

Berekenen van de stabiliteit van staven in staalconstructies belast op druk,
op buiging en op de combinatie van druk en buiging volgens Eurocode 3

Stabiliteit

ir. H.M.G.M. Steenbergen

prof.ir. F.S.K. Bijlaard

prof.ir. H.H. Snijder

Colofon

tekst ir. H.M.G.M. Steenbergen (hoofdstuk 1 t/m 6)
prof.ir. F.S.K. Bijlaard (hoofdstuk 1 en 2)
prof.ir. H.H. Snijder (hoofdstuk 3 t/m 6)

eindredactie ir. C.H. van Eldik / Bouwen met Staal
vormgeving Karel Ley / Fig.84-Reclamestudio

uitgave Bouwen met Staal
ISBN 978-90-75146-07-3



Bouwen met Staal
www.bouwenmetstaal.nl

© Bouwen met Staal 2022

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt – in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier – zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Aan de totstandkoming van deze publicatie is de uiterste zorg besteed. Desondanks zijn eventuele (druk)fouten en onvolkomenheden niet uit te sluiten. De uitgever sluit – mede ten behoeve van al degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt – elke aansprakelijkheid uit voor directe en indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met de toepassing van deze publicatie.

Illustratie-verantwoording

Alle niet-genoemde foto's en alle tekeningen komen uit het archief van Bouwen met Staal.

B = boven; O = onder

Bouwen met Staal 1.1B, p. 2-1, 2.1

Otto Goedhart p. 5-1, 5.1, 6.1

Luuk Kramer Fotografie p. 1-1

Erik Stekelenburg 1.1O

Zhengzaishuru p. 3-1, p. 6-1

Stabiliteit is het negende boek in een serie studieboeken die geheel aansluit op de Eurocodes. Eerder zijn verschenen (zie blz. 8):

- J.W.B. Stark en R.J. Stark, *Staal-beton. Toepassing en berekening van staal-beton constructies voor gebouwen volgens Eurocode 4 bij normale temperatuur en brand*, Zoetermeer 2009.
- A.F. Hamerlinck, *Brand. Brandveiligheid en berekening van de brandwerendheid van staal-constructies voor gebouwen volgens Eurocode 3*, Zoetermeer 2010, 148 p.
- H.H. Snijder en H.M.G.M. Steenbergen, *Krachtswerking. Grondslagen voor het berekenen en toetsen van staalconstructies voor gebouwen volgens Eurocode 0, 1 en 3*, Zoetermeer 2011, 284 p.
- J.W.B. Stark, *Verbinden. Kenmerken van verbindingen in staalconstructies en het berekenen van mechanische verbindingmiddelen en lassen volgens Eurocode 3*, Zoetermeer 2012, 208 p.
- C.H. van Eldik en B. Potjes (samenst.), *Staalprofielen. Technische gegevens, weerstanden en brandwerendheid volgens Eurocode 3 van de meest gangbare profielen*, Zoetermeer 2012 (2e druk), 238 p.
- B. Potjes, H.H. Snijder en H.M.G.M. Steenbergen, *GTS 2013. Grafieken en tabellen voor staal en staalconstructies voor gebouwen gebaseerd op Eurocode 0, 1 en 3*, Zoetermeer 2013, 176 p.
- J.W.B. Stark en J. Wardenier, *Knopen. Berekenen van geboute en gelaste verbindingen in raamwerken en in buisconstructies volgens Eurocode 3*, Zoetermeer 2014, 252 p.
- M.A. Barendsz, C.H. van Eldik, A.F. Hamerlinck, J.P. den Hollander, M.B.J. van Odenhoven, J.A.M. Roosendaal en H.H. Snijder, *Hallen. Kenmerken en constructiesystemen van stalen hallen en het ontwerp van een éénbeukige geschoordehal volgens Eurocode 3*, Zoetermeer 2019, 280 p.

Errata, correcties en aanvullingen op deze boeken zijn gratis te downloaden onder 'publicaties' en 'correcties (errata) via www.bouwenmetstaal.nl.

Inhoud

1	Staven belast op druk	1-2
1.1	Theorie en achtergronden	1-2
1.1.1	Eulerse knikkraft	1-3
1.1.2	Knikkromme van een perfecte kolom	1-6
1.1.3	Knikkromme van een imperfecte kolom	1-8
1.1.4	Toetsingsprocedure voor knik	1-12
1.2	Toetsing van instabiliteitsvormen	1-14
1.2.1	Knikstabiliteit	1-14
1.2.2	Torsiestabiliteit	1-20
1.2.3	Torsieknikstabiliteit	1-23
1.3	Kniklengte	1-29
1.3.1	Prismatische staven in standaardgevallen	1-29
1.3.2	Prismatische staven in non-sway raamwerken	1-29
1.3.3	Prismatische staven in sway raamwerken	1-34
1.3.4	Star gesteunde staven	1-38
1.3.5	Flexibel gesteunde staven	1-42
1.3.6	Staven in vakwerken	1-48
1.3.7	Elkaar kruisende staven	1-51
1.3.8	Niet-prismatische staven	1-53
1.3.9	Samengestelde staven	1-58
1.4	Literatuur	1-60
2	Staven belast op buiging	2-2
2.1	Theorie en achtergronden	2-3
2.1.1	Randvoorwaarden	2-5
2.1.2	Belastingcondities	2-7
2.2	Kritieke elastische kippmoment	2-9
2.2.1	Liggers met een vormvaste doorsnede	2-9
2.2.2	Liggers met een niet-vormvaste doorsnede	2-19
2.2.3	Relatieve kipslankheid	2-20
2.3	Toetsing volgens NEN-EN 1993-1-1	2-21
2.3.1	Algemene kippkrommen	2-23
2.3.2	Kippkrommen voor gewalste of equivalente gelaste profielen	2-24
2.3.3	Vereenvoudigde toetsingsmethode voor gesteunde liggers in gebouwen	2-26
2.3.4	Opleggingen en zijdelingse steunen	2-27
2.3.5	Buiging en trek	2-30



2.4	Rekenvoorbeeld dakligger	2-31
2.4.1	Algemene kipkrommen	2-31
2.4.2	Kipkrommen voor gewalste profielen	2-36
2.4.3	Vereenvoudigde toetsingsmethoden	2-37
2.5	Literatuur	2-40

3	Staven belast op druk en buiging	3-2
3.1	Theorie en achtergronden	3-3
3.1.1	Staven belast op druk	3-3
3.1.2	Staven belast op druk en buiging	3-10
3.2	Toetsing volgens NEN-EN 1993-1-1	3-14
3.2.1	Toetsingsformules volgens methode 1	3-14
3.2.2	Toetsingsformules volgens methode 2	3-17
3.2.3	Torsieknikinstabiliteit	3-28
3.2.4	Gemeenschappelijke presentatie van de toetsingsformules	3-30
3.3	Overige regels voor op druk en buiging belaste staven volgens NEN-EN 1993-1-1, art. 6.3.3	3-37
3.4	Nationale Bijlage bij NEN-EN 1993-1-1	3-39
3.5	Literatuur	3-40

4	Rekenvoorbeelden kolommen	4-2
4.1	Pendelkolom	4-6
4.1.1	Dimensionering	4-6
4.1.2	Doorsnedeklasse	4-8
4.1.3	Weerstand	4-9
4.1.4	Stabiliteit	4-13
4.1.5	Doorbuiging	4-19
4.1.6	Steunen	4-20
4.2	Ingeklemde kolom	4-22
4.2.1	Dimensionering	4-23
4.2.2	Doorsnedeklasse	4-25
4.2.3	Weerstand	4-26
4.2.4	Stabiliteit	4-29
4.2.5	Doorbuiging	4-36
4.2.6	Steunen	4-36
4.3	Literatuur	4-38





5	Rekenvoorbeelden liggers	5-2
5.1	Ligger op twee steunpunten met twee kipsteunen	5-5
5.1.1	Dimensionering	5-6
5.1.2	Doorsnedeklasse	5-8
5.1.3	Weerstand	5-9
5.1.4	Doorbuiging	5-11
5.1.5	Kipstabiliteit	5-12
5.2	Ligger op twee steunpunten met één kipsteun	5-22
5.2.1	Dimensionering	5-23
5.2.2	Toetsing	5-23
5.2.3	Kipstabiliteit	5-23
5.3	Ligger op twee steunpunten zonder kipsteunen	5-31
5.3.1	Dimensionering	5-31
5.3.2	Toetsing	5-32
5.3.3	Kipstabiliteit	5-32
5.4	Literatuur	5-39
6	Rekenvoorbeelden raamwerken	6-2
6.1	Geschoord non-sway raamwerk met flexibele verbindingen	6-4
6.1.1	Classificatie van het raamwerk	6-5
6.1.2	Algemene berekening	6-7
6.1.3	Toetsing van de vervormingen	6-10
6.1.4	Classificatie van de doorsneden	6-11
6.1.5	Toetsing van de weerstand van doorsneden	6-12
6.1.6	Toetsing van de stabiliteit	6-14
6.1.7	Dimensioneren van de verbindingen	6-23
6.1.8	Conclusie	6-25
6.2	Ongeschoord sway raamwerk met stijve verbindingen	6-25
6.2.1	Geometrie en verbindingen	6-25
6.2.2	Belastingen	6-27
6.2.3	Raamwerkimperfecties	6-28
6.2.4	Classificatie van het raamwerk	6-29
6.2.5	Keuze van de berekeningsmethode	6-31
6.2.6	Vergrote sway momenten methode	6-31
6.2.7	Sway kniklengte methode	6-37
6.2.8	Vergelijking van de vergrote sway momenten methode en de sway kniklengte methode	6-42

6.3	Ongeschoord sway raamwerk met flexibele verbindingen	6-43
6.3.1	Geometrie en verbindingen	6-43
6.3.2	Belastingen	6-45
6.3.3	Raamwerkimperfecties	6-45
6.3.4	Classificatie van het raamwerk	6-45
6.3.5	Keuze van de berekeningsmethode	6-46
6.3.6	Vergrote sway momenten methode	6-46
6.3.7	Sway kniklengte methode	6-53
6.3.8	Vergelijking van vergrote sway momenten methode en de sway kniklengte methode	6-55
6.4	Literatuur	6-56

Studieboeken Eurocodes

Te bestellen via www.bouwenmetstaal.nl of bij de boekhandel.

Brandveiligheid en berekening van de brandwerendheid van staalconstructies voor gebouwen volgens Eurocode 3

Brand

A.F. Hamerlinck



Kenmerken en constructiesystemen van stalen hallen en het ontwerp van een éénbeukige geschoorde hal volgens Eurocode 3

M.A. Barends
C.H. van Elck
A.F. Hamerlinck
J.P. den Hollander
M.S.J. van Oosterhout
J.A.M. Rooversdal
H.M. Snijder

Hallen



Toepassing en berekening van staal-beton constructies voor gebouwen volgens Eurocode 4 bij normale temperatuur en brand

Staal-beton

J.W.B. Stark

R.J. Stark



Kenmerken van verbindingen in staalconstructies en het berekenen van mechanische verbindingmiddelen en lassen volgens Eurocode 3

Verbinden

J.W.B. Stark



Berekenen van geboute en gelaste verbindingen in raamwerken en in buisconstructies volgens Eurocode 3

J.W.B. Stark
J. Wardenaar

Knopen



Technische gegevens, weerstanden en brandwerendheid volgens Eurocode 3 van de meest gangbare profielen

Staalprofielen



Grondslagen voor het berekenen en toetsen van staalconstructies voor gebouwen volgens Eurocode 0, 1 en 3

Krachtswerking

H.H. Snijder
H.M.G.M. Steenbergen



Grafieken en tabellen voor staal en staalconstructies voor gebouwen gebaseerd op Eurocode 0, 1 en 3

GTS 2013

B. Pijten
H.H. Snijder
H.M.G.M. Steenbergen

