

berekening van een betonnen poer op staal **centrisch belast met wapeningsbanen volgens NEN 6720 art 7.5.**

werk	werk
werknummer	werknummer
onderdeel	onderdeel
norm	Eurocode NIEUWBOUW
veiligheidsklasse	= CC2
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$
ontwerpsituatie	blijvend en tijdelijk
geometrie	
lengte plaat	$L_y = 2000$ mm
breedte plaat	$L_x = 2000$ mm
dikte plaat	$h_{plaat} = 750$ mm
vorm van de opstorting	middenkolom rechthoekig
lengte opstorting	$k_y = 400$ mm
breedte opstorting	$k_x = 400$ mm
hoogte opstorting	$h_{kolom} = 600$ mm
diepte o.k. plaat onder maaiveld	$D = 1250$ mm
belastingen	de belastingen zijn karakteristiek
F1 karakteristieke verticale last	$G_k = 274$ kN
	$Q_{extr+mom} = 30$ kN
	$Q_{mom} = 20$ kN

q1 kar. gelijkmatig verdeelde belasting	= 10 kN/m ²
momentaanfactor van q1-last	$\psi_{i0} = 0,5$

verhouding M_{qp} / M_{Ed}	= 0,8
soortelijke massa beton van de plaat	$\gamma_{beton} = 24$ kN/m ³
soortelijke massa opstorting	$\gamma_{opstort} = 24$ kN/m ³
soortelijke massa grond	$\gamma_{grond} = 18$ kN/m ³
toelaatbare grondspanning	$\sigma'_{max;d} = 627$ kN/m ²

positie inklemmingsmoment uit de as

in y-richting	$e_y = 0$ mm
in x-richting	$e_x = 0$ mm

beton en wapening

betonklasse	= C28/35
staalsoort	= B 500
Conderzijde	= 40 mm
beugel in eerste laag	$D_{bg} = 0$ mm
wapening buitenste laag ligt in de	y-richting
basisnet y-richting	diameter $D_{1y} = 16$ mm
	hart op hart $hoh_{1y} = 150$ mm
	diameter $D_{2y} = 0$ mm
	hart op hart $hoh_{2y} = 0$ mm
extra in wapeningsbaan	diameter $D_{3y} = 0$ mm
	aantal staven $n_{3y} = 0$ st
	lengte $L_{3y} = 0$ mm
basisnet x-richting	diameter $D_{1x} = 16$ mm
	hart op hart $hoh_{1x} = 150$ mm
	diameter $D_{2x} = 0$ mm
	hart op hart $hoh_{2x} = 0$ mm
extra in wapeningsbaan	diameter $D_{3x} = 0$ mm
	aantal staven $n_{3x} = 0$ st
	lengte $L_{3x} = 0$ mm

unity-checks

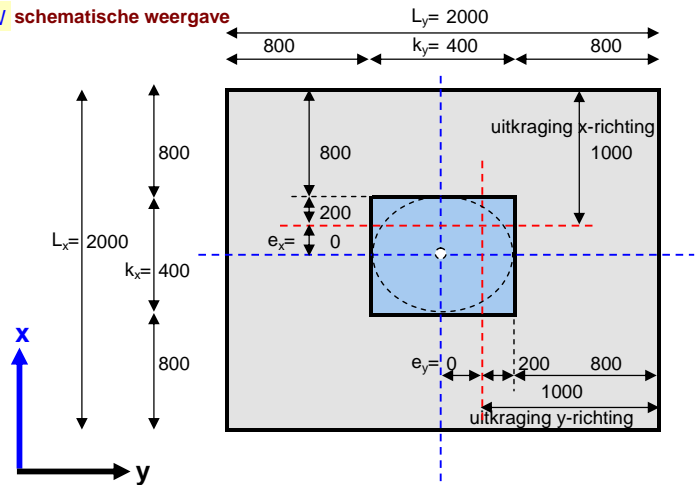
buigwapening

scheurwijdte zonder berekening

scheurwijdte met berekening

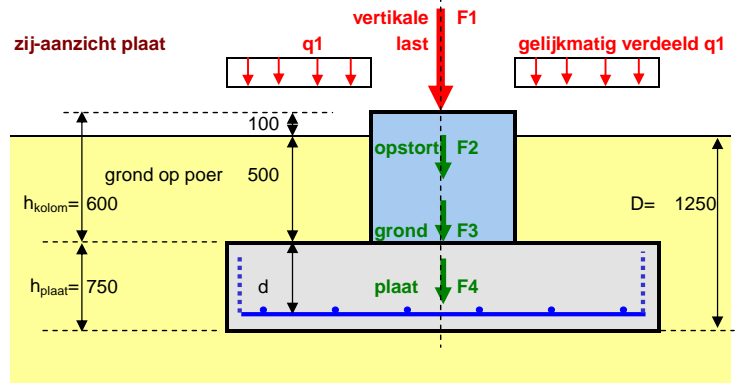
	y-wap	y-naast	x-wap	x-naast
buigwapening	0,15	0,00	0,16	0,09
scheurwijdte zonder berekening	0,27	0,27	0,35	0,35
scheurwijdte met berekening	0,20	0,00	0,25	0,15

de centrische verticale belasting wordt gelijkmatig over de poer verdeeld
60% van de momentensom wordt gelijkmatig verdeeld over de breedte
40% van de momentensom wordt verdeeld over de wapeningsbaan s



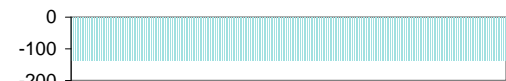
karakteristieke belastingen

	G_k	$Q_{extr+mom}$	Q_{mom}	UGT
F1 = bovenbelasting	274,0	30,0	20,0	
F2 = opstorting	2,3			
F3 = grond	34,6			
F4 = plaat	72,0			
UGT grondspanning	$\Sigma Q_d =$			
UGT wapening plaat	$\Sigma Q_d =$			



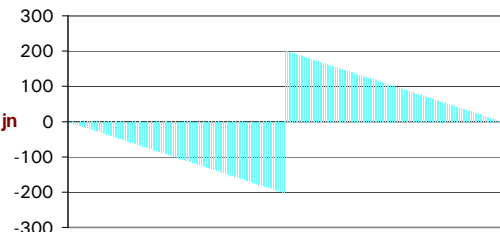
grondspanning

(op ondergrond)



dwarskrachtenlijn

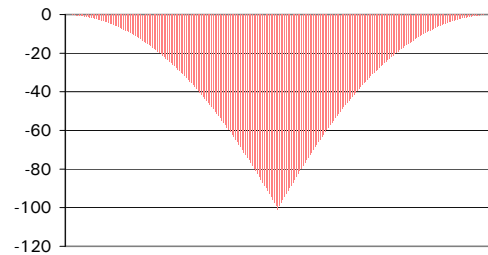
in y-richting



invoergegevens m.b.t. scheurwijdte zonder berekening

ontwerplevensduur	=	50	jaar
milieuclass A	=	XC2	-
milieuclass B	=	XC2	-
soort constructie	=	poer	
dekking verhogen bij oncontroleerbaarhe	=	nee	
wordt de beton nabewerkt	=	nee	
verhoging dekking grindkorrel (>32mm)	=	nee	
ondergrond waarop gestort wordt	=	werkvloer	
worden staven d1 gebundeld?	=	nee	
worden staven d2 gebundeld?	=	nee	
is kwaliteitsbeheersing gewaarborgd?	=	nee	
luchtinsluiting van meer dan 4%	=	nee	
verhoging dekking staafdiameter >25mm	=	nee	

momentenlijn in y-richting



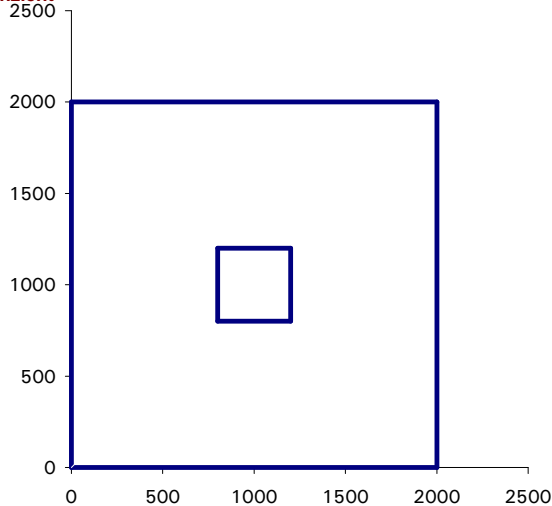
unity-checks

$c_{min} / c_{onderzijde}$	dekking	=	35,0	/	40,0	=	0,88	
$\sigma_{Ed} / \sigma'_{max;d}$	grondsp	=	143,9	/	627	=	0,23	
$V_{Ed} / V_{Rd,c}$	pons	=	403	/	2527	=	0,16	
	kg staal / m ³ beton	=	194,2	/	3,10	=	63	kg/m ³

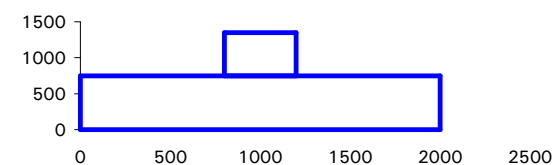
doorsnede (lengte- en breedte / hoogteschaal zijn niet gelijk!)

onderdeel

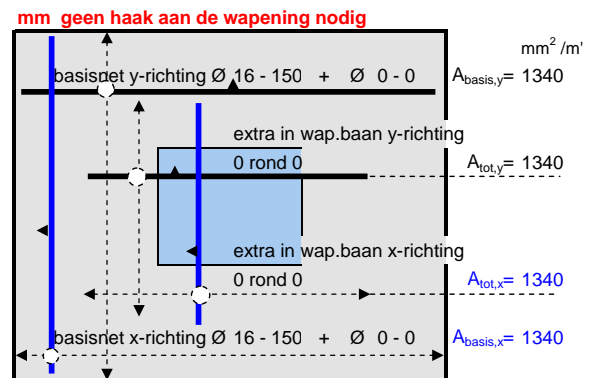
bovenaanzicht



zijaanzicht



gekozen basisnet en (eventuele) extra wapening



gegevens waarmee de wapening wordt berekend

belastingfactorer 6.10a	$\gamma_{t,g} = 1,35$	6.10b	$\gamma_{t,g} = 1,20$
	$\gamma_{t,q} = 1,50$		$\gamma_{t,q} = 1,50$
rekenwaarde betondruksterkte	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$	=	18,7 N/mm ²
staalspanning	f_{yd}	=	435 N/mm ²

belasting tgv plaat t.g.v. bovenbelasting, opstorting en grond

q-last boven funderingplaat	$\Sigma q = (2 \quad 2 \quad - \quad 0,4 \quad 0,4) * 10$	=	38,4	kN	
F2 eigen gewicht opstorting	$G_{opstort} = 0,4 \quad 0,4 \quad 0,6 \quad 24$	=	2,3	kN	
F3 eigen gewicht grond	$G_{grond} = (2 \quad 2 \quad - \quad 0,4 \quad 0,4) (1,25 \quad - \quad 0,75) 18$	=	34,6	kN	
F4 eigen gewicht plaat	$G_{plaat} = 2 \quad 2 \quad 0,75 \quad 24$	=	72,0	kN	
		totaal eigen gewicht	=	108,9	kN

belastingcombinaties tbv grondspanningen

6.10a	$F_{Ed} = 1,35 (274 + 108,9) + 1,50 (20 + 19,2)$	=	575,7	kN
6.10b	$F_{Ed} = 1,20 (274 + 108,9) + 1,50 (30 + 38,4)$	=	562,6	kN
directe opgave UGT 6.10a	$F_{Ed} = 1,35 \quad 108,9 + 1,50 \quad 19,2 + 800$	=	975,8	kN
	van toepassing zijnde waarde waarmee verder wordt gerekend	=	575,7	kN



belastingcombinaties tbv momenten en dwarskrachten in plaat t.g.v. F1 en F2

6.10a	$F_{Ed} = 1,35$	(	274	+	2,3	) +	1,50	20	=	403,0	kN
6.10b	$F_{Ed} = 1,20$	(	274	+	2,3	) +	1,50	30	=	377,0	kN
directe opgave UGT	$F_{Ed} = 1,35$	*			2,3	+		800	=	803,1	kN	
	van toepassing zijnde waarde waarmee verder wordt gerekend											
									6.10a	=	403,0	kN

grondspanningen

grondspanning tgv ondergrond	$\sigma_{grond} = 576$	/	(	2,000	2,000	)	=	143,9	kN/m ²
grondspanning tgv wapening	$\sigma_{grond} = 403$	/	(	2,000	2,000	)	=	100,8	kN/m ²

ponscontrole (centrisch belast en ongewapend)

Er wordt (voorlopig) geen rekening gehouden met de reductie volgens art. 6.4.4(2) reductie ponsbelasting

maatgevend oppervlak onder ponscirkel	A	=	0,25	π	D ²	=	0,25	π	3,28	²	=	8,43	m ²
reductie ponsbelasting (wordt niet mee gerekend)	V_{red}	=	A	p _d	=	8,43	100,8	=	850	kN			
rekenwaarde ponsbelasting $V_{Ed} = 403$	-	0	=	403,0	kN	Er wordt gerekend met de ongereduceerde waarde $V_{Ed} = 403,0$ kN							
resulterende lengte periferie	u_1	=	10321	mm	Voor een nauwkeurige controle van de pons gebruik de file "B pons EC"								
opneembare schuifspanning	$V_{Rd,c}$	=	0,35	N/mm ²									
opneembare belasting zonder wapening	$V_{Rd,c}$	=	2527	kN									

resultaten dwarskrachtcontrole (ongewapend ; in y-richting)

rekenwaarde dwarskracht $V_{Ed} = 201$ kN	$V_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{b \cdot d} = \frac{201}{2000 \cdot 702,0} = 0,14$ N/mm ²	$V_{Rd,c} = 0,35$ N/mm ²
---	---	-------------------------------------

controle verankeringslengte tpv de plaatranden (ofwel: moet de onderwapening worden voorzien van een haak aan het uiteinde?)

moment vlak langs de plaatrand op een afstand van 0,50 h van de rand	$M_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot 100,8 \cdot (0,50 \cdot 0,75)^2 = 7,1$ kNm
--	--

beschikbare maat voor de verankeringslengte = 0,50 · 750 - 40 = 335 mm	benodigde wapening $A_s = 30$ mm ²
--	---

verankeringslengte $l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rd} \geq l_{b,mi} = 160$ mm dit is kleiner dan 335 mm geen haak aan de wapening nodig

trekspanning in ongewapende doorsnede $\sigma_{ct} = 6 \cdot \frac{M_{Ed}}{bh^2} = 6 \cdot 7,1 \cdot 10^6 / (1000 \cdot 750)^2 = 0,08$ N/mm ²
--

12.3.1(2) toelaatbare trekspanning in ongewapende beton $f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk0,05} / 1,5 = 0,8$ N/mm ²

12.9.3 funderingsstroken en funderingsvoeten	12.11 $f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ctk0,05} / 1,5 = 0,8$ N/mm ²
12.13 $0,85 \cdot \frac{h_F}{a} \leq \sqrt{\left(\frac{9 \cdot \sigma_{gd}}{f_{ctd}}\right)}$ ofwel $0,85 \cdot \frac{750}{800} \leq \sqrt{\left(\frac{9 \cdot 0,1439}{1,03}\right)}$ ofwel $0,80 \leq 1,12$	de poer mag ongewapend worden uitgevoerd

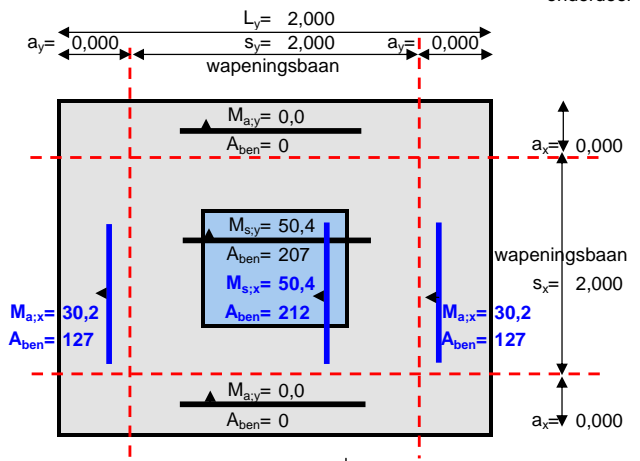
berekening wapening met wapeningsbanen conform NEN 6720 art. 7.5.3 puntvormig ondersteunde platen

uitgangspunten CENTRISCH BELAST

alle belasting gelijkmatig gespreid over het oppervlak van de plaat
60% van totale moment spreiden over de gehele breedte
in 2 hoofdrichtingen wapeningsbanen conform art. 7.5.3.4 van NEN 6720
hierin wordt de resterende 40% van de totale belasting gespreid
de uitkragende lengte kan per richting worden gereduceerd met e_y en e_x

gekozen wapeningshoeveelheid

basisnet onderwapening y-richting	1340	+	0	=	1340	mm ² /m'
extra in wapeningsbaan y-richting	0	/	2,000	=	0	
totaal in wapeningsbaan y-richting	1340	+	0	=	1340	
totaal in poer in y-richting (mm ²)	2681	+	0	=	2681	
basisnet onderwapening x-richting	1340	+	0	=	1340	
extra in wapeningsbaan x-richting	0	/	2,000	=	0	
totaal in wapeningsbaan x-richting	1340	+	0	=	1340	
totaal in poer in x-richting (mm ²)	2681	+	0	=	2681	



momentensom

langsrichting (y)	$\Sigma M_{Ed,y} = 2 \cdot 0,5 \cdot 100,8 \cdot (1 - 0)^2 = 100,8$ kNm
dwarsrichting (x)	$\Sigma M_{Ed,x} = 2 \cdot 0,5 \cdot 100,8 \cdot (1 - 0)^2 = 100,8$ kNm

wapeningsbaan s = b2+1,5b1+1,5h NEN 6720 art. 7.5.3.4

wapening in langsrichting (y)	$s_x = k_x + 1,5k_y + 1,5h = 0,4 + 1,5 \cdot 0,4 + 1,5 \cdot 0,75 = 2,125$ m
wapening in dwarsrichting (x)	$s_y = k_y + 1,5k_x + 1,5h = 0,4 + 1,5 \cdot 0,4 + 1,5 \cdot 0,75 = 2,125$ m
begrenzing wapeningsbaan	$s_{x,max} = 0,7 \cdot L_x = 0,7 \cdot 2,000 = 1,400$ m aan te houden $s_x = 2,000$ m
conform NEN 6720 art 7.5.3.5	$s_{y,max} = 0,7 \cdot L_y = 0,7 \cdot 2,000 = 1,400$ m aan te houden $s_y = 2,000$ m

breedte naast wapeningsbaan

wapening in langsrichting (y)	$a_x = (2 - 2) / 2 = 0,000$ m
wapening in dwarsrichting (x)	$a_y = (2 - 2) / 2 = 0,000$ m



momenten in wapeningsbaan per m' breedte

wapening in langsrichting (y) $M_{s,y} = 0,6 \cdot 100,8 / 2,000 + 0,4 \cdot 100,8 / 2,000 = 50,4$ kNm/m'
benodigde drukwapening Adruk= 0 mm²/m' benodigde trekwapening Atrek= 207 mm²/m'

wapening in dwarsrichting (x) $M_{s,x} = 0,6 \cdot 100,8 / 2,000 + 0,4 \cdot 100,8 / 2,000 = 50,4$ kNm/m'
benodigde drukwapening Adruk= 0 mm²/m' benodigde trekwapening Atrek= 212 mm²/m'

momenten naast wapeningsbaan per m' breedte

wapening in langsrichting (y) $M_{a,y} = 0,6 \cdot 0,0 / 2,000 = 0,0$ kNm/m'
benodigde drukwapening Adruk= 0 mm²/m' benodigde trekwapening Atrek= 0 mm²/m'

wapening in dwarsrichting (x) $M_{a,x} = 0,6 \cdot 100,8 / 2,000 = 30,2$ kNm/m'
benodigde drukwapening Adruk= 0 mm²/m' benodigde trekwapening Atrek= 127 mm²/m'

nuttige hoogte y-richting $d_y = 750 - 40 - 0 - 0 - 0,5 \cdot 16 = 702$ mm

nuttige hoogte x-richting $d_x = 750 - 40 - 0 - 16 - 0,5 \cdot 16 = 686$ mm

resultaten momenten en wapening per m'wapening (paddestoelvoer)

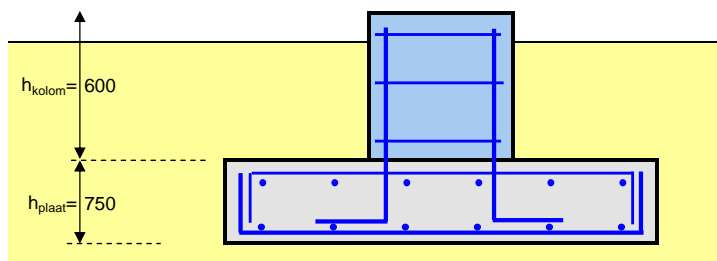
	M_{Ed} kNm/m'	A_{ben} mm ² /m'	A_{aanw} mm ² /m'	uc	scheurwijdte			
					zonder berekening	met berekening	maatgevende	
y-richting					$d_{gem} = 16,0$	$h_{oh_{gem}} = 174$	$w_{toel,r} = 0,30$	uc
wapeningsbaan	50,4	--> 207	/ 1340	= 0,15	$d_{max} = 60,3$	$h_{oh_{max}} = 511$	$w_k = 0,06$	0,20
naast wapeningsbaan	0,0	--> 0	/ 1340	= 0,00	$d_{max} = 60,3$	$h_{oh_{max}} = 511$	$w_k = 0,00$	0,00
x-richting								
wapeningsbaan	50,4	--> 212	/ 1340	= 0,16	$d_{max} = 45,3$	$h_{oh_{max}} = 383$	$w_k = 0,08$	0,25
naast wapeningsbaan	30,2	--> 127	/ 1340	= 0,09	$d_{max} = 45,3$	$h_{oh_{max}} = 383$	$w_k = 0,05$	0,15

berekening van de wapeningshoeveelheid van de poer met opstorting

onderdeel

bovennet

wapening in y-ri	diameter	$D_{1y} = 10$ mm
	hart op hart	$h_{oh_{1y}} = 200$ mm
	diameter	$D_{2y} =$ mm
	hart op hart	$h_{oh_{2y}} =$ mm
wapening in x-ri	diameter	$D_{1x} = 10$ mm
	hart op hart	$h_{oh_{1x}} = 200$ mm
	diameter	$D_{2x} =$ mm
	hart op hart	$h_{oh_{2x}} =$ mm
ondernet met haak		= ja
bovennet met haak		= ja



wapening in de opstorting

stekken	aantal	$n_{bg} = 10$ mm									
	diameter	$D_{stek} = 12$ mm	hoeveelheid beton plaat	2	2	0,75	=	3,000			
	lengte horizontale haak	$L_{haak} = 250$ mm	hoeveelheid beton opstorting	0,4	0,4	0,6	=	0,096			
beugels	beugel diameter	$D_{bg} = 8$ mm									3,096 m ³
	hoh bgls	$h_{oh_{bgls}} = 150$ mm									
	overlap beugels	$L_{overlap} = 300$ mm	totale hoeveelheid wapening				=	194,2 kg			
betondekkingen	$C_{bovenzijde}$	= 35 mm									
	$C_{zijkant,plaat}$	= 40 mm	wapeningshoeveelheid	194,2	/	3,096	=	62,7 kg/m ³			
	$C_{zijkant,poer}$	= 35 mm									

berekening in tabelvorm

	lengte	breedte	diam1	hoh1	drsn1	aantal	lengte	haak		lengte	massa	gewicht
								horizontaal	totaal			
onderwapening in y-richting	staaf 1	2000	2000	16	150	201,1	13,3	1920	675	3270	1,6	68,8
	staaf 2	2000	2000	0	0	0,0	0,0	1920	675	3270	0,0	0,0
	extra in wapeningsbaan			0	0	0,0	0,0	geen	0	0,0	0,0	0,0
onderwapening in x-richting	staaf 1	2000	2000	16	150	201,1	13,3	1920	675	3270	1,6	68,8
	staaf 2	2000	2000	0	0	0,0	0,0	1920	675	3270	0,0	0,0
	extra in wapeningsbaan			0	0	0,0	0,0	geen	0	0,0	0,0	0,0
bovennet y-richting	staaf 1	2000	2000	10	200	78,5	10,0	1920	675	3270	0,6	20,2
	staaf 2	2000	2000	0	0	0,0	0,0	1920	675	3270	0,0	0,0
bovennet x-richting	staaf 1	2000	2000	10	200	78,5	10,0	1920	675	3270	0,6	20,2
	staaf 2	2000	2000	0	0	0,0	0,0	1920	675	3270	0,0	0,0
stekken			12		113,1	10,0	1294	250	1544	0,9	13,7	
beugels		600	8	150	50,3	4,0	1320	300	1620	0,4	2,6	
										totaal		194,2 kg

opmerking: