grade	S <sub>n</sub> (mm <sup>2</sup> )	LM (g/m)	F <sub>M</sub> (kN)	F <sub>0,2</sub> (kN)	F <sub>0,1</sub> (kN)
6,4	6,40	2060	25,0	196,3	51,5		45,3
6,85	6,85	2160	28,2	221,4	60,9		53,6
6,85	6,85	2060	28,2	221,4	58,1		51,1
6,9	6,90	1860	29,0	227,7	54	48	46
7,0	7,00	2060	30	235,5	62	55	53
8,6	8,60	2060	45	353,3	92,7		81,6
9,0	9,00	1960	50	393	98	86	84
9,3	9,30	1860	52	408	97	85	82
11,0	11,00	1860	70	549	130	114	120
11,3	11,30	2060	75	589	155		136
12,5	12,50	1860	93	730	173	152	147
12,9	12,90	1860	100	785	186	163	158
15,2	15,20	1860	139	1090	260	228	220
15,2	15,20	1770	139	1090	248	216	209
15,7	15,70	1860	150	1180	279	246	237
15,7	15,70	1770	150	1180	265	233	225
18,0	18,00	1770	200	1570	354	311	304
NBN							
PTV+							

The complete sheet contains other columns aimed at computing and verifying the consistency of the data reported in the Table above. These express mainly ratios, which demonstrate for instance the irrelevance of the **120**-level mentioned above (ratio of 0,92 instead of 0,85):

Type	D (mm)	Grade	S <sub>n</sub> (mm <sup>2</sup> )	LM (g/m)	F <sub>M</sub> (kN)	F <sub>0,2</sub> (kN)	F <sub>0,1</sub> (kN)	F <sub>0,2</sub> /F <sub>M</sub>	ρ (kg/dm <sup>3</sup> )	S <sub>n</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>n</sub> /S <sub>n</sub>	F <sub>M</sub> (kN)	F <sub>M</sub> /F <sub>M</sub>	F <sub>0,2</sub> /F <sub>M</sub>
6,4	6,40	2060	25,0	196,3	51,5		45,3	0,88	7,85	25,0	1,000	51,5	1,000	
6,85	6,85	2160	28,2	221,4	60,9		53,6	0,88	7,85	28,2	1,000	60,9	1,000	
6,85	6,85	2060	28,2	221,4	58,1		51,1	0,88	7,85	28,2	1,000	58,1	1,000	
6,9	6,90	1860	29,0	227,7	54	48	46	0,85	7,85	29,0	1,000	53,9	1,001	0,89
7,0	7,00	2060	30	235,5	62	55	53	0,85	7,85	30,0	1,000	61,8	1,003	0,89
8,6	8,60	2060	45	353,3	92,7		81,6	0,88	7,85	45,0	1,000	92,7	1,000	
9,0	9,00	1960	50	393	98	86	84	0,86	7,86	50,1	0,999	98,0	1,000	0,88
9,3	9,30	1860	52	408	97	85	82	0,85	7,85	52,0	1,000	96,7	1,003	0,88
11,0	11,00	1860	70	549	130	114	120	0,92	7,84	69,9	1,001	130,2	0,998	0,88
11,3	11,30	2060	75	589	155		136	0,88	7,85	75,0	1,000	154,5	1,003	
12,5	12,50	1860	93	730	173	152	147	0,85	7,85	93,0	1,000	173,0	1,000	0,88
12,9	12,90	1860	100	785	186	163	158	0,85	7,85	100,0	1,000	186,0	1,000	0,88
15,2	15,20	1860	139	1090	260	228	220	0,85	7,84	138,9	1,001	258,5	1,006	0,88
15,2	15,20	1770	139	1090	248	216	209	0,84	7,84	138,9	1,001	246,0	1,008	0,87
15,7	15,70	1860	150	1180	279	246	237	0,85	7,87	150,3	0,998	279,0	1,000	0,88
15,7	15,70	1770	150	1180	265	233	225	0,85	7,87	150,3	0,998	265,5	0,998	0,88
18,0	18,00	1770	200	1570	354	311	304	0,86	7,85	200,0	1,000	354,0	1,000	0,88
NBN														m = 0,88

It is worth being noted that Table 4bis lists the values of **F<sub>0,2</sub>** according to a mean ratio **F<sub>0,2</sub>/F<sub>M</sub>** equal to 0,88. This observation will be useful later.

### 3.2 Basic structure (pr EN 10138-3)

The next sheet is built from the requirements of prEN 10138-3.

This sheet will fix the requirements regarding the requested levels for the following properties:

- **F<sub>M</sub>** and **F<sub>0,1</sub>** Mentioned in the European draft

but not for:

- **F<sub>0,2</sub>** Not mentioned in the European draft.

To be noted is that this Table must be corrected in terms of Linear mass (LM) due to for the density (to be corrected from 7,81):

Type	D (mm)	Grade	$S_n$ (mm <sup>2</sup> )	LM (g/m)	$F_M$ (kN)	$F_{0,2}$ (kN)	$F_{0,1}$ (kN)
6,4	6,40	2060	25,0	195,3	51,5		45,8
6,9	6,85	2160	28,2	220,2	60,9		54,2
6,85	6,85	2060	28,2	220,2	58,1		51,7
6,90	6,90	1860	29,0	226,5	53,9		47,4
7,0	7,00	2060	30,0	234,3	61,8		55,0
8,6	8,60	2060	45,0	351,5	92,7		82,5
9,0	9,00	1960	50,0	390,5	98,0		87,2
9,3	9,30	1860	52,0	406,1	96,7		85,1
11,0	11,00	1860	70,0	546,7	130		114
11,3	11,30	2060	75,0	585,8	155		138
12,5	12,50	1860	93,0	726,3	173		152
12,9	12,90	1860	100	781	186		164
15,2	15,20	1860	139	1086	259		228
15,2	15,20	1770	139	1086	246		216
15,7	15,70	1860	150	1172	279		246
15,7	15,70	1770	150	1172	266		234
18,0	18,00	1770	200	1562	354		312
NBN							
PTV+							
prEN10138							

Type	D (mm)	Grade	$S_n$ (mm <sup>2</sup> )	LM (g/m)	$F_M$ (kN)	$F_{0,2}$ (kN)	$F_{0,1}$ (kN)	$F_{0,1}/F_M$	$\rho$ (kg/dm <sup>3</sup> )	$S_n$ (mm <sup>2</sup> )	$S_n/S_n$	$F_M$ (kN)	$F_M/F_M$
6,4	6,40	2060	25,0	195,3	51,5		45,8	0,89	7,81	24,9	1,005	51,5	1,000
6,9	6,85	2160	28,2	220,2	60,9		54,2	0,89	7,81	28,1	1,005	60,9	1,000
6,85	6,85	2060	28,2	220,2	58,1		51,7	0,89	7,81	28,1	1,005	58,1	1,000
6,90	6,90	1860	29,0	226,5	53,9		47,4	0,88	7,81	28,9	1,005	53,9	0,999
7,0	7,00	2060	30,0	234,3	61,8		55,0	0,89	7,81	29,8	1,005	61,8	1,000
8,6	8,60	2060	45,0	351,5	92,7		82,5	0,89	7,81	44,8	1,005	92,7	1,000
9,0	9,00	1960	50,0	390,5	98,0		87,2	0,89	7,81	49,7	1,005	98,0	1,000
9,3	9,30	1860	52,0	406,1	96,7		85,1	0,88	7,81	51,7	1,005	96,7	1,000
11,0	11,00	1860	70,0	546,7	130		114	0,88	7,81	69,6	1,005	130,2	0,998
11,3	11,30	2060	75,0	585,8	155		138	0,89	7,81	74,6	1,005	154,5	1,003
12,5	12,50	1860	93,0	726,3	173		152	0,88	7,81	92,5	1,005	173,0	1,000
12,9	12,90	1860	100	781	186		164	0,88	7,81	99,5	1,005	186,0	1,000
15,2	15,20	1860	139	1086	259		228	0,88	7,81	138,3	1,005	258,5	1,002
15,2	15,20	1770	139	1086	246		216	0,88	7,81	138,3	1,005	246,0	1,000
15,7	15,70	1860	150	1172	279		246	0,88	7,81	149,3	1,005	279,0	1,000
15,7	15,70	1770	150	1172	266		234	0,88	7,81	149,3	1,005	265,5	1,002
18,0	18,00	1770	200	1562	354		312	0,88	7,81	199,0	1,005	354,0	1,000

### 3.3 Basic structure (PTV 311-7)

The next sheet is built from the requirements of prEN 10138-3 including  $F_M$  and  $F_{0,1}$  and completed with  $F_{0,2}$  adopting the mean ratio of 0,88 mentioned above between  $F_{0,2}$  and  $F_M$ . This leads to the following Table proposed for revision 7 of PTV 311:



Type	D (mm)	Grade	S <sub>n</sub> (mm <sup>2</sup> )	LM (g/m)	F <sub>M</sub> (kN)	F <sub>0,2</sub> (kN)	F <sub>0,1</sub> (kN)
6,4	6,40	2060	25,0	196,3	51,5		45,3
6,85	6,85	2160	28,2	221,4	60,9		53,6
6,85	6,85	2060	28,2	221,4	58,1		51,1
6,9	6,90	1860	29,0	227,7	54,0	47,5	46,0
7,0	7,00	2060	30,0	235,5	62,0	54,6	53,0
8,6	8,60	2060	45,0	353,3	92,7		81,6
9,0	9,00	1960	50,0	393,0	98,0	86,0	84,0
9,3	9,30	1860	52,0	408,0	97,0	85,0	82,0
11,0	11,00	1860	70,0	549,0	130	114	111
11,3	11,30	2060	75,0	589,0	155		136
12,5	12,50	1860	93,0	730,0	173	152	147
12,9	12,90	1860	100	785,0	186	163	158
15,2	15,20	1860	139	1090	260	228	220
15,2	15,20	1770	139	1090	248	216	209
15,7	15,70	1860	150	1180	279	246	237
15,7	15,70	1770	150	1180	265	233	225
18,0	18,00	1770	200	1570	354	311	304
NBN							
PTV311-7							

Type	D (mm)	Grade	S <sub>n</sub> (mm <sup>2</sup> )	LM (g/m)	F <sub>M</sub> (kN)	F <sub>0,2</sub> (kN)	F <sub>0,1</sub> (kN)	F <sub>0,1</sub> /F <sub>M</sub>	ρ (kg/dm <sup>3</sup> )	S <sub>n</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>n</sub> /S <sub>n'</sub>	F <sub>M</sub> (kN)	F <sub>M</sub> /F <sub>M'</sub>	F <sub>0,2</sub> /F <sub>M</sub>
6,4	6,40	2060	25,0	196,3	51,5		45,3	0,88	7,85	25,0	1,000	51,5	1,000	
6,85	6,85	2160	28,2	221,4	60,9		53,6	0,88	7,85	28,2	1,000	60,9	1,000	
6,85	6,85	2060	28,2	221,4	58,1		51,1	0,88	7,85	28,2	1,000	58,1	1,000	
6,9	6,90	1860	29,0	227,7	54,0	47,5	46,0	0,85	7,85	29,0	1,000	53,9	1,001	0,88
7,0	7,00	2060	30,0	235,5	62,0	54,6	53,0	0,85	7,85	30,0	1,000	61,8	1,003	0,88
8,6	8,60	2060	45,0	353,3	92,7		81,6	0,88	7,85	45,0	1,000	92,7	1,000	
9,0	9,00	1960	50,0	393,0	98,0	86,0	84,0	0,86	7,86	50,1	0,999	98,0	1,000	0,88
9,3	9,30	1860	52,0	408,0	97,0	85,0	82,0	0,85	7,85	52,0	1,000	96,7	1,003	0,88
11,0	11,00	1860	70,0	549,0	130	114	111	0,85	7,84	69,9	1,001	130,2	0,998	0,88
11,3	11,30	2060	75,0	589,0	155		136	0,88	7,85	75,0	1,000	154,5	1,003	
12,5	12,50	1860	93,0	730,0	173	152	147	0,85	7,85	93,0	1,000	173,0	1,000	0,88
12,9	12,90	1860	100	785,0	186	163	158	0,85	7,85	100,0	1,000	186,0	1,000	0,88
15,2	15,20	1860	139	1090	260	228	220	0,85	7,84	138,9	1,001	258,5	1,006	0,88
15,2	15,20	1770	139	1090	248	216	209	0,84	7,84	138,9	1,001	246,0	1,008	0,87
15,7	15,70	1860	150	1180	279	246	237	0,85	7,87	150,3	0,998	279,0	1,000	0,88
15,7	15,70	1770	150	1180	265	233	225	0,85	7,87	150,3	0,998	265,5	0,998	0,88
18,0	18,00	1770	200	1570	354	311	304	0,86	7,85	200,0	1,000	354,0	1,000	0,88

Indeed, only three values are changed with the new table compared to the previous one:

- two highlighted in green (47,5 instead of 48; 54,6 instead of 55) and
- one in red (correction of the wrong 120 into 111).

Consequently, the new proposed Table induces no extra constraint on the manufacturers of prestressing steels, but it simply corrects inconsistencies.

## 4 Conclusion

The present document is proposed as a background for the revision of table 4bis in PTV 311-7 to achieve the required consistency in expressing the necessary level of strength with three significant digits.

Such a way of doing is easy to handle in digital computing when adopting the scientific format for numbers in software EXCEL programs used for assessing the conformity of the required properties:

$F_M$ (kN)	$F_{0,2}$ (kN)	$F_{0,1}$ (kN)
5,15E+01		4,53E+01
6,09E+01		5,36E+01
5,81E+01		5,11E+01
5,40E+01	4,75E+01	4,60E+01
6,20E+01	5,46E+01	5,30E+01
9,27E+01		8,16E+01
9,80E+01	8,60E+01	8,40E+01
9,70E+01	8,50E+01	8,20E+01
1,30E+02	1,14E+02	1,11E+02
1,55E+02		1,36E+02
1,73E+02	1,52E+02	1,47E+02
1,86E+02	1,63E+02	1,58E+02
2,60E+02	2,28E+02	2,20E+02
2,48E+02	2,16E+02	2,09E+02
2,79E+02	2,46E+02	2,37E+02
2,65E+02	2,33E+02	2,25E+02
3,54E+02	3,11E+02	3,04E+02

## 5 Table of contents

Background document for the updating of some property requirements levels in PTV 311 .....	1
1 Object .....	1
2 Approach adopted .....	3
3 EXCEL file: <i>PTV 311 Tables 2021 7wire strand</i> .....	3
3.1 Basic structure (PTV 311-6) .....	3
3.2 Basic structure (pr EN 10138-3).....	4
3.3 Basic structure (PTV 311-7) .....	5
4 Conclusion.....	6
5 Table of contents .....	7
6 Appendix 01 .....	7

## 6 Appendix 01

## **Prestressing steels — Part 3: Strand**

*Spannstähle — Teil 3: Litze*

*Armatures de précontrainte en acier — Partie 3 : Torons*

ICS:

Descriptors:

Document type: European Standard

Document subtype:

Document stage: CEN Enquiry

Document language: E

Table 4 — 7 wire strand - Dimensions and properties

Steel designation		Nominal <sup>a</sup>				Specified			
Steel name	Steel number	Diameter	Tensile strength	Cross-sectional area <sup>b</sup>	Mass per metre <sup>b</sup>	Permitted deviation on nominal mass per metre	Characteristic value of maximum force	Maximum value of maximum force	Characteristic value of 0,1 % proof force <sup>c</sup>
		<i>d</i> mm	<i>R<sub>m</sub></i> MPa	<i>S<sub>n</sub></i> mm <sup>2</sup>	<i>m</i> g/m	%	<i>F<sub>m</sub></i> kN	<i>F<sub>m, max</sub></i> kN	<i>F<sub>p0,1</sub></i> kN
Y1670S7	1.1364	15,2	1 670	139	1 086	± 2	232	267	204
Y1700S7G	1.1370	18,0	1 700	223	1 742	± 2	379	436	334
Y1770S7	1.1365	6,9	1 770	29,0	226,5	± 2	51,3	59,0	45,1
		9,0		50,0	390,5		88,5	102	77,9
		9,3		52,0	406,1		92,0	106	81,0
		9,6		55,0	429,6		97,4	112	85,7
		11,0		70,0	546,7		124	143	109
		12,5		93,0	726,3		165	190	145
		12,9		100	781,0		177	204	156
		15,2		139	1 086		246	283	216
		15,3		140	1 093		248	285	218
		15,7		150	1 172		266	306	234
		18,0		200	1 562		354	407	312
Y1820S7G	1.1371	15,2	1 820	165	1 289	± 2	300	345	264
Y1860S7	1.1366	6,9	1 860	29,0	226,5	± 2	53,9	62,0	47,4
		7,0		30,0	234,3		55,8	64,2	49,1
		8,0		38,0	296,8		70,7	81,3	62,2
		9,0		50,0	390,5		93,0	107	81,8
		9,3		52,0	406,1		96,7	111	85,1
		9,6		55,0	429,6		102	117	89,8
		11,0		70,0	546,7		130	150	114
		11,3		75,0	585,8		140	161	123
		12,5		93,0	726,3		173	199	152
		12,9		100	781,0		186	214	164
		13,0		102	796,6		190	219	167
15,2	139	1 086	259	298	228				

Table 4 — 7 wire strand - Dimensions and properties

Steel designation		Nominal <sup>a</sup>				Specified			
Steel name	Steel number	Diameter	Tensile strength	Cross-sectional area <sup>b</sup>	Mass per metre <sup>b</sup>	Permitted deviation on nominal mass per metre	Characteristic value of maximum force	Maximum value of maximum force	Characteristic value of 0,1 % proof force <sup>c</sup>
		<i>d</i> mm	<i>R<sub>m</sub></i> MPa	<i>S<sub>n</sub></i> mm <sup>2</sup>	<i>m</i> g/m	%	<i>F<sub>m</sub></i> kN	<i>F<sub>m, max</sub></i> kN	<i>F<sub>p0,1</sub></i> kN
		15,3		140	1 093		260	299	229
		15,7		150	1 172		279	321	246
Y1860S7G	1.1372	12,7	1 860	112	874,7	± 2	208	239	183
		15,2		165	1 289		307	353	270
Y1960S7	1.1367	9,0	1 960	50,0	390,5	± 2	98,0	113	87,2
		9,3		52,0	406,1		102	117	90,8
		9,6		55,0	429,6		108	124	96,1
		11,0		70,0	546,7		137	158	122
		11,3		75,0	585,8		147	169	131
		12,5		93,0	726,3		182	209	162
		12,9		100	781,0		196	225	174
		13,0		102	796,6		200	230	178
		15,2		139	1086		272	313	242
		15,3		140	1093		274	315	244
		15,7		150	1172		294	338	262
Y2060S7	1.1368	6,4	2 060	25,0	195,3	± 2	51,5	59,2	45,8
		6,85		28,2	220,2		58,1	66,8	51,7
		7,0		30,0	234,3		61,8	71,1	55,0
		8,6		45,0	351,5		92,7	107	82,5
		11,3		75,0	585,8		155	178	138
		12,5		93,0	726,3		192	221	171
		12,9		100	781,0		206	237	183
Y2160S7	1.1369	6,85	2 160	28,2	220,2	± 2	60,9	70,0	54,2

<sup>a</sup> The modulus of elasticity (*E*) 195 ± 10 GPa (kN/mm<sup>2</sup>) (declared value).

<sup>b</sup> The nominal mass per metre is calculated from the nominal cross-sectional area and a density of 7,81 kg/dm<sup>3</sup>.

<sup>c</sup> The specified characteristic value of the 0,1 % proof force is calculated: