

prof. ir. Wim Hoeckman,
gedelegeerd-bestuurder Victor Buyck Steel Construction
professor Vrije Universiteit Brussel
_administrateur délégué de Victor Buyck Steel Construction
professeur à la Vrije Universiteit Brussel

Voor het ter beschikking stellen van de foto's wenst de auteur te bedanken_Pour la mise à disposition des photos, l'auteur souhaite remercier :
Klaassen (Turnhout) / Nedschroef (Helmond) (fig. 1 & 4),
Fator (Barcelona) (fig. 2),
TC-bolts (Whitchurch) (fig. 5).



Europese normen voor voorspanbouten

De nieuwe Europese normen voor het ontwerp en de berekening van staalconstructies (Eurocode 3; reeks EN 1993) en voor de uitvoering ervan (reeks EN 1090) staan in nauw verband met de invoering van een serie nieuwe Europese normen voor niet-voorgespannen en voorgespannen bouten.

Deze bijdrage geeft een algemeen overzicht van de verschillende types van Europese voorspanbouten en de belangrijkste aspecten bij het gebruik ervan.

Belang

Het gebruik van voorgespannen bouten is aanbevolen of vereist in bijvoorbeeld de volgende gevallen:

- indien de constructie aan trillingen onderhevig is (het voorspannen dient dan als borging tegen losdraaien);
- indien slip in de verbinding moet worden vermeden;
- indien de optredende belasting in de verbinding frequent van teken kan veranderen.

Indien de boutverbinding aan vermoeiing is onderworpen, zijn de bouten nagenoeg altijd voorgespannen.

In andere gevallen zal het economischer zijn om niet-voorgespannen bouten te gebruiken.

Type voorspanbouten

In Europa zijn traditioneel twee benaderingen aanwezig om de noodzakelijke ductiliteit (vervormingseigenschappen) in het samenstel van bout, moer en sluitring te bereiken: het Brits/Franse HR-systeem en het Duitse HV-systeem. Bij de voorbereiding van de nieuwe Europese productnorm EN 14399 is beslist om beide types toe te laten.

Voor beide types geldt dat de draad van de bout tijdens het aanspannen onderhevig kan zijn aan plastische rekken, wat inhoudt dat bouten en moeren - eenmaal aangespannen - niet meer mogen worden herbruikt.

Normes européennes pour boulons à haute résistance aptes à la précontrainte

Les nouvelles normes européennes pour la conception et le calcul des structures en acier (Eurocode 3, série EN 1993) et pour leur exécution (série EN1090) sont en rapport étroit avec l'introduction d'une série de nouvelles normes européennes relatives aux boulons précontraints et non-précontraints.

Cette contribution offre une vue générale des différents types européens de boulons à haute résistance aptes à la précontrainte et montre les aspects les plus importants de leur utilisation.

Utilité

L'utilisation de boulons précontraints est recommandée ou requise, par exemple, dans les cas suivants :

- si la construction est sujette à des vibrations (la précontrainte sert alors de garantie contre un desserrage) ;
- si un glissement dans l'assemblage doit être évité ;
- si la contrainte exercée dans l'assemblage peut fréquemment changer de signe.

Si l'assemblage par boulon est soumis à fatigue, les boulons sont presque toujours précontraints.

Dans d'autres cas, il sera plus économique d'employer des boulons non-précontraints.

Types de boulons à haute résistance aptes à la précontrainte

En Europe, il y a traditionnellement deux approches pour obtenir la ductilité nécessaire (les propriétés de déformation) dans l'ensemble formé par le boulon, l'écrou et la rondelle de blocage : le système franco-britannique HR et le système allemand HV. Lors de la préparation de la nouvelle norme produit européenne EN 14399, il a été décidé d'autoriser les deux types.

Pour les deux types de boulon, le filet peut être sujet à des allongements plastiques pendant le serrage, ce qui implique que les boulons et les écrous - une fois serrés - ne peuvent plus être réutilisés.

HR-bout

De Brits/Franse benadering, opgenomen in EN 14399-3, bestaat erin om dikke moeren (hoogte volgens EN ISO 4032 type 1) en lange draadgedeelten op de boutsteel te gebruiken¹⁾. De noodzakelijke ductiliteit wordt zo overwegend verkregen door de plastische verlenging van de boutsteel.

De langere draadlengte is nodig om te garanderen dat de opgewekte rek niet op één bepaalde plaats optreedt. Deze bouten, die nagenoeg overeenkomen met de vroegere BS 4395 en NF E27-701/702/711, zijn relatief ongevoelig voor een te grote voorspanning. Uiteraard blijft een correcte inspectie van belang. Indien de HR-bout toch zwaar zou worden overbelast tijdens het voorspannen, zal bezwijken hoofdzakelijk optreden door breuk in de bout, iets wat gemakkelijk is vast te stellen.

HV-bout

De Duitse benadering, opgenomen in EN 14399-4, bestaat in het gebruik van dunner moeren (dikte is ongeveer 0,8 d) en kortere draadlengten¹⁾. De noodzakelijke ductiliteit wordt dan verkregen door plastische vervorming van de schroefdraden in de moer.

Deze bouten, conform de vroegere DIN 6914/6915/6916, zijn gevoeliger voor een te grote voorspanning. Ze vereisen een grotere inspectie op de bouwplaats. Bij overbelasting tijdens het voorspannen zal bezwijken optreden binnen in de moer, wat moeilijk vast te stellen is.

Boutklassen

Het is uiteraard van belang om beide types bouten niet door elkaar te gebruiken. Ze moeten daarom van duidelijke markeringen zijn voorzien. Om verwarring te vermijden behoren zowel bouten als moeren te zijn voorzien van een ingestempelde markering, HR of HV.

Bovendien behoort tevens de boutklasse, 8.8 of 10.9 voor de bouten, 8 of 10 voor de moeren) te zijn ingestempeld, evenals het merk van de fabrikant (zie figuur 1). De HR 8.8-bout resp. 10.9-bout is sterk vergelijkbaar met de vroegere HSFG-part 1 resp. HSFG-part 2 volgens BS 4395. HV-bouten zijn uitsluitend in 10.9 te gebruiken.

Le boulon HR

L'approche franco-britannique, reprise dans la norme EN 14399-3, consiste à utiliser des écrous épais (hauteur selon la norme EN ISO 4032 type 1) et de longs éléments de filets sur la tige du boulon¹⁾. La ductilité nécessaire est ainsi principalement obtenue grâce à l'allongement plastique de la tige de boulon. Cette plus grande longueur de filet est nécessaire pour garantir que l'allongement produit ne se manifeste pas à un seul endroit. Ces boulons, qui correspondent pratiquement aux anciens BS 4395 et NF E27-701/702/711, sont relativement insensibles à une précontrainte trop élevée. Naturellement, une inspection correcte garde son importance. Dans l'éventualité où le boulon HR subirait une forte surcharge pendant la précontrainte, une ruine se produirait essentiellement par suite d'une rupture interne dans le boulon, ce qui est facile à constater.

Le boulon HV

L'approche allemande, reprise dans la norme EN 14399-4, consiste à utiliser des écrous plus fins (dont l'épaisseur est d'environ 0,8.d) et des longueurs de filet plus courtes¹⁾. La ductilité nécessaire est alors obtenue par déformation plastique du filet dans l'écrou. Ces boulons, qui sont correspondent à l'ancienne norme DIN 6914/6915/6916, sont plus sensibles à un excès de précontrainte. Ils requièrent une inspection plus poussée sur le chantier. En cas de surcharge lors de la précontrainte, la ruine se produira à l'intérieur de l'écrou, ce qui est difficile à constater.

Classes de boulons

Il est naturellement important de ne pas mélanger les deux types de boulons. Ils doivent, pour cette raison, être pourvus de marquages clairs. Afin d'éviter toute confusion, les boulons comme les écrous doivent être pourvus d'un marquage estampillé dans la masse : HR ou HV. En outre, la classe du boulon (8.8 ou 10.9 pour les boulons, 8 ou 10 pour les écrous) doit également être estampillée dans la masse, de même que la marque du fabricant (voir figure 1). Les boulons HR 8.8 et 10.9 sont respectivement très comparables aux anciens HSFG-partie 1 et HSFG-partie 2 de la norme BS 4395. Les boulons HV peuvent uni-

1) Voorbeeld :

-HR-bout M20x100 :
dikte van de moer = nom. 18 mm ; min. 16,9 mm ;
draadlengte op bout = 46 mm

HV-bout M20x100 :

dikte van de moer = nom. 16 mm ; min. 14,9 mm ;
draadlengte op bout = 33 mm

1) Exemple :

boulon HR M20x100 :
épaisseur de l'écrou = nom. 18 mm ; min. 16,9 mm ;
longueur du filet sur le boulon = 46 mm ;

boulon HV M20x100 :

épaisseur de l'écrou = nom. 16 mm ; min. 14,9 mm ;
longueur du filet sur le boulon = 33 mm.



Figuur 1 : Markering van een HV-bout volgens EN 14399-4

_Figure 1 : marquage d'un boulon HV selon la norme EN 14399-4

Hoewel af te raden, is het in eenzelfde verbinding nochtans niet strikt verboden om HR- en HV-bouten door elkaar te gebruiken, zolang voor elke bout apart de overeenkomstige moer (en ring) van dezelfde fabrikant is gebruikt.

Voor HR-bouten is dit bout en moer volgens EN 14399-3 en sluitring H volgens EN 14399-6 (bij voorkeur i.p.v. EN 14399-5). Voor HV-bouten is dit bout en moer volgens EN 14399-4 en sluitring H volgens EN 14399-6 (bij voorkeur i.p.v. EN 14399-5).

Installatie

De Europese norm voor de uitvoering van staalconstructies (EN 1090-2) laat drie methoden toe voor het voorspannen. De voorspankracht is in elk van de gevallen dezelfde : $F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s$, waarin f_{ub} en A_s resp. de treksterkte en de spanningsdoorsnede van de bout voorstellen (zie tabel 1).

quement être utilisés en 10.9. Bien que ce soit à déconseiller, il n'est cependant pas strictement interdit d'associer des boulons HR et HV dans un même assemblage, tant que l'on utilise, pour chaque boulon, l'écrou (et la rondelle) correspondant du même fabricant. Pour les boulons HR, ce boulon et cet écrou sont conformes à la norme EN 14399-3 et la rondelle H à la norme EN 14399-6 (de préférence à EN 14399-5). Pour les boulons HV, ce boulon et cet écrou sont conformes à la norme EN 14399-4 et la rondelle H, à la norme EN 14399-6 (de préférence à EN 14399-5).

Installation

La norme européenne pour l'exécution des structures en acier (EN 1090-2) admet trois méthodes de précontrainte. L'effort de précontrainte est le même dans chacun des cas : $F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s$, où f_{ub} et A_s représentent respectivement la résistance ultime à la traction et la section résistante du boulon (voir tableau 1).

Tabel 1 : Waarden van $F_{p,C}$ in kN
Tableau 1 : Valeurs de $F{p,C}$ en kN

Sterkteklasse _Classe de boulon	Boutdiameter d in mm_Diamètre du boulon d, en mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
8.8	47	88	137	170	198	257	314	458
10.9	59	110	172	212	247	321	393	572

Momentmethode

Deze methode brengt de voorspanning aan in twee stappen. In de eerste stap wordt 75% van het vereiste aanspanmoment M_r uitgeoefend op alle bouten. Dit aanspanmoment is gelijk aan $M_r = k d F_{p,C}$. De factor k is afhankelijk van de wrijving in de draadgedeelten van bout en moer en wordt dus mede bepaald door de smering en de opslagvoorwaarden. Indien de momentmethode is gebruikt, behoort de k-factor te zijn bepaald voor elk lot (klasse K2). Gebruikelijke waarden zijn 0,11 à 0,16. In de tweede stap worden alle bouten verder aangespannen tot een waarde gelijk aan $1,1 M_r$. De 10% extra houdt rekening met de relaxatie na het weg nemen van de momentsleutel en de spreiding op de k-factor.

Méthode du couple

Cette méthode applique la précontrainte en deux étapes. Lors de la première étape, 75 % du couple de serrage M_r requis est appliqué à tous les boulons. Ce couple de serrage est égal à $M_r = k d F_{p,C}$. Le facteur k dépend de la friction dans les filets du boulon et de l'écrou et il est donc influencé par la lubrification et par les conditions de stockage. Si la méthode du couple est utilisée, le facteur k doit être déterminé pour chaque lot (classe K2). Des valeurs de 0,11 à 0,16 sont courantes. Dans la seconde étape, tous les boulons subissent un serrage supplémentaire jusqu'à atteindre une valeur égale à $1,1 M_r$. Les 10 % supplémentaires tiennent compte de la relaxation après l'enlèvement de la clé de serrage dynamométrique et de la dispersion du facteur k.

Moment-hoekmethode

Deze methode is een combinatie van de momentmethode en de hoekmethode. In een eerste stap worden alle bouten aangespannen met $0,75 M_r$. In de tweede stap wordt op elke bout een voorgeschreven hoekverdraaiing uitgeoefend, afhankelijk van de klemlengte t_{kl} van de bout (inclusief sluitringen en vulplaten), zie tabel 2.

Klemdikte t_{kl} (incl. sluitringen en vulplaten) _Épaisseur de serrage t_{kl} (y compris rondelles et cales)	Nadraaihoek in graden (°) _Angle de rotation, en degrés (°)
$t_{kl} < 2 d$	60°
$2 d \leq t_{kl} < 6 d$	90°
$6 d \leq t_{kl} \leq 10 d$	120°

Bij deze methode mag, voor de bepaling van de k-factor, naast de klasse K2 eveneens de klasse K1 zijn gebruikt. Dit betekent dat voor de k-factor een gebied mag zijn opgegeven (bijvoorbeeld $0,11 \leq k \leq 0,16$), waarbij de gemiddelde k-factor moet zijn gebruikt ter bepaling van het aanspanmoment M_r . EN 1090-2 bepaalt dat, als vereenvoudiging, $k = 0,13$ mag worden gebruikt.

Methode met directe voorspanningaanduiding

Deze methode, zeer populair in Angelsaksische landen, voorziet in het gebruik van *direct tension indicators* (DTI), dit zijn speciale sluitringen waarop nokken zijn aangebracht, volgens EN 14399-9. Ze waren vroeger bekend onder de naam *load indicating washer* (figuur 2). Deze nokken creëren een opening (van 0,8 mm) tussen de sluitring en de moer (of boutkop). In een eerste stap worden alle bouten in een verbinding aangespannen tot de nokken beginnen te vervormen. Op dit moment is ca. 50% van de volledige voorspankracht aangebracht. In een tweede stap worden alle bouten verder aangespannen tot de opening is gereduceerd naar 0,25 mm indien de DTI is aangebracht onder de boutkop of de moer die wordt aangedraaid of 0,4 mm indien de DTI is aangebracht onder de boutkop of de moer die niet wordt aangedraaid. Bij deze methode is het niet nodig de k-factor te kennen (klasse K0), wat een voordeel is.

Méthode couple-angle

Cette méthode est une combinaison de la méthode du couple et de la méthode de l'angle. Dans une première étape, tous les boulons sont serrés à $0,75 M_r$. Lors de la seconde étape, chaque boulon subit une rotation angulaire prescrite, qui dépend de la longueur de serrage t_{kl} du boulon (y compris les rondelles et les cales). Voir tableau 2.

Dans cette méthode, pour la détermination du facteur k, on peut utiliser non seulement la classe K2, mais aussi la classe K1. Cela signifie qu'une plage peut être spécifiée pour le facteur k (par exemple, $0,11 \leq k \leq 0,16$), le facteur k moyen devant être utilisé pour déterminer le couple de serrage M_r . La norme EN 1090-2 stipule qu'à titre de simplification, une valeur de k de 0,13 peut être utilisée.

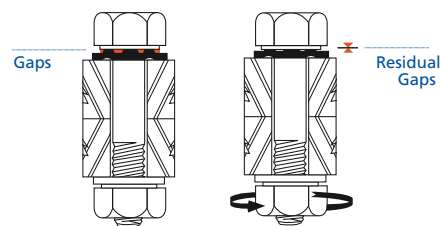
Méthode avec indication directe de la précontrainte

Cette méthode, très populaire dans les pays anglosaxons, prévoit l'utilisation de *direct tension indicators* (DTI), qui sont des rondelles spéciales munies de protubérances, selon la norme EN 14399-9. Autrefois, ces rondelles étaient connues sous le nom de *load indicating washer* (figure 2). Ces protubérances créent un jeu (de 0,8 mm) entre la rondelle indicatrice et l'écrou (ou la tête de boulon). Dans une première étape, tous les boulons d'un assemblage sont serrés jusqu'à ce que les protubérances commencent à se déformer. À ce moment, environ 50% de l'effort de précontrainte complet a été appliqué. Dans une seconde étape, tous les boulons subissent un serrage supplémentaire jusqu'à ce que le jeu initial ait été réduit à 0,25 mm si le DTI a été placé sous la tête de boulon ou sous l'écrou où la précontrainte a été appliquée, ou à 0,4 mm si le DTI a été placé sous la tête de boulon ou l'écrou où la précontrainte n'a été appliquée. Avec cette méthode, il n'est pas nécessaire de connaître le facteur k (classe K0), ce qui constitue un avantage.

Tabel 2 : Waarden van de nadraaihoek bij de moment-hoekmethode
_Tableau 2 : Valeurs de l'angle de rotation dans la méthode couple-angle



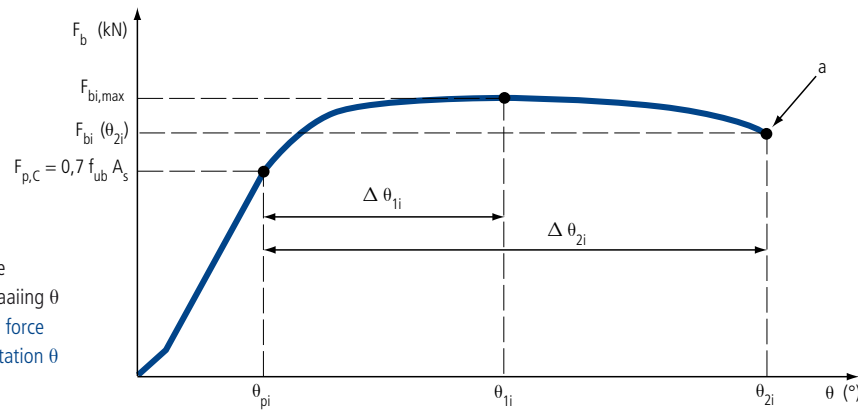
Figuur 2.a : Direct tension indicator DTI volgens EN14399-9
_Figure 2a : Rondelle indicatrice de précontrainte DTI selon la norme EN 14399-9



Figuur 2.b : Boutsamenstel met DTI
_Figure 2b : Assemblage de boulon avec DTI

Proeven

EN 14399-2 beschrijft de proeven die moeten aantonen dat bouten geschikt zijn om voor te spannen. Naast proeven die de relatie tussen het aanspanmoment M_r en de (voorspan)kracht F in de bout meten (waaruit de k -factor wordt afgeleid) zijn eveneens proeven voorgeschreven die de relatie tussen de aangebrachte hoekverdraaiing en de (voorspan)kracht F in de bout meten. Deze geven aanleiding tot een kromme zoals aangeduid in figuur 3.



Figuur 3 : Gemeten relatie tussen de (voorspan)kracht F en de hoekverdraaiing θ
Figure 3 : Relation mesurée entre la force (de précontrainte) F et l'angle de rotation θ

Essais

La norme EN 14399-2 décrit les essais qui doivent démontrer l'aptitude des boulons à la précontrainte. Outre des essais qui mesurent la relation entre le couple de serrage M_r et l'effort (de précontrainte) F dans le boulon (à partir desquels le facteur k est dérivé), des essais sont également prescrits pour mesurer la relation entre l'angle de rotation appliqué et l'effort (de précontrainte) F dans le boulon. Ces essais donnent lieu à une courbe, reprise à la figure 3,

Hierin is

- θ_{pi} de hoekverdraaiing die optreedt bij het bereiken van de nominale voorspankracht $F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s$;
- θ_{1i} de hoekverdraaiing bij het bereiken van de van de maximale kracht $F_{bi,max}$ in de bout;
- θ_{2i} de hoekverdraaiing bij het stopzetten van de proef (punt a).

Als voorwaarde voor $F_{bi,max}$ geldt

$$F_{bi,max} \geq 0,9 f_{ub} A_s .$$

Het meten van de hoek θ_{2i} heeft als doel een indicatie te krijgen over de grootte van de hoekverdraaiing waarbij de voorspankracht in de bout terug naar $F_{p,C}$ is gedaan. In de praktijk mag de proef worden stopgezet bij het bereiken van de minimale hoekverdraaiing $\theta_{2i,min}$. Uit bovenstaande meetresultaten kunnen volgende waarden worden afgeleid:

$$\Delta \theta_{1i} = \theta_{1i} - \theta_{pi}$$

$$\Delta \theta_{2i} = \theta_{2i} - \theta_{pi}$$

De minimale waarden voor $\Delta \theta_{1i}$ en $\Delta \theta_{2i}$ zijn in EN 14399-3 en 4 voorgeschreven (tabel 3):

où :

- θ_{pi} est l'angle de rotation auquel la précontrainte dans le vis atteint la valeur $F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s$;
- θ_{1i} est l'angle de rotation auquel la précontrainte dans le vis atteint sa valeur maximale $F_{bi,max}$;
- θ_{2i} est l'angle de rotation auquel l'essai est arrêté (point a).

La force $F_{bi,max}$ est soumise à la condition

$$F_{bi,max} \geq 0,9 f_{ub} A_s .$$

La mesure de l'angle θ_{2i} a pour but d'obtenir une indication de la valeur de l'angle de rotation pour lequel l'effort de précontrainte dans le boulon a rediminué jusqu'à $F_{p,C}$. En pratique, l'essai peut être arrêté lorsque l'on atteint l'angle de rotation minimal $\theta_{2i,min}$.

Les valeurs suivantes peuvent être déduites des résultats de mesure ci-dessus :

$$\Delta \theta_{1i} = \theta_{1i} - \theta_{pi}$$

$$\Delta \theta_{2i} = \theta_{2i} - \theta_{pi}$$

Les valeurs minimales pour $\Delta \theta_{1i}$ et $\Delta \theta_{2i}$ sont reprises dans les normes EN 14399-3 et 4 (tableau 3) :

Type bout Type de boulon	Klemdikte t_{kl} (incl. sluitringen en vulplaten) Longueur de serrage t_{kl} (y compris rondelles et cales)		
	$t_{kl} < 2d$	$2d \leq t_{kl} < 6d$	$6d \leq t_{kl} \leq 10d$
HR-bout Boulon HR	$\theta_{1i,min} = 90^\circ$	$\theta_{1i,min} = 120^\circ$	$\theta_{1i,min} = 150^\circ$
	$\theta_{2i,min} = 210^\circ$	$\theta_{2i,min} = 240^\circ$	$\theta_{2i,min} = 270^\circ$
HV-bout Boulon HV	$\theta_{1i,min} = 90^\circ$	$\theta_{1i,min} = 120^\circ$	$\theta_{1i,min} = 150^\circ$
	$\theta_{2i,min} = 180^\circ$	$\theta_{2i,min} = 210^\circ$	$\theta_{2i,min} = 240^\circ$

Tabel 3 : Minimale waarden voor θ_{1i} en θ_{2i}
Tableau 3 : Valeurs minimales pour θ{1i} et θ_{2i}

CE-markering

CE-markering garandeert dat de voorspanbouten voldoen aan bepaalde minimale eisen op gebied van gezondheid en veiligheid. *De bouwproductenrichtlijn* [1] eist dat de fabrikant deze markering aanbrengt op zijn producten, op de verpakking of op een bijgaand commercieel documentatieblad (figuur 4). Meer informatie is te vinden in bijlage ZA van EN 14399-1.

De uiterste datum waarop HR- en HV-bouten zonder CE-markering mochten worden gecommercialiseerd (door een fabrikant of verdeler) was 1 oktober 2009. Vast te stellen is dat fabrikanten die traditioneel DIN-bouten maakten hun gamma aanpassen naar HV-bouten. De HR-bouten worden gemaakt door fabrikanten die traditioneel NF- of BS-bouten maakten. Hier is dus nog een verder integratiepad mogelijk. Een aantal fabrikanten leveren wel reeds beide types bouten.

Eveneens dient de aandacht te worden gevestigd op het feit dat nationale overheden strengere eisen kunnen opleggen dan de EN- en CE-voorschriften. Zo is nu reeds bekend dat de Franse overheden zullen vasthouden aan hun NF-merk. Ze beroepen zich op de strengere keurings- en kwaliteitsvoorschriften [2].

Andere delen van EN 14399

Naast de reeds vermelde delen 1 tot en met 4 omvat de serie EN 14399 nog volgende delen.

EN 14399-5 : vlakke sluitringen

EN 14399-6 : vlakke afgeschuinde sluitringen

EN 14399-7 : HR-voorspanbouten met verzonken kop

EN 14399-8 : HV-pasbouten

EN 14399-10 : HRC-(wringnek)bouten

HRC-(wringnek)bouten vertonen aan het uiteinde een verjongde boutsteel, nok genaamd (figuur 5). Bij het aanspannen (met een speciale wringsleutel) zal, bij het bereiken van de nominale voorspankracht in de bout, de nok van de boutsteel afschuiven.

Alle vermelde bouten mogen zijn thermisch verzinkt volgens EN 10684.

Marquage CE

Le marquage CE garantit que les boulons à haute résistance aptes à la précontrainte répondent à certaines exigences minimales sur le plan de la santé et de la sécurité. La *Directive produits de construction* [1] exige que le fabricant appose ce marquage sur ses produits, sur l'emballage ou sur une feuille de documentation commerciale annexée (figure 4). On peut trouver de plus amples informations dans l'annexe ZA de la norme EN 14399-1. La date limite jusqu'à laquelle des boulons HR et HV pouvaient être commercialisés sans marquage CE (par un fabricant ou un distributeur) était le 1er octobre 2009. On constate que les fabricants qui fabriquaient traditionnellement des boulons DIN adaptent leur gamme au profit des boulons HV. Les boulons HR sont produits par des fabricants qui fabriquaient traditionnellement des boulons NF ou BS. Une voie d'intégration supplémentaire est donc ici encore possible. Un certain nombre de fabricants fournissent en effet déjà les deux types de boulons.

Il faut également attirer l'attention sur le fait que les autorités nationales peuvent imposer des exigences plus strictes que les prescriptions EN et CE. Ainsi, on sait dès aujourd'hui que les autorités françaises conserveront leur marque NF. Elles invoquent des prescriptions d'homologation et de qualité plus strictes [2].

Autres parties de la norme EN 14399

Outre les parties 1 à 4 déjà mentionnées, la série EN 14399 contient encore les parties suivantes.

EN 14399-5 : rondelles plates.

EN 14399-6 : rondelles plates chanfreinées.

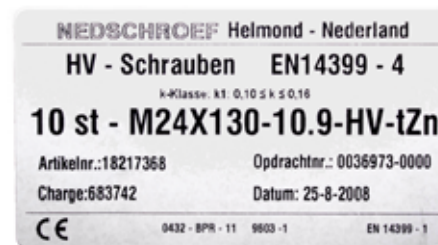
EN 14399-7 : boulons à haute résistance HR à tête fraisée.

EN 14399-8 : boulons ajustés HV.

EN 14399-10 : boulons à précontrainte calibrée HRC.

Les boulons à précontrainte calibrée HRC présentent à leur extrémité une tige de boulon réduite, appelée embout fusible (figure 5). Lors du serrage (avec une clef spéciale), l'embout de la tige de boulon va être cisailé par torsion lorsque l'effort de précontrainte nominal sera atteint dans le boulon.

Tous les boulons mentionnés peuvent être galvanisés à chaud selon la norme EN 10684.



Figuur 4 : Voorbeeld van CE-markering
_Figure 4 : Exemple de marquage CE



Figuur 5 : HRC-(wringnek)bout
_Figure 5 : Boulon à précontrainte calibrée HRC

Verwijzingen_Références

[1] http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/documents/legislation/cpd/index_en.htm

[2] Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte selon la NF EN 14399 - Marquage CE et marque NF, Construction Métallique Informations, CMI No. 3, CTICM, 2009