

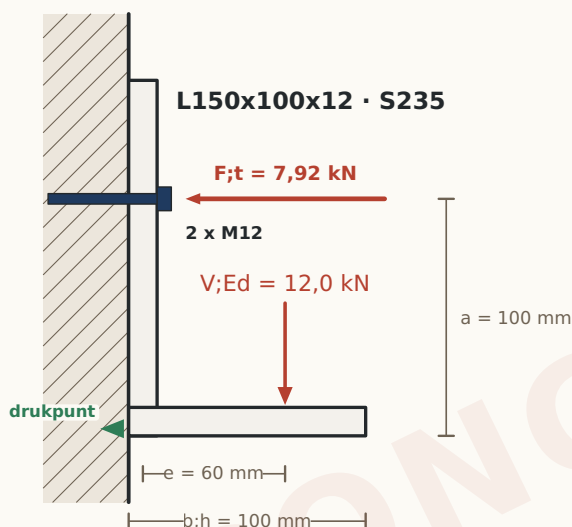
1. HOEKSTAAL / CONSOLEBEUGEL

VOORBEELDBEREKENING MET FICTIEVE WAARDEN — geen geldige berekening voor een echte situatie; elke geleverde berekening wordt door de constructeur gecontroleerd en goedgekeurd.

Toepassing: (NEN-EN 1993-1-1/1-4) — voorbeeld met fictieve waarden

Rekenmodel · hoekstaal / consolebeugel

Hoekstaal / consolebeugel (NEN-EN 1993-1-1/1-4) — voorbeeld met fictieve waarden



Horizontale poot

$M;Ed \ 0,648 \leq 1,269 \text{ kNm}$
 buiging UC 0,51 · V UC 0,05

Verticale poot + ankers

$M;v \ 0,697 \text{ kNm}$
 poot UC 0,55 · stuik UC 0,07
 per anker N 4,95 · V 6,00 kN

Vergelijk 1.4003

UC 0,57 · voldoet

Beugel L150x100x12 S235 · poot UC 0,55 · stuik UC 0,07

voldoet

Aannames

Geometrie	gewalste hoekstaalbeugel L150x100x12 mm (verticale poot x horizontale poot x dikte), lengte langs de wand $L = 150 \text{ mm}$; 2 anker(s) M12 in één rij op $a = 100 \text{ mm}$ boven de onderkant, steek $p = 80 \text{ mm}$, randafstand tot de bovenrand 35 mm .
Materiaal S235	koolstofstaal, $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$, $E = 210 \text{ kN/mm}^2$, $\gamma;M0 = 1,00$, $\gamma;M2 = 1,25$ (NEN-EN 1993-1-1 tab. 3.1).
-	Horizontale poot (uitkragende plaatstrook $b \times t = 150 \times 12 \text{ mm}$): wortelmoment $M;Ed = V;Ed \times (e - t/2) = 12,00 \times 54,0 \text{ mm} = 0,648 \text{ kNm}$. Massieve plaat in buiging om de zwakke as: klasse 1, plastisch toegestaan (NEN-EN 1993-1-1 §6.2.5): $W;pl = L \times t^2/4 = 5400 \text{ mm}^3 \rightarrow M;Rd,pl = 1,269 \text{ kNm}$ (elastisch $M;Rd,el = 0,846 \text{ kNm}$ ter vergelijking); UC 0,51. Bij een gewalst profiel is de wortelstraal gunstig en niet meegerekend.
Dwarskracht (§6.2.6)	$A;v = L \times t = 1800 \text{ mm}^2 \rightarrow V;Rd = 244,2 \text{ kN}$; UC 0,05. $V;Ed \leq 0,5 \times V;Rd \rightarrow$ geen M-V-reductie (§6.2.8(2)).

Aanhechting aan de wand	moment om het DRUKPUNT (onderkant beugel tegen het wandvlak) $M; w = V; E_d \times (e + t/2) = 12,00 \times 66,0 \text{ mm} = 0,792 \text{ kNm}$; trek in de ankerrij $F; t = M; w / a = 7,92 \text{ kN}$ op hefboomarm $a = 100 \text{ mm}$; drukpunt $C = 7,92 \text{ kN}$.
Verticale poot	plaatstrook vanuit de hoek tot de ankerrij, $m = a - t = 88 \text{ mm} \rightarrow M; v = F; t \times m = 0,697 \text{ kNm}$ op hetzelfde $M; R_d, pl$ (klasse 1); UC 0,55.
Hefboomwerking (prying)	toeslag 1,25 op de ankertrek — de gangbare bovengrens zolang de poot bij de ankerrij elastisch blijft. $N; E_d$ per anker $= 1,25 \times F; t / n = 4,95 \text{ kN}$; $V; E_d$ per anker $= V; E_d / n = 6,00 \text{ kN}$ (wrijving niet meegerekend). Beide ZONDER KFI: de tool 'anker' (NEN-EN 1992-4) past $\max(1,00; KFI)$ zelf toe en toetst de ankers hiermee.
-	Stuik en randafstanden in de poot (NEN-EN 1993-1-8 tab. 3.3/3.4): $d_0 = 14 \text{ mm}$, e_1 (naar de bovenrand, in de krachtrichting) $= 35 \text{ mm}$, e_2 (naar het beugeleinde) $= 35 \text{ mm}$, $p = 80 \text{ mm} \rightarrow \alpha; b = 0,83$, $k_1 = 2,50$, $F; b; R_d = k_1 \times \alpha; b \times f; u \times d \times t / \gamma; M_2 = 86,4 \text{ kN}$ per anker; UC stuik 0,07. Minimumafstanden $e_1, e_2 \geq 1,2 \times d_0$ en $p \geq 2,2 \times d_0$: benutting 0,48.
Hoek	gewalst/gezet L-profiel — de hoek is doorlopend materiaal, geen las te toetsen.
-	Doorbuiging horizontale poot onder de last (elastisch, ter informatie): $w = V \times l^3 / (3 \times E \times I) = 0,14 \text{ mm}$; er geldt geen BGT-eis voor een beugel.
Materiaalvergelijking S235 <→ 1.4003	maatgevende UC 0,55 (buiging verticale poot) tegen 0,57 (buiging verticale poot); beide materialen halen alle doorsnedetoetsen → vervanging is wat de sterkte van de beugel betreft toelaatbaar. De ankerkrachten zijn materiaalafhankelijk ($N; E_d = 4,95 \text{ kN}$, $V; E_d = 6,00 \text{ kN}$ per anker); de stijfheid verschilt met E ($w = 0,14$ resp. $0,13 \text{ mm}$).
NIET BESCHOUWD	de wand zelf — de druk van de onderkant van de beugel op de wand (het drukpunt) en de vervorming van de wand zitten niet in deze toets. AANDACHTSPUNT: $C = 7,92 \text{ kN}$ op de onderrand over $L = 150 \text{ mm}$; bij metselwerk (NEN-EN 1996-1-1 §6.1.3) of een dunne betonrand (NEN-EN 1992-4, randafstand) de contactspanning toetsen.
NIET BESCHOUWD	vermoeding — deze toets geldt voor een statische belasting. AANDACHTSPUNT: bij een wisselende belasting (verkeer, machines, wind op een licht gevelelement) NEN-EN 1993-1-9 toepassen; bij roestvast staal geldt daarvoor NEN-EN 1993-1-4 §8.
AANDACHTSPUNT galvanische corrosie	roestvast staal in direct contact met koolstofstaal of verzinkt staal (ankers, bouten, ringen) vormt een galvanisch koppel; het onedele deel corrodeert. Isoleren (kunststof ringen/bussen) of de ankers en bouten in dezelfde roestvaste kwaliteit uitvoeren.
AANDACHTSPUNT laswerk op roestvast staal	lassen volgens NEN-EN 1011-3 met een passend toevoegmateriaal (ten minste gelijkwaardig aan het basismateriaal, $\beta; w = 1,0$ volgens NEN-EN 1993-1-4 §7.2.2); na het lassen beitsen/passiveren; ferritisch 1.4003 is gevoelig voor korrelgroei in de warmte-beïnvloede zone — dunne lasrupsen, lage warmte-inbreng.

-

AANDACHTSPUNT thermisch verzinken vervalst bij roestvast staal; de corrosiebescherming zit in de legering. Corrosieweerstandsklasse volgens NEN-EN 1993-1-4 bijl. A: 1.4003: CRC I (I = binnen/afgeschermd klimaat, II = buiten landelijk, III = buiten stedelijk/industriële, IV/V = kust/chloriden). Controleer of de klasse van de omgeving daarbinnen valt; 1.4003 is buiten alleen geschikt in een mild klimaat.

Algemene gegevens			Belastingen (ontwerp) + krachten naar de wand		
Beugel $b_v \times b_h \times t$	150 x 100 x 12	mm	Dwarskracht V_{Ed} per beugel	12,00	kN
Lengte langs de wand L	150	mm	Excentriciteit e (hart verticale poot)	60	mm
Uitvoering	gewalst		Horizontale kracht H_{Ed}	0,00	kN
Materiaal	S235 (koolstofstaal)		KFI toegepast (max 1,00; KFI)	1,00	
f_y / f_u	235 / 360	N/mm ²	Wortelmoment $M_{Ed} = V \cdot (e - t/2)$	0,648	kNm
$\gamma_{M0} / \gamma_{M2}$	1,00 / 1,25		Moment om het drukpunt $M_w = V \cdot (e + t/2)$	0,792	kNm
Ankerrij	2 x M12 op a = 100	mm	Trek ankerrij $F_t = M_w/a$	7,92	kN

Weerstanden + ankerkrachten		
$W_{pl} = L \cdot t^2/4$ (W_{el})	5.400 (3.600)	mm ³
$M_{Rd,pl}$ ($M_{Rd,el}$)	1,269 (0,846)	kNm
$V_{Rd} = L \cdot t \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0})$	244,2	kN
Stuik $F_{b,Rd}$ per anker (tab. 3.4)	86,4	kN
N_{Ed} per anker ($k_{hefboom}$ 1,25) → tool anker	4,95	kN
V_{Ed} per anker → tool anker	6,00	kN

Toetsing · NEN-EN 1993-1-1/1-4/1-8		
Buiging horizontale poot §6.2.5	M_{Ed} 0,648 / $M_{Rd,pl}$ 1,269 kNm	u.c. = 0,51 voldoet
Dwarskracht §6.2.6	V_{Ed} 12,00 / V_{Rd} 244,2 kN	u.c. = 0,05 voldoet
Buiging verticale poot $F_t \cdot (a - t)$	M_v 0,697 / $M_{Rd,pl}$ 1,269 kNm	u.c. = 0,55 voldoet
Stuik ankers in de poot tab. 3.4	V_{Ed}/anker 6,00 / $F_{b,Rd}$ 86,4 kN	u.c. = 0,07 voldoet
Randafstanden/steek tab. 3.3 (min./aanwezig)	e1 35 · e2 35 · p 80 mm (d_0 14)	u.c. = 0,48 voldoet

Materiaalvergelijking · UC S235 / UC 1.4003 (zelfde geometrie en belasting)	
buiging horizontale poot	0,51 / 0,53
dwarskracht	0,05 / 0,05
buiging verticale poot	0,55 / 0,57
stuik ankers in de poot	0,07 / 0,06
min. randafstanden/steek	0,48 / 0,48
Maatgevende UC	0,55 / 0,57
Oordeel	voldoet / voldoet

Toepassen: **L150x100x12 mm, lengte 150 mm, S235**

ULS u.c. **0,55** · SLS u.c. **n.v.t.** ✓ voldoet

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Wanden	Ankers toetsen met de tool 'anker' (NEN-EN 1992-4) op N;Ed en V;Ed per anker uit deze berekening; contactdruk van het drukpunt op de wand beoordelen
Wanden	de ankers zelf (staal, uittrekken, betonkegel — NEN-EN 1992-4, tool 'anker') en de wand (contactdruk, randafstand van de ankers) vallen buiten deze toets; de ankerkrachten hierboven zijn de invoer daarvoor.

CONCEPT