

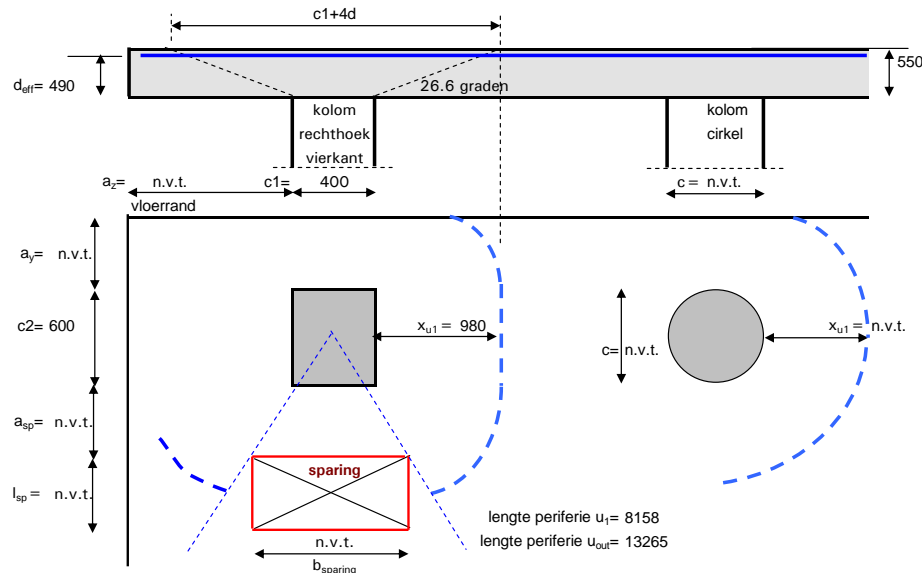
controle pons(-wapening) **middenkolom rechthoekig 400 mm x 600 mm**
berekening volgens eurocode : NEN-EN 1992 **4000 kN**

algemene gegevens	werk	werk
	werknummer	werknummer
	onderdeel	onderdeel

gegevens geometrie en belasting

kwaliteit beton	betonklasse	=	C28/35
kwaliteit staal	staalsoort	=	B 500
soort poer	betreft deze berekening een funderingspoer op staal?	=	nee
vloerdikte	h	=	550 mm
betondekking	C _{hoofdwapening}	=	35 mm
diameter vloerwapening y-richting	d _{s,y}	=	25 mm
diameter vloerwapening z-richting	d _{s,z}	=	25 mm
rekenwaarde ponsbelasting	V	=	4000 kN
soort kolom			middenkolom rechthoekig
afmeting kolom	breedte kolom c1 (kleinste maat)	=	400 mm
	lengte kolom c2 (grootste maat)	=	600 mm
afstand kolom tot aan vloerrand	a _y in richting c2 (bij rand- en hoekkolom)	=	0 mm
afstand kolom tot aan vloerrand	a _z in richting c1 (alleen bij hoekkolom)	=	0 mm
trekwapening in y-richting in de vloer	A _{s,y}	=	5073 mm ² /m
trekwapening in z-richting in de vloer	A _{s,z}	=	5663 mm ² /m
ponsbelasting	V _{Ed} / V _{Rd,c}	=	4000,0 / 2460 = 1,63

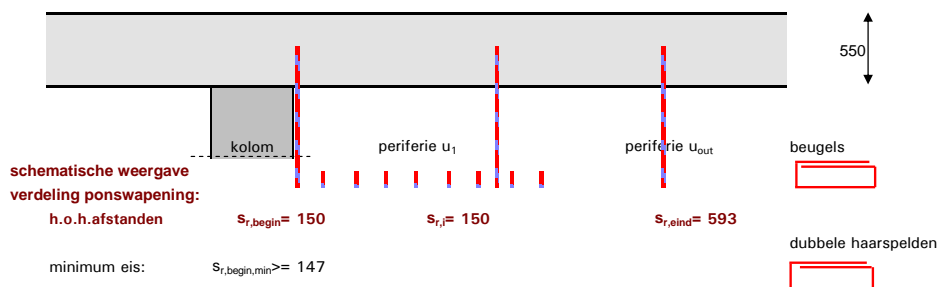
er moet ponswapening worden aangebracht. Zie een van de onderstaande voorbeelden



middenkolom rond	$A = \frac{1}{4} \pi * (c + 4d)^2$	=	5,15 m ²
middenkolom rechthoekig	$A = c_1 c_2 + \frac{1}{4} \pi (4d)^2 + 4d (c_1 + c_2)$	=	5,22 m ²
randkolom rechthoekig	$A = (a_y + c_2)(c_1 + 4d) + 2dc_1 + 0,125 * \pi * (4d)^2$	=	3,32 m ²
hoekkolom rechthoekig	$A = (a_y + c_2)(a_z + c_1 + 2d) + 2d(a_z + c_1) + \frac{1}{16} \pi (4d)^2$	=	1,97 m ²
maatgevend oppervlak	A	=	5,22 m ²
reductie ponsbelasting	V _{red} = A p _d	=	0,0 kN
6.48 rekenwaarde ponsbelasting	V _{Ed} = V - V _{red}	=	4000,0 kN
6.38 rekenwaarde schuifspanning pons	V _{Ed} = β V _{Ed} / u ₁ d _{eff}	=	1,00 N/mm ²
maatgevende correctiefactor	β =	=	1,00 -
berekening β			
6.39 middenkolom rechthoekig (nauwkeurige berekening)	β = 1 + k M _{Ed} / V _{Ed} * u ₁ / W ₁	=	1,00 -
	k factor uit tabel 6,1	=	0,64 -
	M _{Ed,y} = V _{Ed} * e _y	=	0,00 kNm
periferie	u ₁	=	8,16 m
6.41	W ₁ = c ₁ ² /2 + c ₁ c ₂ + 4c ₂ d + 16d ² + 2πdc ₁	=	5,049 m ²
	c ₁ = kolomafmeting evenwijdig aan excentriciteit	=	600 mm
	c ₂ = kolomafmeting loodrecht op excentriciteit	=	400 mm



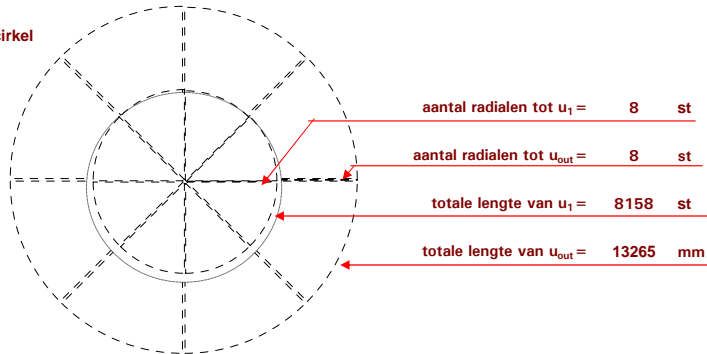
verhouding tbv tabel 6,1	c_1 / c_2	=	1,50	-
benaderingsformules β				
6.42 middenkolom rond	$\beta = 1 + 0,6 \pi e / (D + 4d)$	=	1,00	-
6.43 middenkolom rechthoekig	$\beta = 1 + 1,8 \sqrt{\{ (e_y / b_y)^2 + (e_z / b_z)^2 \}}$	=	1,00	-
6.44 randkolom rechthoekig	$\beta = u_1 / u_{1*} + k u_1 e_{par} / W_1$	=	1,15	-
6.46 hoekkolom rechthoekig	$\beta = u_1 / u_{1*}$	=	1,25	-
factoren om bovenstaande formules te berekenen				
diameter ronde kolom	$D = c$	=	600	mm
excentriciteiten	e_y in richting c2 (kolomhoogte)	=	0	mm
excentriciteiten	e_z in richting c1 (kolombreedte)	=	0	mm
	$b_y = c_1 + 4d$	=	2360	mm
	$b_z = c_2 + 4d$	=	2560	mm
fig. 6.20 a randkolom rechthoekig	$u_{1*} = \min(3d \text{ of } c_1) + c_2 + 2\pi d_{eff}$	=	4079	mm
	k	=	0,51	-
	$c_1 / 2 c_2$	=	0,75	-
	e_{par} (excentriciteit evenwijdig aan plaatrand)	=	0	mm
6.45	$W_1 = c_2^2/4 + c_1 c_2 + 4c_1 d + 8 d^2 + \pi d c_2$	=	3,993	m ²
	$u_{1*} = \min(1,5d \text{ of } 0,5c_1) + \min(1,5d \text{ of } 0,5c_2) + \pi d_{eff}$	=	2039	mm
berekening periferie				
nuttige hoogte in y richting	d_y	=	502,5	mm
nuttige hoogte in z richting	d_z	=	477,5	mm
6.32 effectieve nuttige hoogte	$d = d_{gemiddeld} = d_{eff} = (d_y + d_z) / 2$	=	490	mm
middenkolom rond	$u_1 = \pi * (c + 4 d_{eff})$	=	8042	mm
middenkolom rechthoekig	$u_1 = 2(c_1 + c_2) + 4\pi d_{eff}$	=	8158	mm
randkolom rechthoekig	$u_1 = 2a_y + c_1 + 2c_2 + 2\pi d_{eff}$	=	4679	mm
hoekkolom rechthoekig	$u_1 = a_y + a_z + c_1 + c_2 + \pi d_{eff}$	=	2539	mm
lengte van de periferie	u maatgevende waarde	=	8158	mm
grenswaarde afstand sparing-kolom	$a_{grens} = 6 d_{eff}$	=	2940	mm
effectieve breedte van de sparing	$L_{sp} = \text{als } L_2 > L_1; L_2 ; \sqrt{(L_1 * L_2)}$	=	0	mm
reductie ivm sparingen binnen 6d	$u_{1,red} = (0,5c_2 + 2d_{eff}) / (0,5c_2 + a_{sp}) * L_{sp}$	=	0	mm
resulterende lengte periferie	$u_1 = u - u_{1,red}$	=	8158	mm
berekening opneembare ponskracht zonder wapening en de maximale ponskracht				
6.47 opneembare schuifspanning	$V_{Rd,c} = 0,12 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3}$	=	0,62	N/mm ²
ondergrens schuifspanning	$V_{Rd,c,min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	=	0,39	N/mm ²
opneembare schuifspanning	$V_{Rd,c}$	=	0,615	N/mm ²
schaalfactor	$k = 1 + \sqrt{(200/d_{eff})} \leq 2,0$	=	1,64	-
karacteristieke kubusdruksterkte	f_{ck}	=	35,0	-
karacteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck}	=	28,0	N/mm ²
rekenwaarde betondruksterkte	$f_{cd} = f_{ck} / 1,5$	=	18,7	N/mm ²
wapeningsverhouding in z richting	$\rho_{1,y} = A_{s,y} / b d_y$ met $b = 1000\text{mm}$	=	0,010	-
wapeningsverhouding in y richting	$\rho_{1,z} = A_{s,z} / b d_z$ met $b = 1000\text{mm}$	=	0,012	-
gemiddelde wapeningsverhouding	$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1,y} \rho_{1,z}} \leq 0,02$	=	0,011	-
maximaal opneembare schuifspanning	$V_{Rd,max} = 0,5 v f_{cd}$	=	4,9728	N/mm ²
	$v = 0,6 (1 - f_{ck}/250)$	=	0,5328	-
opneembare belasting zonder wapening	$V_{Rd,c} = v_{Rd,c} * u_1 * d_{eff} 10^{-3}$	=	2460	kN
maximaal toelaatbare ponsbelasting	$V_{Rd,max} = v_{Rd,max} * u_1 * d_{eff} 10^{-3}$	=	19877	kN
invoergegevens berekening ponswapening				
hoek van ponswapening	α (beugels / haarspelden / opgebogen staven)	=	90	graden
diameter ponswapening	d_{sw} (alle wapening werkt dubbelsnedig)	=	10	mm
hoeveelheid ponswapening (bgls, hrsp, opgeb)	n_1 (per ponscirkel tot periferie u_1)	=	8	st
hoeveelheid ponswapening (bgls, hrsp, opgeb)	n_{out} (per ponscirkel tot periferie u_{out})	=	8	st
hoeveelheid ponswapening (bgls, hrsp, opgeb)	n_2 (per radiaal)	=	8	st
radiaalafstand 1e perimeter ponswapening	$s_{r,begin}$ afstand 1e ponswapening tot kolom	=	150	mm
radiaalafstand perimeters ponswapening	$s_{r,c} < 0,75 d$ afstand overige ponswapening	=	150	mm
unity-check pons met wapening				
grootste waarde van de unitychecks		=	1,00	-





maximum eis: $S_{r,begin,max} \leq 245$ $S_{r,i,max} \leq 150$ $S_{r,eind,max} \leq 735$

**schematische weergave
 verdeling radialen ponscirkel**



benodigde ponswapening per ponscirkel	A_{sw}	enkelsnedig	=	1181	mm ²
maatgevende waarde "straal" periferie	x_{out}	maat vanaf kolom met ponswapeni	=	1793	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$S_{bgl,min}$	in periferie umin	=	478	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$S_{bgl,max}$	in periferie umax	=	596	mm

gekozen ponswapening	$A_{sw} / A_{sw,aanw,u1}$	1181	/	1257	= 0,94
gekozen ponswapening	$A_{sw} / A_{sw,aanw,u_{out}}$	1181	/	1257	= 0,94
beginafstand axiaal, minimum	$S_{r,begin,min} / S_{r,begin}$	147	/	150	= 0,98
beginafstand axiaal, maximum	$S_{r,begin} / S_{r,begin,max}$	150	/	245	= 0,61
tussenafstand axiaal, maximum	$S_{r,i} / S_{r,i,max}$	150	/	150	= 1,00
eindafstand axiaal, maximum	$S_{r,eind} / S_{r,eind,max}$	593	/	735	= 0,81
hart op hart tangentiaal u_1	$S_{t,1} / S_{t,1,min}$	478	/	735	= 0,65
hart op hart tangentiaal u_{out}	$S_{t,out} / S_{t,out,min}$	596	/	980	= 0,61
minimum doorsnede ponswap.	$A_{s,w,min} / A_{s,w}$	50,5	/	79	= 0,64

berekening ponswapening met beugels dubbele haarspelden of opgebogen staven

op te nemen ponskracht met wapening	$V_{Rd,s} = V_{Rd,s} * u_1 * d_{eff} 10^{-3}$	=	2155,1	kN
schuifspanning met ponswapening	$V_{Rd,s} = V_{Ed} - 0,75 V_{Rd,c}$	=	0,54	N/mm ²
toelaatbare staalspanning	$f_{y,wd,ef} = 250 + 0,25 * d \leq f_{y,wd}$	=	372,5	N/mm ²
staaltrekspanning	f_{yk}	=	500	N/mm ²
rekenwaarde staaltrekspanning	$f_{y,wd} = f_{yd}$	=	435	N/mm ²
benodigde ponswapening per mm (radiaal)	$A_{sw,r} = A_{sw} / S_{r,i,max}$	=	7,9	mm ² /mm
benodigde ponswapening per ponscirkel	$A_{sw} = [V_{Rd,s} * u_1 * d_{eff} / (1,5 * (d/S_{r,i}) * f_{y,wd,ef}) / \sin \alpha]$	=	1181	mm ²
doorsnede dubbelsnedige ponsbeugel	$A_{p,sw} = 2 * 0,25 * \pi * d_{sw}^2$	=	157	mm ² /bgl
doorsnede enkelsnedige ponsbeugel	$A_{p,sw} = 0,25 * \pi * d_{sw}^2$	=	78,5	mm ² /bgl
aanwezige ponswapening tot ponscirkel u_1	$A_{sw,aanw} = n_1 * A_{p,sw}$	=	1256,6	mm ²
aanwezige ponswapening tot ponscirkel u_{out}	$A_{sw,aanw} = n_{out} * A_{p,sw}$	=	1256,6	mm ²

eisen te stellen aan ponswapening

kleinste afstand 1e ponswap v.a.kolom	$S_{r,begin,min} >= 0,3d$	radiaal afstand	=	147	mm
grootste afstand 1e ponswap v.a.kolom	$S_{r,begin,max} <= 0,5d$		=	245	mm
maximale radiaalafstand	$S_{r,i,max} <= 0,75 d_{eff}$		=	150	mm
grootste afstand laatste ponswap tot u_{out}	$S_{r,eind,max} <= 1,5d$		=	735	mm
max. afstand binnen 1e periferie ($\leq 2d$)	$S_{t,1} <= 1,5d$	tangentiaal afstand	=	735	mm
max. afstand buiten 1e periferie ($> 2d$)	$S_{t,out} <= 2d$	tangentiaal afstand	=	980	mm
minimum oppervlak enkele ponswapening	$A_{s,w,min} = 0,08 s_r * s_t * \sqrt{f_{ck}} / 1,5 f_{yk}$		=	50,5	mm ² /staaf

benodigde periferie u_{out} zonder ponswapening

6,54 lengte periferie zonder ponswapening	$u_{out} = \beta \sqrt{V_{Ed} / V_{Rd,c}} d_{eff}$	=	13265	mm	
middenkolom rond	$x_{out} = \{ u_{out} - \pi c \} / 2\pi$	=	1811	mm	
middenkolom rechthoekig	$x_{out} = \{ u_{out} - 2(c_1 + c_2) \} / 2\pi$	=	1793	mm	
randkolom rechthoekig	$x_{out} = \{ u_{out} - 2a_y - 2c_2 - c_1 \} / \pi$	=	3713	mm	
hoekkolom rechthoekig	$x_{out} = \{ u_{out} - a_y - a_z - c_2 - c_1 \} * 2 / \pi$	=	7808	mm	
maatgevende waarde "straal" periferie	x_{out}	maat vanaf kolom tot u_{out}	=	1793	mm

verdeling ponswapening

afstand eerste ponswapening tot kolom	$S_{r,begin}$	=	150	mm
tussenafstand overige ponswapening	$s = (n_2 - 1) S_{r,i}$	=	1050	mm
afstand laatste ponswapening tot u_{out}	$S_{r,eind} = x_{out} - S_{r,begin} - (n_2 - 1) S_{r,i}$	=	593	mm
		totaal =	1793	mm

breedte en tussenafstand beugels / haarspelden in laatste periferie van 1e ponscirkel

afstand zijkant kolom tot u_1	$x_{u1} = 2d_{eff}$	=	980	mm
max aantal ponswapeningstaven tot u_1	$n_3 = 1 + (2d - x_{min}) / s_{r,i}$	=	6,5	st
max aantal ponswapeningstaven tot u_1	n_3 afgerond	=	6	st



straal vanaf kolom	$x_{min} = s_{r,begin} + (n3-1) * s_{r,i}$	=	900	mm
berekening omtrek en minimale breedte laatste ponswapening voor u_1				
middenkolom rond	$u_{min} = \pi * (c + 2 * x_{min})$	=	7540	mm
middenkolom rechthoekig	$u_{min} = 2(c1+c2) + 2\pi x_{min}$	=	7655	mm
randkolom rechthoekig	$u_{min} = 2a_y+c1+2c2 + \pi x_{min}$	=	4427	mm
hoekkolom rechthoekig	$u_{min} = a_y+a_z+c1+c2+0,5\pi x_{min}$	=	1814	mm
maatgevende waarde	u_{min}	=	7655	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$u_{min} / n_1 - b_{hrsp}$	=	478	mm
gemiddelde breedte ponsbeugel in u_1	$s_{t,1} = b_{hrsp, in u,1} = 0,5 * u_{min} / n_1$	=	478	mm
berekening breedte en tussenafstand beugels / haarspelden in laatste periferie (vlak bij u_{out})				
straal vanaf kolom	$x_{max} = s_{r,begin} + s$	=	1200	mm
berekening omtrek en minimale breedte laatste ponswapening voor u_{out}				
middenkolom rond	$u_{max} = \pi * (c + 2 * x_{max})$	=	9425	mm
middenkolom rechthoekig	$u_{max} = 2(c1+c2) + 2\pi x_{max}$	=	9540	mm
randkolom rechthoekig	$u_{max} = 2a_y+c1+2c2 + \pi x_{max}$	=	5370	mm
hoekkolom rechthoekig	$u_{max} = a_y+a_z+c1+c2+0,5\pi x_{max}$	=	2885	mm
maatgevende waarde	u_{max}	=	9540	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$u_{max} / n_{out} - b_{hrsp}$	=	596	mm
gemiddelde breedte ponsbeugel in u_{out}	$s_{t,out} = b_{hrsp, in u,out} = 0,5 * u_{max} / n_{out}$	=	596	mm

opmerking: