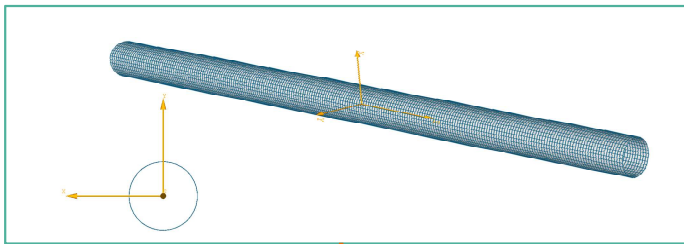


Classificatie van cirkelvormige, stalen buisdoorsneden

Vanderstraeten Timothy

Master IW Bouwkunde



Classificatierichtlijnen volgens de Europese Norm (EN):

Klasse	Sectie onder buiging en/of druk
1	$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$
2	$\frac{d}{t} \leq 70\epsilon^2$
3	$\frac{d}{t} \leq 90\epsilon^2$ Voor $d/t > 90\epsilon^2$: EN 1993-1-6

Probleem:

- Herkomst limietwaarden onduidelijk
- Inconsistenties met andere EN en internationale standaarden
- Vernieuwde inzichten:
 - ≠ primaire spanningsverdeling druk/buiging
 - Lengte-effect
 - Spanningsval bij de overgang van klassen
 - Berekeningsmethodiek

Vergelijkende studie o.b.v. CEN/TC250/SC3/WG1 in 2 delen

Classificatie: resultaten en conclusies

Klasse	Sectie onder druk	Sectie onder buiging
1	$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$	$\frac{d}{t} \leq 50\epsilon^2$
2	$\frac{d}{t} \leq 75\epsilon^2$ ($\bar{\lambda}_{x,0} \approx 0.258$)	$\frac{d}{t} \leq 75\epsilon^2$
3	$\frac{d}{t} \leq 75\epsilon^2$ Voor $d/t > 75\epsilon^2$: EN 1993-1-6	$\frac{d}{t} \leq 145\epsilon^2$ Voor $d/t > 145\epsilon^2$: EN 1993-1-6

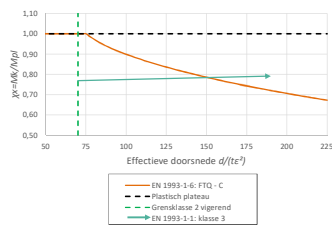
Behouden
Klasse 2 - berekend
Klasse 3 - berekend

Snijpunt tussen de EN 1993-1-1, de EN 1993-1-6 en het plastisch plateau

Druk: $\bar{\lambda}_x = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\sigma_{x,cr}}} \rightarrow d/(t\epsilon^2)$

Buiging: $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{M_{R,pl}}{M_{R,cr}}} \rightarrow d/(t\epsilon^2)$

Snijpunt tussen de EN 1993-1-1 en de EN 1993-1-6

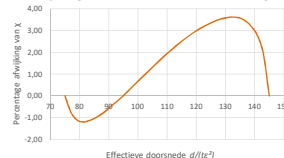


- Conclusies:**
- Splitsen druk en buiging vanwege ≠ inwendige spanningsverdeling
 - Geen bezwaar tegen het behoud van de limietwaarde voor de klasse 1 doorsneden
 - De berekende limietwaarden van de klasse 2 doorsneden (druk en buiging) zijn momenteel niet te verantwoorden uit zowel eerder onderzoek als de EN 1990, bijlage D → behouden: classificatiewijziging vanwege de consistentie met de EN 1993-1-6
 - Geen elasto-plastische zone onder druk: klasse 3 = klasse 2
 - De limietwaarde van de klasse 3 doorsneden onder buiging sluit beter aan bij andere internationale standaarden

Ontwerp in de EN 1993-1-1: resultaten en conclusies

Elasto-plastisch gebied onder buiging

Afwijking t.o.v. EN 1993-1-6 (ondergrens):



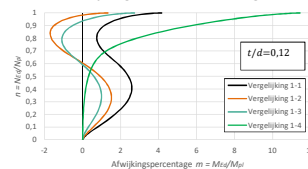
Gevonden vergelijking: $M_{k,ep} = \left[s + (1-s) \left(\frac{(d/t)_3 - (d/t)_i}{(d/t)_3 - (d/t)_2} \right)^{1,5} \right] W_{pl} f_{y,k}$

- Conclusie:**
- Gebaseerd op de huidige membraanspanningstheorie
 - Geen spanningsval bij de overgang naar de klasse 3 doorsneden
 - Relatief hoge afwijkingen bij lage plasticiteit en de EN 1993-1-6

Interactie

Bron	Vergelijking	Form.
EC3	$m = 1 - n^p$	(1-1)
[1]	$m = 1 - n^p$	(1-2)
[1]	$m = 1 - n^2 + \left(\frac{n^p - n^2}{b} \right)$	(1-3)
CEN	$m = \cos\left(\frac{\pi n}{2}\right)$	(1-4)

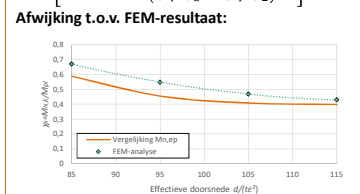
Afwijking t.o.v. rekenkundig resultaat:



- Conclusie:**
- Vergelijking 1-3 geniet de laagste afwijking
 - Verbetering van de huidige ontwerpregels voor interactie binnen de klasse 1-2 doorsneden
 - Hoe lager de slankheid, des te onnauwkeuriger

Klasse 3

Gevonden vergelijking: $M_{k,N,ep} = m \left[s - (s-1) \left(\frac{(d/t)_3 - (d/t)_i}{(d/t)_3 - (d/t)_2} \right)^{1,5} \right] W_{pl} f_{y,k}$



- Conclusie:**
- Gebaseerd op vergelijking 1-3 (hiernaast) en $M_{k,ep}$ (hierboven)
 - Afhankelijk van de limietwaarde van de klasse 3 doorsneden onder buiging
 - Geeft een duidelijke ondergrens, ondanks de aangereikte imperfecties en lengten

[1] Rotter, J.M. & Sadowski, A.J.: Full plastic resistance of tubes under bending and axial force: exact treatment and approximations. Department of Civil & Environmental Engineering, Imperial College London, 2017, pp.30-38.

Promotoren / Copromotoren: Dhr. Debruyckere Rik (extern, SECO bvba)
Prof. Ir. Degée Hervé (intern, UHasselt)

