

|                          |           |         |
|--------------------------|-----------|---------|
| TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN | PTV       | 302     |
|                          | VERSIE 14 | 2024/10 |

# 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:



# 1 VOORWOORD

Deze Technische Voorschriften (PTV<sup>1</sup>) van PROCERTUS, zijn opgesteld door de Sectorale Commissie ST1 "Gewapend betonstaal en voorspanstaal" 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-merk<sup>2</sup> 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, 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

---

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

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

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:

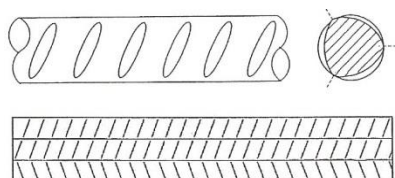
- (geribde) draad BE 500 RS  $\otimes$  12 volgens NBN A24-302 en PTV 302.

## 4.5 Artikel 5.1.1 - Het merken - Onderscheid van de staalsoort

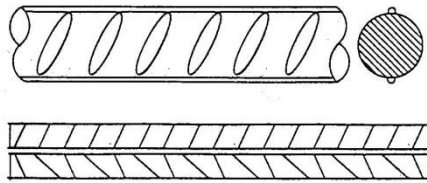
Enkel onderstaande kwaliteiten (met bijhorende oriëntering van de verschillende velden) zijn toegelaten<sup>3</sup>.

---

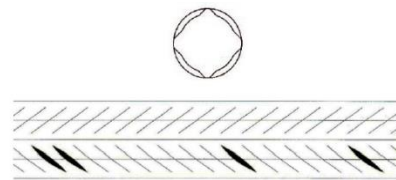
<sup>3</sup> **BELANGRIJKE OPMERKING: DE 500 BS is niet conform met PTV 302**



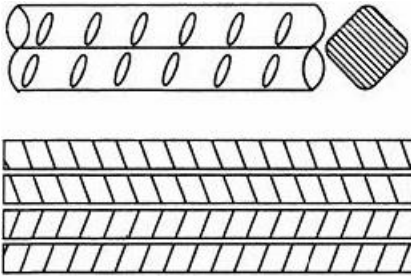
BE 500 S



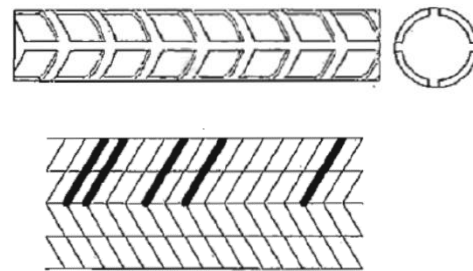
BE 500 S



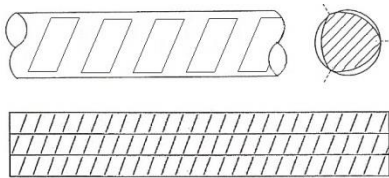
BE 500 TS



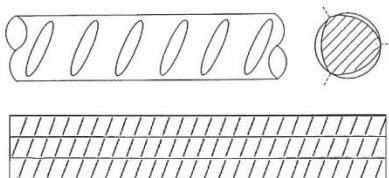
BE 500 TS



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  $180^\circ$  (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 ( $1963 \text{ mm}^2$  -  $15,41 \text{ kg/m}$ );
- 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     | Beproevingvoorwaarden<br>Vorbereiding van de proefstukken |
|--|---|
| Warmgewalste, rechte staven                            | In leveringstoestand <sup>(1)</sup> of verouderd          |
| Geproduceerd op rollen en geleverd als gerichte staven | Verouderd   |
| Geproduceerd en geleverd op rollen                     | Mechanisch gericht en verouderd                           |
| (1) Verouderd in geval van betwisting                  |   |

## 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 karakteristieke 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).

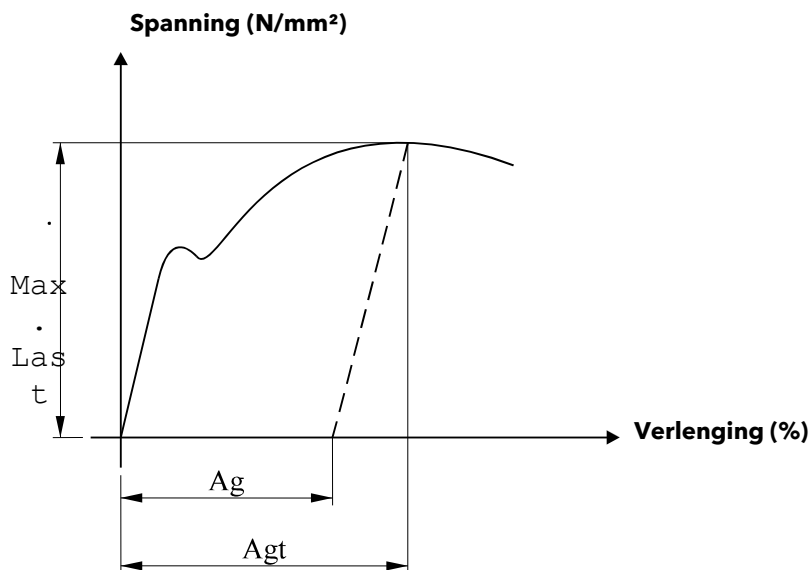
Voor de bepaling van de elasticiteitsgrens neemt men:

- 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                       | $\frac{R'_m}{R'_e}$<br>min | Totale rek bij maximale belasting (1) |                   | Rek na breuk (2)     |              | Buigen over 180°<br>Diameter van de doorn voor d |              | Heen- en terugbuigen<br>Diameter van de doorn voor d |                           |                           |  |
|-------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|--|--------------|--|---------------------------|---------------------------|--|
|                   |            | $R_e$<br>N/mm <sup>2</sup><br>min | $R_m$<br>N/mm <sup>2</sup><br>min |                            | $A_{gt}$<br>%<br>min                  | $A_5$<br>%<br>min | $A_{10}$<br>%<br>min | $\leq 12$ mm | $> 12$ mm  | $\leq 12$ mm | $> 12$ mm<br>$\leq 16$ mm                            | $> 16$ mm<br>$\leq 25$ mm | $> 25$ mm<br>$\leq 50$ 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<br>max<br>% | P<br>max<br>% | S<br>max<br>% | N <sub>2</sub> (1)<br>max<br>% | C <sub>E</sub> (2)(3)<br>max<br>% |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 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 ( $a_{max}$ ) <sup>4 5</sup> |         |
|----------------|---|---------|
|                | 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.

<sup>4</sup> Volgens NBN EN ISO 15630-1 § 10.3.1.1

<sup>5</sup> Geen verplichting **bij gebruik van de profielfactor en bij publicatie van de gevalideerde  $\lambda$  constante door de producent van het betonstaal t.b.v. de gebruiker van het betonstaal.**



Tabel 6

| Diameter (d)   | Minimale deukdiepte ( $a_{max}$ ) <sup>6,7</sup> |         |
|----------------|--|---------|
|                | 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<br>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: Minimale waarde voor de profielfactor  $f_R$  of  $f_P$

|          |                                   | Nominale diameter (mm) |       |        |           |
|----------|-----------------------------------|------------------------|-------|--------|-----------|
|          |                                   | 5 - 6                  | 7 - 8 | 9 - 10 | $\geq 12$ |
| staven   |                                   | 0,039                  | 0,045 | 0,052  | 0,056     |
| bobijnen | BE 500 S, BE 500 TS,<br>BE 500 RS | 0,045                  | 0,052 | 0,060  | 0,064     |
|          | BE 500 ES                         | 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) mag deze bepaling plaatsvinden door gebruik te maken, **na validatie**, van een vereenvoudigde formule.

<sup>6</sup> Volgens NBN EN ISO 15630-1 § 10.3.1.1

<sup>7</sup> Geen verplichting **bij gebruik van de profielfactor en bij publicatie van de gevalideerde  $\lambda$  constante door de producent van het betonstaal t.b.v. de gebruiker van het betonstaal.**

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) mag deze bepaling plaatsvinden door gebruik te maken, **na validatie**, van een vereenvoudigde formule.

4.3.2.2 Voor de producten die bestemd zijn om gerecht te worden door een wapeningscentrale (zoals de bobijnen) en waarvoor de producent de hoogte en de afstand tussen de ribben/deuken niet garandeert (zie §5.7), wordt de  $\lambda$  waarde voor de berekening van  $f_R$  en  $f_P$  door een wapeningscentrale bepaald volgens ECU 606 op basis van de empirische formule van NBN EN ISO 15630-1 (11.3.2 d en 11.4.2. d).

Empirische formule van NBN EN ISO 15630-1:

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

waarin:

- $\lambda$ : 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.



| Characteristic   | Symbol          | Unit              | min/Max       | Value     |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
|--|-----------------|-------------------|---------------|-----------|---|---|-------|---|----|-------|----|----|-------|----|----|
|  |                 |                   |               | BE 500 ES |   | 5 | 6     | 7 | 8  | 9     | 10 | 12 | 14    | 16 | 20 |
| Diameter   | d               | mm                | Bars<br>Coils | 5         | 6 | 7 | 8     | 9 | 10 | 12    | 14 | 16 | 20    | 25 |    |
| Tolerances on cross section  |                 |                   |               | 4,5       |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Cross-section  | ( $\pi d^2/4$ ) | %                 | ±             |           |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Mechanical properties  |                 |                   |               |           |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Yield stress   | Re              | N/mm <sup>2</sup> | min           | 500       |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Tensile strength   | Rm              | N/mm <sup>2</sup> | 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<br>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<br>Coils | 5         | 6 | 7 | 8     | 9 | 10 | 12    | 14 | 16 | 20    | 25 |    |
| Tolerances on cross section  |                 |                   |               | 4,5       |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Cross-section  | ( $\pi d^2/4$ ) | %                 | ±             |           |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Mechanical properties  |                 |                   |               |           |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Yield stress   | Re              | N/mm <sup>2</sup> | min           | 500       |   |   |       |   |    |       |    |    |       |    |    |
| Tensile strength   | Rm              | N/mm <sup>2</sup> | 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<br>Coils | 5         | 6 | 7 | 8     | 9 | 10 | 12    | 14 | 16 | 20    | 25 |    |

## 7 HISTORIEK VAN DE HERZIENINGEN

- Herzieningen 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
- Herziening 14: aanpassing §5.12