

TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN	PTV	302
	VERSIE 13	2024/04

GEWAPEND BETONSTAAL

GERIBDE OF GEDEUKTE STAVEN EN GERIBDE OF GEDEUKTE DRAAD MET HOGE DUCTILITEIT

De geldige versie is beschikbaar op de website van PROCERTUS.

Gebruik onderstaande QR-code:



WOORD VOORAF

Op 01.04.2024 zijn de vzw's PROBETON, BE-CERT, OCAB-OCBS en PROCERTUS gefusioneerd overeenkomstig artikel 13 van het wetboek van vennootschappen en verenigingen. Op die datum werden PROBETON, BE-CERT en OCAB-OCBS van rechtswege ontbonden en werden al hun rechten en verplichtingen overgebracht op PROCERTUS, die als enige hun activiteiten verderzet.

1 VOORWOORD

Deze Technische Voorschriften (PTV¹) van PROCERTUS, voor het eerst opgesteld door het Technisch Bureau 1 "Gewapend betonstaal" van de vzw OCBS, worden beheerd door PROCERTUS als Sectorale organisatie, met het oog op de standaardisering en de certificering van de bij deze voorschriften betrokken staalproducten.

Volgens het reglement op het gebruik en het toezicht op het gebruik van het BENOR-merk² en zijn artikel 8, vormen deze Technische Voorschriften de technische referentiespecificaties voor het BENOR-merk.

De overeenkomstigheid betreft de specificaties van de normenreeks NBN A 24-301 tot 304, rekening houdend met de verduidelijkingen, wijzigingen en aanvullingen beschreven in de onderhavige Technische Voorschriften.

2 TE RAADPLEGEN DOCUMENTEN (NORMEN)

In principe zijn de laatste uitgaven van de normen en PTV van toepassing. In geval van onverenigbaarheid ten gevolge van de herziening van een van de hierna aangehaalde documenten, kan indien noodzakelijk een addendum aan het onderhavige PTV uitgegeven worden.

- NBN A 24-301, Staalproducten - Betonstaal - Staven, draden en gelaste wapeningsnetten - Algemeenheden en gemeenschappelijke voorschriften.
- NBN A 24-302, Staalproducten - Betonstaal - Gladde en geribde staven - Gladde en geribde walsdraad.
- NBN EN ISO 15630-1, Staal voor de wapening en voorspanning van beton - Beproevingmethoden, Deel 1: Staven, draad en draad voor gewapend beton

3 ONDERWERP

Onderhavige Technische Voorschriften vermelden de eisen waaraan geribde staven en draad met een hoge ductiliteit moeten voldoen.

4 VERDUIDELIJKINGEN, WIJZIGINGEN EN AANVULLINGEN AAN DE NBN A 24-301

4.1 Artikel 1.1 Toepassingsgebied

De norm is ook van toepassing voor:

- draden met een nominale diameter van 5, 7 en 9 mm [De draden met deze diameters mogen noch op rollen,

¹ Prescriptions techniques - Technische Voorschriften

² Referentie vzw BENOR: NBN/RVB.CA/RM2012-10-02 of volgens de laatst geldende versie

noch in de vorm van draadstaven aan de gebruikers (bouwwerven) en aan de verdelers (handel) geleverd worden. Ze mogen uitsluitend op rollen aan de prefabricagefabrieken van betonelementen geleverd worden. Ze mogen op rollen of draadstaven geleverd worden aan fabrieken die wapeningsnetten, vlakke panelen of tralieliggers produceren.]

- staven met een nominale diameter van 50 mm;
- geribde of gedeukte draad met een nominale maximale diameter van 25 mm en waarvan de diameter is opgenomen in de tabel 2 van NBN A 24-302 aangevuld met diameters 7 en 9 mm;
- geribd of gedeukt, koudvervormd betonstaal bestemd om te worden gebruikt in gewapend beton onder individuele vorm (NBN A 24-302).

4.2 Artikel 3 - Bereidings- en fabricageprocédé.

Het bereidingsprocédé van het staal moet meegedeeld worden aan de koper (warmgewalst zonder bijkomende thermische behandeling, warmgewalst gevolgd door een thermische behandeling op dezelfde lijn, warmgewalst gevolgd door koudvervormen zonder beduidende vermindering van de dwarsdoorsnede, geribd koudvervormd, gedeukt koudvervormd, ...).

4.3 Artikel 4.2 - Conventionele aanduiding - geribde staven

De letter **T**, gebruikt om het koudgetordeerd staal (afgevoerd procedé) aan te duiden, wordt weggelaten.

De letter **E** wordt gebruikt om gedeukt, koudvervormd betonstaal aan te duiden.

De letter **R** wordt gebruikt om het geribd, koudvervormd betonstaal aan te duiden.

4.4 Artikel 4.4 - Conventionele aanduiding -Geribde walsdraad

De letter **T**, gevolgd door de letter **S**, wordt gebruikt om het warmgewalste staal aan te duiden dat nadien koudgerokken wordt zonder noemenswaardige sectievermindering.

Voorbeeld:

- (geribde) walsdraad BE 500 TS \otimes 12 volgens NBN A24-302 en PTV 302.

De letter **E**, gevolgd door de letter **S**, wordt gebruikt om het koudvervormd, gedeukt betonstaal aan te duiden.

Voorbeeld:

- (gedeukte) draad BE 500 ES \otimes 12 volgens NBN A24-302 en PTV 302.

De letter **R**, gevolgd door de letter **S**, wordt gebruikt om het koudvervormd, geribd betonstaal aan te duiden.

Voorbeeld:

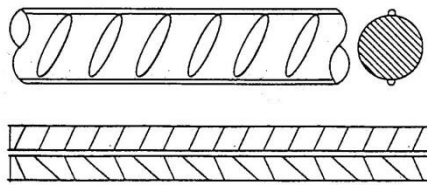
- (geribde) draad BE 500 RS \otimes 12 volgens NBN A24-302 en PTV 302.

4.5 Artikel 5.1.1 - Het merken - Onderscheid van de staalsoort

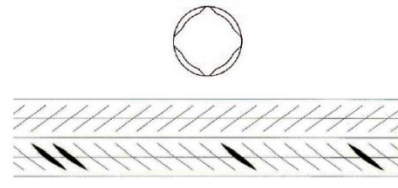
Enkel onderstaande kwaliteiten (met bijhorende oriëntering van de verschillende velden) zijn toegelaten³.

³ **BELANGRIJKE OPMERKING: DE 500 BS is niet conform met PTV 302**

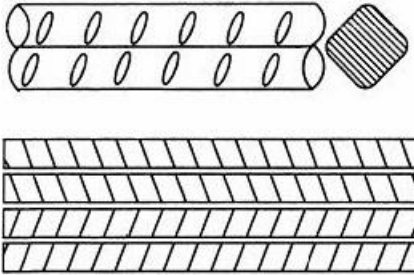
BE 500 S



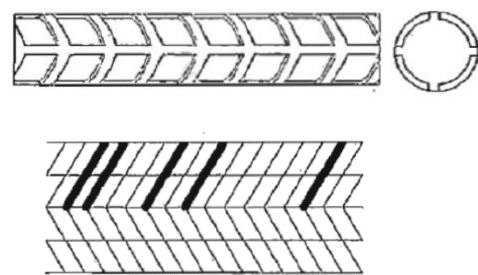
BE 500 S



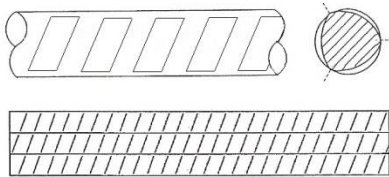
BE 500 TS



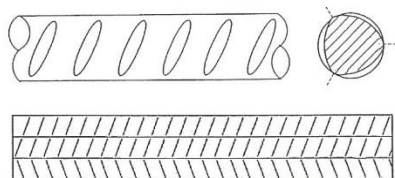
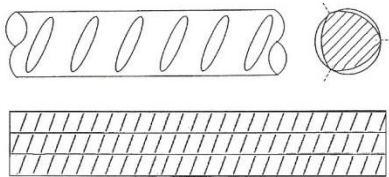
BE 500 TS



BE 500 ES



BE 500 RS



4.6 Artikel 9.2.2.2 - Na te leven criteria voor de producten van éénzelfde partij

Opmerking: Ingeval op rol vervaardigde producten gericht worden om geleverd te worden als staven, en wanneer onderling verschillende richtmachines gebruikt worden, moet men:

- ofwel staven afkomstig van machines van hetzelfde type (= hetzelfde fabricageprocédé) beschouwen als één partij;
- ofwel de proeven evenredig verdelen over de producten van de verschillende richtmachines.

4.7 Artikel 9.2.2.4 - Interpretatie van de resultaten

- De statistische meetcontrole wordt toegepast op de volgende eigenschappen: de treksterkte, de elasticiteitsgrens, de verhouding R'_m/R'_e , en de totale rek bij maximale belasting, eventueel de profielfactor f_R of de profielfactor f_P
- Geribd betonstaal: De statistische attributieve controle wordt toegepast op de volgende eigenschappen: de conventionele dwarsdoorsnede, het buigen over 180° (voor BE 220 S) of de geschiktheid tot heen- en terugbuigen, de ribhoogte, de tussenafstand van de ribben, de ribontwikkeling.
- Gedeukt betonstaal: De statistische attributieve controle wordt toegepast op de volgende eigenschappen: de conventionele dwarsdoorsnede, de geschiktheid tot heen- en terugbuigen, de deukdiepte, de tussenafstand van de deuken, de deukontwikkeling.

5 VERDUIDELIJKINGEN, WIJZIGINGEN EN AANVULLINGEN AAN DE NBN A 24-302

5.1 Artikel 1 - Toepassingsgebied

De norm is ook van toepassing:

- voor staven en draden met een nominale diameter van 5 mm ($19,6 \text{ mm}^2$ - $0,154 \text{ kg/m}$);
- voor staven en draden met een nominale diameter van 7 mm ($38,5 \text{ mm}^2$ - $0,302 \text{ kg/m}$);
- voor staven en draden met een nominale diameter van 9 mm ($63,6 \text{ mm}^2$ - $0,499 \text{ kg/m}$);
- voor staven met een nominale diameter van 50mm (1963 mm^2 - $15,41 \text{ kg/m}$);
- voor geribde of gedeukte walsdraad met een maximale nominale diameter van 25 mm en waarvan de diameter is opgenomen in de tabel 2 van NBN A 24-302;
- voor geribd of gedeukt, koudvormd betonstaal bestemd om te worden gebruikt in gewapend beton onder individuele vorm.

De geschiktheid om deze geribde/gedeukte walsdraden industrieel te richten moet aangetoond worden.

Tenzij anders bepaald bij bestelling, is de draad op rol bestemd om gebruikt te worden na mechanisch richten.

5.2 Artikel 2.1.1 - Proefstuk voor de trekproef

Vervaardiging en leveringstoestand van het product	Beproeivingsvoorwaarden Vorbereiding van de proefstukken
Warmgewalste, rechte staven	In leveringstoestand ⁽¹⁾ of verouderd
Geproduceerd op rollen en geleverd als gerichte staven	Verouderd
Geproduceerd en geleverd op rollen	Mechanisch gericht en verouderd
<small>(1) Verouderd in geval van betwisting</small>	

5.3 Artikel 2.2.1 - Trekproef

De trekproef wordt uitgevoerd bij laboratoriumtemperatuur volgens de aanduidingen van de norm NBN EN ISO 15630-1.

In ieder geval dient voor de berekening van de karakteristieken afkomstig van de trekproef (R_{eH} of $R_{p0,2}$ en R_m) steeds de reële doorsnede te worden gebruikt en dit conform met de productnormen. De resultaten afkomstig uit deze proef zijn gemeten waarden (kracht, lengte en massa), en dit naast de berekende waarden (spanningen).

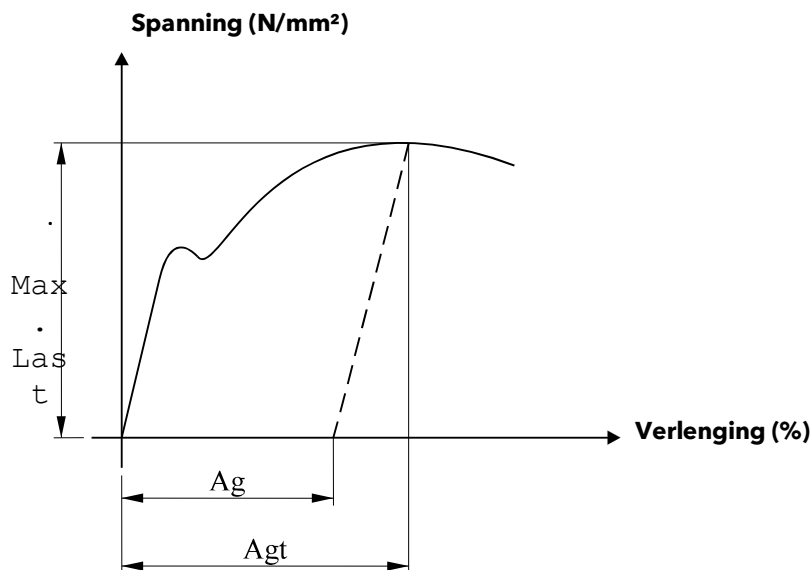
Voor de bepaling van de elasticiteitsgrens neemt men:

- voor staal met rekdrempel, de bovenste vloeigrens;
- voor staal zonder of met moeilijk te onderscheiden rekdrempel, de conventionele 0,2% rekgrens, grafisch bepaald. De gebruikte rekmeter heeft een meetbasis van minstens 100 mm; de uiteinden van deze basis bevinden zich op een afstand van de spanklauwen van minstens driemaal de draad- of staafdiameter.

Voor de bepaling van de totale rek bij maximale belasting worden drie methoden aanvaard:

- rechtstreeks meting van de totale rek bij maximale belasting door middel van een rekmeter;
- rechtstreeks meting op het proefstuk ná breuk, buiten de insnoeringszone en voldoende ver verwijderd van de klauwen van de trekbank;
- toepassing van de conventionele formule: $2 A_{10} - A_5$ (enkel voor staal met de kwaliteit BE 500 S).

De verschillende verlengingen worden gedefinieerd in onderstaande figuur.



waarin:

- A_{gt} , totale rek bij maximale belasting (A_t genoemd in de norm NBN A 24-302)
- A_g , de blijvende rek bij maximale belasting (gemeten na breuk, buiten de breukzone en voldoende ver verwijderd van de klauwen).

Conventionele methode: $A_{gt} = 2 A_{10} - A_5$

waarin:

- A_5 : rek na breuk bepaald op een lengte tussen merktekens gelijk aan 5d
- A_{10} : rek na breuk bepaald op een lengte tussen merktekens gelijk aan 10d

Opgelegde eisen:

- afstand tot de klauwen: groter dan de grootste van de twee waarden 20 mm of d (indien de meetbasis de inklemzone overlapt wordt dit genoteerd; de meetwaarde kan nochtans aanvaard worden, behalve in geval van betwisting);

- breedte van de merktekens: $\leq 0,2$ mm;
- afwijking op de lengte van de meetbasis: $\leq 0,2$ mm.

5.4 Tabel 1 - Gespecificeerde mechanische en chemische eigenschappen voor staven en walsdraden in leveringstoestand

De tabel 1 van de norm wordt vervangen door de volgende tabellen:

Tabel 1A - Gespecificeerde mechanische eigenschappen

Staf of draad	Staalsoort	Elasticiteitsgrens	Treksterkte	$\frac{R'_m}{R'_e}$	Totale rek bij maximale belasting (1)	Rek na breuk (2)		Buigen over 180° Diameter van de doorn voor d		Heen- en terugbuigen Diameter van de doorn voor d			
		R_e N/mm ² min	R_m N/mm ² min			A_{gt} % min	A_{10} % min	≤ 12 mm	> 12 mm	≤ 12 mm	> 12 mm ≤ 16 mm	> 16 mm ≤ 25 mm	> 25 mm ≤ 50 mm
Glad	BE 220 S	220	330	1,08	5,0	24	18	0,5 d	1 d	-	-	-	-
Geribd of gedeukt	BE 400 S	400	440	1,08	5,0	14	10	-	-	5 d	6 d	8 d	10 d
	BE 500 S	500	550	1,08	5,0	14	10	-	-	5 d	6 d	8 d	10 d
	BE 500 TS												
	BE 500 ES												
BE 500 RS													

- (1) De totale rek bij maximale belasting A_{gt} is de som van de elastische rek en van de plastische rek vóór insnoering.
- (2) In geval van betwisting, is de aan te nemen rek na breuk die bepaald op een lengte tussen merktekens gelijk aan 5d.

Notaties:

- A_{gt} : Totale rek bij maximale belasting (A_t genoemd in de norm NBN A 24-302).
- A_5 : Rek na breuk bepaald op een proefstuk met lengte tussen merktekens gelijk aan 5d.
- A_{10} : Rek na breuk bepaald op een proefstuk met lengte tussen merktekens gelijk aan 10d.
- R_m : Treksterkte.
- R_e : Elasticiteitsgrens.
- R'_m : Waarde van de tijdens de trekproef waargenomen treksterkte.
- R'_e : Waarde van de tijdens de trekproef waargenomen elasticiteitsgrens.
- d: Nominale diameter van de staf of draad.

Tabel 1B: Chemische eigenschappen

	C max %	P max %	S max %	N ₂ (1) max %	C _E (2)(3) max %
analyse op gietlading	0,22	0,050	0,050	0,012	0,50
analyse op product	0,24	0,055	0,055	0,014	0,52

1. Een hoger stikstofgehalte is toegelaten als de hoeveelheid aan elementen die de stikstof binden, voldoende is.
2. $C_{ekw} = C_E = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5$
3. De gehalten aan Cu, Ni, Cr, Mo, V mogen die van de analyse op gietlading zijn.

5.5 Artikel 3 - Controle van de geometrische eigenschappen

- Geribd betonstaal: De omtrek van de wapening omvat twee, drie of vier velden of reeksen gelijkmatig verdeelde ribben.
- Gedeukt betonstaal: De omtrek van de wapening omvat drie velden of reeksen gelijkmatig verdeelde deuken.

5.6 Artikel 3.2 - Conventionele dwarsdoorsnede

De tabel 3 van de norm wordt als volgt gewijzigd: de toegestane afwijking op de conventionele dwarsdoorsnede bedraagt $\pm 4,5\%$, ongeacht de diameter.

5.7 Artikel 4 - Controle van de aanhechtingseigenschappen van geribde/gedeukte staven en geribde/gedeukte draad

Op verzoek van de producent kan de vereiste aanhechting eveneens gewaarborgd worden door de profielfactor (f_R of f_e), als die beantwoordt aan de specificaties van Artikel 4.3. De producent verschaft de gespecificeerde geometrische eigenschappen en hun minimumwaarde op (zie in het bijzonder artikel 4.3.2.2)

5.8 Artikel 4.2 Dimensionele controle van de betonaanhechtingsribben/deuken

De niet-doorlopende ribben zijn al dan niet symmetrisch, schuin geplaatst ten opzichte van de lengteas van de staaf of walsdraad. De deuken zijn symmetrisch geplaatst ten opzichte van de lengteas van de staaf of walsdraad.

5.9 Artikel 4.2.1

- Ribhoogte

Per staaf of draad worden minstens 6 metingen uitgevoerd, met minstens 2 per veld. De beoordeling gebeurt attributief op basis van de waarden van tabel 5.

Voor producten op rollen zijn de waarden die in tabel 5 zijn weergegeven met 15% verhoogd.

Tabel 5

Diameter (d)	Minimale ribhoogte (a_{max}) ^{5 6}	
	Staven	Rollen
$d \leq 12$ mm	0,050 d	0,058 d
$d > 12$ mm	0,065 d	0,075 d

- Deukdiepte

Per staaf of draad worden minstens 6 metingen uitgevoerd, met minstens 2 per veld. De beoordeling gebeurt attributief op basis van de waarden van tabel 6.

⁵ Volgens NBN EN ISO 15630-1 § 10.3.1.1

⁶ Geen verplichting **bij gebruik van de profielfactor en bij publicatie van de gevalideerde λ constante door de producent van het betonstaal t.b.v. de gebruiker van het betonstaal.**

Tabel 6

Diameter (d)	Minimale deukdiepte (a_{max}) ^{7,8}	
	Staven	Rollen
$d \leq 12$ mm	0,040 d	0,042 d
$d > 12$ mm	0,052 d	0,055 d

5.10 Artikel 4.2.2 - Tussenafstand van de ribben of deuken

De beoordeling gebeurt attributief op basis van de waarden van tabel 7.

Tabel 7

Diameter (d)	Maximale rib- of deukafstand	
	BE 500 S, BE 500 RS en BE 500 TS	BE 500 ES
$d \leq 8$ mm	1,00 d	1,20 d
$d > 8$ mm	0,70 d	0,84 d

5.11 Artikel 4.2.3 - Ontwikkelde lengte van de ribben en deuken

De beoordeling gebeurt attributief.

5.12 Artikel 4.3 (nieuw) - Profielfactor

4.3.1 Voorschriften voor f_R en f_P

De voorschriften voor f_R en f_P worden gegeven in functie van de nominale diameter in tabel 9.

Tabel 9: Profielfactor

		Nominale diameter (mm)			
		5 - 6	7 - 8	9 - 10	≥ 12
$f_R(\text{min.})$ of $f_P(\text{min.})$	staven	0,039	0,045	0,052	0,056
$f_R(\text{min.})$	rollen	0,045	0,052	0,060	0,064
$f_P(\text{min.})$	rollen	0,041	0,047	0,055	0,059

4.3.2 Berekening van f_R en f_P

4.3.2.1 De ribprofielfactor, f_R , dient overeenkomstig de voorschriften van NBN EN ISO 15630-1 §11.3 te worden bepaald. Gebaseerd op de algemene formule (§ 11.3.1) dient deze bepaling te gebeuren door gebruik te maken, **na validatie**, van ofwel de trapeziumformule (§ 11.3.2 a), ofwel de formule met de regel van Simpson (§ 11.3.2 b), ofwel

⁷ Volgens NBN EN ISO 15630-1 § 10.3.1.1

⁸ Geen verplichting **bij gebruik van de profielfactor en bij publicatie van de gevalideerde λ constante door de producent van het betonstaal t.b.v. de gebruiker van het betonstaal.**

de paraboolformule (§ 11.3.2 c), ofwel de formule volgens § 11.3.3.

De deukprofielfactor, f_p , dient overeenkomstig de voorschriften van NBN EN ISO 15630-1 §11.4 te worden bepaald. Gebaseerd op de algemene formule (§ 11.4.1) dient deze bepaling te gebeuren door gebruik te maken, **na validatie**, van ofwel de trapeziumformule (§ 11.4.2 a), ofwel de rechthoekformule (§ 11.4.2 b), ofwel de paraboolformule (§ 11.4.2 c).

4.3.2.2 f_R en f_P mogen berekend worden met de empirische formule van NBN EN ISO 15630-1 (11.3.2 d en 11.4.2. d)

- $f_R = \lambda \cdot a_m/c$

- $f_P = \lambda \cdot a_m/c$

waarin:

- λ : een constante is, te bepalen door de producent van betonstaal;
- a_m : de hoogte van de dwarsribben in hun midden of de diepte van de deuken in hun centrum;
- c : de tussenafstand is van de dwarsribben of de deuken.

4.3.3 Beoordeling

De beoordeling gebeurt door metingen.

6 TECHNISCHE FICHES

Deze technische fiches sommen de gecertificeerde kenmerken van het product op.

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				BE 500 S		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	28	32	40	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25									Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25					Tolerances on cross section																				Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5																Mechanical properties																				Yield stress	Re	N/mm ²	min	500																Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550																R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08																Uniform elongation	At	%	min	5,0																Rebend test	d	max		5				6				8				10				Chemical composition																				Cast																				Carbon	C	%	max	0,22																Phosphorous	P	%	max	0,050																Sulfur	S	%	max	0,050																Nitrogen	N	%	max	0,012																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50																Product																				Carbon	C	%	max	0,24																Phosphorous	P	%	max	0,055																Sulfur	S	%	max	0,055																Nitrogen*	N	%	max	0,014																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52																CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																				* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																				Geometrical characteristics																				Coils																				Rib height	a	/d	min	0,058								0,075								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064				Bars																				Rib height	a	/d	min	0,050								0,065								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056				Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	28	32	40	50					Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25				
				Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25					Tolerances on cross section																				Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5																Mechanical properties																				Yield stress	Re	N/mm ²	min	500																Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550																R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08																Uniform elongation	At	%	min	5,0																Rebend test	d	max		5				6				8				10				Chemical composition																				Cast																				Carbon	C	%	max	0,22																Phosphorous	P	%	max	0,050																Sulfur	S	%	max	0,050																Nitrogen	N	%	max	0,012																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50																Product																				Carbon	C	%	max	0,24																Phosphorous	P	%	max	0,055																Sulfur	S	%	max	0,055																Nitrogen*	N	%	max	0,014																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52																CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																				* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																				Geometrical characteristics																				Coils																				Rib height	a	/d	min	0,058								0,075								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064				Bars																				Rib height	a	/d	min	0,050								0,065								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056				Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	28	32	40	50					Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25																								
Tolerances on cross section																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Mechanical properties																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Uniform elongation	At	%	min	5,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Rebend test	d	max		5				6				8				10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Chemical composition																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cast																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Carbon	C	%	max	0,22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Phosphorous	P	%	max	0,050																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Sulfur	S	%	max	0,050																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Nitrogen	N	%	max	0,012																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Product																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Carbon	C	%	max	0,24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Phosphorous	P	%	max	0,055																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Sulfur	S	%	max	0,055																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Nitrogen*	N	%	max	0,014																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Geometrical characteristics																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Coils																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Rib height	a	/d	min	0,058								0,075																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Bars																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Rib height	a	/d	min	0,050								0,065																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	28	32	40	50					Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
				BE 500 TS		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25									Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25					Tolerances on cross section																				Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5																Mechanical properties																				Yield stress	Re	N/mm ²	min	500																Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550																R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08																Uniform elongation	At	%	min	5,0																Rebend test	d	max		5				6				8				Chemical composition																				Cast																				Carbon	C	%	max	0,22																Phosphorous	P	%	max	0,050																Sulfur	S	%	max	0,050																Nitrogen	N	%	max	0,012																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50																Product																				Carbon	C	%	max	0,24																Phosphorous	P	%	max	0,055																Sulfur	S	%	max	0,055																Nitrogen*	N	%	max	0,014																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52																CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																				* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																				Geometrical characteristics																				Coils																				Rib height	a	/d	min	0,058								0,075								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064				Bars																				Rib height	a	/d	min	0,050								0,065								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056				Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25									Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25				
				Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25					Tolerances on cross section																				Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5																Mechanical properties																				Yield stress	Re	N/mm ²	min	500																Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550																R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08																Uniform elongation	At	%	min	5,0																Rebend test	d	max		5				6				8				Chemical composition																				Cast																				Carbon	C	%	max	0,22																Phosphorous	P	%	max	0,050																Sulfur	S	%	max	0,050																Nitrogen	N	%	max	0,012																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50																Product																				Carbon	C	%	max	0,24																Phosphorous	P	%	max	0,055																Sulfur	S	%	max	0,055																Nitrogen*	N	%	max	0,014																Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52																CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																				* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																				Geometrical characteristics																				Coils																				Rib height	a	/d	min	0,058								0,075								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064				Bars																				Rib height	a	/d	min	0,050								0,065								Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70												Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056				Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25									Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25																								
Tolerances on cross section																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Mechanical properties																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Uniform elongation	At	%	min	5,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Rebend test	d	max		5				6				8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Chemical composition																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Cast																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Carbon	C	%	max	0,22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Phosphorous	P	%	max	0,050																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Sulfur	S	%	max	0,050																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Nitrogen	N	%	max	0,012																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Product																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Carbon	C	%	max	0,24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Phosphorous	P	%	max	0,055																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Sulfur	S	%	max	0,055																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Nitrogen*	N	%	max	0,014																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Geometrical characteristics																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Coils																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Rib height	a	/d	min	0,058								0,075																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Bars																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Rib height	a	/d	min	0,050								0,065																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Rib spacing	c	/d	max	1,00				0,70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Diameter	d	mm		Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25									Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value											
				BE 500 ES		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
Diameter	d	mm	Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
			Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
Tolerances on cross section															
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5											
Mechanical properties															
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500											
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550											
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08											
Uniform elongation	At	%	min	5,0											
Rebend test		d	max	5			6			8					
Chemical composition															
Cast															
Carbon	C	%	max	0,22											
Phosphorous	P	%	max	0,050											
Sulfur	S	%	max	0,050											
Nitrogen	N	%	max	0,012											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50											
Product															
Carbon	C	%	max	0,24											
Phosphorous	P	%	max	0,055											
Sulfur	S	%	max	0,055											
Nitrogen*	N	%	max	0,014											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52											
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5															
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements															
Geometrical characteristics															
Coils															
Indent depth	t	/d	min	0,042						0,055					
Indent spacing	c	/d	max	1,20						0,84					
Projected area	fP	-	min	0,041			0,047			0,055			0,059		
Bars															
Indent depth	t	/d	min	0,040						0,052					
Indent spacing	c	/d	max	1,20						0,84					
Projected area	fP	-	min	0,039			0,045			0,052			0,056		
Diameter	d	mm	Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
			Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value											
				BE 500 RS		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
Diameter	d	mm	Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
			Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
Tolerances on cross section															
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5											
Mechanical properties															
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500											
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550											
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08											
Uniform elongation	At	%	min	5,0											
Rebend test		d	max	5			6			8					
Chemical composition															
Cast															
Carbon	C	%	max	0,22											
Phosphorous	P	%	max	0,050											
Sulfur	S	%	max	0,050											
Nitrogen	N	%	max	0,012											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50											
Product															
Carbon	C	%	max	0,24											
Phosphorous	P	%	max	0,055											
Sulfur	S	%	max	0,055											
Nitrogen*	N	%	max	0,014											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52											
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5															
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements															
Geometrical characteristics															
Coils															
Rib height	a	/d	min	0,058						0,075					
Rib spacing	c	/d	max	1,00						0,70					
Projected area	fR	-	min	0,045			0,052			0,060			0,064		
Bars															
Rib height	a	/d	min	0,050						0,065					
Rib spacing	c	/d	max	1,00						0,70					
Projected area	fR	-	min	0,039			0,045			0,052			0,056		
Diameter	d	mm	Bars	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
			Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	

7 HISTORIEK VAN DE HERZIENINGEN

Herzienen 0 à 7: opstelling en aanpassingen

Herziening 8: tweede configuratie voor BE 500 TS

Herziening 9: aanpassing § 4.3.2.1, opname van technische fiches

Herziening 10: implementatie van diameters 7 en 9 mm, mogelijke algemene toepassing van de empirische formule voor f_R en f_P

Herziening 11: implementatie van diameter 5 mm, informatie voor het normale gebruik van de doorsneden 5, 7 en 9 mm, statistische interpretatie van f_R en F_p door metingen

Herziening 12: aanpassing van hoofdstukken 5.8 en 5.12

Herziening 13: Omvorming van OCBS naar PROCERTUS