



**berekening windmoment op een bouwwerk van max. 30 bouwlagen**

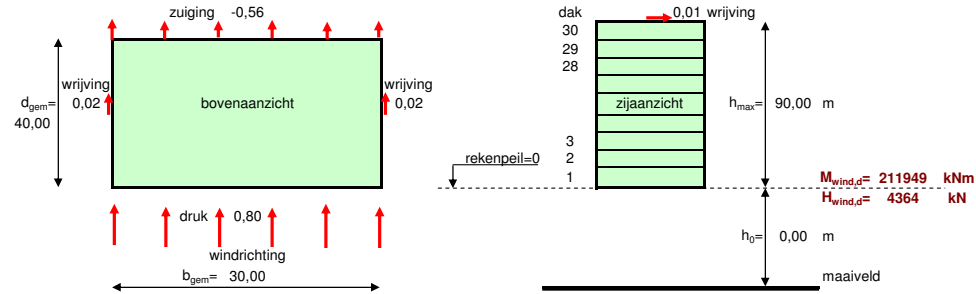
**op as A**

werk	= woongebouw	gebouwbreedte (loodrecht op windrichting)	$b_{gem} = 30,0$ m
werknummer	= 12345	totale gebouwhoogte	$h_{max} = 90$ m
onderdeel	= test	gemiddelde gebouwfmeting in windrichting	$d_{gem} = 40,0$ m
richting van de wind	= op as A	verhoudingsgetal	$h_{max} / b_{gem} = 3,00$ -
ontwerplevensduur	= 50 jaar	verhoudingsgetal	$h_{max} / d_{gem} = 2,25$ -
veiligheidsklasse	= CC2	vormfactor dimensie	$C_s C_d = 0,89$ -
windgebied	= III -	belastingfactor veranderlijke belasting	$\gamma_{f,q} = 1,50$ -
soort terrein	bebouwd III -	winddrukcoëfficiënt $C_{pe,10}$	$c_d = 0,80$ -
beginpeil boven maaiveld	$h_0 = 0$ m	windzuigingscoëfficiënt $C_{pe,10}$	$c_z = -0,56$ -
oppervlak dak	= glad	wrijving op dak $C_{pe,10}$	$c_{fr} = 0,01$ -
oppervlak gevels	= ruw	wrijving langs gevels $C_{pe,10}$	$c_{fr} = 0,02$ -
type bouwwerk	= fig. D.2 betonnen rechthoekig bouwwerk		

**belasting t.g.v. winddruk en windzuiging vermenigvuldigen met een factor f volgens art. 7.2.2 verticale gevels opmerking (4) (NB)**

berekening representatieve waarde horizontale puntlast per verdiepingvloer tgv de windbelasting			
winddruk+zuiging	$F_{dr+zuik}$	=	$\frac{1}{2} * (h_n + h_{n+1}) * b_n * C_s C_d * (C_d + C_z) * q_{p(z)}$
windwrijving dak	$F_{wr,dak,k}$	=	$b_n * d_n * C_s C_d * C_{fr} * q_{p(z)}$
windwrijving zijgevels	$F_{wr,gevel,k}$	=	$\frac{1}{2} * (h_n + h_{n+1}) * 2 * d_n * C_s C_d * C_{fr} * q_{p(z)}$
rekenwaarde horizontaalkracht	$F_{n,d}$	=	$\gamma_{f,q} * (f * F_{dr+zuik} + F_{wr,gevel,k} + F_{wr,dak,k})$

factor f= 0,85 -



puntlast $F_n$ werkt op de bovenkant van laag n													grafiek stuwdruk $q_{p(z)}$	$Z_g$
bouwlagen	verdiepings	gebouw	gebouw	stuwdruk	representatieve waarde			UGT	hoogte bov	moment pe	tot horizon	tot. moment	grafiek stuwdruk $q_{p(z)}$	$Z_g$
n	$h_n$	$b_n$	$d_n$	$q_{p(z)}$	gevel	zijgevels	dak	puntlast	rekenpeil	kracht /verv	per verd.			

F <sub>30</sub>	30	3,00	30,00	40,00	1,18	64,4	2,52	12,60	104,7	90,0		105		90,0
F <sub>29</sub>	29	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	87,0	314	276	314	87,0
F <sub>28</sub>	28	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	84,0	829	448	1144	84,0
F <sub>27</sub>	27	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	81,0	1344	620	2488	81,0
F <sub>26</sub>	26	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	78,0	1859	792	4347	78,0
F <sub>25</sub>	25	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	75,0	2375	963	6722	75,0
F <sub>24</sub>	24	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	72,0	2890	1135	9612	72,0
F <sub>23</sub>	23	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	69,0	3405	1307	13016	69,0
F <sub>22</sub>	22	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	66,0	3920	1478	16936	66,0
F <sub>21</sub>	21	3,00	30,00	40,00	1,18	128,7	5,04		171,7	63,0	4435	1650	21371	63,0
F <sub>20</sub>	20	3,00	30,00	40,00	1,05	114,7	4,49		153,0	60,0	4950	1803	26321	60,0
F <sub>19</sub>	19	3,00	30,00	40,00	1,04	113,0	4,42		150,7	57,0	5409	1954	31730	57,0
F <sub>18</sub>	18	3,00	30,00	40,00	1,02	111,2	4,35		148,3	54,0	5861	2102	37591	54,0
F <sub>17</sub>	17	3,00	30,00	40,00	1,01	109,3	4,28		145,8	51,0	6306	2248	43897	51,0
F <sub>16</sub>	16	3,00	30,00	40,00	0,99	107,3	4,20		143,1	48,0	6744	2391	50641	48,0
F <sub>15</sub>	15	3,00	30,00	40,00	0,97	105,2	4,12		140,3	45,0	7173	2531	57814	45,0
F <sub>14</sub>	14	3,00	30,00	40,00	0,95	103,0	4,03		137,3	42,0	7594	2669	65407	42,0
F <sub>13</sub>	13	3,00	30,00	40,00	0,92	100,6	3,94		134,2	39,0	8006	2803	73413	39,0
F <sub>12</sub>	12	3,00	30,00	40,00	0,90	98,1	3,84		130,8	36,0	8408	2934	81822	36,0
F <sub>11</sub>	11	3,00	30,00	40,00	0,88	95,3	3,73		127,1	33,0	8801	3061	90622	33,0
F <sub>10</sub>	10	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	30,0	9182	3184	99804	30,0
F <sub>9</sub>	9	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	27,0	9552	3307	109356	27,0
F <sub>8</sub>	8	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	24,0	9921	3430	119277	24,0
F <sub>7</sub>	7	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	21,0	10291	3553	129568	21,0
F <sub>6</sub>	6	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	18,0	10660	3677	140228	18,0
F <sub>5</sub>	5	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	15,0	11030	3800	151258	15,0
F <sub>4</sub>	4	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	12,0	11399	3923	162657	12,0
F <sub>3</sub>	3	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	9,0	11769	4046	174425	9,0
F <sub>2</sub>	2	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	6,0	12138	4169	186564	6,0
F <sub>1</sub>	1	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	3,0	12508	4292	199071	3,0
F <sub>0</sub>	rekenpeil=0					46,2	1,81		72,0	0,0	12877	4364	211949	0,0

n	$h_n$	$b_n$	$d_n$	$q_{p(z)}$	$F_{dr+zuik}$	$F_{wr,ge,k}$	$F_{wr,dak,k}$	$F_{n,d}$	$Z_n$	$\Sigma F_{n+1} \cdot h_n$	$\Sigma F_n$	$\Sigma (F_n \cdot h_n)$	grafiek stuwdruk $q_{p(z)}$	$Z_g$
---	-------	-------	-------	------------	---------------	---------------	----------------	-----------	-------	----------------------------	--------------	--------------------------	-----------------------------	-------

opmerking

n	$h_n$	$b_n$	$d_n$	$q_{p(z)}$	$F_{dr+zuik}$	$F_{wr,ge,k}$	$F_{wr,dak,k}$	$F_{n,d}$	$Z_n$	$\Sigma F_{n+1} \cdot h_n$	$\Sigma F_n$	$\Sigma (F_n \cdot h_n)$	grafiek stuwdruk	$Z_g$
1	3,00	30,00	40,00	0,85	92,4	3,62		123,2	3,0	12508	4292	199071	grafiek stuwdruk	3,0

puntlast tgv de vloer op **bovenzijde** van laag n

laagnummer waarop alle gegevens staan  
 alle waarden hebben betrekking op de bovenzijde  
 van de betreffende laag

totaal van alle puntlasten vanaf  
 de bovenste laag t/m laag n

totaal windmoment aan de bovenzijde van laag n

werkelijke hoogte  
 bovenkant laag boven maaiveld

**beton buigwapening in een rechthoekige betondoorsnede: 300 x 400**  
**berekening volgens eurocode 2 inclusief controle scheurwijdte en betondekking**

werk **nvt**  
 werknummer **alg**  
 onderdeel **rekenvoorbeeld uit CB4**

<b>buigend moment in de doorsnede</b>			
rekenwaarde moment <b>voor</b> herverdelen	$M_{Ed,elastisch}$	=	<b>100</b> kNm
rekenwaarde moment <b>na</b> herverdelen	$M_{Ed,totaal} (= M_{Ed,herverdeeld})$	=	<b>100</b> kNm
invloedsfactor minimum wapening	belang van het constructieonderdeel		<b>primaire</b>
<b>doorsnedegegevens en wapening</b>			
kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C20/25</b>
kwaliteit staal	staalsoort	=	<b>B 500</b>
wapeningsklasse	A, B of C	=	<b>B</b> -
betonbreedte	b	=	<b>300</b> mm
betonhoogte	h	=	<b>400</b> mm
betondekking gedrukte zijde	$C_{drukszijde}$ <b>dekking op de buitenste wapening</b>	=	<b>30</b> mm
betondekking getrokken zijde	$C_{trekszijde}$	=	<b>30</b> mm
betondekking zijanten	$C_{zijkant}$	=	<b>30</b> mm
wapening aan getrokken zijde	aantal n1	=	<b>4</b> stuks
	diameter d	=	<b>16</b> mm
	aantal n2	=	<b>0</b> stuks
	diameter d	=	<b>0</b> mm
wapening aan gedrukte zijde	aantal n3	=	<b>4</b> stuks
	diameter d	=	<b>8</b> mm
	aantal n4	=	<b>0</b> stuks
	diameter d	=	<b>0</b> mm
flankwapening per zijde	aantal n5	=	<b>1</b> stuks
	diameter $d_5$	=	<b>8</b> mm
beugels (of verdeelwapening in buitenste laag)	diameter $d_{bg}$	=	<b>8</b> mm
scheurwijdte <b>zonder berekening</b> en betondekking			
verhouding momenten: $M_{qp} / M_{Ed}$ (moment $M_{qp}$ tgv quasie-permanente belasting)		=	<b>0,75</b> -
a ontwerplevensduur		=	<b>50</b> jaar
b omgevingsfactoren	milieuklasse A	=	<b>XC2</b> -
b	milieuklasse B	=	<b>XC2</b> -
c soort constructie	soort constructie	=	<b>balk</b>
d dekking verhogen bij oncontroleerbaarheid van de wapening ( <b>geen eis in eurocode</b> )		=	<b>nee</b>
e wordt de beton nabewerkt		=	<b>nee</b>
f verhoging dekking bij toepassing grote grindkorrel ( > 32mm) <b>tabel 4.2</b>		=	<b>nee</b>
g ondergrond waarop gestort wordt		=	<b>bekisting</b>
h bundeling wapeningstaven (trekwapening)	worden staven d1 gebundeld?	=	<b>nee</b>
h	worden staven d2 gebundeld?	=	<b>nee</b>
i kwaliteitsbeheersing	is specifieke kwaliteitsbeheersing gewaarborgd?	=	<b>nee</b>
j luchtinsluiting	luchtinsluiting van meer dan 4% toegepast?	=	<b>nee</b>
k verhoging dekking bij toepassing grote staafdiameter ( > 25mm) <b>geen eis in eurocode</b>		=	<b>nee</b>
gegevens invloedsfactoren met <b>berekende</b> scheurwijdte			
k1 aanhechteigenschap	de aanhechting van de wapeningstaven is		<b>goed</b>
k2 wijze van belasting	de betondoorsnede wordt belast door		<b>buiging</b>
kt belastingduur (bij berekende scheurwijdte)	de belastingduur is		<b>langdurend</b>
milieuklasse	de milieuklasse van de beton is		<b>b) buitenmilieu - RH = 80%</b>
belasten constructie na aantal dagen	de constructie wordt belast na $t_0$ is		<b>30</b> dagen
cementklasse	de gekozen cementklasse is		<b>N</b>
omtrek dat bloot staat aan uitdroging	het aantal zijden dat aan uitdroging bloot staat is		<b>4 zijden 2b + 2h</b>



## betondekking

rekenvoorbeeld uit CB4

### berekening minimum betondekking op trekwapening

tab.4.3N correctie van de constructieklasse: uitgangspunt:constructieklasse bij 50 jaar		S	4	-
a correctie tgv ontwerplevensduur			0	-
b, j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse A of B)			0	-
c correctie tgv geometrie			0	-
i correctie tgv kwaliteitsbeheersing			0	+
totale waarde constructieklasse		S	4	
b, j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse A)			0	
b, j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse B)			0	
tab.4.5N minimum dekking tgv milieuklasse A	$C_{min,dur}$	=	25	mm
tab.4.5N minimum dekking tgv milieuklasse B	$C_{min,dur}$	=	25	mm
tab.4.2 minimum dekking aanhechting	$C_{min,b} > d_n$ (maximum van $d_{1eq}$ en $d_{2eq}$ )	=	16	mm
tab.4.5N minimum dekking duurzaamheid	$C_{min,dur}$	=	25	mm
e correctie tgv nabewerking	$C_{extra}$	=	0	+
maatgevende minimum dekking duurz.	$C_{min,dur}$	=	25	mm
4.2 minimum dekking uitvoeringstoleranties	$C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur}; 10mm)$	=	25	mm
$\Delta C_{dev}$		=	5	mm
g storten op werkvloer / maaiveld / kist	$\Delta C_{dev}$	=	0	mm
d t.g.v. oncontroleerbaarheid	$\Delta C_{dev}$	=	0	mm
f t.g.v. toepassing grote grindkorrels	$\Delta C_{dev}$	=	0	mm
4.1 nominale waarde betondekking	$C_{nom} = C_{min} + \sum \Delta C_{dev}$	=	30	mm
k t.g.v. toegepaste hoofdwapening > 25mm	$C_{nom} = 1,5d_n - d_{bg}$	=	0	mm
equivalente staafdiameter	$d_n = \max(d_{1eq}; d_{2eq})$	=	16,0	mm
resulterende waarde minimale dekking	$C_{nom}$ op de buitenste wapening	=	30	mm

### wapeninggegevens

totaal aantal staven in trekzone	$\sum n_{trek} = n1 + n2$	=	4,0	st
totaal aantal staven in drukzone	$\sum n_{druk} = n3 + n4$	=	4,0	st
gewogen gemiddelde diameter trekwapening	$d_{gem,trek} = (n1 * d_1 * D_1 + n2 * d_2 * D_2) / (n1 * D_1 + n2 * D_2)$	=	16,0	mm
gewogen gemiddelde diameter drukwapening	$d_{gem,druk} = (n3 * d_3 * D_3 + n4 * d_4 * D_4) / (n3 * D_3 + n4 * D_4)$	=	8,0	mm
doorsnede per staaf 1, trekwapening	$D_1 = 0,25\pi d_1^2$	=	201,1	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 2, trekwapening	$D_2 = 0,25\pi d_2^2$	=	0,0	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 3, drukwapening	$D_3 = 0,25\pi d_3^2$	=	50,3	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 4, drukwapening	$D_4 = 0,25\pi d_4^2$	=	0,0	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 5, flankwapening	$D_5 = 0,25\pi d_5^2$	=	50,3	mm <sup>2</sup>
doorsnede per beugel enkelsnedig	$D_{bg} = 0,25\pi d_{bg}^2$	$A_{sw} =$	50,3	mm <sup>2</sup>
aantal snedige beugel bij dwarskracht	$n_{sn}$	$n_{sn} =$	2	snedig
horizontale maat in breedte van de balk	$s_{t,bg} = b1 / (n_{sn} - 1)$	=	232	mm
aanwezige beugelwapening (n-snedig)	$A_{bgl} = n_{sn} * D_{bg} * 1000 / s_{aanwezig}$	=	670	mm <sup>2</sup> /m
horizontale beugelmaat (hartmaat)	$b1 = b - 2c_{zijkant} - d_{bg}$	=	232	mm
vertikale beugelmaat (hartmaat)	$h1 = h - c_{trekzijde} - c_{drukzijde} - d_{bg}$	=	332	mm
aanwezige trekwapening	$A_{aanw,trek}$	=	804	mm <sup>2</sup>
aanwezige drukwapening	$A_{aanw,druk}$	=	201	mm <sup>2</sup>
aanwezige flankwapening	$\rho_{druk} = 100 * A_{aanw,druk} / bh$ ( art. 9.2.1.1(3)	=	0,17	%
zwaartepunt staven vanaf de beugel	$A_{aanw,flank}$ per zijde	=	50	mm <sup>2</sup>
equivalente diameter wapening	$z = (n1 D_1^{1/2} d1 + n2 D_2^{1/2} d2) / (n1 D_1 + n2 D_2)$	=	8,0	mm
equivalente diameter trekwapening	$d_{equi,trek} = 2 * z$ (t.b.v. berekening van d)	=	16,0	mm
equivalente diameter drukwapening	$d_{equi,trek} = \sqrt{4(n1 D_1 + n2 D_2) / \pi} / (n1 + n2)$	=	16,0	mm
	$d_{equi,druk} = \sqrt{4(n3 D_3 + n4 D_4) / \pi} / (n3 + n4)$	=	8,0	mm

## buigwapening

rekenvoorbeeld uit CB4

### materiaalgegevens

karacteristieke cilinderdruksterkte	$f_{ck}$	=	20	N/mm <sup>2</sup>
karacteristieke kubusdruksterkte	$f_{ck}$	=	25	N/mm <sup>2</sup>
gemiddelde cilinderdruksterkte	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	=	28	N/mm <sup>2</sup>
3.15 rekenwaarde betondruksterkte	$f_{cd} = f_{ck} / 1,5$	=	13,3	N/mm <sup>2</sup>
3.4 gemiddelde cilindertreksterkte	$f_{ctm} = 0,3f_{ck}^{(2/3)}$ als $f_{ck} < = 50$ $f_{ctm} = 2,12 \ln(1 + f_{cm}/10)$	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
3.1.8(1) gemiddelde buigtreksterkte beton (3.23)	$f_{ctm,fl} = \max(1,6 - h/1000) f_{ctm} ; f_{ctm}$	=	2,65	N/mm <sup>2</sup>
karacteristieke ondergrens treksterkte	$f_{ctk0,05} = 0,7f_{ctm}$	=	1,55	N/mm <sup>2</sup>
3.16 rekenwaarde treksterkte	$f_{ctd} = f_{ctk0,05} / 1,5$	=	1,03	N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{cm} = 22000 * (f_{cm} / 10)^{0,3}$	=	29962	N/mm <sup>2</sup>
3.5 elasticiteitsmodulus afgerond	$E_{cm}$	=	30000	N/mm <sup>2</sup>
tabel 3.1 relatieve verkorting beton	$\epsilon_{c3} = 1,75 + 0,55 [ (f_{ck} - 50) / 40 ]$ voor $f_{ck} > = 50$ ;	1,	1,750	<sup>0</sup> / <sub>100</sub>
tabel 3.1 relatieve verkorting beton	$\epsilon_{cu3} = 2,6 + 35 [ (90 - f_{ck}) / 100 ]^4$ als $f_{ck} > = 50$ ;	3,50	3,500	<sup>0</sup> / <sub>100</sub>
elasticiteitsmodulus	$E = f_{cd} / \epsilon_{c3}$	=	7619	N/mm <sup>2</sup>
minimum wapening	$\rho_{min1} = 0,26 f_{ctm} / f_{yk} > = 0,13\%$	=	0,130	%
hoogte betondrukzone: $k_{xu,max}$ (*d)	$k_{xu,max} = (1-x) / 1,25(0,6 + 1,4/\epsilon_{cu3})$	=	0,448	-
factor in formule	$x$	=	0,44	-
maximum wapeningspercentage	$\rho_{max} = \alpha x_{u,max} f_{cd} / f_{yd}$	=	1,030	%
factor oppervlak betondrukzone	$\alpha = \{ \epsilon_{cu3} - (\epsilon_{c3} / 2) \} / \epsilon_{cu3}$	=	0,750	-
factor zwaartepunt betondrukzone	$\beta = \{ \epsilon_{cu3}^2 - (\epsilon_{c3} * \epsilon_{cu3}) + \epsilon_{c3}^2 / 3 \} / \{ 2 \epsilon_{cu3}^2 - \epsilon_{c3} \epsilon_{cu3} \}$	=	0,39	-
staaltrekspanning	$f_{yk}$	=	500	N/mm <sup>2</sup>
rekenwaarde staaltrekspanning	$f_{yd}$	=	435	N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus wapeningstaal	$E_s$	=	200000	N/mm <sup>2</sup>

### berekening buigwapening (met trekwapening zonder drukwapening)

nuttige hoogte	$d = h - c - d_{bg} - 0,5d_{equi,trek}$	=	354,0	mm
maximale hoogte betondrukzone	$x_{u,max} = k_{xu,max} * d$	=	158,6	mm
hoogte betondrukzone	$x_u = [ d - \sqrt{d^2 - 4\beta M_{Ed} / (\alpha b f_{cd})} ] / 2\beta$	=	106,7	mm
maatgevende waarde betondrukzone	$x_u$	=	106,7	mm
grootte betondrukkracht	$N_c = \alpha x_u f_{cd} b 10^{-3}$	=	320,0	kN
grootte staaltrekkracht	$N_s = A_s f_{yd} 10^{-3}$	=	320,0	kN
relatieve verlenging betonstaal	$\epsilon_s = (d - x_u) * \epsilon_{cu3} / x_u$	=	8,1	<sup>0</sup> / <sub>100</sub>
verlenging volgens art. 3.2,7(2)	$\epsilon_{uk}$	=	50	<sup>0</sup> / <sub>100</sub>
maximaal toelaatbare verlenging	$\epsilon_{ud} = 0,9\epsilon_{uk}$	=	45	<sup>0</sup> / <sub>100</sub>
momentarm	$z = d - \beta x_u$	=	312,5	mm
momentarm	$z = z / d * d$	=	0,88	* d
benodigde hoeveelheid wapening	$A_{s1} = \alpha b x_u f_{cd} / f_{yd}$	=	736	mm <sup>2</sup>
opneembaar moment (zonder drukwap.)	$M_{Rd} = A_{aanw,trek} f_{yd} z 10^{-6}$	=	109,3	kNm
opneembaar moment (globale schatting.)	$M_{Rd} = A_{aanw,trek} f_{yd} 0,9 d 10^{-6}$ $z = 0,9 * d$	=	111,4	kNm
benodigd wapeningspercentage	$\rho = A_{s1} / b d * 100$	=	0,69	%
wapeningspercentage trekwapening	$\rho_{trek} = 100 * A_{aanw,trek} / b d$	=	0,76	%
wapeningspercentage trekwapening	$\rho_{trek} = 100 * A_{aanw,trek} / b h$ ( art. 9.2.1.1 (3)	=	0,67	%
minimum wapening	$A_{min,1} = \rho_{min} b d / 100$	=	138,1	mm <sup>2</sup>
minimum wapening	$A_{min,2} = x * A_{s1}$	=	920	mm <sup>2</sup>
factor	x afhankelijk van primaire of secundaire constructie	=	1,25	-
minimum wapening	$A_{min} =$	=	138	mm <sup>2</sup>
maximum wapening	$A_{max} = \rho_{max} b d / 100$	=	1094	mm <sup>2</sup>
"traditionele" berekening $A_s$	$a = \beta f_{yd} d^2 / (b f_{cd} \alpha)$	=	24,5	-
(oplossen vierkantsvergelijking)	$b = - f_{yd} * d$	=	-153913	-
	$c = + M_{Ed}$	=	100	10 <sup>6</sup> Nmm
benodigde hoeveelheid wapening	$A_s = \{ -b - \sqrt{(b^2 - 4ac)} \} / 2a$	=	735,9	mm <sup>2</sup>

### berekening buigwapening (met trek- en drukwapening)

specifieke verkorting drukwapening	$\epsilon_{s,druk} > = f_{yd} / E_s * 1000$	=	2,17	<sup>0</sup> / <sub>100</sub>
hart drukwapening tot uiterste vezel	eis: $d2 < x_u - \epsilon_{s,druk} * x_u / \epsilon_{cu3}$	=	40,4	mm
hart drukwapening tot uiterste vezel	$d2 = c_{drukzijde} + d_{bgl} + 0,5d_{gem,druk}$	=	42	mm
opneembaar moment tot $x_{u,max}$	$M_{Rd1} = \rho_{max} b d * f_{yd} * z * 10^{-6}$	=	148,7	kNm
uitwendig moment zonder drukwapening	$M_{Ed1} = M_{Rd1}$	=	148,7	kNm
op te nemen moment met drukwapening	$M_{Ed2} = M_{Ed,totaal} - M_{Rd1}$	=	0,0	kNm
opneembaar moment met drukwapening	$M_{Rd2} = A_{aanw,druk} f_{yd} (d-d2) * 10^{-6}$	=	27,3	kNm
totaal opneembaar moment incl. drukwap	$M_{Rd,totaal} = M_{Rd1} + M_{Rd2}$	=	176,0	kNm
benodigde hoeveelheid drukwapening	$A_{s2} = M_{Ed2} / \{ f_{yd} (d-d2) \} * 10^6$	=	0	mm <sup>2</sup>
benodigde hoeveelheid trekwapening	$A_{s1}$ (zonder aandeel drukwapening)	=	736	mm <sup>2</sup>
totaal benodigde trekwapening	$A_{s1,totaal} = A_{s1} + A_{s2}$	=	736	mm <sup>2</sup>
maatgevende waarde opneembaar moment	$M_{Rd,totaal}$	=	109,3	kNm

rekenvoorbeeld uit CB4

**berekening moment en wapening bij maximaal toegestane verlenging betonstaal**

minimale hoogte betondrukzone	$x_{min} = \varepsilon_{cu3} * d / (\varepsilon_{ud} + \varepsilon_{cu3})$	=	25,5	mm
bijbehorende drukkracht in de beton	$N_{cd} = \alpha * b * x_{min} * f_{cd} * 10^{-3}$	=	76,6	kN
inwendige hefboomsarm	$z = d - \beta * x_{min}$	=	344,1	mm
opneembaar moment	$M_{Rd,d} = N_{cd} * z * 10^6$	=	26,37	kNm
bijbehorende wapening	$A_s = N_{cd} * 10^3 / f_{y,d}$	=	176	mm <sup>2</sup>
3.1.8(1) gemiddelde buigtreksterkte beton (3.23)	$f_{ctm,fl} = \max ( 1,6 - h/1000 ) f_{ctm} ; f_{ctm}$	=	2,65	N/mm <sup>2</sup>
scheurmoment in ongewapende doorsnede	$M_r = W_c * f_{ctm,fl} * 10^{-3}$	=	21,2	kNm
weerstandsmoment ongescheurde doorsnede	$W_c = 1/6 * b * h^2 * 10^{-3}$	=	8000	cm <sup>3</sup>
hierbij behorende (minimum) wapening	$A_{min} = M_r * 10^6 / z * f_{yk}$	=	136	mm <sup>2</sup>
minimum wapeningspercentage	$\rho_{min} = 100 * A_{min} / bd$	=	0,128	%

**lineaire berekening met beperkte herverdeling art 5.5 herverdelen**

verhouding tussen momenten	$\delta_{her} = M_{Ed,herverdeeld} / M_{Ed,elastisch}$	=	1,000	-
5.5(4) maximaal toelaatbare verhouding	$\delta =$ afhankelijk van de kubusdruksterkte $f_{ck}$	=	0,817	-
minimum afhankelijk van staaklasse	klasse A: $> k_6$ , klasse B en C: $> k_5$	=	0,700	-
maatgevende waarde	$\delta$	=	0,817	-
5.10.a maximale herverdeling $f_{ck} \leq 50$ MPa	$\delta > = k_1 + k_2 * x_u / d$	=	0,817	-
5.10.b maximale herverdeling $f_{ck} > 50$ MPa	$\delta > = k_3 + k_4 * x_u / d$	=	0,917	-
factoren	$k_1$	=	0,44	-
	$k_2 = 1,25 (0,6 + 0,0014 / \varepsilon_{cu2})$	=	1,25	-
	$k_3$	=	0,54	-
	$k_4 = 1,25 (0,6 + 0,0014 / \varepsilon_{cu2})$	=	1,25	-
minimale waarde voor wapeningklasse B en C	$k_5$	=	0,7	-
minimale waarde voor wapeningklasse A	$k_6$	=	0,8	-
	$e_{cu2}$	=	3,50	°/°
hoogte betondrukzone na herverdelen	$x_u$	=	106,7	mm
nuttige hoogte	$d$	=	354,0	mm

**scheurwijdte**

rekenvoorbeeld uit CB4

**controle scheurwijdte zonder directe berekening art.7.3.3**

optredende staalspanning	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} * A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} * f_{yd}$	=	298	N/mm <sup>2</sup>
equivalente diameter staven d1	$d1_{eq} = d1 \sqrt{n_{b,1}}$	=	16,0	mm
aantal staven in een bundel	$n_{b,1}$	=	1	st
equivalente diameter staven d2	$d2_{eq} = d2 \sqrt{n_{b,2}}$	=	0,0	mm
aantal staven in een bundel	$n_{b,2}$	=	1	st
equivalente staafdiameter	$d_{eq} = ( n_{b1} * d1^2 + n_{b2} * d2^2 ) / ( n_{b1} * d1 + n_{b2} * d2 )$	=	16,0	mm
werkelijke hart op hart afstand	$s = ( b - 2c_{zij} - 2d_{bg} - d_{trek} ) / ( n - 1 )$	=	69	mm
gemiddelde h.o.h.- afstand staven	$s_{gem} = b / \sum n_{trek}$	=	75	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse A	=	0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse B	=	0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w maatgevende waarde	=	0,30	mm
toelaatbare staafdiameter	$d_{max}$ zonder de invloed van $k_x$	=	11,1	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s zonder de invloed van $k_x$	=	127,5	mm
toegepaste dekking beschouwde staaf	$C_{applied} = C_{trekzijde}$	=	30	mm
minimale betondekking	$C_{nom} = C_{min} + \sum \Delta C_{dev}$ ( incl. correcties)	=	30	mm
vergrotingsfactor	$k_x = C_{applied} / C_{nom} \leq 2,0$	=	1,00	-
toelaatbare staafdiameter	$d_{max}$ met de invloed van factor en $k_x$	=	7,4	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s met de invloed van factor en $k_x$	=	85	mm
( 7.6N ) correctiefactor buiging (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * k_c * h_{cr} / \{ 2,9 * 2 * (h-d) \}$	=	0,66	-
( 7.7N ) correctiefactor trek (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * h_{cr} / \{ 2,9 * 8 * (h-d) \}$	=	0,41	-
gemiddelde axiale treksterkte	$f_{ct,eff} = f_{ctm}$ tabel 3.1	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
coëfficiënt afhankelijk van spanningsverdeling	$k_c =$ buiging = 0,4, trek = 1,0	=	0,40	-
hoogte trekzone direct voor scheuren	$h_{cr} =$ 0,5 h bij rechthoekige doorsnede	=	200	mm
afstand hart wapening tot buitenkant beton	(h-d)	=	46	mm
maatgevende correctiefactor	voor toelaatbare diameter en hoh-afstand	=	0,66	-



**controle scheurwijdte met berekening art. 7,3,4**

7.8	berekende scheurwijdte	$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	=	0,27	mm
		$s_{r,max}$	=	212,6	mm
7.9	minimale waarde	$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = \{ \sigma_s \cdot k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff}) \} / E_s$	=	0,00126	-
	maatgevende waarde	$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) > = 0,6 \sigma_s / E_s$	=	0,0009	-
		$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	=	0,00126	-
	gemiddelde waarde treksterkte op tijd t	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} \cdot A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} \cdot f_{yd}$	=	298	N/mm <sup>2</sup>
	gemiddelde waarde treksterkte	$f_{ctm(t)}$ <b>tijd t nog eens programmeren</b>	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
7.10	doorsnede trekwapening	$f_{ct,eff}$ op tijdstip van eerste scheuren	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
7.3.2(3)	doorsnede voorspanelementen	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 \cdot A'_p) / A_{c,ef}$	=	0,033	-
		$A_s = A_{aanw,trek}$	=	804	mm <sup>2</sup>
		$A'_p$	=	0	mm <sup>2</sup>
	meewerkend oppervlak	$A_{c,eff}$ minimum waarde onderstaande formules	=	24650	mm <sup>2</sup>
		$A_{c,eff} = b \cdot 2,5 (h-d)$	=	34500	mm <sup>2</sup>
		$A_{c,eff} = b \cdot (h-x) / 3$	=	24650	mm <sup>2</sup>
		$A_{c,eff} = b \cdot h / 2$	=	60000	mm <sup>2</sup>
7,5	factor	$\xi_1$	=	0	-
		$k_t$	=	0,4	-
		$E_s$	=	200000	N/mm <sup>2</sup>
7.11	dekking op de beschouwde staaf	$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot d_{eq} / \rho_{p,eff}$	=	212,6	mm
		$c$	=	38	mm
7.12		$d_{eq} = (n_{b1} \cdot d_1^2 + n_{b2} \cdot d_2^2) / (n_{b1} \cdot d_1 + n_{b2} \cdot d_2)$	=	16,0	mm
		$k_1$	=	0,8	-
		$k_2$	=	0,5	-
7.13	tussenliggende waarden	$k_2 = (e_1 + e_2) / 2e_1$	=	n.t.b.	-
		$k_3$	=	3,4	-
		$k_4$	=	0,425	-
7.14	bovengrens	$s_{r,max} = 1,3 (h-x)$	=	320	mm
	hoogte betondrukzone	$x$	=	154	mm
7.15	bovengrens	$s_{r,max} = 1 / (\cos O / s_{r,max,y} + \sin O / s_{r,max,z})$	=	n.t.b.	mm
	bij wapening onder een hoek O				
	berekening van de betondrukzone x en kruipfactor $\varphi$ in de bruikbaarheidsgrenstoestand				
	oppervlakte van de betondoorsnede	$A_c = b \cdot h$	=	120000	mm <sup>2</sup>
	omtrek dat bloot staat aan uitdroging	$u = 4 \text{ zijden } 2b + 2h$	=	1400	mm
	fictieve dikte	$h_0 = 2 A_c / u$	=	171,4	mm
3.1.4	kruipfactor a.d.h.v. grafiek 3.1 (2)	$\varphi$ bepaald volgens art. 3.1.4	=	2,29	-
7.20	gereduceerde elasticiteitsmodulus	$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi)$	=	9124	N/mm <sup>2</sup>
	effectieve verhouding elasticiteitsmodulus	$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$	=	21,9	-
	hoogte betondrukzone x in BGT	$x = [ - \alpha_e \rho + \sqrt{ \{ (\alpha_e \rho)^2 + 2 \alpha_e \rho \} } ] d$	=	153,5	mm
7.3.2(2)	minimum wapening vereist	$A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$ 7.1	=	122	mm <sup>2</sup>
	coëfficiënt	$k$ =factor voor lijven en flenzen	=	1,0	-
	oppervlakte beton binnen trekzone	$A_{ct} = 0,5 bh$ (vlak voor het scheuren)	=	60000	mm <sup>2</sup>
	maximaal toelaatbare spanning in staal	$\sigma_s = f_{yd}$ tbv berekening minimum wapening	=	435	N/mm <sup>2</sup>

**opmerking:**



## bepaling van de minimaal benodigde betondekking volgens Eurocode 2 hfdst 4

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **1 fundering**

### doorsnedegegevens en wapening

kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C20/25</b>	
betondekking	$C_{trekzijde}$	=	<b>35</b>	mm
wapening aan de te controleren zijde	aantal $n_{b1}$	=	<b>3</b>	stukks
	diameter $d_1$	=	<b>12</b>	mm
	aantal $n_{b2}$	=	<b>5</b>	stukks
	diameter $d_2$	=	<b>16</b>	mm
beugels	diameter $d_{bg}$	=	<b>8</b>	mm
a ontwerplevensduur		=	<b>50</b>	jaar
b omgevingsfactoren aan te controleren zijde	milieuklasse A	=	<b>XC1</b>	-
b	milieuklasse B	=	<b>XF2</b>	-
c soort constructie	vloer- wand- balk- poer- console- kolom	=	<b>balk</b>	
d dekking verhogen bij oncontroleerbaarheid van de wapening (geen eis in eurocode)		=	<b>nee</b>	
e wordt de beton nabewerkt		=	<b>nee</b>	
f verhoging dekking bij toepassing grote grindkorrel (>32mm) tabel 4.2		=	<b>nee</b>	
g ondergrond waarop gestort wordt		=	<b>werkvloer</b>	
h bundeling wapeningstaven	worden staven $d_1$ gebundeld?	=	<b>nee</b>	
h	worden staven $d_2$ gebundeld?	=	<b>nee</b>	
i kwaliteitsbeheersing	is specifieke kwaliteitsbeheersing gewaarborgd?	=	<b>nee</b>	
j luchtinsluiting	luchtinsluiting van meer dan 4% toegepast?	=	<b>nee</b>	
k verhoging dekking bij toepassing grote staafdiameter (>25mm) geen eis in eurocode		=	<b>nee</b>	

minimum betondekking	$C_{nom}$	op de buitenste wapening	=	<b>26</b>	mm
constructieklasse (betondekking)	S		S	<b>4</b>	-
minimale betondekking	$C_{nom} / C_{trekzijde}$	26 / 35	=	<b>0,74</b>	-

### berekening minimum betondekking op trekwapening volgens hoofdstuk 4

karakteristieke cilinderdruksterkte	$f_{ck}$	=	<b>20</b>	N/mm <sup>2</sup>	
equivalente diameter staven $d_1$	$d_{1eq}=d_1 \sqrt{n_{b,1}}$	=	<b>12,0</b>	mm	
aantal staven in een bundel	$n_{b,1}$	=	<b>1</b>	st	
equivalente diameter staven $d_2$	$d_{2eq}=d_2 \sqrt{n_{b,2}}$	=	<b>16,0</b>	mm	
aantal staven in een bundel	$n_{b,2}$	=	<b>1</b>	st	
correctie van de constructieklasse: uitgangspunt:constructieklasse bij 50 jaar tabel 4,3N		S	<b>4</b>	-	
a correctie tgv ontwerplevensduur			<b>0</b>	-	
b,j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse A of B)			<b>0</b>	-	
c correctie tgv geometrie			<b>0</b>	-	
i correctie tgv kwaliteitsbeheersing			<b>0</b>	+	
totale waarde constructieklasse		S	<b>4</b>		
b,j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse A)			<b>0</b>		
b,j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse B)			<b>0</b>		
minimum dekking tgv milieuklasse A	$C_{min,dur}$	tabel 4,5N	=	<b>15</b>	mm
minimum dekking tgv milieuklasse B	$C_{min,dur}$	tabel 4,5N	=	<b>0</b>	mm
minimum dekking aanhechting	$C_{min,b} > d_n$ (maximum van $d_{1eq}$ en $d_{2eq}$ )	tabel 4,2	=	<b>16</b>	mm
minimum dekking duurzaamheid	$C_{min,dur}$	tabel 4,5N	=	<b>15</b>	mm
e correctie tgv nabewerking	$C_{extra}$		=	<b>0</b>	+
maatgevende minimum dekking duurz.	$C_{min,dur}$		=	<b>15</b>	mm
4.2 minimum dekking	$C_{min} = \max(C_{min,b}; C_{min,dur}; 10mm)$		=	<b>16</b>	mm
uitvoeringstoleranties	$\Delta C_{dev}$		=	<b>5</b>	mm
g storten op werkvloer / maaiveld / kist	$\Delta C_{dev}$		=	<b>5</b>	mm
d t.g.v. oncontroleerbaarheid	$\Delta C_{dev}$	<b>geen eis in eurocode!</b>	=	<b>0</b>	mm
f t.g.v. toepassing grote grindkorrels	$\Delta C_{dev}$		=	<b>0</b>	mm
4.1 nominale waarde betondekking	$C_{nom} = C_{min} + \sum \Delta C_{dev}$		=	<b>26</b>	mm
k t.g.v. toegepaste hoofdwapening >25mm	$C_{nom} = 1,5d_n - d_{bg}$	<b>geen eis in eurocode!</b>	=	<b>0</b>	mm
equivalente staafdiameter	$d_n = \max(d_{1eq}; d_{2eq})$		=	<b>16,0</b>	mm
resulterende waarde minimale dekking	$C_{nom}$	op de buitenste wapening	=	<b>26</b>	mm





**dwarskracht en wringing op rechthoekige doorsnede:  
 berekening volgens eurocode 2**

**400 x 500**

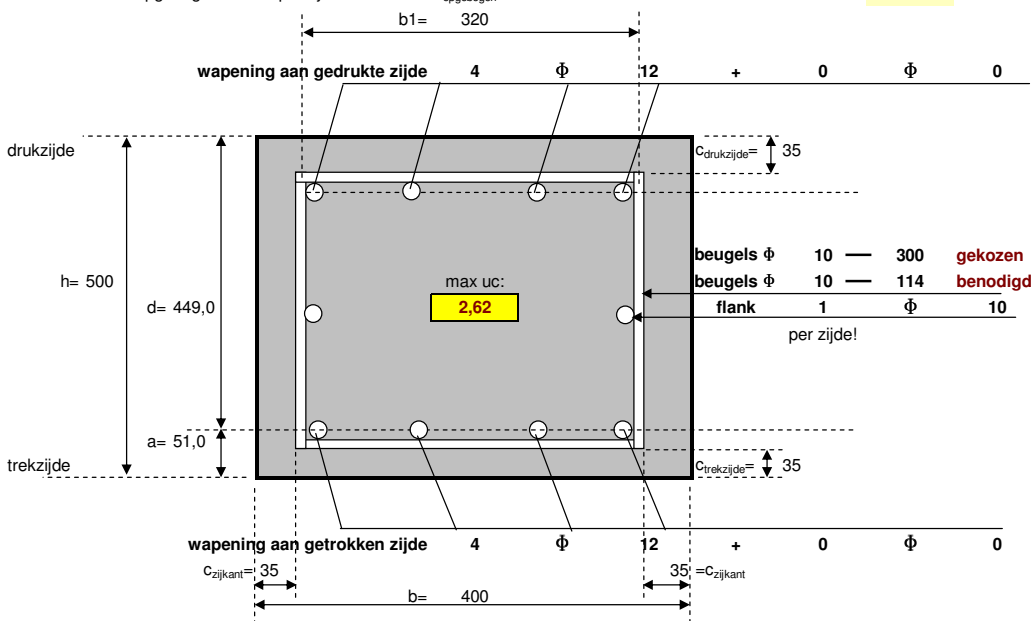
werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **fundering**

**doorsnedegegevens en (buig)wapening**

kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C20/25</b>	
kwaliteit staal	staalsoort	=	<b>B 500</b>	
betonbreedte	b	=	<b>400</b>	mm
betonhoogte	h	=	<b>500</b>	mm
betondekking gedrukte zijde	C <sub>drukzijde</sub>	=	<b>35</b>	mm
betondekking getrokken zijde	C <sub>trekzijde</sub>	=	<b>35</b>	mm
betondekking zijkanten	C <sub>zijkant</sub>	=	<b>35</b>	mm
wapening aan getrokken zijde	aantal	n1=	<b>4</b>	stuks
	diameter	d1=	<b>12</b>	mm
	aantal	n2=	<b>0</b>	stuks
	diameter	d2=	<b>0</b>	mm
wapening aan gedrukte zijde	aantal	n3=	<b>4</b>	stuks
	diameter	d3=	<b>12</b>	mm
	aantal	n4=	<b>0</b>	stuks
	diameter	d4=	<b>0</b>	mm
flankwapening per zijde	aantal	n5=	<b>1</b>	stuks
	diameter	d5=	<b>10</b>	mm

**gegevens tbv berekening dwarskrachtwapening**

rekenwaarde dwarskracht	V <sub>Ed</sub>	=	<b>100</b>	kN
rekenwaarde wringend moment	T <sub>Ed</sub>	=	<b>50</b>	kNm
rekenwaarde moment in doorsnede	M <sub>Ed</sub>	=	<b>20</b>	kNm
normaal(druk)kracht in doorsnede	N <sub>cd</sub>	=	<b>0</b>	kN
gelijkmatig verdeelde belasting op ligger	q <sub>d</sub>	=	<b>0</b>	kN/m
afstand rand oplegging tot begin belasting	a <sub>v</sub>	=	<b>0</b>	mm
lengte van de oplegging	c	in de richting van de overspanning	=	<b>0</b> mm
helling betondrukdiagonaal	Θ	<b>( tussen 21,8 en 45 graden )</b>	=	<b>45</b> graden
wapening in verankeringsgebied	A <sub>sl</sub>	( meestal A <sub>aanw,trek</sub> )	=	<b>452</b> mm <sup>2</sup>
helling dwarskrachtbeugels	α	de helling van de beugels is 90 gr	=	<b>90</b> graden
beugels	diameter	d <sub>bg</sub> =	<b>10</b>	mm
aantal sneden per beugel	n <sub>sn</sub>	(normale beugels zijn 2-snedig	n <sub>sn</sub> =	<b>2</b> snedig
gekozen hart op hart afstand basisbeugels	s <sub>i,bg</sub>	=	<b>300</b>	mm
diameter opgebogen staven	d <sub>opgebogen</sub>	=	<b>0</b>	mm
hoh maat rijen van opgebogen staven	s <sub>b,opgb</sub>	=	<b>0</b>	mm
aantal opgebogen staven per rij	n <sub>opgebogen</sub>	=	<b>0</b>	stuks





**resultaten**

rekenwaarde schuifspanning	$V_{Ed}$	door uitwendige belasting	=	0,56	N/mm <sup>2</sup>
maatgevende waarde schuifsterkte	$V_{Rd,c}$	door beton	=	0,34	N/mm <sup>2</sup>
6.9 bovengrens schuifsterkte	$V_{Rd,max}$	door beton	=	3,64	N/mm <sup>2</sup>
rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,c}$	door beton	=	61,6	kN
rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,s}$	door wapening	=	101,2	kN
rekenwaarde max. dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,max}$	door beton	=	654,5	kN

**wapening tbv dwarskracht**

benodigde beugelwapening per m'	$A_{bg}=1000/s * A_{sw} * n_{bg}$ ( n - snedig)	=	517	mm <sup>2</sup> /m'
benodigde h.o.h.-afstand beugels	$S_{benodigd}$	=	304	mm
lengte gevaarlijk gebied (alleen bij q-last)	$y = ( V_{Ed} - V_{Rd,s} ) / q_d$ naast basisbeugels	=	n.v.t.	mm

**wapening tbv wrijving en dwarskracht**

benodigde h.o.h.-afstand beugels	$S_{benodigd}$	=	114	mm <sup>2</sup>
langswapening per zijvlak (h)	tgw wrijving	=	199	mm <sup>2</sup>
langswapening onder/boven (b)	tgw wrijving	=	148	mm <sup>2</sup>

**unity-checks dwarskracht**

maximum dwarskracht	$V_{Ed} / V_{Rd,max}$	100	/	654,5	=	0,15	-
dwarskracht gewapend	$(V_{Ed} - V_{Ed,red}) / V_{Rd,s}$	100,0	/	101,2	=	0,99	-
helling betondrukgebied	$21,8 = < \theta <= 45$				=	1,00	-
betondrukdiagonaal	$V_{Ed} / V_{Ed,max}$	100,0	/	660,9	=	0,15	-
minimum beugelwapening	$A_{bgls,min} / A_{bgls}$	286,2	/	524	=	0,55	-
dwarskracht ongewapend	$(V_{Ed} - V_{Ed,red}) / V_{Rd,c}$	100,0	/	61,6	=	1,62	-

**unity-checks wrijving + dwarskracht**

maximum wrijvingmoment	$T_{Ed} / T_{Rd,max}$	50	/	91,9	=	0,54	-
6.29 wrijving+dwarskracht	$T_{Ed} / T_{Rd,max} + V_{Ed} / V_{Rd,max}$	0,54	+	0,15	=	0,70	-
wrijving+dwarskracht beugels	$s_{aanwezig} / S_{benodigd}$	300	/	114,41	=	2,62	-
wrijving ongewapend	$T_{Ed} / T_{Rd,c}$	50	/	25,8	=	1,94	-
6.31 wrijving+dwarskracht ongewap.	$T_{Ed} / T_{Rd,c} + V_{Ed} / V_{Rd,c}$	1,94	+	1,62	=	3,57	-

**toelaatbare afstanden van dwarskrachtwapening**

9.2.2(6) maximaal toelaatbare hoh afstand	$S_{l,bg} / S_{l,max}$	300	/	337	=	0,89	-
9.2.2(7) max. afstand opgebogen wapening	$S_{b,opbg} / S_{b,max}$	0	/	269	=	0,00	-
9.2.2(8) max beugelmaat in de breedte	$S_{l,bg} / S_{l,max}$	320	/	337	=	0,95	balken
9.3.2(5) max beugelmaat in de breedte	$S_{l,bg} / S_{l,max}$	320	/	674	=	0,48	vloeren

**wapeninggegevens**

totaal aantal staven in trekzone	$\sum n_{trek} = n1 + n2$	=	4,0	st
totaal aantal staven in drukzone	$\sum n_{druk} = n3 + n4$	=	4,0	st
gewogen gemiddelde diameter trekwapening	$d_{gem,trek} = (n1 * d1 * D1 + n2 * d2 * D2) / (n1 * D1 + n2 * D2)$	=	12,0	mm
gewogen gemiddelde diameter drukwapening	$d_{gem,druk} = (n3 * d3 * D3 + n4 * d4 * D4) / (n3 * D3 + n4 * D4)$	=	12,0	mm
doorsnede per staaf 1, trekwapening	$D1 = 0,25 \pi d1^2$	=	113,1	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 2, trekwapening	$D2 = 0,25 \pi d2^2$	=	0,0	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 3, drukwapening	$D3 = 0,25 \pi d3^2$	=	113,1	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 4, drukwapening	$D4 = 0,25 \pi d4^2$	=	0,0	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 5, flankwapening	$D5 = 0,25 \pi d5^2$	=	78,5	mm <sup>2</sup>
doorsnede per beugel enkelsnedig	$D_{bg} = 0,25 \pi d_{bg}^2$	$A_{sw} =$	78,5	mm <sup>2</sup>
aantal snedige beugel bij dwarskracht	$n_{sn}$	=	2	snedig
horizontale maat in breedte van de balk	$S_{l,bg} = b1 / (n_{sn} - 1)$	=	320	mm
aanwezige beugelwapening (n-snedig)	$A_{bgls} = n_{sn} * D_{bg} * 1000 / s_{aanwezig}$	=	524	mm <sup>2</sup> /m'
horizontale beugelmaat (hartmaat)	$b1 = b - 2c_{zijkant} - d_{bg}$	=	320	mm
vertikale beugelmaat (hartmaat)	$h1 = h - c_{trekzijde} - c_{drukzijde} - d_{bg}$	=	420	mm
zwaartepunt staven vanaf de beugel	$z = (n1 D1 * 1/2 d1 + n2 D2 * 1/2 d2) / (n1 D1 + n2 D2)$	=	6,0	mm
equivalente diameter wapening	$d_{equi,trek} = 2 * z$ (t.b.v. berekening van d)	=	12,0	mm



**materiaalgegevens**

					fundering
3.15	rekenwaarde betondruksterkte	$f_{cd} = f_{ck} / 1,5$	=	13,3	N/mm <sup>2</sup>
3.4	gemiddelde cilindertreksterkte	$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)}$ als $f_{ck} \leq 50$ of $f_{ctm} = 2,12 \ln(1 + f_{cm}/10)$	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
3.1.8(1)	gemiddelde buigtreksterkte beton (3.23)	$f_{ctm,fl} = \max(1,6 - h/1000) f_{ctm} ; f_{ctm}$	=	2,43	N/mm <sup>2</sup>
	karacteristieke ondergrens treksterkte	$f_{ctk0,05} = 0,7 f_{ctm}$	=	1,55	N/mm <sup>2</sup>
3.16	rekenwaarde treksterkte	$f_{ctd} = f_{ctk0,05} / 1,5$	=	1,03	N/mm <sup>2</sup>
tabel 3.1	relatieve verkorting beton	$\epsilon_{cs} = 1,75 + 0,55 [(f_{ck} - 50) / 40]$ voor $f_{ck} > 50$ ; 1,75	=	1,750	‰
tabel 3.1	relatieve verkorting beton	$\epsilon_{cu3} = 2,6 + 35 [(90 - f_{ck}) / 100]^4$ als $f_{ck} > 50$ ; 3,50	=	3,500	‰
	hoogte betondrukzone: $K_{xu,max} (*d)$	$K_{xu,max} = (1-X) / 1,25(0,6 + 1,4/\epsilon_{cu3})$	=	0,448	-
	factor in formule	x	=	0,44	-
	factor oppervlak betondrukzone	$\alpha = \{ \epsilon_{cu3} - (\epsilon_{cs} / 2) \} / \epsilon_{cu3}$	=	0,750	-
	factor zwaartepunt betondrukzone	$\beta = \{ \epsilon_{cu3}^2 - (\epsilon_{cs} * \epsilon_{cu3}) + \epsilon_{cs}^2 / 3 \} / \{ 2 \epsilon_{cu3}^2 - \epsilon_{cs} \epsilon_{cu3} \}$	=	0,39	-
	staaltrekspanning	$f_{yk}$	=	500	N/mm <sup>2</sup>
	rekenwaarde staaltrekspanning	$f_{yd}$	=	435	N/mm <sup>2</sup>
	elasticiteitsmodulus wapeningstaal	$E_s$	=	200000	N/mm <sup>2</sup>
	nuttige hoogte	$d = h - c - d_{bg} - 0,5 d_{equi,trek}$	=	449,0	mm
	hoogte betondrukzone	$x_u = [ d - \sqrt{d^2 - 4\beta M_{ED} / (\alpha b f_{cd})} ] / 2\beta$	=	11,2	mm
	momentarm	$z = d - \beta x_u$ als $M_{ED} = 0$ rekenen met $z = 0,9d$	=	444,6	mm

**berekening dwarskrachtwapening (beugels)**

					fundering
	aantal snedige beugel	$n_{sn}$	=	2	snedig
	reductiefactor belasting in gebied 2d	$\beta = a_v / 2d \geq 0,25$	=	0,25	-
	reductie dwarskracht	$V_{Ed,red} = 0,5 q_d c + 1,25 q_d d$	=	0,0	kN
	gereduceerde dwarskracht	$V_{Ed} - V_{Ed,red}$ ( op afstand d uit oplegging )	=	100,0	kN
	rekenwaarde schuifspanning	$V_{Ed} = (V_{Ed} - V_{Ed,red}) / bd$	=	0,56	N/mm <sup>2</sup>
6.2.b	ondergrens schuifsterkte	of $V_{Rd,c} = V_{min} = 0,035 k^{3/2} \sqrt{f_{ck}} + k_1 \sigma_{cp}$	=	0,34	N/mm <sup>2</sup>
6.2.a	rekenwaarde schuifsterkte	of $V_{Rd,c} = C_{Rd,c} * k * (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}$	=	0,34	N/mm <sup>2</sup>
	maatgevende waarde schuifsterkte	$V_{Rd,c}$	=	0,34	N/mm <sup>2</sup>
	$C_{Rd,c} = 0,12$ (blijvend en tijdelijk) = 0,15 (buitengewoon)		=	0,12	-
	factor	$k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$	=	1,67	-
	wapeningspercentage	$\rho_1 = A_{sl} / bd * 100 < 2\%$	=	0,25	%
	factor	$k_1$ waarde volgens NB	=	0,15	-
	normaaldrukspanning in doorsnede	$\sigma_{cp} = N_{cd} / bh$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
	rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,c} = V_{Rd,c} b d 10^{-3}$ met beton	=	61,6	kN
	minimum dwarskrachtwapening	$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk}$	=	0,07	%
	minimum dwarskrachtwapening	$A_{bgl,min} = \rho_{w,min} * b 1000 / 100$ per m'	=	286,2	mm <sup>2</sup> /m'
6.5	betondrukdiagonaal	$V_{Ed} \leq V_{Ed,max} = 0,5 b_w d v f_{cd}$	$V_{Ed,max} =$	660,9	kN
6.9	bovengrens schuifsterkte	$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} (z/d) v_1 f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$	=	3,64	N/mm <sup>2</sup>
	voor niet-voorgespannen constructies	$\alpha_{cw}$	=	1,0	-
	sterktereductiefactor	of $v_1 = v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250)$ als $\sigma_{yd} > 0,8 f_{yk}$	=	0,552	-
		of $v_1 = 0,6$ ; $\sigma_{yd} \leq 0,8 f_{yk}$ ; $f_{ck} \leq 60$	=	0,60	-
		of $v_1 = 0,9 - f_{ck} / 200 > 0,5$ ; $\sigma_{yd} \leq 0,8 f_{yk}$ ; $f_{ck} > 60$	=	0,80	-
	maatgevende waarde factor	$v_1$	=	0,55	-
	rekenwaarde staalspanning in beugels	$\sigma_{yd} = V_{Rd,s} / V_{Ed} * f_{yd}$	=	430	N/mm <sup>2</sup>
	sinus helling betondrukdiagonaal	$\sin \theta$	=	0,707	-
	cosinus helling betondrukdiagonaal	$\cos \theta$	=	0,707	-
	tangens helling betondrukdiagonaal	$\tan \theta$	=	1,000	-
	cotangens helling betondrukdiagonaal	$\cot \theta$	=	1,000	-
	cotangens helling dwarskrachtwapening	$\cot \alpha = 1 / \tan \alpha$	=	0,000	-
	rekenwaarde max. dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,max} = V_{Rd,max} b d 10^{-3}$	=	654,5	kN
	afstand verschoven M-lijn	of $a_1 = z ( \cot \theta - \cot \alpha ) / 2 > d$	=	222,3	mm
9.2.1.3	verschuivingsregel	of $a_1 = d$	=	449,0	mm
6.8	opneembare schuifspanning	$V_{Rd,s} = A_{sw} * f_{y} * z * \cot \theta / (s * b * d)$	=	0,56	N/mm <sup>2</sup>
	verhouding	$z/d$ ( in tabellen wordt 0,9 aangehouden!)	=	0,99	-
	rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,s} = V_{Rd,s} b d 10^{-3}$ (met beugels)	=	101,2	kN
	benodigde h.o.h-afstand beugels	$S = n_{sn} * A_{sw} f_{yd} z \cot \theta / (V_{Ed} b d)$ ( $n_{sn}$ -snedig)	=	304	mm
9.2.2(6)	maximaal toelaatbare hoh afstand	$S_{l,max} = 0,75 d (1 + \cot \alpha)$	=	337	mm
9.2.2(7)	max. afstand opgebogen wapening langsrichtir	$S_{b,max} = 0,6 d (1 + \cot \alpha)$	=	269	mm
9.2.2(8)	max beugelmaat in de breedte (balken)	$S_{t,max} = 0,75 d$ en $< 600$	=	337	mm
9.3.2(5)	max beugelmaat in de breedte (vloeren)	$S_{t,max} = 1,5 d$	=	674	mm
	benodigde beugelwapening per m'	$A_{bg} = 1000 / s * A_{sw} * n_{sn} (n - snedig)$	=	517	mm <sup>2</sup> /m'
	directe berekening (alternatief)	$A_{bg} = (V_{Ed} - V_{Ed,red}) * 1000 / (f_{yd} * z * \cot \theta)$	=	517	mm <sup>2</sup> /m'



<b>berekening dwarskrachtwapening met <u>alleen</u> opgebogen staven (zonder beugelwapening)</b>		fundering
doorsnede opgebogen wapening	$D_{opgebogen}$	= 1 mm <sup>2</sup>
opgebogen wapening (zonder beugels)	$A_{opgebogen} = V_{Ed} b d^{1/2} y \sqrt{2} / (z f_{yd})$	= 366 mm <sup>2</sup> /m/b
wapening per afstand $s_{opgebogen}$	$A_{opgeb,s} = A_{opgebogen} * s_{opgebogen} / 1000$	= 0 mm <sup>2</sup> /s <sub>opgeb</sub>
<b>de gekozen afstand s voldoet</b>		
benodigd aantal staven per breedte	$n_{opgebogen} = A_{opgeb,s} / d_{opgebogen}$	= 0,47 stuks
benodigde h.o.h. afstand in de breedte	$a_{breedte} = b / n_{opgebogen}$	= 858,9 mm
maximaal toelaatbare afstand	$s_{max}$ (kleinste waarde $s_{max}$ en $d_a$ )	= 398 mm
	$d_a = h - c_{trek} - c_{druk} - 2 * d_{bgr} - (d_{gem,trek} + d_{gem,druk}) / 2$	= 398 mm
	$s_{max} =$	= 500 mm
aanwezig opgebogen wapening	$A_{opgebogen,aanw} = 1000 * D_{opgebogen} * n_{opgebogen} / s_{opgebogen}$	= 0 mm <sup>2</sup> /m/b
rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,s,opgeb} = A_{opgebogen,aanw} z f_{yd} / (1/2 y \sqrt{2})$	= 0 kN
<b>berekening dwarskrachtwapening met opgebogen staven (45 graden) <u>en</u> met beugelwapening</b>		
diameter opgebogen staven	$d_{opgebogen}$	= 1 mm
hoh maat rijen van opgebogen staven	$s_{b,opgb}$	= 1 mm
aantal opgebogen staven per rij	$n_{opgebogen}$	= 0 stuks
doorsnede opgebogen wapening	$D_{opgebogen}$	= 1 mm <sup>2</sup>
opgebogen wapening (zonder beugels)	$A_{opgebogen} = (V_{Ed} - V_{Rd,s}) b d^{1/2} y \sqrt{2} / (z f_{yd})$	= -4 mm <sup>2</sup> /m/b
wapening per afstand $s_{opgebogen}$	$A_{opgeb,s} = A_{opgebogen} * s_{b,opgb} / 1000$	= 0 mm <sup>2</sup> /s <sub>opgeb</sub>
<b>de gekozen afstand s voldoet</b>		
benodigd aantal staven per breedte	$n_{opgebogen} = A_{opgeb,s} / d_{opgebogen}$	= -0,01 stuks
benodigde h.o.h. afstand in de breedte	$a_{breedte} = b / n_{opgebogen}$	= n.v.t. mm
maximaal toelaatbare afstand opgebogen wap	$s_{max}$ (kleinste waarde $s_{max}$ en $d_a$ )	= 398 mm
	$d_a = h - c_{trek} - c_{druk} - 2 * d_{bgr} - (d_{gem,trek} + d_{gem,druk}) / 2$	= 398 mm
	$s_{max,500} =$ maximale waarde	= 500 mm
aanwezig opgebogen wapening	$A_{opgebogen,aanw} = 1000 * D_{opgebogen} * n_{opgebogen} / s_{b,opgb}$	= 0 mm <sup>2</sup> /m/b
rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,s,opgeb} = A_{opgebogen,aanw} z f_{yd} / (1/2 y \sqrt{2})$	= 0 kN
rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,s,bgls} = V_{Rd,s} b d 10^{-3}$	= 101,2 kN
rekenwaarde dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,s} =$ totaal van beugels + opgebogen wapening	= 101,2 kN
9.2.2. (8) minimaal 50% van de dwarskracht moet met beugels worden opgenomen		
<b>berekening wringwapening (hier wordt altijd met een 2-snedige beugel gerekend)</b>		
scheurmoment wringing	$T_{Rd,c} = f_{ctd} t_{ef,i} 2 A_k 10^{-6}$	= 25,8 kNm
	$t_{ef,i} = A / u$	= 111,1 mm
	$A = bh$	= 200000 mm <sup>2</sup>
	$u = 2 (b+h)$	= 1800 mm
horizontale beugelmaat (hartmaat)	$b1 = b - 2c_{zijkant} - d_{bg}$	= 320 mm
vertikale beugelmaat (hartmaat)	$h1 = h - c_{trekzijde} - c_{drukzijde} - d_{bg}$	= 420 mm
minimum waarde meewerkende wanddikte		
aan gedrukte zijde	$t_{ef,i,min} = (c_{druk} + d_{bgr} + 0,5d_{gem,druk}) * 2$	= 102,0 mm
aan getrokken zijde	$t_{ef,i,min} = (c_{trek} + d_{bgr} + 0,5d_{gem,trek}) * 2$	= 102,0 mm
aan de zijkanten	$t_{ef,i,min} = (c_{zij} + d_{bgr} + 0,5d_{gem,trek}) * 2$	= 102,0 mm
maatgevende waarde meewerkende breedte		
aan gedrukte zijde	$t_{ef,i,druk}$	= 111,1 mm
aan getrokken zijde	$t_{ef,i,trek}$	= 111,1 mm
aan de zijkanten	$t_{ef,i,zij}$	= 111,1 mm
effectieve hoogte	$z_{1,h} = h1_{eff} = h - 0,5t_{ef,i,druk} - 0,5t_{ef,i,trek}$	= 388,9 mm
effectieve breedte	$z_{1,b} = b1_{eff} = b - t_{ef,i,zij}$	= 288,9 mm
kleinste waarde maatgevende breedte	$t_{ef,i,min}$	= 111,1 mm
	$A_k = b1_{eff} h1_{eff}$	= 112346 mm <sup>2</sup>
	$u_k = 2 (b1_{eff} + h1_{eff})$	= 1356 mm
6.30 grenswaarde wringmoment	$T_{Rd,max} = 2 v f_{ctd} t_{ef,i} A_k \sin\theta \cos\theta$	= 91,9 kNm
	$v = 0,6 (1 - f_{ctd} / 250)$	= 0,55 -
totale langswapening	$A_{s,langs} = T_{Ed} \cot\theta / (2 A_k f_{yd})$	= 694 mm <sup>2</sup>
langswapening per zijvlak (h)	$A_{s,langs} * h1_{eff} / u_k$	= 199 mm <sup>2</sup>
langswapening onder/boven (b)	$A_{s,langs} * b1_{eff} / u_k$	= 148 mm <sup>2</sup>
maximale beugelsafstand	$s_{w,max} = 2 A_{s,bgl} b1 h1 f_{yd} \cot\theta / T_{Ed}$	= 184 mm
<b>berekening wringing en dwarskracht</b>		
aantal beugels per m' tbv wringing	$n_{bglis,TEd} = 1000 / s_{w,max}$	= 5,4 st per m'
aantal beugels per m' tbv dwarskracht	$n_{bglis,VEd} = 1000 / s$	= 3,3 st per m'
totaal aantal beugels per m'	$n_{bglis} = n_{bglis,VEd} + n_{bglis,TEd}$	= 8,7 st per m'
benodigde hart op hart afstand beugels	$s_{bgl} = 1000 / n_{bglis}$	= 114 mm
9.2.2(6) maximaal toelaatbare hoh afstand	$s_{max} = 3/4 d$	= 337 mm
benodigde beugelwapening	$A_{s,w,bglis} = 1000 / s_{bglis} * A_{sw}$	= 686 mm <sup>2</sup>

opmerking:



**berekening hoeveelheid wapening in beton in kg/m<sup>3</sup> voor balken , kolommen, poeren enzovoorts**

werk **woning te Huissen** hoeveelheden: 0,00 m<sup>3</sup> beton  
 werknummer **20600** 0,00 kg staal  
 onderdeel **balken van de fundering** #N/B kg/m<sup>3</sup>

merk	ele- ment	aantal	breedte	hoogte	lengte	m <sup>3</sup> beton	kg staal	m <sup>3</sup> beton	kg staal	kg/m <sup>3</sup>
		stuks	mm	mm	mm	element	element	totaal	totaal	element
balk A	1	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk B	2	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk C	3	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk D	4	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk E	5	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk F	6	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk G	7	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk H	8	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk I	9	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
balk J	10	0	0	500	1000	0,00	1,3	0,00	0,0	#N/B
<b>totalen:</b>		0						0,00	0,00	#N/B



element 1		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	balk A								
aantal	:	0	st							
<b>beton-afmeting</b>		<b>langswapening</b>								
breedte	:	0	mm	aantal	diаметer	lengte	massa	totaal		
hoogte	:	500	mm	stuks	mm	mm	kg/m	kg		
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0		
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	8	0	0,395	0,0		
extra wapening	:	0	kg	0	10	0	0,617	0,0		
<b>standaard beugels</b>										
diameter	:	8	mm	0	10	0	0,617	0,0		
hart op hart	:	300	mm	0	12	0	0,888	0,0		
<b>extra beugels</b>										
diameter	:	8	mm	0	12	0	0,888	0,0		
aantal	:	0	st	0	16	0	1,578	0,0		
<b>betondekking op beugel</b>										
C onder/boven	:	50	mm	0	16	0	1,578	0,0		
C zijkanten	:	35	mm	0	20	0	2,466	0,0		
overlap bgls	:	300	mm	0	20	0	2,466	0,0		
				3	beugels	960	0,395	1,3		
				0	extra beugel:	960	0,395	0,0		
									extra wapening	0,0

element 2		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	balk B								
aantal	:	0	st							
<b>beton-afmeting</b>		<b>langswapening</b>								
breedte	:	0	mm	aantal	diаметer	lengte	massa	totaal		
hoogte	:	500	mm	stuks	mm	mm	kg/m	kg		
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0		
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	8	0	0,395	0,0		
extra wapening	:	0	kg	0	10	0	0,617	0,0		
<b>standaard beugels</b>										
diameter	:	8	mm	0	10	0	0,617	0,0		
hart op hart	:	300	mm	0	12	0	0,888	0,0		
<b>extra beugels</b>										
diameter	:	8	mm	0	12	0	0,888	0,0		
aantal	:	0	st	0	16	0	1,578	0,0		
<b>betondekking op beugel</b>										
C onder/boven	:	50	mm	0	16	0	1,578	0,0		
C zijkanten	:	35	mm	0	20	0	2,466	0,0		
overlap bgls	:	300	mm	0	20	0	2,466	0,0		
				3	beugels	960	0,395	1,3		
				0	extra beugel:	960	0,395	0,0		
									extra wapening	0,0

element 3		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	balk C								
aantal	:	0	st							
<b>beton-afmeting</b>		<b>langswapening</b>								
breedte	:	0	mm	aantal	diаметer	lengte	massa	totaal		
hoogte	:	500	mm	stuks	mm	mm	kg/m	kg		
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0		
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	8	0	0,395	0,0		
extra wapening	:	0	kg	0	10	0	0,617	0,0		
<b>standaard beugels</b>										
diameter	:	8	mm	0	10	0	0,617	0,0		
hart op hart	:	300	mm	0	12	0	0,888	0,0		
<b>extra beugels</b>										
diameter	:	8	mm	0	12	0	0,888	0,0		
aantal	:	0	st	0	16	0	1,578	0,0		
<b>betondekking op beugel</b>										
C onder/boven	:	50	mm	0	16	0	1,578	0,0		
C zijkanten	:	35	mm	0	20	0	2,466	0,0		
overlap bgls	:	300	mm	0	20	0	2,466	0,0		
				3	beugels	960	0,395	1,3		
				0	extra beugel:	960	0,395	0,0		
									extra wapening	0,0



element 4		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>		
merk	:	balk D										
aantal	:	0 st										
<b>beton-afmeting</b>												
breedte	:	0	mm									
hoogte	:	500	mm									
lengte	:	1000	mm									
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>									
extra wapening	:	0	kg									
<b>standaard beugels</b>												
diameter	:	8	mm									
hart op hart	:	300	mm									
<b>extra beugels</b>												
diameter	:	8	mm									
aantal	:	0	st									
<b>betondekking op beugel</b>												
C onder/boven	:	50	mm									
C zijkanen	:	35	mm									
overlap bgls	:	300	mm									
<b>langswapening</b>												
		aantal	diameter	lengte	massa	totaal						
		stuks	mm	mm	kg/m	kg						
		0	8	0	0,395	0,0						
		0	8	0	0,395	0,0						
		0	10	0	0,617	0,0						
		0	10	0	0,617	0,0						
		0	12	0	0,888	0,0						
		0	12	0	0,888	0,0						
		0	16	0	1,578	0,0						
		0	16	0	1,578	0,0						
		0	20	0	2,466	0,0						
		0	20	0	2,466	0,0						
		3	beugels	960	0,395	1,3						
		0	extra beugel:	960	0,395	0,0						
											extra wapening	0,0

element 5		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>		
merk	:	balk E										
aantal	:	0 st										
<b>beton-afmeting</b>												
breedte	:	0	mm									
hoogte	:	500	mm									
lengte	:	1000	mm									
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>									
extra wapening	:	0	kg									
<b>standaard beugels</b>												
diameter	:	8	mm									
hart op hart	:	300	mm									
<b>extra beugels</b>												
diameter	:	8	mm									
aantal	:	0	st									
<b>betondekking op beugel</b>												
C onder/boven	:	50	mm									
C zijkanen	:	35	mm									
overlap bgls	:	300	mm									
<b>langswapening</b>												
		aantal	diameter	lengte	massa	totaal						
		stuks	mm	mm	kg/m	kg						
		0	8	0	0,395	0,0						
		0	8	0	0,395	0,0						
		0	10	0	0,617	0,0						
		0	10	0	0,617	0,0						
		0	12	0	0,888	0,0						
		0	12	0	0,888	0,0						
		0	16	0	1,578	0,0						
		0	16	0	1,578	0,0						
		0	20	0	2,466	0,0						
		0	20	0	2,466	0,0						
		3	beugels	960	0,395	1,3						
		0	extra beugel:	960	0,395	0,0						
											extra wapening	0,0

element 6		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>		
merk	:	balk F										
aantal	:	0 st										
<b>beton-afmeting</b>												
breedte	:	0	mm									
hoogte	:	500	mm									
lengte	:	1000	mm									
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>									
extra wapening	:	0	kg									
<b>standaard beugels</b>												
diameter	:	8	mm									
hart op hart	:	300	mm									
<b>extra beugels</b>												
diameter	:	8	mm									
aantal	:	0	st									
<b>betondekking op beugel</b>												
C onder/boven	:	50	mm									
C zijkanen	:	35	mm									
overlap bgls	:	300	mm									
<b>langswapening</b>												
		aantal	diameter	lengte	massa	totaal						
		stuks	mm	mm	kg/m	kg						
		0	8	0	0,395	0,0						
		0	8	0	0,395	0,0						
		0	10	0	0,617	0,0						
		0	10	0	0,617	0,0						
		0	12	0	0,888	0,0						
		0	12	0	0,888	0,0						
		0	16	0	1,578	0,0						
		0	16	0	1,578	0,0						
		0	20	0	2,466	0,0						
		0	20	0	2,466	0,0						
		3	beugels	960	0,395	1,3						
		0	extra beugel:	960	0,395	0,0						
											extra wapening	0,0





element 7		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	balk G								
aantal	:	0	st							
<b>beton-afmeting</b>		<b>langswapening</b>								
breedte	:	0	mm	aantal		diameter	lengte	massa	totaal	
hoogte	:	500	mm	stuks	mm	mm	kg/m	kg		
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0		
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	8	0	0,395	0,0		
extra wapening	:	0	kg	0	10	0	0,617	0,0		
<b>standaard beugels</b>				0	10	0	0,617	0,0		
diameter	:	8	mm	0	12	0	0,888	0,0		
hart op hart	:	300	mm	0	12	0	0,888	0,0		
<b>extra beugels</b>				0	16	0	1,578	0,0		
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0		
aantal	:	0	st	0	20	0	2,466	0,0		
<b>betondekking op beugel</b>				0	20	0	2,466	0,0		
C onder/boven	:	50	mm	3	beugels	960	0,395	1,3		
C zijkanen	:	35	mm	0	extra beugel:	960	0,395	0,0		
overlap bgls	:	300	mm					extra wapening	0,0	

element 8		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	balk H								
aantal	:	0	st							
<b>beton-afmeting</b>		<b>langswapening</b>								
breedte	:	0	mm	aantal		diameter	lengte	massa	totaal	
hoogte	:	500	mm	stuks	mm	mm	kg/m	kg		
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0		
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	8	0	0,395	0,0		
extra wapening	:	0	kg	0	10	0	0,617	0,0		
<b>standaard beugels</b>				0	10	0	0,617	0,0		
diameter	:	8	mm	0	12	0	0,888	0,0		
hart op hart	:	300	mm	0	12	0	0,888	0,0		
<b>extra beugels</b>				0	16	0	1,578	0,0		
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0		
aantal	:	0	st	0	20	0	2,466	0,0		
<b>betondekking op beugel</b>				0	20	0	2,466	0,0		
C onder/boven	:	50	mm	3	beugels	960	0,395	1,3		
C zijkanen	:	35	mm	0	extra beugel:	960	0,395	0,0		
overlap bgls	:	300	mm					extra wapening	0,0	

element 9		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	balk I								
aantal	:	0	st							
<b>beton-afmeting</b>		<b>langswapening</b>								
breedte	:	0	mm	aantal		diameter	lengte	massa	totaal	
hoogte	:	500	mm	stuks	mm	mm	kg/m	kg		
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0		
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	8	0	0,395	0,0		
extra wapening	:	0	kg	0	10	0	0,617	0,0		
<b>standaard beugels</b>				0	10	0	0,617	0,0		
diameter	:	8	mm	0	12	0	0,888	0,0		
hart op hart	:	300	mm	0	12	0	0,888	0,0		
<b>extra beugels</b>				0	16	0	1,578	0,0		
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0		
aantal	:	0	st	0	20	0	2,466	0,0		
<b>betondekking op beugel</b>				0	20	0	2,466	0,0		
C onder/boven	:	50	mm	3	beugels	960	0,395	1,3		
C zijkanen	:	35	mm	0	extra beugel:	960	0,395	0,0		
overlap bgls	:	300	mm					extra wapening	0,0	



element 10		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	1,3	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	balk J								
aantal	:	0 st								
<b>beton-afmeting</b>		<b>langswapening</b>								
breedte	:	0	mm		aantal	diameter	lengte	massa	totaal	
hoogte	:	500	mm		stuks	mm	mm	kg/m	kg	
lengte	:	1000	mm		0	8	0	0,395	0,0	
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>		0	8	0	0,395	0,0	
extra wapening	:	0	kg		0	10	0	0,617	0,0	
<b>standaard beugels</b>										
diameter	:	8	mm		0	10	0	0,617	0,0	
hart op hart	:	300	mm		0	16	0	1,578	0,0	
<b>extra beugels</b>										
diameter	:	8	mm		0	12	0	0,888	0,0	
aantal	:	0	st		0	16	0	1,578	0,0	
<b>betondekking op beugel</b>										
	:	0			0	20	0	2,466	0,0	
C onder/boven	:	50	mm		3	beugels	960	0,395	1,3	
C zijkanen	:	35	mm		0	extra beugel:	960	0,395	0,0	
overlap bgls	:	300	mm					extra wapening	0,0	

opmerking:



### berekening hoeveelheid wapening in kg/m<sup>3</sup> voor vloeren,wanden, bordessen enzovoorts

werk **woningen te Druten** hoeveelheden: 0,00 m<sup>3</sup> beton  
 werknummer **20600** 0,0 kg staal  
 onderdeel **wanden en vloeren** #N/B kg/m<sup>3</sup>

merk	ele- ment	aantal stuks	lengte mm	breedte mm	dikte mm	m <sup>3</sup> beton	kg staal	m <sup>3</sup> beton	kg staal	kg/m <sup>3</sup>
						element	element	totaal	totaal	element
wand A	1	0	1000	1000	0	0,00	18,2	0,00	0,0	#N/B
wand B	2	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand C	3	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand D	4	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand E	5	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand F	6	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand G	7	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand H	8	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand I	9	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
wand J	10	0	1000	1000	0	0,00	17,2	0,00	0,0	#N/B
<b>totalen:</b>		0						0,00	0,00	#N/B



element 1		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	18,2	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>										
merk	:	wand A	<b>extra wapening</b>																	
aantal	:	0	st	<table border="1"> <thead> <tr> <th>aantal</th> <th>diameter</th> <th>lengte</th> <th>massa</th> <th>totaal</th> </tr> <tr> <th>stuks</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>kg/m</th> <th>kg</th> </tr> </thead> </table>							aantal	diameter	lengte	massa	totaal	stuks	mm	mm	kg/m	kg
aantal	diameter	lengte	massa	totaal																
stuks	mm	mm	kg/m	kg																
<b>beton-afmeting</b>																				
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
breedte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
dikte	:	0	mm	0	10	0	0,617	0,0												
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	10	0	0,617	0,0												
extra wapening	:	0	kg	0	12	0	0,888	0,0												
<b>standaard haarspelden rondom</b>																				
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0												
hart op hart	:	250	mm	0	16	0	1,578	0,0												
lengte	:	1000	mm	0	20	0	2,466	0,0												
<b>basiswapening</b>																				
		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor															
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
						16 haarspelden	1000	0,395	6,3											
										extra wapening 0,0										

element 2		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	17,2	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>										
merk	:	wand B	<b>extra wapening</b>																	
aantal	:	0	st	<table border="1"> <thead> <tr> <th>aantal</th> <th>diameter</th> <th>lengte</th> <th>massa</th> <th>totaal</th> </tr> <tr> <th>stuks</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>kg/m</th> <th>kg</th> </tr> </thead> </table>							aantal	diameter	lengte	massa	totaal	stuks	mm	mm	kg/m	kg
aantal	diameter	lengte	massa	totaal																
stuks	mm	mm	kg/m	kg																
<b>beton-afmeting</b>																				
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
breedte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
dikte	:	0	mm	0	10	0	0,617	0,0												
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	10	0	0,617	0,0												
extra wapening	:	0	kg	0	12	0	0,888	0,0												
<b>standaard haarspelden rondom</b>																				
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0												
hart op hart	:	300	mm	0	16	0	1,578	0,0												
lengte	:	1000	mm	0	20	0	2,466	0,0												
<b>basiswapening</b>																				
		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor															
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
						13 haarspelden	1000	0,395	5,3											
										extra wapening 0,0										

element 3		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	17,2	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>										
merk	:	wand C	<b>extra wapening</b>																	
aantal	:	0	st	<table border="1"> <thead> <tr> <th>aantal</th> <th>diameter</th> <th>lengte</th> <th>massa</th> <th>totaal</th> </tr> <tr> <th>stuks</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>kg/m</th> <th>kg</th> </tr> </thead> </table>							aantal	diameter	lengte	massa	totaal	stuks	mm	mm	kg/m	kg
aantal	diameter	lengte	massa	totaal																
stuks	mm	mm	kg/m	kg																
<b>beton-afmeting</b>																				
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
breedte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
dikte	:	0	mm	0	10	0	0,617	0,0												
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	10	0	0,617	0,0												
extra wapening	:	0	kg	0	12	0	0,888	0,0												
<b>standaard haarspelden rondom</b>																				
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0												
hart op hart	:	300	mm	0	16	0	1,578	0,0												
lengte	:	1000	mm	0	20	0	2,466	0,0												
<b>basiswapening</b>																				
		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor															
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
						13 haarspelden	1000	0,395	5,3											
										extra wapening 0,0										



element 4		beton		0	m <sup>3</sup>		staal		17,2	kg		----->		#N/B	kg/m <sup>3</sup>		
merk	:	wand D															
aantal	:	0		st		extra wapening											
<b>beton-afmeting</b>		aantal	diameter	lengte	massa	totaal											
		stuks	mm	mm	kg/m	kg											
lengte	:	1000	mm	0	0,395	0,0											
breedte	:	1000	mm	0	0,395	0,0											
dikte	:	0	mm	0	0,617	0,0											
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	0,617	0,0											
extra wapening	:	0	kg	0	0,888	0,0											
<b>standaard haarspelden rondom</b>		0	12	0	0,888	0,0											
diameter	:	8	mm	0	1,578	0,0											
hart op hart	:	300	mm	0	1,578	0,0											
lengte	:	1000	mm	0	2,466	0,0											
<b>basiswapening</b>		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor	0	20	0	2,466	0,0							
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:		1000	2,631	2,8							
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:		1000	2,631	3,1							
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:		1000	2,631	2,8							
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:		1000	2,631	3,1							
				13	haarspelden	1000	0,395	5,3									
						extra wapening		0,0									

element 5		beton		0	m <sup>3</sup>		staal		17,2	kg		----->		#N/B	kg/m <sup>3</sup>		
merk	:	wand E															
aantal	:	0		st		extra wapening											
<b>beton-afmeting</b>		aantal	diameter	lengte	massa	totaal											
		stuks	mm	mm	kg/m	kg											
lengte	:	1000	mm	0	0,395	0,0											
breedte	:	1000	mm	0	0,395	0,0											
dikte	:	0	mm	0	0,617	0,0											
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	0,617	0,0											
extra wapening	:	0	kg	0	0,888	0,0											
<b>standaard haarspelden rondom</b>		0	12	0	0,888	0,0											
diameter	:	8	mm	0	1,578	0,0											
hart op hart	:	300	mm	0	1,578	0,0											
lengte	:	1000	mm	0	2,466	0,0											
<b>basiswapening</b>		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor	0	20	0	2,466	0,0							
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:		1000	2,631	2,8							
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:		1000	2,631	3,1							
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:		1000	2,631	2,8							
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:		1000	2,631	3,1							
				13	haarspelden	1000	0,395	5,3									
						extra wapening		0,0									

element 6		beton		0	m <sup>3</sup>		staal		17,2	kg		----->		#N/B	kg/m <sup>3</sup>		
merk	:	wand F															
aantal	:	0		st		extra wapening											
<b>beton-afmeting</b>		aantal	diameter	lengte	massa	totaal											
		stuks	mm	mm	kg/m	kg											
lengte	:	1000	mm	0	0,395	0,0											
breedte	:	1000	mm	0	0,395	0,0											
dikte	:	0	mm	0	0,617	0,0											
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	0,617	0,0											
extra wapening	:	0	kg	0	0,888	0,0											
<b>standaard haarspelden rondom</b>		0	12	0	0,888	0,0											
diameter	:	8	mm	0	1,578	0,0											
hart op hart	:	300	mm	0	1,578	0,0											
lengte	:	1000	mm	0	2,466	0,0											
<b>basiswapening</b>		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor	0	20	0	2,466	0,0							
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:		1000	2,631	2,8							
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:		1000	2,631	3,1							
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:		1000	2,631	2,8							
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:		1000	2,631	3,1							
				13	haarspelden	1000	0,395	5,3									
						extra wapening		0,0									



element 7		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	17,2	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>										
merk	:	wand G		<b>extra wapening</b>																
aantal	:	0	st	<table border="1"> <thead> <tr> <th>aantal</th> <th>diameter</th> <th>lengte</th> <th>massa</th> <th>totaal</th> </tr> <tr> <th>stuks</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>kg/m</th> <th>kg</th> </tr> </thead> </table>							aantal	diameter	lengte	massa	totaal	stuks	mm	mm	kg/m	kg
aantal	diameter	lengte	massa	totaal																
stuks	mm	mm	kg/m	kg																
<b>beton-afmeting</b>																				
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
breedte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
dikte	:	0	mm	0	10	0	0,617	0,0												
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	10	0	0,617	0,0												
extra wapening	:	0	kg	0	12	0	0,888	0,0												
<b>standaard haarspelden rondom</b>																				
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0												
hart op hart	:	300	mm	0	16	0	1,578	0,0												
lengte	:	1000	mm	0	20	0	2,466	0,0												
<b>basiswapening</b>																				
		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor															
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
						13 haarspelden	1000	0,395	5,3											
										extra wapening 0,0										

element 8		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	17,2	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>										
merk	:	wand H		<b>extra wapening</b>																
aantal	:	0	st	<table border="1"> <thead> <tr> <th>aantal</th> <th>diameter</th> <th>lengte</th> <th>massa</th> <th>totaal</th> </tr> <tr> <th>stuks</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>kg/m</th> <th>kg</th> </tr> </thead> </table>							aantal	diameter	lengte	massa	totaal	stuks	mm	mm	kg/m	kg
aantal	diameter	lengte	massa	totaal																
stuks	mm	mm	kg/m	kg																
<b>beton-afmeting</b>																				
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
breedte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
dikte	:	0	mm	0	10	0	0,617	0,0												
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	10	0	0,617	0,0												
extra wapening	:	0	kg	0	12	0	0,888	0,0												
<b>standaard haarspelden rondom</b>																				
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0												
hart op hart	:	300	mm	0	16	0	1,578	0,0												
lengte	:	1000	mm	0	20	0	2,466	0,0												
<b>basiswapening</b>																				
		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor															
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
						13 haarspelden	1000	0,395	5,3											
										extra wapening 0,0										

element 9		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	17,2	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>										
merk	:	wand I		<b>extra wapening</b>																
aantal	:	0	st	<table border="1"> <thead> <tr> <th>aantal</th> <th>diameter</th> <th>lengte</th> <th>massa</th> <th>totaal</th> </tr> <tr> <th>stuks</th> <th>mm</th> <th>mm</th> <th>kg/m</th> <th>kg</th> </tr> </thead> </table>							aantal	diameter	lengte	massa	totaal	stuks	mm	mm	kg/m	kg
aantal	diameter	lengte	massa	totaal																
stuks	mm	mm	kg/m	kg																
<b>beton-afmeting</b>																				
lengte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
breedte	:	1000	mm	0	8	0	0,395	0,0												
dikte	:	0	mm	0	10	0	0,617	0,0												
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>	0	10	0	0,617	0,0												
extra wapening	:	0	kg	0	12	0	0,888	0,0												
<b>standaard haarspelden rondom</b>																				
diameter	:	8	mm	0	16	0	1,578	0,0												
hart op hart	:	300	mm	0	16	0	1,578	0,0												
lengte	:	1000	mm	0	20	0	2,466	0,0												
<b>basiswapening</b>																				
		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor															
onderin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
onderin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07	lengte staven:	1000	2,631	2,8											
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19	lengte staven:	1000	2,631	3,1											
						13 haarspelden	1000	0,395	5,3											
										extra wapening 0,0										

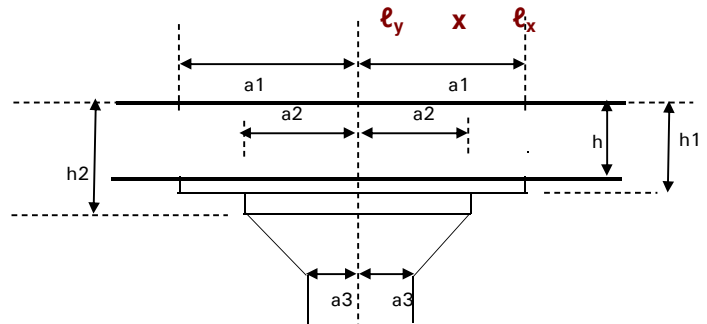


element 10		beton	0	m <sup>3</sup>	staal	17,2	kg	----->	#N/B	kg/m <sup>3</sup>
merk	:	wand J			<b>extra wapening</b>					
aantal	:	0	st		aantal	diameter	lengte	massa	totaal	
<b>beton-afmeting</b>					stuks	mm	mm	kg/m	kg	
lengte	:	1000	mm		0	8	0	0,395	0,0	
breedte	:	1000	mm		0	8	0	0,395	0,0	
dikte	:	0	mm		0	10	0	0,617	0,0	
extra beton	:	0	m <sup>3</sup>		0	10	0	0,617	0,0	
extra wapening	:	0	kg		0	12	0	0,888	0,0	
<b>standaard haarspelden rondom</b>					0	12	0	0,888	0,0	
diameter	:	8	mm		0	16	0	1,578	0,0	
hart op hart	:	300	mm		0	16	0	1,578	0,0	
lengte	:	1000	mm		0	20	0	2,466	0,0	
<b>basiswapening</b>		diameter	h.o.h	mm <sup>2</sup>	factor			0	20	0
onderin lengterichting		8	150	335	1,07		lengte staven:	1000	2,631	2,8
onderin breedterichting		8	150	335	1,19		lengte staven:	1000	2,631	3,1
bovenin lengterichting		8	150	335	1,07		lengte staven:	1000	2,631	2,8
bovenin breedterichting		8	150	335	1,19		lengte staven:	1000	2,631	3,1
						13	haarspelden	1000	0,395	5,3
									extra wapening	0,0

opmerking:

**puntvormig ondersteunde betonplaat volgens EC2****alle randen zwevend tabel 26**alle wapening in mm<sup>2</sup> / m' berekend m.b.v. tabellen uit de VBC art. 7.5.3**6000 x 4000**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **1 begane grondvloer**

**algemeen**

betonklasse  
 staalsoort  
 te hanteren norm  
 veiligheidsklasse  
 milieuklasse onder  
 milieuklasse boven  
 vloerdikte  
 plaatdikte  
 kolomkop

**C20/25**  
**B 500**  
**EC nieuwbouw**  
**CC1**  
**XC,F**  
**XC,F**  
 h = **230** mm  
 h1 = **230** mm  
 h2 = **230** mm

overspanning l = **6000** **4000** mm  
 plaatafmeting 2 \* a1 = **300** **300** mm  
 kopafmeting 2 \* a2 = **300** **300** mm  
 kolomafmeting 2 \* a3 = **300** **300** mm

inklemningsstraal r1 = 150 150 mm  
 r2 = 150 150 mm  
 factor α 1 = 1,00 1,00 -  
 α 2 = 0,00 0,00 -  
 factor ψ 1 = 1,00 1,00 -  
 ψ 2 = 1,00 1,00 -  
 toeslagmoment Δ M = 0,0 0,0 kNm

voorwaarden om tabellen toe te mogen passen

maximale overspanningen naastgelegen velden

$$l_{y,max} = 6000 / 0,8 = 7500 \text{ mm}$$

$$l_{x,max} = 4000 / 0,8 = 5000 \text{ mm}$$

afmeting halve kolomplaat a1 = **150** **150** mm  
 afmeting halve kolomkop a2 = **150** **150** mm  
 afmeting halve kolom a3 = **150** **150** mm

in de richting van de wapening:

$$1/2 \text{ kolomstrookbreedte} = 1000 \quad 1500 \text{ mm}$$

$$\text{veldstrookbreedte} = 2000 \quad 3000 \text{ mm}$$

$$\text{wapeningbaanbreedte } s = 1095 \quad 1095 \text{ mm}$$

$$\text{lengte bovenwapening} = 1800 \quad 1200 \text{ mm}$$

**belastingen**

G<sub>k</sub> eg vloer 0,23 **25** = 5,75 kN/m<sup>2</sup>  
 rustende belasting = **1,00** kN/m<sup>2</sup>  
 totaal Σ 6,75 kN/m<sup>2</sup>  
 W<sub>k,min</sub> minimum waterdruk = **0,00** kN/m<sup>2</sup>  
 W<sub>k,max</sub> maximum waterdruk = **0,00** kN/m<sup>2</sup>  
 Q<sub>k</sub> veranderlijke belasting = **5,00** kN/m<sup>2</sup>  
 P<sub>k</sub> Σ 11,75 kN/m<sup>2</sup>  
 momentaanfactor veranderlijke belasting ψ<sub>c</sub> **0,4** -  
 factor quasi-permanente belasting ψ<sub>s</sub> **0,3** -

elastingfactoren 6.10.a γ<sub>f,g1</sub> = 1,22 γ<sub>f,q1</sub> = 1,35  
 6.10.b γ<sub>f,g2</sub> = 1,08 γ<sub>f,q1</sub> = 1,35

kubusdruksterkte f<sub>ck</sub> = 25 N/mm<sup>2</sup>  
 cilinderdruksterkte f<sub>ck</sub> = 20 N/mm<sup>2</sup>  
 rekenwaarde betondruksterkte f<sub>cd</sub> = 13,3 N/mm<sup>2</sup>  
 staaltrekspanning f<sub>yk</sub> = 500 N/mm<sup>2</sup>  
 staaltrekspanning f<sub>yd</sub> = 435 N/mm<sup>2</sup>  
 belasting op middenkolom p<sub>Ed</sub> · l<sub>x</sub> · l<sub>y</sub> = 337 kN

**wapening**

betondekkingen buitenste wapening  
 onderin = **30** mm  
 bovenin = **30** mm  
 ligging wapening in Y-richting  
 laag van onder = **1** e  
 laag van boven = **1** e

wapeningspercentages

$$c_{onder,min} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{boven,min} = 30 \text{ mm}$$

$$\omega_{min} = 0,13 \%$$

$$\omega_{max} = 1,03 \%$$

$$A_{min} = \mathbf{299} \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$M_{d1} = 135 \text{ kNm}$$

de wapening is aan de onderzijde  
 de wapening is aan de bovenzijde

**wel controleerbaar**  
**niet controleerbaar**

basis wapening	diameter	hart op hart	d	A <sub>basis</sub>	dekking
veldwapening x-richting	<b>10</b> mm	<b>150</b>	185	524	40
veldwapening y-richting	<b>10</b> mm	<b>150</b>	195	524	30
steunpuntwapening x-richting	<b>10</b> mm	<b>150</b>	185	524	40
steunpuntwapening y-richting	<b>10</b> mm	<b>150</b>	195	524	30



onderdeel 1 begane grondvloer  
soort veld alle randen zwevend tabel 26

**rekenwaarde gelijkmatige belasting**

6.10.a =	0,9	0	+	1,22	6,75	+	1,35	2,00	=	10,94	kN/m <sup>2</sup>
6.10.b =	0,9	0	+	1,08	6,75	+	1,35	5,00	=	14,04	kN/m <sup>2</sup>
6.10.a =	1,22	0	+	0,9	6,75				=	6,08	kN/m <sup>2</sup>

**karakteristieke waarden gelijkmatige belasting**

6.10.a =	0,9 W <sub>min</sub> + γ <sub>f,q1</sub> G + γ <sub>f,q1</sub> Q <sub>mom</sub>	p <sub>k</sub> =	0,00	+	6,75	+	2,00	=	8,75
6.10.b =	0,9 W <sub>min</sub> + γ <sub>f,q2</sub> G + γ <sub>f,q2</sub> Q <sub>extr</sub>	p <sub>k</sub> =	0,00	+	6,75	+	5,00	=	11,75
6.10.a =	γ <sub>f,q1</sub> W <sub>max</sub> + 0,9 G	p <sub>k</sub> =	0,00		6,75			=	6,75
p <sub>k</sub> =	11,75 kN/m <sup>2</sup>	p <sub>Ed</sub> =	14,04 kN/m <sup>2</sup>	p <sub>k</sub> / p <sub>Ed</sub> =	11,75	/	14,04	=	0,84

**quasi-permanente belasting**

W <sub>min</sub> + G <sub>k</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k1</sub>	=	0,00	+	6,75	+	0,30	5,00	=	8,25	kN/m <sup>2</sup>
W <sub>max</sub> + G <sub>k</sub>	=	0,00	+	6,75				=	6,75	kN/m <sup>2</sup>

**verhouding tussen quasi-permanent en UGT**

6.10.a =	0,9 W <sub>min</sub> + γ <sub>f,q1</sub> G + γ <sub>f,q1</sub> Q <sub>mom</sub>	p <sub>k</sub> / p <sub>Ed</sub> =	8,25	/	10,94	=	0,75
6.10.b =	0,9 W <sub>min</sub> + γ <sub>f,q2</sub> G + γ <sub>f,q2</sub> Q <sub>extr</sub>	p <sub>k</sub> / p <sub>Ed</sub> =	8,25	/	14,04	=	0,59 maatgevende waarde
6.10.a =	γ <sub>f,q1</sub> W <sub>max</sub> + 0,9 G	p <sub>k</sub> / p <sub>Ed</sub> =	6,75	/	6,08	=	1,11 p <sub>k</sub> / p <sub>Ed</sub> = 0,59

**scheurwijdte zonder berekening**

toelaatbare waarden diameter of hart op hartafstand bij scheurwijdte zonder berekening met verschillende staalspar factor = 0,50  
staalspanning bij A<sub>aanwezig</sub> = A<sub>benodigd</sub> (= 100%)

σ <sub>s</sub> =	0,59	435	=	256	σ <sub>s</sub> =	256	243	232	222	213	mm
				toelaatbare diameter		7,3	7,9	8,9	10,0	11,1	mm
				toelaatbare h.o.h.- afstand		91	98	105	111	117	mm

**diverse factoren in y-richting**

inklemingsstraal	r <sub>1y</sub> =	r <sub>2y</sub>	+	α1	-	1	α2	11	
	r <sub>1y</sub> =	150	+	α1	+ 5,4	α2			
				1,00	-	1	0,00	6000	= 150
				1,00	+ 5,4	0,00			
	niet groter dan 0,16 l1	0,16		6000	=	960	dus	r <sub>1y</sub> =	150 mm

	r <sub>2y</sub> =	a2 - 0,5 h2	=	150	-0,5	230	=	35	mm
		niet kleiner dan a3 =		150			dus r <sub>2y</sub> =	150	mm

verhouding	α 1 = (h1 / h) <sup>3</sup> =	230	/	230	) <sup>3</sup>	=	1,00	-
	α 2 = (a1-r2)/l1 =	150	-	150	) /	6000	=	0,00

midden en randvelden	ψ1 = (1 - 4 $\frac{r1}{l1}$ ) <sup>2</sup> =	(1 - 4 $\frac{150}{6000}$ ) <sup>2</sup>	=	0,93	-
----------------------	--	--	---	------	---

rand- en hoekvelden	ψ1 = (1 - 2 $\frac{r1}{l1}$ ) <sup>2</sup> =	(1 - 2 $\frac{150}{6000}$ ) <sup>2</sup>	=	0,97	-
			ψ1 =	0,93	

midden en randvelden	ψ2 = (1 - 4 $\frac{r2}{l1}$ ) <sup>2</sup> =	(1 - 4 $\frac{150}{6000}$ ) <sup>2</sup>	=	0,93	-
----------------------	--	--	---	------	---

rand- en hoekvelden	ψ2 = (1 - 2 $\frac{r2}{l1}$ ) <sup>2</sup> =	(1 - 2 $\frac{150}{6000}$ ) <sup>2</sup>	=	0,97	-
			ψ2 =	0,93	

**toeslagmoment**

$$\Delta M_V = \frac{1}{4} p_d l_1^2 (\psi_2 - \psi_1) = \frac{1}{4} \cdot 14,04 \cdot 6^2 (0,93 - 0,93) = 0,00 \text{ kNm}$$

**wapeningbaanbreedte**

vlakke plaatvloeren	s =	b2	+ 1,5	b1	+ 1,5	h	=	1095	mm
	s =	300	+ 1,5	300	+ 1,5	230	=	1095	mm

met kolomplaten	s =	2	r2x	+ 3	r2y	+ 1,5	h1	=	1095	mm
	s =	2	150	+ 3	150	+ 1,5	230	=	1095	mm
							de maatgevende waarde voor de wapeningbaan s <sub>y</sub>	=	1095	mm

**diverse factoren in x-richting**

inklemmingsstraal	$r_{1x} = r_2 + \frac{\alpha_1 - 1}{\alpha_1 + 5,4} \alpha_2 l_1$													
	$r_{1x} = 150 + \frac{1,00 - 1}{1,00 + 5,4} 0,00 \cdot 4000 = 150$	niet groter dan $0,16 l_1$	0,16	4000	=	640	dus	$r_{1x} = 150$	mm					
	$r_2 = a_2 - 0,5 h_2 = 150 - 0,5 \cdot 230 = 35$	niet kleiner dan $a_3$	=	150				dus $r_{2x} = 150$	mm					
verhouding	$\alpha_1 = (h_1 / h)^3 = 230 / 150 = 1,53$			230	/	230	) <sup>3</sup>	=	1,00					
	$\alpha_2 = (a_1 - r_2) / l_1 = (150 - 35) / 4000 = 0,028$			150	-	150	) /	=	0,00					
midden en randvelden	$\psi_1 = (1 - 4 \frac{r_1}{l_1})^2 = (1 - 4 \frac{150}{4000})^2 = 0,90$							=	0,90					
rand- en hoekvelden	$\psi_1 = (1 - 2 \frac{r_1}{l_1})^2 = (1 - 2 \frac{150}{4000})^2 = 0,95$							=	0,95					
								$\psi_1 = 0,90$						
midden en randvelden	$\psi_2 = (1 - 4 \frac{r_2}{l_1})^2 = (1 - 4 \frac{150}{4000})^2 = 0,90$							=	0,90					
rand- en hoekvelden	$\psi_2 = (1 - 2 \frac{r_2}{l_1})^2 = (1 - 2 \frac{150}{4000})^2 = 0,95$							=	0,95					
								$\psi_2 = 0,90$						
toeslagmoment	$\Delta M_x = \frac{1}{4} p_d l_1^2 (\psi_2 - \psi_1) = \frac{1}{4} \cdot 14,04 \cdot 4^2 (0,90 - 0,90) = 0,00$			14,04		4	2	(	0,90	-	0,90	) =	0,00	kNm
vlakke plaatvloeren	$s = b_2 + 1,5 b_1 + 1,5 h = 300 + 1,5 \cdot 300 + 1,5 \cdot 230 = 1095$							=	1095	mm				
met kolomplaten	$s = 2 r_{2y} + 3 r_{2x} + 1,5 h_1 = 2 \cdot 150 + 3 \cdot 150 + 1,5 \cdot 230 = 1095$							=	1095	mm				
								de maatgevende waarde voor de wapeningsbaan $s_x$	=	1095	mm			

onderdeel  
soort veld

1 begane grondvloer

alle randen zwevend tabel 26

**wapening in y-richting**momenten  $M_{Ed} = C \cdot 0,001 p_{Ed} l_x^2$ 

1 begane grondvloer

$0,001 \cdot p_{Ed} \cdot l_x^2$	$C$	$\psi \cdot M_{Ed}$	$\Delta M$	$M_{totaal}$	$d$	$A_{tot}$	$A_{bij}$	$d_{max}$	$s_{max}$	
$L_y / L_x$		kNm / m'	kNm / m'	kNm / m'	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	
kolomstrook	Ma =	119,0	26,7	0,0	26,7	195	324	0	16,0	150
	Mb =	302,0	67,8		67,8	195	865	341	7,3	91
	Mc =	119,0	26,7	0,0	26,7	195	324	0	16,0	150
middenstrook	Md =	38,0	8,5		8,5	195	127	0	16,0	150
	Me =	271,0	60,9		60,9	195	769	246	7,3	91
	Mf =	38,0	8,5		8,5	195	127	0	16,0	150
kolomstrook	Mg =	119,0	26,7	0,0	26,7	195	324	0	16,0	150
	Mh =	302,0	67,8		67,8	195	865	341	7,3	91
	Mi =	119,0	26,7	0,0	26,7	195	324	0	16,0	150
kolomstrook	Ma =				35,6	195	436	0	11,2	118
	t.p.v. de plaatrand =		35,6	1,0	35,6	195	436	0	11,2	118
	naast wapeningbaan s =				16,0	195	240	0	16,0	150
kolomstrook	Mc =				35,6	195	436	0	11,2	118
	t.p.v. de plaatrand =		35,6	1,0	35,6	195	436	0	11,2	118
	naast wapeningbaan s =				16,0	195	240	0	16,0	150
kolomstrook	Mg =				35,6	195	436	0	11,2	118
	t.p.v. de plaatrand =		35,6	1,0	35,6	195	436	0	11,2	118
	naast wapeningbaan s =				16,0	195	240	0	16,0	150
kolomstrook	Mi =				35,6	195	436	0	11,2	118
	t.p.v. de plaatrand =		35,6	1,0	35,6	195	436	0	11,2	118
	naast wapeningbaan s =				16,0	195	240	0	16,0	150



## wapening in x-richting

momenten  $M_d = C * 0,001 p_d l_x^2$

$0,001 * p_{Ed} * l_x^2$	=	0,225	kNm	$\psi * M_{Ed}$	$\Delta M$	$M_{\text{totaal}}$	d	$A_{\text{tot}}$	$A_{\text{bij}}$	$d_{\text{max}}$	$s_{\text{max}}$
$L_y / L_x$	=	1,50	C	kNm / m'	kNm / m'	kNm / m'	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm
kolomstrook	M1 =	105,5	23,7	0,0	23,7	185	303	0	12,5	117	
	M2 =	181,0	40,7		40,7	185	531	8	5,6	71	
	M3 =	105,5	23,7	0,0	23,7	185	303	0	12,5	117	
middenstrook	M4 =	27,5	6,2		6,2	185	97	0	12,5	117	
	M5 =	97,5	21,9		21,9	185	279	0	12,5	117	
	M6 =	27,5	6,2		6,2	185	97	0	12,5	117	
kolomstrook	M7 =	105,5	23,7	0,0	23,7	185	303	0	12,5	117	
	M8 =	181,0	40,7		40,7	185	531	8	5,6	71	
	M9 =	105,5	23,7	0,0	23,7	185	303	0	12,5	117	

$\psi * M_{Ed}$	red.	$M_{\text{totaal}}$	WAPENINGSBAAN $s_y =$	1095	mm
-----------------	------	---------------------	-----------------------	------	----

kolomstrook	M1 =			40,2	185	525	1	5,6	71
	t.p.v. de plaatrand =	40,2	1,0	40,2	185	525	1	5,6	71
	naast wapeningbaan s =			14,2	185	225	0	12,5	117
kolomstrook	M3 =			40,2	185	525	1	5,6	71
	t.p.v. de plaatrand =	40,2	1,0	40,2	185	525	1	5,6	71
	naast wapeningbaan s =			14,2	185	225	0	12,5	117
kolomstrook	M7 =			40,2	185	525	1	5,6	71
	t.p.v. de plaatrand =	40,2	1,0	40,2	185	525	1	5,6	71
	naast wapeningbaan s =			14,2	185	225	0	12,5	117
kolomstrook	M9 =			40,2	185	525	1	5,6	71
	t.p.v. de plaatrand =	40,2	1,0	40,2	185	525	1	5,6	71
	naast wapeningbaan s =			14,2	185	225	0	12,5	117

**opmerking:**

**controle pons(-wapening)**  
**berekening volgens eurocode : NEN-EN 1992**

**middenkolom rond 290 mm**  
**100 kN**

werk **woningen te Druten**  
 werknnummer **20600**  
 onderdeel **wanden en vloeren**

**gegevens geometrie en belasting**

kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C20/25</b>
kwaliteit staal	staalsoort	=	<b>B 500</b>
soort poer	betreft deze berekening een funderingspoer op staal?	=	<b>nee</b>
vloerdikte	h	=	<b>250</b> mm
betondekking	C <sub>hoofdwapening</sub>	=	<b>30</b> mm
diameter vloerwapening y-richting	d <sub>s,y</sub>	=	<b>12</b> mm
diameter vloerwapening z-richting	d <sub>s,z</sub>	=	<b>12</b> mm
rekenwaarde ponsbelasting	V	=	<b>100</b> kN
soort kolom			<b>middenkolom rond</b>
afmeting kolom			<b>200</b>
	diameter ronde kolom c	=	<b>290</b> mm
afstand kolom tot aan vloerrand	a <sub>y</sub> in richting c2 (bij rand- en hoekkolom)	=	<b>0</b> mm
afstand kolom tot aan vloerrand	a <sub>z</sub> in richting c1 ( alleen bij hoekkolom)	=	<b>0</b> mm
trekwapening in y-richting in de vloer	A <sub>s,y</sub>	=	<b>500</b> mm <sup>2</sup> /m
trekwapening in z-richting in de vloer	A <sub>s,z</sub>	=	<b>500</b> mm <sup>2</sup> /m

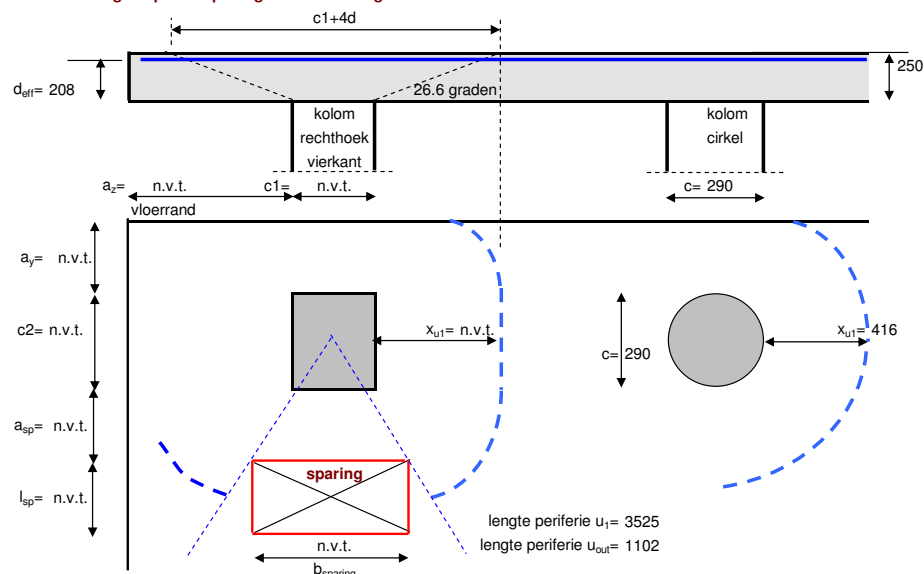
**excentriciteit belasting en sparing in de buurt van de kolom**

excentriciteit ponskracht in y-richting	e <sub>y</sub> =e (in richting c2) met M <sub>Ed,y</sub> = V <sub>Ed</sub> *e	=	<b>0</b> mm
excentriciteit ponskracht in z-richting	e <sub>z</sub> = e <sub>par</sub> =(in richting evenwijdig plaatrand)	=	<b>0</b> mm
afstand zijkant kolom tot begin sparing	a <sub>sp</sub>	=	<b>0</b> mm
lengte sparing in richting naar kolom	l <sub>sparing</sub> =L1	=	<b>0</b> mm
breedte sparing loodrecht daarop	b <sub>sparing</sub> =L2	=	<b>0</b> mm

**unity-check pons zonder wapening**

ponsbelasting  $V_{Ed} / V_{Rd,c} = 100,0 / 320 = 0,31$

**Er hoeft geen ponswapening te worden aangebracht**



**samenvatting resultaten zonder ponswapening**

rekenwaarde ponsbelasting	V <sub>Ed</sub>	=	<b>100,0</b> kN
resulterende lengte periferie	u <sub>1</sub>	=	<b>3525</b> mm
opneembare schuifspanning	V <sub>Rd,c</sub>	=	<b>0,44</b> N/mm <sup>2</sup>
opneembare belasting zonder wapening	V <sub>Rd,c</sub>	=	<b>320</b> kN



**berekening ponscirkel, factor  $\beta$ , periferie**

middenkolom rond	$A = \frac{1}{4} \pi * (c+4d)^2$	=	0,99	m <sup>2</sup>
middenkolom rechthoekig	$A = c1c2 + \frac{1}{4}\pi(4d)^2 + 4d(c1+c2)$	=	1,01	m <sup>2</sup>
randkolom rechthoekig	$A = (a_y+c2)(c1+4d) + 2dc1 + 0,125*\pi*(4d)^2$	=	0,65	m <sup>2</sup>
hoekkolom rechthoekig	$A = (a_y+c2)(a_z+c1+2d) + 2d(a_z+c1) + \frac{1}{16}\pi(4d)^2$	=	0,40	m <sup>2</sup>
maatgevend oppervlak	A	=	0,99	m <sup>2</sup>
reductie ponsbelasting	$V_{red} = A p_d$	=	0,0	kN
6.48 rekenwaarde ponsbelasting	$V_{Ed} = V - V_{red}$	=	100,0	kN
6.38 rekenwaarde schuifspanning pons	$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / u_1 d_{eff}$	=	0,14	N/mm <sup>2</sup>
maatgevende correctiefactor	$\beta =$	=	1,00	-

**berekening  $\beta$**

6.39 middenkolom rechthoekig	$\beta = 1 + k M_{Ed} / V_{Ed} * u_1 / W_1$	=	1,00	-
(nauwkeurige berekening)	k factor uit tabel 6,1	=	0,60	-
	$M_{Ed,y} = V_{Ed} * e_y$	=	0,00	kNm
periferie	u1	=	3,52	m
6.41	$W_1 = c_1^2/2 + c_1c_2 + 4c_2d + 16d^2 + 2\pi dc_1$	=	0,960	m <sup>2</sup>
	c <sub>1</sub> = kolomafmeting evenwijdig aan excentriciteit	=	290	mm
	c <sub>2</sub> = kolomafmeting loodrecht op excentriciteit	=	200	mm
verhouding tbv tabel 6,1	c <sub>1</sub> / c <sub>2</sub>	=	1,00	-

**benaderingsformules  $\beta$**

6.42 middenkolom rond	$\beta = 1 + 0,6 \pi e / (D+4d)$	=	1,00	-
6.43 middenkolom rechthoekig	$\beta = 1 + 1,8 * \sqrt{\{ (e_y / b_2)^2 + (e_z / b_1)^2 \}}$	=	1,00	-
6.44 randkolom rechthoekig	$\beta = u_1 / u_{1*} + k u_1 e_{par} / W_1$	=	1,16	-
6.46 hoekkolom rechthoekig	$\beta = u_1 / u_{1*}$	=	1,27	-

factoren om bovenstaande formules te berekenen

diameter ronde kolom	D=c	=	290	mm
excentriciteiten	e <sub>y</sub> in richting c2 (kolomhoogte)	=	0	mm
excentriciteiten	e <sub>z</sub> in richting c1 (kolombreedte)	=	0	mm
	b <sub>y</sub> = c <sub>1</sub> + 4d	=	1032	mm
	b <sub>z</sub> = c <sub>2</sub> + 4d	=	1122	mm
fig. 6.20 a randkolom rechthoekig	u <sub>1*</sub> = min(3d of c <sub>1</sub> ) + c <sub>2</sub> + 2 $\pi$ d <sub>eff</sub>	=	1797	mm
	k	=	0,45	-
	c <sub>1</sub> / 2 c <sub>2</sub>	=	0,50	-
	e <sub>par</sub> (excentriciteit evenwijdig aan plaatrand)	=	0	mm
6.45	$W_1 = c_2^2/4 + c_1c_2 + 4c_1d + 8d^2 + \pi dc_2$	=	0,786	m <sup>2</sup>
	u <sub>1*</sub> = min(1,5d of 0,5c <sub>1</sub> ) + min(1,5d of 0,5c <sub>2</sub> ) + $\pi$ d <sub>eff</sub>	=	898	mm

**berekening periferie**

nuttige hoogte in y richting	d <sub>y</sub>	=	214	mm
nuttige hoogte in z richting	d <sub>z</sub>	=	202	mm
6.32 effectieve nuttige hoogte	d=d <sub>gemiddeld</sub> =d <sub>eff</sub> = (d <sub>y</sub> +d <sub>z</sub> ) / 2	=	208	mm
middenkolom rond	u <sub>1</sub> = $\pi * (c+4 d_{eff})$	=	3525	mm
middenkolom rechthoekig	u <sub>1</sub> = 2(c <sub>1</sub> +c <sub>2</sub> ) + 4 $\pi$ d <sub>eff</sub>	=	3594	mm
randkolom rechthoekig	u <sub>1</sub> = 2a <sub>y</sub> +c <sub>1</sub> +2c <sub>2</sub> + 2 $\pi$ d <sub>eff</sub>	=	2087	mm
hoekkolom rechthoekig	u <sub>1</sub> = a <sub>y</sub> +a <sub>z</sub> +c <sub>1</sub> +c <sub>2</sub> + $\pi$ d <sub>eff</sub>	=	1143	mm
lengte van de periferie	u maatgevende waarde	=	3525	mm
grenswaarde afstand sparing-kolom	a <sub>grens</sub> =6 d <sub>eff</sub>	=	1248	mm
effectieve breedte van de sparing	L <sub>sp</sub> =als L <sub>2</sub> >L <sub>1</sub> ;L <sub>2</sub> ; $\sqrt{(L_1*L_2)}$	=	0	mm
reductie ivm sparings binnen 6d	u <sub>1,red</sub> =(0,5c <sub>2</sub> +2d <sub>eff</sub> ) / (0,5c <sub>2</sub> +a <sub>sp</sub> ) *L <sub>sp</sub>	=	0	mm
resulterende lengte periferie	u <sub>1</sub> = u - u <sub>1,red</sub>	=	3525	mm

**berekening opneembare ponskracht zonder wapening en de maximale ponskracht**

6.47 opneembare schuifspanning	$V_{Rd,c} = 0,12 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3}$	=	0,40	N/mm <sup>2</sup>
ondergrens schuifspanning	$V_{Rd,c,min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	=	0,44	N/mm <sup>2</sup>
opneembare schuifspanning	V <sub>Rd,c</sub>	=	0,436	N/mm <sup>2</sup>
schaalfactor	k=1 + $\sqrt{(200/d_{eff})} <= 2,0$	=	1,98	-
karacteristieke kubusdruksterkte	f <sub>ck</sub>	=	25,0	-
karacteristieke cilinderdruksterkte	f <sub>ck</sub>	=	20,0	N/mm <sup>2</sup>
rekenwaarde betondruksterkte	f <sub>cd</sub> =f <sub>ck</sub> /1,5	=	13,3	N/mm <sup>2</sup>
wapeningsverhouding in z richting	$\rho_{1,y} = A_{s,y} / b d_y$ met b=1000mm	=	0,002	-
wapeningsverhouding in y richting	$\rho_{1,z} = A_{s,z} / b d_z$ met b=1000mm	=	0,002	-
gemiddelde wapeningsverhouding	$\rho_1 = \sqrt{\rho_{1,y} \rho_{1,z}} <= 0,02$	=	0,002	-
maximaal opneembare schuifspanning	V <sub>Rd,max</sub> =0,5 v f <sub>cd</sub>	=	3,68	N/mm <sup>2</sup>
	v=0,6 (1- f <sub>ck</sub> /250)	=	0,552	-
opneembare belasting zonder wapening	V <sub>Rd,c</sub> = v V <sub>Rd,c</sub> * u <sub>1</sub> * d <sub>eff</sub> 10 <sup>-3</sup>	=	320	kN
maximaal toelaatbare ponsbelasting	V <sub>Rd,max</sub> = v V <sub>Rd,max</sub> * u <sub>1</sub> * d <sub>eff</sub> 10 <sup>-3</sup>	=	2698	kN

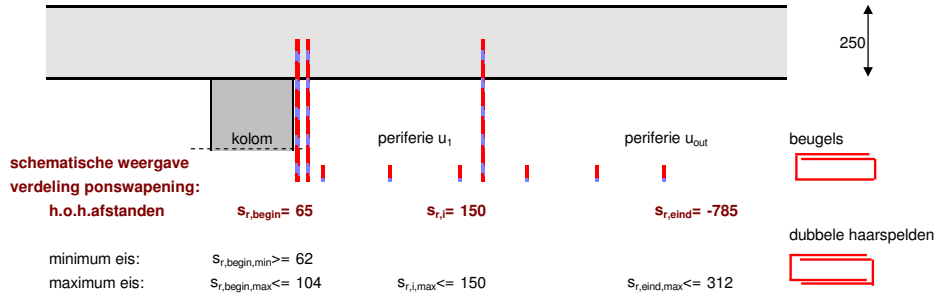
**invoergegevens berekening ponswapening**

hoek van ponswapening	$\alpha$ (beugels / haarspelden / opgebogen staven)	=	90	graden
diameter ponswapening	d <sub>sw</sub> (alle wapening werkt dubbelsnedig)	=	6	mm
hoeveelheid ponswapening (bgls, hrsp,opgeb)	n <sub>1</sub> (per ponscirkel tot periferie u1)	=	9	st
hoeveelheid ponswapening (bgls, hrsp,opgeb)	n <sub>out</sub> (per ponscirkel tot periferie uout)	=	9	st
hoeveelheid ponswapening (bgls, hrsp,opgeb)	n <sub>2</sub> (per radiaal)	=	6	st
radiaalafstand 1e perimter ponswapening	s <sub>r,begin</sub> afstand 1e ponswapening tot kolom	=	65	mm
radiaalafstand perimeters ponswapening	s <sub>r1</sub> <0,75 d afstand overige ponswapening	=	150	mm

**unity-check pons met wapening**

grootste waarde van de unitychecks

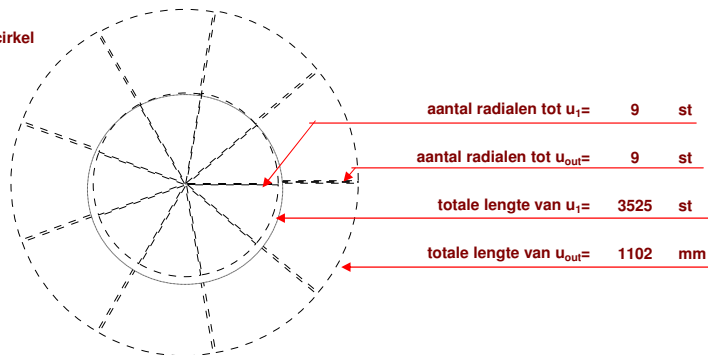
= 1,00



**schematische weergave  
 verdeling ponswapening:  
 h.o.h.afstanden**

minimum eis:  $s_{r,begin,min} \geq 62$   
 maximum eis:  $s_{r,begin,max} \leq 104$        $s_{r,i,max} \leq 150$        $s_{r,eind,max} \leq 312$

**schematische weergave  
 verdeling radialen ponscirkel**



benodigde ponswapening per ponscirkel	$A_{sw}$	enkelsnedig	= -223	mm <sup>2</sup>
maatgevende waarde "straal" periferie	$x_{out}$	maat vanaf kolom met ponswapeni	= 30	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$s_{bgl,min}$	in periferie $u_{in}$	= 178	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$s_{bgl,max}$	in periferie $u_{max}$	= 335	mm

gekozen ponswapening	$A_{sw} / A_{sw,aanw,u1}$	-223	/	509	= -0,44
gekozen ponswapening	$A_{sw} / A_{sw,aanw,u_{out}}$	-223	/	509	= -0,44
beginafstand axiaal, minimum	$s_{r,begin,min} / s_{r,begin}$	62	/	65	= 0,96
beginafstand axiaal, maximum	$s_{r,begin} / s_{r,i,max}$	65	/	104	= 0,63
tussenafstand axiaal, maximum	$s_{r,i} / s_{r,i,max}$	150	/	150	= 1,00
eindafstand axiaal, maximum	$s_{r,eind} / s_{r,eind,max}$	-785	/	312	= -2,51
hart op hart tangentiaal $u_1$	$s_{t,1} / s_{t,1,min}$	178	/	312	= 0,57
hart op hart tangentiaal $u_{out}$	$s_{t,out} / s_{t,out,min}$	335	/	416	= 0,81
minimum doorsnede ponswap.	$A_{s,w,min} / A_{s,w}$	24,0	/	28	= 0,85

**berekening ponswapening met beugels dubbele haarspelden of opgebogen staven**

op te nemen ponskracht met wapening	$V_{Rd,s} = V_{Rd,s} * u_1 * d_{eff} 10^{-3}$	= -139,9	kN
schuifspanning met ponswapening	$V_{Rd,s} = V_{Ed} - 0,75 V_{Rd,c}$	= -0,19	N/mm <sup>2</sup>
toelaatbare staalspanning	$f_{y,wd,el} = 250 + 0,25 * d \leq f_{y,wd}$	= 302	N/mm <sup>2</sup>
staaltrekspanning	$f_{yk}$	= 500	N/mm <sup>2</sup>
rekenwaarde staaltrekspanning	$f_{y,wd} = f_{yd}$	= 435	N/mm <sup>2</sup>
benodigde ponswapening per mm (radiaal)	$A_{sw,r} = A_{sw} / s_{r,i,max}$	= -1,5	mm <sup>2</sup> /mm
benodigde ponswapening per ponscirkel	$A_{sw} = [ V_{Rd,s} * u_1 * d_{eff} / ( 1,5 * (d/s_i) * f_{y,wd,el} ) ] / \sin \alpha$	= -223	mm <sup>2</sup>
doorsnede dubbelsnedige ponsbeugel	$A_{p,sw} = 2 * 0,25 * \pi * d_{sw}^2$	= 57	mm <sup>2</sup> /bgl
doorsnede enkelsnedige ponsbeugel	$A_{p,sw} = 0,25 * \pi * d_{sw}^2$	= 28,3	mm <sup>2</sup> /bgl
aanwezige ponswapening tot ponscirkel $u_1$	$A_{sw,aanw} = \rho_1 * A_{p,sw}$	= 508,9	mm <sup>2</sup>
aanwezige ponswapening tot ponscirkel $u_{out}$	$A_{sw,aanw} = \rho_{out} * A_{p,sw}$	= 508,9	mm <sup>2</sup>

**eisen te stellen aan ponswapening**

kleinste afstand 1e ponswap v.a.kolom	$s_{r,begin,min} \geq 0,3d$	radiaal afstand	= 62	mm
grootste afstand 1e ponswap v.a.kolom	$s_{r,begin,max} \leq 0,5d$		= 104	mm
maximale radiaalafstand	$s_{r,i,max} \leq 0,75 d_{eff}$		= 150	mm
grootste afstand laatste ponswap tot $u_{out}$	$s_{r,eind,max} \leq 1,5d$		= 312	mm
max. afstand binnen 1e periferie ( $\leq 2d$ )	$s_{t,1} \leq 1,5d$	tangentiaal afstand	= 312	mm
max. afstand buiten 1e periferie ( $> 2d$ )	$s_{t,out} \leq 2d$	tangentiaal afstand	= 416	mm
minimum oppervlak enkele ponswapening	$A_{s,w,min} = 0,08 s_r * s_t * \sqrt{f_{ck}} / 1,5 f_{yk}$		= 24,0	mm <sup>2</sup> /staaf



**benodigde periferie  $u_{out}$  zonder ponswapening**

6.54 lengte periferie zonder ponswapening	$u_{out} = \beta \cdot V_{Ed} / V_{Rd,c} \cdot d_{eff}$	=	1102	mm
middenkolom rond	$x_{out} = \{ u_{out} - \pi \cdot c \} / 2\pi$	=	30	mm
middenkolom rechthoekig	$x_{out} = \{ u_{out} - 2(c1+c2) \} / 2\pi$	=	19	mm
randkolom rechthoekig	$x_{out} = \{ u_{out} - 2a_y - 2c2 - c1 \} / \pi$	=	102	mm
hoekkolom rechthoekig	$x_{out} = \{ u_{out} - a_y - a_z - c2 - c1 \}^* 2 / \pi$	=	390	mm
maatgevende waarde "straal" periferie	$x_{out}$ maat vanaf kolom tot $u_{out}$	=	30	mm

**verdeling ponswapening**

afstand eerste ponswapening tot kolom	$S_{r,begin}$	=	65	mm
tussenafstand overige ponswapening	$s = (n_2 - 1) \cdot s_{r,i}$	=	750	mm
afstand laatste ponswapening tot $u_{out}$	$S_{r,eind} = x_{out} - S_{r,begin} - (n_2 - 1) \cdot s_{r,i}$	=	-785	mm
	<b>totaal =</b>		<b>30</b>	<b>mm</b>

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

afstand zijkant kolom tot $u_1$	$x_{u1} = 2d_{eff}$	=	416	mm
max aantal ponswapeningstaven tot $u_1$	$n_3 = 1 + (2d - x_{min}) / s_{r,i}$	=	3,3	st
max aantal ponswapeningstaven tot $u_1$	$n_3$ afgerond	=	3	st
straal vanaf kolom	$x_{min} = S_{r,begin} + (n_3 - 1) \cdot s_{r,i}$	=	365	mm

**berekening omtrek en minimale breedte laatste ponswapening voor  $u_1$**

middenkolom rond	$u_{min} = \pi \cdot (c + 2 \cdot x_{min})$	=	3204	mm
middenkolom rechthoekig	$u_{min} = 2(c1+c2) + 2\pi \cdot x_{min}$	=	3273	mm
randkolom rechthoekig	$u_{min} = 2a_y + c1 + 2c2 + \pi \cdot x_{min}$	=	1927	mm
hoekkolom rechthoekig	$u_{min} = a_y + a_z + c1 + c2 + 0,5\pi \cdot x_{min}$	=	773	mm
maatgevende waarde	$u_{min}$	=	3204	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$u_{min} / n_1 - b_{hrsp}$	=	178	mm
gemiddelde breedte ponsbeugel in $u_1$	$s_{t,1} = b_{hrsp, in u,1} = 0,5 \cdot u_{min} / n_1$	=	178	mm

**berekening breedte en tussenafstand beugels / haarspelden in laatste periferie ( vlak bij  $u_{out}$  )**

straal vanaf kolom	$x_{max} = S_{r,begin} + s$	=	815	mm
--------------------	-----------------------------	---	-----	----

**berekening omtrek en minimale breedte laatste ponswapening voor  $u_{out}$**

middenkolom rond	$u_{max} = \pi \cdot (c + 2 \cdot x_{max})$	=	6032	mm
middenkolom rechthoekig	$u_{max} = 2(c1+c2) + 2\pi \cdot x_{max}$	=	6101	mm
randkolom rechthoekig	$u_{max} = 2a_y + c1 + 2c2 + \pi \cdot x_{max}$	=	3340	mm
hoekkolom rechthoekig	$u_{max} = a_y + a_z + c1 + c2 + 0,5\pi \cdot x_{max}$	=	1770	mm
maatgevende waarde	$u_{max}$	=	6032	mm
tussenafstand beugels / haarspelden	$u_{max} / n_{out} - b_{hrsp}$	=	335	mm
gemiddelde breedte ponsbeugel in $u_{out}$	$s_{t,out} = b_{hrsp, in u,out} = 0,5 \cdot u_{max} / n_{out}$	=	335	mm

**opmerking:**







werkelijke hart op hart afstand	$s = (b - 2c_{zij} - 2d_{bg} - d_{trek}) / (n-1)$	= 69	mm
gemiddelde h.o.h.- afstand staven	$s_{gem} = b / \sum n_{trek}$	= 75	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse A	= 0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse B	= 0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w maatgevende waarde	= 0,30	mm
toelaatbare staafdiameter	$d_{max}$ zonder de invloed van $k_x$	= 11,1	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s zonder de invloed van $k_x$	= 127,5	mm
toegepaste dekking beschouwde staaf	$C_{applied} = C_{trekzijde}$	= 30	mm
minimale betondekking	$C_{nom} = C_{min} + \sum \Delta C_{dev}$ ( incl. correcties)	= 30	mm
vergrotingsfactor	$k_x = C_{applied} / C_{nom} <= 2,0$	= 1,00	-
toelaatbare staafdiameter	$d_{max}$ met de invloed van factor en $k_x$	= 7,4	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s met de invloed van factor en $k_x$	= 85	mm
( 7.6N ) correctiefactor buiging (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * k_c h_{cr} / \{ 2,9 * 2 * (h-d) \}$	= 0,66	-
( 7.7N ) correctiefactor trek (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * h_{cr} / \{ 2,9 * 8 * (h-d) \}$	= 0,41	-
gemiddelde axiale treksterkte	$f_{ct,eff} = f_{ctm}$ tabel 3.1	= 2,21	N/mm <sup>2</sup>
coëfficiënt afhankelijk van spanningsverdeling	= buiging = 0,4, trek = 1,0	= 0,40	-
hoogte trekzone direct voor scheuren	$h_{cr} = 0,5 h$ bij rechthoekige doorsnede	= 200	mm
afstand hart wapening tot buitenkant beton	(h-d)	= 46	mm
maatgevende correctiefactor	voor toelaatbare diameter en hoh-afstand	= 0,66	-
<b>controle scheurwijdte met berekening art. 7.3.4</b>			
7.8 berekende scheurwijdte	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	= 0,27	mm
7.9	$s_{r,max}$	= 212,6	mm
minimale waarde	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \{ \sigma_s k_t * f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} * (1 + \alpha_e * \rho_{p,eff}) \} / E_s$	= 0,00126	-
maatgevende waarde	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) >= 0,6 \sigma_s / E_s$	= 0,0009	-
	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	= 0,00126	-
gemiddelde waarde treksterkte op tijd t	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} * A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} * f_{yd}$	= 298	N/mm <sup>2</sup>
gemiddelde waarde treksterkte	$f_{ctm(t)}$ <b>tijd t nog eens programmeren</b>	= 2,21	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{ct,eff}$ op tijdstip van eerste scheuren	= 2,21	N/mm <sup>2</sup>
7.10	$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A'_p) / A_{c,eff}$	= 0,033	-
doorsnede trekwapening	$A_s = A_{aanw,trek}$	= 804	mm <sup>2</sup>
7.3.2(3) doorsnede voorspanelementen	$A'_p$	= 0	mm <sup>2</sup>
	$A_{c,eff}$ minimum waarde onderstaande formules	= 24650	mm <sup>2</sup>
	$A_{c,eff} = b * 2,5 (h-d)$	= 34500	mm <sup>2</sup>
	$A_{c,eff} = b * (h-x) / 3$	= 24650	mm <sup>2</sup>
	$A_{c,eff} = b * h / 2$	= 60000	mm <sup>2</sup>
7.5	$\xi_1$	= 0	-
factor	$k_t$	= 0,4	-
	$E_s$	= 200000	N/mm <sup>2</sup>
7.11	$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 d_{eq} / \rho_{p,eff}$	= 212,6	mm
dekking op de beschouwde staaf	c	= 38	mm
7.12	$d_{eq} = (n_{b1} * d_{1,eq}^2 + n_{b2} * d_{2,eq}^2) / (n_{b1} * d_{1,eq} + n_{b2} * d_{2,eq})$	= 16,0	mm
	k1 =	= 0,8	-
	k2 =	= 0,5	-
7.13 tussenliggende waarden	k2 = $(e1 + e2) / 2e1$	= n.t.b.	-
	k3 =	= 3,4	-
	k4 =	= 0,425	-
7.14 bovengrens	$s_{r,max} = 1,3 (h-x)$	= 320	mm
hoogte betondrukzone	x =	= 154	mm
7.15 bovengrens	$s_{r,max} = 1 / (\cos O / s_{r,max,y} + \sin O / s_{r,max,z})$	= n.t.b.	mm
berekening van de betondrukzone x en kruipfactor $\varphi$ in de bruikbaarheidsgrenstoestand			
oppervlakte van de betondoorsnede	$A_c = b * h$	= 120000	mm <sup>2</sup>
omtrek dat bloot staat aan uitdroging	u= 4 zijden 2b+2h	= 1400	mm
fictieve dikte	$h_0 = 2 A_c / u$	= 171,4	mm
3.1.4 kruipfactor a.d.h.v. grafiek 3.1 (2)	$\varphi$ bepaald volgens art. 3.1.4	= 2,29	-
7.20 gereduceerde elasticiteitsmodulus	$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi)$	= 9124	N/mm <sup>2</sup>
effectieve verhouding elasticiteitsmodulus	$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$	= 21,9	-
hoogte betondrukzone x in BGT	$x = [ - \alpha_e \rho + \sqrt{ \{ (\alpha_e \rho)^2 + 2 \alpha_e \rho \} } ] d$	= 153,5	mm
7.3.2(2) minimum wapening vereist	$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s$ 7.1	= 122	mm <sup>2</sup>
coëfficiënt	k=factor voor lijven en flenzen	= 1,0	-
oppervlakte beton binnen trekzone	$A_{ct} = 0,5 bh$ (vlak voor het scheuren)	= 60000	mm <sup>2</sup>
maximaal toelaatbare spanning in staal	$\sigma_s = f_{yd}$ tbv berekening minimum wapening	= 435	N/mm <sup>2</sup>

opmerking:

**door een puntlast belaste gedrongen tweepaals poer : b x h  
 eurocodeberekening volgens buigtheorie**

**500 mm x700 mm  
 1500 kN**

werk **kantoor te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **poer in as A**

**de poer mag worden beschouwd als gedrongen**

rekenwaarde van de kolombelasting  $F_{Ed}$  = **1500** kN  
 splitsing puntlast  $F_{Ed}$  in twee halve puntlasten? **ja** -

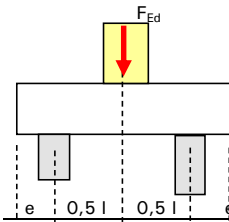
**materiaalgegevens en poerafmetingen**

kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C20/25</b>
kwaliteit staal	staalsoort	=	<b>B 500</b>
wapeningsklasse	A, B of C	=	<b>B</b> -
poerbreedte	b	b =	<b>500</b> mm
poerhoogte	h	h =	<b>700</b> mm
h.o.h. afstand palen (ondersteuning)	l	l =	<b>1200</b> mm

afstand hart ondersteuning tot eind poer	e	e =	<b>400</b> mm
vorm van de kolom	rond of rechthoekig	=	<b>rechthoekig</b>
afmeting kolom in richting poerlengte	$L_{kolom}$	=	<b>500</b> mm
afmeting kolom loodrecht op poerlengte	$B_{kolom}$	=	<b>500</b> mm
vorm van de ondersteuning	rond of rechthoekig	=	<b>rechthoekig</b>
afm. ondersteuning in richting poer	$L_{paal}$	=	<b>450</b> mm
afm. ondersteuning loodrecht poerrichting	$B_{paal}$	=	<b>450</b> mm

bij de berekening van de toelaatbare schuifkracht  $V_{Ed}$  wordt gerekend met de breedtemaat van de **poer**



**wapeninggegevens**

betondekking gedrukte zijde	$C_{drukszijde}$	dekking op de buitenste wapening	=	<b>35</b> mm
betondekking getrokken zijde	$C_{trekszijde}$	dekking op de buitenste wapening	=	<b>35</b> mm
betondekking zijkanten / uiteind	$C_{zijkant}$	= $C_{uiteind}$	=	<b>35</b> mm
wapening aan getrokken zijde	aantal n1		=	<b>3</b> stuks
	diameter $d_1$		=	<b>20</b> mm
	aantal n2		=	<b>2</b> stuks
	diameter $d_2$		=	<b>25</b> mm
bij wapening in meerdere lagen:	aantal staven dat niet in de buitenste laag ligt	$n_s$	=	<b>0</b> staven
correctie van de nuttige hoogte d ten gevolge van het wapenen in meerdere lagen		$d_{red}$	=	<b>0</b> mm
invloedsfactor verankeringslengte ( $\alpha 1$ )	staafbeëindiging van de trekstaven		=	<b>haak</b>
doorndiameter omgebogen trekstaven	factor voor ombuiging		=	<b>12</b> * $d_{max1,2}$
wapening aan gedrukte zijde	aantal n3		=	<b>5</b> stuks
	diameter $d_3$		=	<b>12</b> mm
	aantal n4		=	<b>0</b> stuks
	diameter $d_4$		=	<b>0</b> mm
flankwapening per zijde	aantal n5		=	<b>3</b> stuks
	diameter $d_5$		=	<b>12</b> mm
beugels of verdeelwap. in buitenste laag	diameter $d_{bg}$		=	<b>10</b> mm
aantal sneden per beugel	normale dwarskrachtbeugels zijn 2-snedig	$n_{sn}$	=	<b>3</b> snedig
gekozen h.o.h afstand basisbeugels	$S_{l,bg}$		=	<b>100</b> mm

**invloedsfactoren voor scheurwijdte en betondekking**

verhouding momenten:	$M_{qp} / M_{Ed}$	=	<b>0,75</b> -
a ontwerplevensduur		=	<b>50</b> jaar
b omgevingsfactoren	milieuklasse A	=	<b>XC2</b> -
b	milieuklasse B	=	<b>XC2</b> -
c soort constructie	soort constructie	=	<b>balk</b>
d dekking verhogen bij oncontroleerbaarheid van de wapening (geen eis in eurocode)		=	<b>nee</b>
e wordt de beton nabewerkt		=	<b>nee</b>
f verhoging dekking bij toepassing grote grindkorrel ( > 32mm) tabel 4.2		=	<b>nee</b>
g ondergrond waarop gestort wordt		=	<b>werkvloer</b>
h bundeling wapeningstaven (trekwapening)	worden staven d1 gebundeld?	=	<b>nee</b>
h	worden staven d2 gebundeld?	=	<b>nee</b>
i kwaliteitsbeheersing	is specifieke kwaliteitsbeheersing gewaarborgd	=	<b>nee</b>
j luchtinsluiting	luchtinsluiting van meer dan 4% toegepast?	=	<b>nee</b>
k verhoging dekking bij toepassing grote staafdiameter ( > 25mm) geen eis in eurocode		=	<b>nee</b>

k1 aanhechtheigenschap	de aanhechting van de wapeningstaven is	= <b>goed</b>
k2 wijze van belasting	de betondoorsnede wordt belast door	= <b>buiging</b>
kt belastingduur (bij berekende scheurwijdte)	de belastingduur is	= <b>langdurend</b>
milieuklasse	de milieuklasse van de beton is	<b>b) buitenmilieu - RH = 80%</b>
belasten constructie na aantal dagen	de constructie wordt belast na $t_0$ is	<b>30</b> dagen
cementklasse	de gekozen cementklasse is	<b>N</b>
omtrek dat bloot staat aan uitdroging	het aantal zijden dat aan uitdroging bloot staat is	<b>4 zijden 2b + 2h</b>

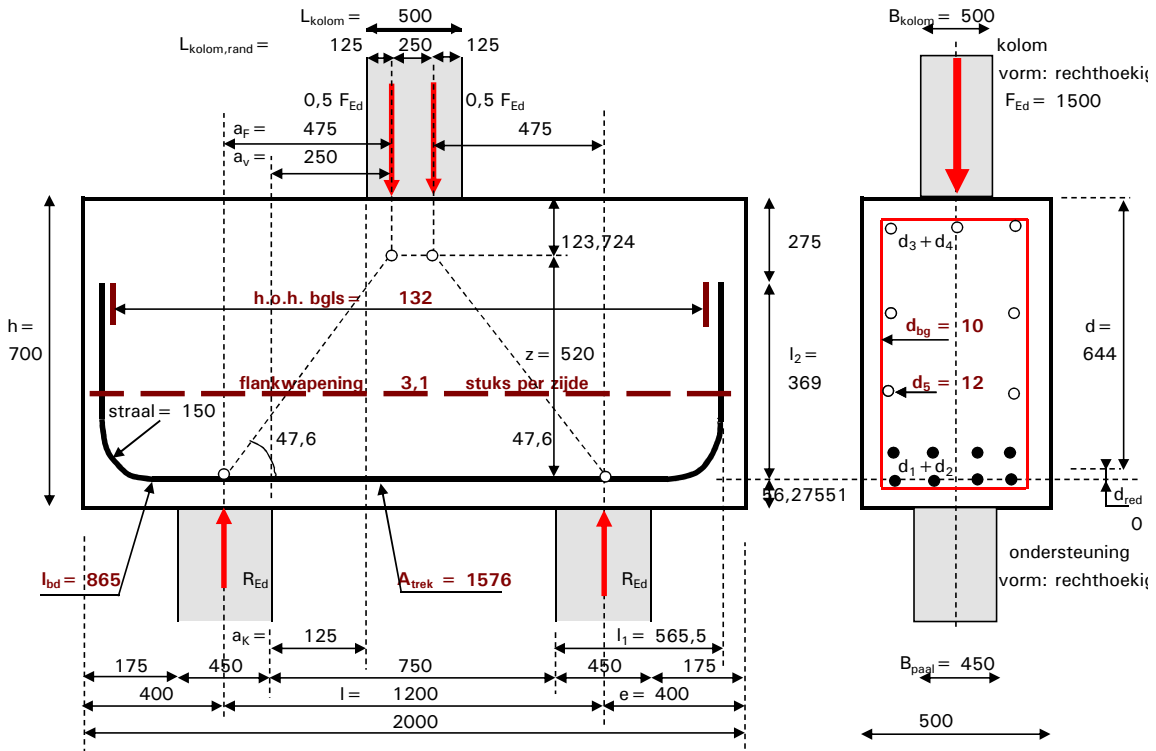
poer in as A

**unity-checks**

er wordt gerekend met alle trekwapening in één laag

trekband	$A_{s,trek} / A_{aanw,trek}$	1576	/	1924	=	<b>0,82</b>
scheurwijdte zonder berekening	diameter of hoh	1,81	of	0,61	=	<b>0,61</b>
scheurwijdte met berekening	$w_k / w$	0,19	/	0,3	=	<b>0,63</b>
betondekking	$c_{nom} / c_{trekzijde}$	35	/	35	=	<b>1,00</b>
minimum doordiameter	$\phi_{m,min} / D_{doorn}$	285	/	300	=	<b>0,95</b>
betondrukdiagonaal	$V_{Ed} / V_{Ed,max}$	750	/	1184	=	<b>0,63</b>
schuifwapening	$S_{l,bg} / S_w$	100	/	132	=	<b>0,76</b>
schuifwapening minimum	$A_{s,bgls,min} / A_{s,bg}$	358	/	785	=	<b>0,46</b>
flankwapening horizontaal	$n_{s,ben} / n_5$	3,1	/	3	=	<b>1,03</b>
flankwapening vertikaal	$A_{s,db,min} / A_{s,bg}$	500	/	785	=	<b>0,64</b>

**schematische weergave tweepaals poer**



**samenvatting resultaten**

**krachtsverdeling**

reactie oplegging	$R_1 = R_2 = R_{Ed} = 0,5 F_{Ed}$	0,5	1500	=	750 kN
moment in het midden	$M_{Ed} = R_{Ed} * a$	750	0,475	=	356,25 kNm

er wordt gerekend met twee puntlasten

**trekband**

grootte van de trekbandwapening	$A_{trek} = M_{Ed} / z f_{yd}$	=	<b>1576</b> mm <sup>2</sup>
inwendige hefboomsarm	$z = 0,2 l + 0,4 h, < = 0,8 h$ en $< = 0,6 l$	=	520 mm

**scheurwijdte**

scheurwijdtecontrole zonder berekening	maximum staafdiameter	=	<b>12,6</b> mm
scheurwijdtecontrole zonder berekening	maximum hart op hart afstand	=	<b>158</b> mm
toelaatbare scheurwijdte	w (zonder verhoging met $k_x$ )	=	0,30 mm
optredende scheurwijdte met berekening	$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	=	0,19 mm



**betondekking**

minimum betondekking  $C_{nom}$  op de buitenste wapening = **35** mm

**verankeringslengte**

8.4 rekenwaarde verankeringslengte trekwap.  $l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rd} \geq l_{b,min}$  = **865** mm

8.1 minimale buig diameter (door diameter)  $\Phi_{m,min} = F_{bt} [ ( 1/a_b ) + 1 / ( 2\Phi ) ] / f_{cd}$  = **285** mm

**betondrukdiaagonaal en schuifwapening**

6.5 toelaatbare schuifkracht in gedrongen ligger  $V_{Ed} \leq 0,5 b_w d v f_{cd}$  met  $b_w = 500$   $V_{Ed} \leq 1184,5$  kN  
 6.2.2(6) rekenwaarde dwarskracht  $V_{Ed} = \beta * 0,5 F_{Ed}$  met  $\beta = 0,25$  = **187,5** kN  
 6.2.3(8) benodigde dwarskrachtwapening per mm'  $A_{sw1} = A_{sw} / ( 0,75 a_v )$  = **1,79** mm<sup>2</sup> / mm'  
 benodigde beugelafstand  $s_w = n_{sn} D_{bg} / A_{sw1}$  = **132** mm

**flankwapening (horizontaal en vertikaal)**

9.7 flankwapening bij gedrongen constructies  $A_{s,db,min} = 0,1\% b h$  met  $h = 1000$ mm = **500** mm<sup>2</sup> / m  
 benodigd aantal staven horizontaal  $n_{s,ben} = A_{s,db,min} * h / D_5$  = **3,1** stuks/zijde

**berekening poer als "gedrongen balk" volgens de buigtheorie**

totale poerlengte  $L = l + 2e$  = **2000** mm  
 nuttige hoogte  $d = h - C_{trekzijde} - d_{bg} - 0,5 * d_{gem} - d_{red}$  = **643,724** mm

5.3.1(3) verhoudingsgetal paalafstand en hoogte  $l / h$  (als waarde  $\leq 3,0$  dan is poer gedronge) = **1,71429** -  
 inwendige hefboomsarm  $z = 0,2 l + 0,4 h$ ,  $\leq 0,8 h$  en  $\leq 0,6 l$  = **520** mm  
 horizontale maat tussen puntlast en reactie  $a_f = 0,5 l - ( 0,5 - x ) * L_{kolom}$  = **475** mm  
 tangens hoek drukdiagonaal/trekband  $\tan \alpha = z / a$  = **1,09** -  
 de helling van de drukdiagonaal  $\alpha$  = **47,6** graden  
 rekenwaarde staaltrekspanning  $f_{yd} = f_{ywd}$  (trekwapening en beugels) = **435** N/mm<sup>2</sup>

**buigtrekwapening**

grootte van de trekbandwapening  $A_{s,trek} = M_{Ed} / z f_{yd}$  = **1576** mm<sup>2</sup>

**verankeringslengte**

$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rc}$  1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 **865** = **865** mm  
 8.4 rekenwaarde verankeringslengte trekwapeni  $l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rd} \geq l_{b,min}$  = **865** mm  
 staalspanning bij begin van verankerung  $\sigma_{sd} = f_{yd} * A_{s,trek} / A_{aanw,trek}$  = **356** N/mm<sup>2</sup>  
 staalspanning bij begin van de bocht  $\sigma_{sd1} = (l_{bd} - l_{hor}) / l_{bd} * \sigma_{sd}$  = **190** N/mm<sup>2</sup>  
 6.5.4(7) beschikbare ruimte horizontale verankerung  $l_1 = e + 0,5 L_{paal} - c - d_{s,flank} - 0,5 d_{max}$  = **565,5** mm  
 door diameter omgebogen staven  $D_{doorn} = factor * d_{max1,2}$  = **300** mm  
 beschikbare lengte tot de bocht  $l_{hor} = l_1 - 0,5 D_{doorn} - 0,5 \Phi$  = **403** mm  
 lengte van de verankerung in de bocht  $l_{bocht} = 0,25 \pi ( D_{doorn} + \Phi )$  = **255** mm  
 restant verankeringslengte in vertikale deel  $l_{vert} = l_{bd} - l_{hor} - l_{bocht}$  = **207** mm  
 benodigde ruimte vertikale verankerung  $l_2 = 0,5 D_{doorn} + l_{vert} + 0,5 \Phi$  = **369** mm  
 8.1 minimale buig diameter  $\Phi_{m,min} = F_{bt} [ ( 1/a_b ) + 1 / ( 2\Phi ) ] / f_{cd}$  = **285** mm

**betondrukdiaagonaal**

6.2.2 (6) toelaatbare schuifkracht in gedrongen ligger  $V_{Ed} \leq 0,5 b_w d v f_{cd}$  formule 6.5 = **1184** kN  
 minimum breedte  $b_w =$  minimum breedte poer, kolom of paal = **500** mm  
 sterktereductiefactor  $v = 0,6 ( 1 - f_{ck} / 250 )$  = **0,55** -

**schuifwapening**

6.2.b ondergrens schuifsterkte of  $V_{Rd,c} = v_{min} = 0,035 k^{3/2} \sqrt{f_{ck}} + k_1 \sigma_{cp}$  = **0,30** N/mm<sup>2</sup>  
 6.2.a rekenwaarde schuifsterkte of  $V_{Rd,c} = C_{Rd,c} * k * ( 100 \rho_1 f_{ck} )^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}$  = **0,43** N/mm<sup>2</sup>  
 maatgevende waarde schuifsterkte  $V_{Rd,c}$  = **0,43** N/mm<sup>2</sup>  
 horizontale maat zijkant paal tot zijkant kolo  $a_v = a_f - 0,5 L_{paal} = 475 - 225$  = **250** mm  
 horizontale maat zijkant paal tot zijkant kolo  $a_k = 0,5 ( l - L_{kolom} - L_{paal} )$  = **125** mm  
 minimale waarde ivm opname dwarskracht minimum waarde van  $a_v$  en  $0,5 d$  = **321,862** mm  
 reductiefactor  $\beta = a_v / 2d$  en  $\beta \geq 0,25$  = **0,25** -  
 rekenwaarde dwarskracht  $V_{Ed} = \beta * 0,5 F_{Ed} = 0,25 * 750$  = **187,5** kN  
 toelaatbare dwarskracht zonder wapening  $V_{Rd,c} = v_{Rd,c} b d$  = **137,5** kN  
 6.19 benodigde dwarskrachtwapening totaal  $A_{sw} = V_{Ed} / f_{yw,d}$  in  $0,75 a_v$  = **431,25** mm<sup>2</sup>  
 6.2.3(8) benodigde dwarskrachtwapening per mm'  $A_{sw1} = A_{sw} / ( 0,75 a_v )$  met  $a_v > 0,5 d$  = **1,79** mm<sup>2</sup> / mm'  
 benodigde beugelafstand  $s_w = n_{sn} D_{bg} / A_{sw1}$  = **132** mm  
 minimum dwarskrachtwapening  $\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk}$  = **0,07** %  
 minimum dwarskrachtwapening  $A_{bgl,min} = \rho_{w,min} * b * 1000 / 100$  **per m'** = **357,8** mm<sup>2</sup>/m'



**controle scheurwijdte**

optredende staalspanning	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} * A_{s,trek} / A_{aanw,trek} * f_{yd}$	= 267 N/mm <sup>2</sup>
toelaatbare scheurwijdte	w maatgevende waarde	= 0,30 mm
toelaatbare staafdiameter	d <sub>max</sub> met de invloed van k <sub>x</sub>	= 12,6 mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s met de invloed van k <sub>x</sub>	= 157,6 mm
maximale staafdiameter	d <sub>max</sub>	= 25 mm
werkelijke hart op hart afstand	$s = (b - 2c_{zij} - 2d_{bg} - d_{trek}) / (n - n_s - 1)$	s = 2 a <sub>b</sub> = 97 mm

**flankwapening (horizontaal en vertikaal)**

dwarskrachtslankheid	$\lambda_v = M_{Ed,max} / (h V_{Ed,max})$	= 0,67857 -
als $\lambda_v \geq 0,4$	a <sub>sw</sub> = A <sub>sw</sub> / 2 z	= 0,41 mm <sup>2</sup> / m
als $\lambda_v < 0,4$	a <sub>sw</sub> = 2 * A <sub>sw</sub> / 2 z	= 0,83 mm <sup>2</sup> / m
maatgevende waarde	a <sub>sw</sub>	= 0,41 mm <sup>2</sup> / m
minimale hoh afstand over de hoogte z	s <sub>w</sub> = D <sub>5</sub> / a <sub>sw</sub>	= 273 mm
9.7(1) flankwapening bij gedrongen constructies	A <sub>s,db,min</sub> = 0,1% b h met h = 1000mm orthogor	= 500 mm <sup>2</sup> / m
totale hoeveelheid flankwapening	A <sub>s,db,min</sub> * h (h in meters)	= 350 mm <sup>2</sup>
benodigd aantal staven	n <sub>5</sub> = A <sub>s,db,min</sub> * h / D <sub>5</sub>	= 3,1 stuks
gemiddelde hart op hartmaat flankwapening	h.o.h. = h / n <sub>5</sub> horizontaal	= 226 mm
aanwezige beugelwapening	A <sub>s,bg</sub> = D <sub>bg</sub> * 1000 / s vertikaal enkelsnedig	= 785 mm <sup>2</sup> / m

**betondekking**

poer in as A

**berekening minimum betondekking op trekwapening**

tab4.3N correctie van de constructieklasse: uitgangspunt: constructieklasse bij 50 jaar		S	4	-
a correctie tgv ontwerplevensduur			0	-
b, j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse A of B)			0	-
c correctie tgv geometrie			0	-
i correctie tgv kwaliteitsbeheersing			0	+
totale waarde constructieklasse		S	4	
b, j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse A)			0	
b, j correctie tgv betonsterkteklasse (afhankelijk van milieuklasse B)			0	
tab 4.5N minimum dekking tgv milieuklasse A	C <sub>min,dur</sub>	=	25	mm
tab 4.5N minimum dekking tgv milieuklasse B	C <sub>min,dur</sub>	=	25	mm
tab 4.2 minimum dekking aanhechting	C <sub>min,b</sub> > d <sub>n</sub> (maximum van d1 <sub>eq</sub> en d2 <sub>eq</sub> )	=	25	mm
tab.4.5N minimum dekking duurzaamheid	C <sub>min,dur</sub>	=	25	mm
e correctie tgv nabewerking	C <sub>extra</sub>	=	0	+
maatgevende minimum dekking duurz.	C <sub>min,dur</sub>	=	25	mm
4.2 minimum dekking	C <sub>min</sub> = max( C <sub>min,b</sub> ; C <sub>min,dur</sub> ; 10mm)	=	25	mm
uitvoeringstoleranties	ΔC <sub>dev</sub>	=	5	mm
g storten op werkvloer / maaiveld / kist	ΔC <sub>dev</sub>	=	5	mm
d t.g.v. oncontroleerbaarheid	ΔC <sub>dev</sub>	=	0	mm
f t.g.v. toepassing grote grindkorrels	ΔC <sub>dev</sub>	=	0	mm
4.1 nominale waarde betondekking	C <sub>nom</sub> = C <sub>min</sub> + ΣΔC <sub>dev</sub>	=	35	mm
k t.g.v. toegepaste hoofdwapening > 25mm	C <sub>nom</sub> = 1,5d <sub>n</sub> - d <sub>bg</sub>	=	0	mm
equivalente staafdiameter	d <sub>n</sub> = max(d1 <sub>eq</sub> ; d2 <sub>eq</sub> )	=	25,0	mm
resulterende waarde minimale dekking	C <sub>nom</sub> op de buitenste wapening	=	35	mm



### wapeninggegevens

totaal aantal staven in trekzone	$\Sigma n_{trek} = n1 + n2$	=	5,0	st
totaal aantal staven in drukzone	$\Sigma n_{druk} = n3 + n4$	=	5,0	st
gewogen gemiddelde diameter trekwapening	$d_{gem,trek} = (n1 * d1 * D1 + n2 * d2 * D2) / (n1 * D1 + n2 * D2)$	=	22,6	mm
gewogen gemiddelde diameter drukwapening	$d_{gem,druk} = (n3 * d3 * D3 + n4 * d4 * D4) / (n3 * D3 + n4 * D4)$	=	12,0	mm
doorsnede per staaf 1, trekwapening	$D1 = 0,25 \pi d1^2$	=	314,2	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 2, trekwapening	$D2 = 0,25 \pi d2^2$	=	490,9	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 3, drukwapening	$D3 = 0,25 \pi d3^2$	=	113,1	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 4, drukwapening	$D4 = 0,25 \pi d4^2$	=	0,0	mm <sup>2</sup>
doorsnede per staaf 5, flankwapening	$D5 = 0,25 \pi d5^2$	=	113,1	mm <sup>2</sup>
doorsnede per beugel enkelsnedig	$D_{bg} = 0,25 \pi d_{bg}^2$	$A_{sw} =$	78,5	mm <sup>2</sup>
aantal snedige beugel bij dwarskracht	$n_{sn}$	$n_{sn} =$	3	snedig
horizontale maat in breedte van de balk	$s_{t,bg} = b1 / (n_{sn} - 1)$	=	210	mm
aanwezige beugelwapening (n-snedig)	$A_{bgls} = n_{sn} * D_{bg} * 1000 / s_{aanwezig}$	=	2356	mm <sup>2</sup> /m'
horizontale beugelmaat (hartmaat)	$b1 = b - 2c_{zijkant} - d_{bg}$	=	420	mm
vertikale beugelmaat (hartmaat)	$h1 = h - c_{trekzijde} - c_{drukzijde} - d_{bg}$	=	620	mm
aanwezige trekwapening	$A_{aanw,trek}$	=	1924	mm <sup>2</sup>
aanwezige drukwapening	$A_{aanw,druk}$	=	565	mm <sup>2</sup>
aanwezige drukwapening	$\rho_{druk} = 100 * A_{aanw,druk} / bh$ ( art. 9.2.1.1(3) )	=	0,16	%
aanwezige flankwapening	$A_{aanw,flank}$ per zijde	=	339	mm <sup>2</sup>
zwaartepunt staven vanaf de beugel	$z = (n1 D1^{1/2} d1 + n2 D2^{1/2} d2) / (n1 D1 + n2 D2)$	=	11,3	mm
equivalente diameter wapening	$d_{equi,trek} = 2 * z$ (t.b.v. berekening van d)	=	22,6	mm

### scheurwijdte gedrongen poer

poer in as A

#### controle scheurwijdte zonder directe berekening art.7.3,3

optredende staalspanning	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} * A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} * f_{yd}$	=	267	N/mm <sup>2</sup>
equivalente diameter staven d1	$d1_{eq} = d1 \sqrt{n_{b,1}}$	=	20,0	mm
aantal staven in een bundel	$n_{b,1}$	=	1	st
equivalente diameter staven d2	$d2_{eq} = d2 \sqrt{n_{b,2}}$	=	25,0	mm
aantal staven in een bundel	$n_{b,2}$	=	1	st
equivalente staafdiameter	$d_{eq} = (n_{b1} * d1_{eq}^2 + n_{b2} * d2_{eq}^2) / (n_{b1} * d1_{eq} + n_{b2} * d2_{eq})$	=	22,8	mm
werkelijke hart op hart afstand	$s = (b - 2c_{zij} - 2d_{bg} - d_{trek}) / (n - n_s - 1)$	=	97	mm
gemiddelde h.o.h.- afstand staven	$s_{gem} = b / (\Sigma n_{trek} - n_s)$	=	100	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse A	=	0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w milieuklasse B	=	0,30	mm
toelaatbare scheurwijdte	w maatgevende waarde	=	0,30	mm
toelaatbare staafdiameter	$d_{max}$ zonder de invloed van $k_x$	=	13,3	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s zonder de invloed van $k_x$	=	166,3	mm
toegepaste dekking beschouwde staaf	$C_{applied} = c_{trekzijde}$ (buitenste wapening)	=	35	mm
minimale betondekking	$C_{nom} = c_{min} + \Sigma \Delta c_{dev}$ (incl. correcties)	=	35	mm
vergrotingsfactor NB 7.3.1 (5)	$k_x = C_{applied} / C_{nom} \leq 2,0$	=	1,00	-
toelaatbare staafdiameter	$d_{max}$ met de invloed van factor en $k_x$	=	12,6	mm
toelaatbare hart op hart-afstand	s met de invloed van factor en $k_x$	=	158	mm
( 7.6N ) correctiefactor buiging (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * k_c h_{cr} / \{ 2,9 * 2 * (h-d) \}$	=	0,95	-
( 7.7N ) correctiefactor trek (diameter en hoh)	factor = $f_{ct,eff} * h_{cr} / \{ 2,9 * 8 * (h-d) \}$	=	0,59	-
gemiddelde axiale treksterkte	$f_{ct,eff} = f_{ctm}$ tabel 3.1	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
coëfficiënt afhankelijk van spanningsverdeling	$k_c =$ buiging = 0,4, trek = 1,0	=	0,40	-
hoogte trekzone direct voor scheuren	$h_{cr} =$ 0,5 h bij rechthoekige doorsnede	=	350	mm
afstand hart wapening tot buitenkant beton (h-d)		=	56	mm
maatgevende correctiefactor	voor toelaatbare diameter en hoh-afstand	=	0,95	-

**controle scheurwijdte met berekening art. 7.3,4**

7.8	berekende scheurwijdte	$W_k = S_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	=	0,19	mm
		$S_{r,max}$	=	153,3	mm
7.9	minimale waarde	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \{ \sigma_s \cdot k_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{p,eff} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff}) \} / E_s$	=	0,00124	-
	maatgevende waarde	$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) >= 0,6 \sigma_s / E_s$	=	0,0008	-
		$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$	=	0,00124	-
	gemiddelde waarde treksterkte	$\sigma_s = M_{qp} / M_{Ed} \cdot A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} \cdot f_{yd}$	=	267	N/mm <sup>2</sup>
7.10	doorsnede trekwapening	$f_{ct,eff}$ op tijdstip van eerste scheuren	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
		$\rho_{p,eff} = (A_s + \xi_1^2 A'_p) / A_{c,eff}$	=	13,677	-
7.3.2(3)	doorsnede voorspanelementen	$A_s = A_{aanw,trek}$	=	1924	mm <sup>2</sup>
		$A'_p$	=	0	mm <sup>2</sup>
		$A_{c,eff}$ minimum waarde onderstaande formules	=	141	mm <sup>2</sup>
		$A_{c,eff} = 2,5 (h-d)$	=	141	mm <sup>2</sup>
		$A_{c,eff} = (h-x) / 3$	=	149	mm <sup>2</sup>
		$A_{c,eff} = h/2$	=	350	mm <sup>2</sup>
7,5	factor	$\xi_1$	=	0	-
		$k_t$	=	0,4	-
		$E_s$	=	200000	N/mm <sup>2</sup>
7.11	dekking op de beschouwde staaf	$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 d_{eq} / \rho_{p,eff}$	=	153,3	mm
		$c$	=	45	mm
7.12		$d_{eq} = (n_{b1} \cdot d_{1eq}^2 + n_{b2} \cdot d_{2eq}^2) / (n_{b1} \cdot d_{1eq} + n_{b2} \cdot d_{2eq})$	=	22,8	mm
		$k1 =$	=	0,8	-
		$k2 =$	=	0,5	-
7.13	tussenliggende waarden	$k2 = (e1 + e2) / 2e1$	=	n.t.b.	-
		$k3 =$	=	3,4	-
		$k4 =$	=	0,425	-
7.14	bovengrens	$S_{r,max} = 1,3 (h-x)$	=	581	mm
	hoogte betondrukzone	$x =$	=	253	mm
7.15	bovengrens	$S_{r,max} = 1 / (\cos O / s_{r,max,y} + \sin O / s_{r,max,z})$	=	n.t.b.	mm
	bij wapening onder een hoek O				
	berekening van de betondrukzone x en kruipfactor f in de bruikbaarheidsgrenstoestand				
	oppervlakte van de betondoorsnede	$A_c = b \cdot h$	=	350000	mm <sup>2</sup>
	omtrek dat bloot staat aan uitdroging	$u = 4 \text{ zijden } 2b+2h$	=	2400	mm
	fictieve dikte	$h_0 = 2 A_c / u$	=	291,7	mm
3.1.4	kruipfactor a.d.h.v. grafiek 3.1 (2)	$\varphi$ bepaald volgens art. 3.1.4	=	2,20	-
7.20	gereduceerde elasticiteitsmodulus	$E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi)$	=	9372	N/mm <sup>2</sup>
	effectieve verhouding elasticiteitsmodulus	$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$	=	21,3	-
	hoogte betondrukzone x in BGT	$x = [ - \alpha_e \rho + \sqrt{ \{ (\alpha_e \rho)^2 + 2 \alpha_e \rho \} } ] d$	=	253,3	mm
7.3.2(2)	minimum wapening vereist	$A_{s,min} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_s$	=	356	mm <sup>2</sup>
	coëfficiënt	$k =$ factor voor lijven en flenzen	=	1,0	-
	oppervlakte beton binnen trekzone	$A_{ct} = 0,5 bh$ (vlak voor het scheuren)	=	175000	mm <sup>2</sup>
	maximaal toelaatbare spanning in staal	$\sigma_s = f_{yd}$ tbv berekening minimum wapening	=	434,783	N/mm <sup>2</sup>

**verankerings- en overlappingslengte gedrongen poer**

poer in as A

**verankeringslengte trekwapening art. 8.4**

	karacteristieke cilinderdruksterkte	$f_{ck}$	=	20	N/mm <sup>2</sup>
	karacteristieke kubusdruksterkte	$f_{ck}$	=	25	N/mm <sup>2</sup>
3.4	gemiddelde cilindertreksterkte	$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)}$	=	2,21	N/mm <sup>2</sup>
	karacteristieke ondergrens treksterkte	$f_{ctk0,05} = 0,7 f_{ctm}$	=	1,55	N/mm <sup>2</sup>
3.16	rekenwaarde treksterkte	$f_{ctd} = f_{ctk0,05} / 1,5$	=	1,03	N/mm <sup>2</sup>
	staaltrekspanning	$f_{yk}$	=	500	N/mm <sup>2</sup>
	rekenwaarde staaltrekspanning	$f_{yd}$	=	435	N/mm <sup>2</sup>
	gemiddelde diameter trekwapening	$d_{gem}$	=	22,6	mm
	verhouding benodigde/aanwezige wapening	$A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek}$	=	0,82	-
	staalspanning in trekwapening	$\sigma_{sd} = A_{s1,totaal} / A_{aanw,trek} \cdot f_{yd}$	=	356	N/mm <sup>2</sup>
	aantal staven in bundel (max 2)	$n$	=	1	st
8.3	basisverankeringslengte trekwapening	$l_{b,rqd} = 0,25 \cdot d_{gem,trek} \cdot \sqrt{n} \cdot \sigma_{sd} / f_{bd}$	=	865	mm
		$l_{b,rqd}$	=	38	$\cdot d_{gem}$
8.2		$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}$	=	2,32	N/mm <sup>2</sup>
		$\eta_1$ bovenstaaf = 0,7, algemeen = 1,0	=	1,00	-
		$\eta_2$ als $d_{gem} \leq 32; 1 ; (132 - d_{gem}) / 100$	=	1,00	-



8.4 rekenwaarde verankeringslengte trekwapeni	$l_{bd} = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \alpha 4 \alpha 5 l_{b,rd} > = l_{b,min}$	=	865	mm
$l_{bd} = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \alpha 4 \alpha 5 l_{b,rd}$	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 865	=	865	mm
vorm van de staven	$\alpha 1$ afhankelijk van staafeinde	=	1,00	-
effect minimum dekking	$\alpha 2 = 1 - 0,15 * (c_d * x * d_{gem,trek}) / d_{gem,trek}$ en $< 1,0$ $x =$ factor afhankelijk staafeinde	=	1,20	-
uiteindelijke waarde $\alpha 2$	$0,7 < \alpha 2 < 1,0$	=	3	-
rekenwaarde dekking op rechte staaf	$c_d = \min ( a/2 ; c_1 ; c )$	=	1,00	-
rekenwaarde dekking op gebogen staaf	$c_d = \min ( a/2 ; c_1 )$	=	37,2	mm
maatgevende waarde	$c_d$ (dekking op te verankeren staaf )	=	37,2	mm
effect dwarswapening niet gelast aan hoofd	$\alpha 3 = 1 - K\lambda$ (opsluiting dwarswapening)	=	37,2	mm
maatgevende waarde	$\alpha 3 = 1 - K\lambda$ (opsluiting dwarswapening) $> 0,7$ en $< 1,0$ $K$ (afhankelijk van positie losse dwarsstaaf) $\lambda = (\sum A_{st} - \sum A_{st,min}) / A_s$	=	1,00	-
oppervlak doorsnede dwarswapening over lengte $l_{bd}$	$\sum A_{st}$	=	0,00	-
	$\sum A_{st,min}$ 0,25 $A_{st}$ bij balken	=	-0,25	-
	$A_s$ doorsnede enkelvoudig verankerde staaf	=	$\sum A_{st}$ 0	mm <sup>2</sup>
effect aangelaste dwarsstaven	$\alpha 4$ : (dwarsstaaf gelast aan hoofdwapening)	=	100	mm <sup>2</sup>
effect dwarsdruk	$\alpha 5 = 1 - 0,04p$ (dwarsdruk bij trekstaven) $p =$ dwarsdruk in Mpa over lengte $l_{bd}$	=	399	mm <sup>2</sup>
8.5 maximale waarde	$\alpha 2 \alpha 3 \alpha 5 > = 0,7$	=	1,00	-
8.6	$l_{b,min} : \max ( 0,3 l_{b,rd} ; 10d_{gem,trek} ; 100 )$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
halve tussenmaat tussen staven	$a / 2$	=	1,00	-
		=	259,5	mm
		=	37,2	mm

### buigdiameter (trekstaven) gedrongen poer

poer in as A

kwaliteit beton	betonklasse	=	C20/25	-
diameter om te buigen staaf	diameter	$\Phi =$	25,0	mm
totale verankeringslengte	$l_{bd} = \alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \alpha 4 \alpha 5 l_{b,rd} > = l_{b,min}$	=	864,8	mm
verankering tot aan de bocht	maat vanaf begin verankering tot begin bocht	$x =$	403,0	mm
hart op hart afstand van de te buigen staven	h.o.h. = $2 a_b$	$2 a_b =$	96,9	mm
betreft de te buigen staaf een randstaaf	dus zit de staaf bij een elementrand?	=	nee	-
is er een dwarsstaaf aanwezig	met een diameter $> =$ de staafdiameter	=	nee	-
betondekking op te buigen staaf	$c$	=	45,0	mm
grootte van de te verankeren kracht:	$F_{bt} = 1/4 \pi \Phi^2 \sigma_{sd1} =$ 491 190 $10^3$	=	93,3	kN
gekozen buigdiameter	$\Phi_m$ (minimum: $\Phi < = 16: 4\Phi$ anders $5\Phi$ )	=	300,0	mm
<b>toetsingen</b>				
buigstraal groter dan minimum waarde	125 / 300	=	0,42	
verankering na de bocht	207 / 125	=	1,65	
randstaaf of tussenstaaf	tussenstaaf = 1,0 en randstaaf = 2,0	=	1,0	
dwarsstaaf aanwezig?	ja = 1,0 en nee = 2,0 (voldoet niet)	=	2,0	
<b>omdat een van de drie controles hierboven groter is dan 1,0 moet onderstaande toets kleiner zijn dan 1,0</b>				
minimale buigdiameter / gekozen buigdiameter	$\Phi_{min} / \Phi_m =$ 285 / 300	=	0,95	-
karakteristieke cilinderdruksterkte	$f_{ck}$	=	20	N/mm <sup>2</sup>
3.15 rekenwaarde betondruksterkte	$f_{cd} = f_{ck} / 1,5$ 20 / 1,5	=	13,3	N/mm <sup>2</sup>
factor voor maximale buigdiameter	tabel 8.1	$f =$	5	-
minimale buigstraal om niet te hoeven toets	$\Phi_m = f \Phi$ 5 * 25,0	=	125	mm
resterende verankeringslengte	$( l_{bd} - x ) =$ 864,8 - 403,0	=	461,8	mm
verankeringslengte in de bocht	$l_{bocht} = 0,25 \pi ( D_{doorn} + \Phi ) = 0,25 \tau$	=	255	mm
verankeringslengte na de bocht	$l_{bd,na de bocht}$ 461,8 - 255	=	207	mm
maat $a_b$	tussenstaven: de helft van de hoh-afstand	$a_b =$	48,43	mm
doorsnede staaf	$A = 0,25 \pi \Phi^2$	=	490,9	mm <sup>2</sup>
optredende staalspanning	$\sigma_{s,bt} = F_{bt} / 0,25 \pi \Phi^2$	=	190,1	N/mm <sup>2</sup>
staafkracht bij het begin van de bocht	$F_{bt} = F * ( l_{bd} - x ) / l_{bd}$	=	93,3	kN
8.1 minimale buigdiameter	$\Phi_{m,min} = F_{bt} [ ( 1/a_b ) + 1 / ( 2\Phi ) ] / f_{cd}$	=	285	mm

opmerking:





## verankeringslengte en overlappingslengte trek- en drukstaven en buigdiameter trekstaven berekening volgens eurocode 2

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **1 test**

### gegevens invloedsfactoren verankerings- en overlappingslengte bij trekwapening

kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C20/25</b>	
kwaliteit staal	staalsoort	=	<b>B 500</b>	
gekozen wapening aan getrokken zijde	diameter $d_{gem,trek}$	=	<b>16</b>	mm
betondekking zijkant op betreffende staaf	$c_1$	=	<b>33</b>	mm
betondekking onder of boven op staaf	$c$	=	<b>33</b>	mm
benodigde trekwapening	$A_{s1,totaal}$	=	<b>224</b>	mm <sup>2</sup>
aanwezige trekwapening	$A_{aanw,trek}$	=	<b>402</b>	mm <sup>2</sup>
$\eta_1$	positie van de wapeningstaven tov bovenkant beton		<b>algemeen</b>	
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_5$	soort staaf		<b>trekstaaf</b>	
$\alpha_3, \alpha_4$	soort wapening		<b>losse staven</b>	
$\alpha_4$	afstand dwarsstaaf tot eind staaf	=	<b>0</b>	mm
$\alpha_4$	diameter verdeelwapeningstaaf	=	<b>0</b>	mm
$\varphi$	aantal staven (bundel)	n=	<b>1</b>	stuks
$\alpha_1$	staafbeëindiging		<b>haak</b>	
$\alpha_3$	positie losse dwarsstaaf		<b>op staaf, in de bocht van haak</b>	
$\alpha_3$	oppervlak doorsnede dwarswapening over lengte $l_{bd}$	$\Sigma A_{st}$	<b>0</b>	mm <sup>2</sup>
$\alpha_3$	soort constructie		<b>balk</b>	
$\alpha_5$	$p$ = dwarsdruk in Mpa over lengte $l_{bd}$	=	<b>0</b>	N/mm <sup>2</sup>
fig 8.3 $\alpha_2$	tussenmaat tussen wapeningstaven	a=	<b>52</b>	mm

### gegevens invloedsfactoren overlappingslengte trekwapening

$\alpha_6$	percentage wapening dat binnen $l_0$ overlapt wordt	$\rho_1$ =	<b>100</b>	%
max % overlapping	aantal wapeningslagen		<b>1</b>	lagen

### gegevens invloedsfactoren verankeringslengte drukwapening

gekozen wapening aan gedrukte zijde	diameter $d_{gem,druk}$	=	<b>10</b>	mm
betondekking op de gedrukte staaf	$c_{drukzijde}$	=	<b>33</b>	mm
benodigde drukwapening	$A_{s2}$	=	<b>224</b>	mm <sup>2</sup>
aanwezige drukwapening	$A_{aanw,druk}$	=	<b>402</b>	mm <sup>2</sup>
$\eta_1$	positie van de wapeningstaven tov bovenkant beton		<b>algemeen</b>	
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_5$	soort staaf	=	<b>drukstaaf</b>	
$\alpha_3, \alpha_4$	soort wapening	=	<b>losse staven</b>	
$\alpha_4$	afstand dwarsstaaf tot eind staaf	=	<b>0</b>	mm
$\alpha_4$	diameter verdeelwapeningstaaf	=	<b>0</b>	mm
$\varphi$	aantal staven (bundel)	n=	<b>1</b>	stuks

### verankeringslengte

verankeringslengte trekwapening	$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$	=	<b>418</b>	mm
	dit komt overeen met		<b>26</b>	x $d_{gem,trek}$
verankeringslengte drukwapening	$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$	=	<b>261</b>	mm
	dit komt overeen met		<b>26</b>	x $d_{gem,druk}$

### overlappingslengte

basis overlappingslengte	$l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_{b,rqd} \geq l_{0,min}$	=	<b>526</b>	mm
verhoging	t.g.v. tussenafstand staven	=	<b>2</b>	mm
overlappingslengte trekwapening	$l_0$ totale overlappingslengte trekwapeningstaaf	=	<b>528</b>	mm
	dit komt overeen met		<b>33</b>	x $d_{gem,trek}$



**verankeringslengte trekwapening art. 8.4** 1 test

karacteristieke cilinderdruksterkte	$f_{ck}$	=	20	N/mm <sup>2</sup>
karacteristieke kubusdruksterkte	$f_{ck}$	=	25	N/mm <sup>2</sup>
gemiddelde cilinderdruksterkte	$f_{cm}=f_{ck}+8$	=	28	N/mm <sup>2</sup>
3.4 gemiddelde cilindertreksterkte	$f_{ctm}=0,3f_{ck}^{(2/3)}$ als $f_{ck} \leq 50$	of $f_{ctm}=2,12\ln(1+f_{cm}/10)=$	2,21	N/mm <sup>2</sup>
karacteristieke ondergrens treksterkte	$f_{ctk0,05}=0,7f_{ctm}$	=	1,55	N/mm <sup>2</sup>
3.16 rekenwaarde treksterkte	$f_{ctd}=f_{ctk0,05}/1,5$	=	1,03	N/mm <sup>2</sup>
staaltrekspanning	$f_{yk}$	=	500	N/mm <sup>2</sup>
rekenwaarde staaltrekspanning	$f_{yd}$	=	435	N/mm <sup>2</sup>
gemiddelde diameter trekwapening	$d_{gem}$	=	16,0	mm
verhouding benodigde/aanwezige wapening	$A_{s1,totaaal} / A_{aanw,trek}$	=	0,56	-
staalspanning in trekwapening	$\sigma_{sd}= A_{s1,totaaal} / A_{aanw,trek} * f_{yd}$	=	242	N/mm <sup>2</sup>
aantal staven in bundel (max 2)	n	=	1	st
8.3 basisverankeringslengte trekwapening	$l_{b,reqd}= 0,25 * d_{gem,trek} * \sqrt{n} * \sigma_{sd} / f_{bd}$	=	418	mm
	$l_{b,reqd}$	=	26	* $d_{gem}$
8.2	$f_{bd}=2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}$	=	2,32	N/mm <sup>2</sup>
	$\eta_1$ bovenstaaf=0,7, algemeen=1,0	=	1,00	-
	$\eta_2$ als $d_{gem} \leq 32; 1 ; (132-d_{gem}) / 100$	=	1,00	-
8.4 rekenwaarde verankeringslengte trekwapening	$l_{bd}=\alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \alpha 4 \alpha 5 l_{b,reqd} \geq l_{b,min}$	=	418	mm
$l_{bd}=\alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \alpha 4 \alpha 5 l_{b,reqd} =$	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	=	418	mm
vorm van de staven	$\alpha 1$ afhankelijk van staafeinde	=	1,00	-
effect minimum dekking	$\alpha 2=1-0,15*(c_d-x*d_{gem,trek}) / d_{gem,trek}$ en $<1,0$	=	1,21	-
	$x=$ factor afhankelijk staafeinde	=	3	-
uiteindelijke waarde $\alpha 2$	$0,7 < \alpha 2 < 1,0$	=	1,00	-
rekenwaarde dekking op rechte staaf	$c_d= \min ( a/2 ; c_1 ; c )$	=	26,0	mm
rekenwaarde dekking op gebogen staaf	$c_d= \min ( a/2 ; c_1 )$	=	26,0	mm
maatgevende waarde	$c_d$ (dekking op te verankeren staaf )	=	26,0	mm
effect dwarswapening niet gelast aan hoofdw	$\alpha 3=1-K\lambda$ (opsluiting dwarswapening)	=	1,03	-
maatgevende waarde	$\alpha 3=1-K\lambda$ (opsluiting dwarswapening) $>0,7$ en $<1,0 =$	=	1,00	-
	K (afhankelijk van positie losse dwarsstaaf)	=	0,10	-
	$\lambda=(\sum A_{st}-\sum A_{st,min}) / A_s$	=	-0,25	-
oppervlak doorsnede dwarswapening over lengte $l_{bd}$	$\sum A_{st}$	=	0	mm <sup>2</sup>
	$\sum A_{st,min}$ 0,25 $A_{st}$ bij balken	=	50	mm <sup>2</sup>
	$A_s$ doorsnede enkelvoudig verankerde staaf	=	201	mm <sup>2</sup>
effect aangelaste dwarsstaven	$\alpha 4:$ (dwarsstaaf gelast aan hoofdwapening)	=	1,00	-
effect dwarsdruk	$\alpha 5=1-0,04p$ (dwarsdruk bij trekstaven)	=	1,00	-
	$p=$ dwarsdruk in Mpa over lengte $l_{bd}$	=	0,00	N/mm <sup>2</sup>
8.5 maximale waarde	$\alpha 2 \alpha 3 \alpha 5 \geq 0,7$	=	1,00	-
8.6	$l_{b,min} : \max( 0,3 l_{b,reqd} ; 10d_{gem,trek} ; 100)$	=	160,0	mm
halve tussenmaat tussen staven	$0,5 * a$	=	26,0	mm

**verankeringslengte drukwapening art. 8.4 haken mogen niet worden meegerekend! art 8.4.1.(3)**

gemiddelde staafdiameter drukwapening	$d_{gem,druk}$	=	10,0	mm
verhouding benodigde/aanwezige wapening	$A_{s2} / A_{aanw,druk}$	=	0,6	-
staalspanning in drukwapening	$\sigma_{sd}= A_{s2} / A_{aanw,druk} * f_{yd}$	=	242	N/mm <sup>2</sup>
aantal staven in bundel	n (aantal staven in bundel)	=	1	st
8.3 basisverankeringslengte drukwapening	$l_{b,reqd}= 0,25 * d_{gem,druk} * \sqrt{n} * \sigma_{sd} / f_{bd}$	=	261	mm
8.2	$f_{bd}=2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}$	=	2,32	N/mm <sup>2</sup>
	$\eta_1$ bovenstaaf=0,7, algemeen=1,0	=	1,00	-
	$\eta_2$ als $d_{gem} \leq 32; 1 ; (132-d_{gem}) / 100$	=	1,00	-
8.4 rekenwaarde verankeringslengte drukwapening	$l_{bd}=\alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \alpha 4 l_{b,reqd} \geq l_{b,min}$	=	261	mm
$l_{bd}=\alpha 1 \alpha 2 \alpha 3 \alpha 4 l_{b,reqd} =$	1,00 1,00 1,00 1,00	=	261	mm
	$\alpha 1$ afhankelijk van staafeinde	=	1,00	-
	$\alpha 2$ afhankelijk van dekking	=	1,00	-
	$\alpha 3=1-K\lambda$ (opsluiting dwarswapening)	=	1,00	-
	$\alpha 4:$ (dwarsstaaf gelast aan hoofdwapening)	=	1,00	-
8.7	$l_{b,min} : \max( 0,6 l_{b,reqd} ; 10d_{gem,druk} ; 100)$	=	157	mm





**opmerking:**



## tabel voor buig- en dwarskrachtwapening in balken volgens eurocode 2

werk **test**  
 werknummer **algemeen**  
 onderdeel **fundering**

### doorsnedegegevens en wapening

kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C20/25</b>	
kwaliteit staal	staalsoort	=	<b>B 500</b>	
wapeningsklasse	A, B of C	=	<b>B</b>	-
betonbreedte	b	=	<b>300</b>	mm
betonhoogte	h	=	<b>500</b>	mm
betondekking gedrukte zijde	C <sub>drukzijde</sub>	=	<b>40</b>	mm
betondekking getrokken zijde	C <sub>trekzijde</sub>	=	<b>40</b>	mm
betondekking zijkanten	C <sub>zijkant</sub>	=	<b>35</b>	mm
beugels	diameter d <sub>bg</sub>	=	<b>8</b>	mm
helling betondrukdiagonaal	∅ (tussen 21,8 en 45 graden)	=	<b>45</b>	graden
aantal sneden per beugel	n <sub>sn</sub>	n <sub>sn</sub> =	<b>2</b>	snedig

### gegevens invloedsfactoren scheurwijdte zonder berekening en betondekking

verhouding momenten: M <sub>qp</sub> / M <sub>Ed</sub> (moment M <sub>qp</sub> tgv quasie-permanente belasting)	=	<b>0,8</b>	-
a ontwerplevensduur	=	<b>50</b>	jaar
b omgevingsfactoren	milieuklasse A	=	<b>XC2</b>
b	milieuklasse B	=	<b>XF1</b>
c soort constructie	soort constructie	=	<b>balk</b>
d dekking verhogen bij oncontroleerbaarheid van de wapening (geen eis in eurocode)	=	<b>nee</b>	
e wordt de beton nabewerkt	=	<b>nee</b>	
f verhoging dekking bij toepassing grote grindkorrel (>32mm) tabel 4.2	=	<b>nee</b>	
g ondergrond waarop gestort wordt	=	<b>werkvloer</b>	
h bundeling wapeningstaven	worden staven d1 gebundeld?	=	<b>nee</b>
h	worden staven d2 gebundeld?	=	<b>nee</b>
i kwaliteitsbeheersing	is specifieke kwaliteitsbeheersing gewaarborgd?	=	<b>nee</b>
j luchtinsluiting	luchtinsluiting van meer dan 4% toegepast?	=	<b>nee</b>
k verhoging dekking bij toepassing grote staafdiameter (>25mm) geen eis in eurocode	=	<b>nee</b>	

### staafdiameters en staafcombinaties voor de wapeningstabel

buigwapening staafdiameters	voorbeeld van staafcombinaties in tabel 1 t/m 5						
	∅	n1	∅	∅	n2	∅	∅
<b>tabel 1</b>	<b>10</b> mm	<b>3</b>	∅	10	+		
	<b>12</b> mm	<b>4</b>	∅	10	+		
<b>tabel 2</b>	<b>10</b> mm	<b>2</b>	∅	10	+	<b>1</b>	∅ 12
	<b>16</b> mm	<b>2</b>	∅	10	+	<b>2</b>	∅ 12
<b>tabel 3</b>	<b>12</b> mm	<b>3</b>	∅	10	+	<b>1</b>	∅ 12
	<b>16</b> mm	<b>3</b>	∅	10	+	<b>2</b>	∅ 12
<b>tabel 4</b>	<b>12</b> mm	<b>4</b>	∅	10	+	<b>1</b>	∅ 12
	<b>20</b> mm						
<b>tabel 5</b>	<b>16</b> mm						
	<b>20</b> mm						

**de aangegeven diameters zijn als voorbeeld voor tabel 1**

diameter beugels in mm	hart op hartmaat van de beugels in mm										
	8	10	12	300	250	200	150	100	75	50	mm

opmerking:



**tabel voor buig- en dwarskrachtwapening in balken**

**300 x 500**

werk	<b>test</b>		
werknnummer	algemeen		
onderdeel	fundering		
betonkwaliteit	= C20/25	staalkwaliteit	= B 500
karakteristieke kubusdruksterkte	$f_{ck}= 25$ N/mm <sup>2</sup>	karakteristieke cilinderdruksterkte	$f_{ck}= 20$ N/mm <sup>2</sup>
staaltrekspanning	$f_{yk}= 500$ --	rekenwaarde staaltrekspanning	$f_{yd}= 435$ N/mm <sup>2</sup>
breedte	b= 300 mm	maatgevende waarde schuifsterkte	$V_{Rd,c}= 0,34$ N/mm <sup>2</sup>
hoogte	h= 500 mm	bovengrens schuifsterkte	$V_{Rd,max}= 3,72$ N/mm <sup>2</sup>
betondekking onderzijde	c= 40 mm	dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,c}= 45,2$ kN
betondekking zijkant	c= 35 mm	dwarskrachtweerstand	$V_{Rd,max}= 497,7$ kN
minimale betondekking	$c_{min}= 35$ mm	$\rho_{max}= 1,030$ %	$A_{max}= 1379$ mm <sup>2</sup>
milleuklasse	= XC2	$\rho_{min}= 0,130$ %	$A_{min}= 174$ mm <sup>2</sup>
diameter beugels	= 8 mm		
verhouding momenten: $M_{qp} / M_{Ed}$	= 0,8		

buigwapening			opneembaar moment					scheurwijdte zonder berekening			
n1	diameter	n2	diameter	$A_s$	$\rho$	d	$M_{Rd}$	$d_{bgl}$	$d_{max}$	hoh <sub>max</sub>	unity
-	mm	-	mm	mm <sup>2</sup>	%	mm	kNm	mm	mm	mm	check
<b>tabel 1</b>											
3	Ø 10			236	0,18	447,0	45	8,0	8,2	81	1,22
4	Ø 10			314	0,23	447,0	59	8,0	8,0	77	0,88
2	Ø 10	+	1 Ø 12	157	0,12	448,7	51	8,0	8,0	79	0,83
2	Ø 10	+	2 Ø 12	383	0,29	446,5	71	8,0	7,8	73	0,92
3	Ø 10	+	1 Ø 12	349	0,26	446,8	65	8,0	7,9	76	0,90
3	Ø 10	+	2 Ø 12	462	0,34	446,6	85	8,0	7,7	70	0,72
4	Ø 10	+	1 Ø 12	427	0,32	446,8	79	8,0	7,8	73	0,70
<b>tabel 2</b>											
3	Ø 10			236	0,18	447,0	45	8,0	8,2	81	1,22
4	Ø 10			314	0,23	447,0	59	8,0	8,0	77	0,88
2	Ø 10	+	1 Ø 16	358	0,27	446,0	66	8,0	7,8	75	1,35
2	Ø 10	+	2 Ø 16	559	0,42	445,5	101	8,0	7,4	64	1,05
3	Ø 10	+	1 Ø 16	437	0,33	446,3	80	8,0	7,7	71	0,95
3	Ø 10	+	2 Ø 16	638	0,48	445,8	114	8,0	7,3	61	0,82
4	Ø 10	+	1 Ø 16	515	0,38	446,4	94	8,0	7,6	68	0,74
<b>tabel 3</b>											
3	Ø 12			339	0,25	446,0	63	8,0	7,8	75	1,35
4	Ø 12			452	0,34	446,0	83	8,0	7,6	70	0,97
2	Ø 12	+	1 Ø 16	427	0,32	445,3	78	8,0	7,6	71	1,42
2	Ø 12	+	2 Ø 16	628	0,47	445,0	112	8,0	7,2	60	1,10
3	Ø 12	+	1 Ø 16	540	0,40	445,5	98	8,0	7,4	65	1,03
3	Ø 12	+	2 Ø 16	741	0,56	445,2	130	8,0	7,0	55	0,92
4	Ø 12	+	1 Ø 16	653	0,49	445,6	116	8,0	7,2	60	0,84
<b>tabel 4</b>											
3	Ø 12			339	0,25	446,0	63	8,0	7,8	75	1,35
4	Ø 12			452	0,34	446,0	83	8,0	7,6	70	0,97
2	Ø 12	+	1 Ø 20	540	0,41	444,7	98	8,0	7,3	64	1,56
2	Ø 12	+	2 Ø 20	855	0,64	444,0	147	8,0	6,6	48	1,39
3	Ø 12	+	1 Ø 20	653	0,49	445,0	116	8,0	7,1	59	1,12
3	Ø 12	+	2 Ø 20	968	0,73	444,4	163	8,0	6,3	41	1,21
4	Ø 12	+	1 Ø 20	767	0,57	445,2	134	8,0	6,9	54	0,93
<b>tabel 5</b>											
3	Ø 16			603	0,45	444,0	108	8,0	7,1	60	1,64
4	Ø 16			804	0,60	444,0	139	8,0	6,7	51	1,31
2	Ø 16	+	1 Ø 20	716	0,54	443,3	126	8,0	6,8	54	1,83
2	Ø 16	+	2 Ø 20	1030	0,78	443,0	171	8,0	6,0	36	1,80
3	Ø 16	+	1 Ø 20	917	0,69	443,5	156	8,0	6,4	43	1,51
3	Ø 16	+	2 Ø 20	1232	0,93	443,2	197	8,0	5,5	22	2,19
4	Ø 16	+	1 Ø 20	1118	0,84	443,6	183	8,0	5,9	31	1,59
aantal n1	diameter	aantal n2	diameter	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$\rho$	d	$M_{Rd}$	$d_{max}$	hoh <sub>max</sub>	U.C.	
<b>Dwarskrachtwapening</b>				helling betondrukdagonaal		45	graden	aantal sneden per beugel		$n_{sn}= 2,0$	sneden
diameter beugels		hart op hartmaat beugels		300	250	200	150	100	75	50	mm
Ø 8	opneembare dwarskracht		60,4	72,5	90,7	120,9	181,3	241,8	362,7	kN	
Ø 10	opneembare dwarskracht		94,0	112,8	141,0	188,0	282,0	375,9	497,7	kN	
Ø 12	opneembare dwarskracht		134,7	161,6	202,0	269,4	404,0	497,7	497,7	kN	

opmerking:



## tabel voor buigwapening in vloeren

werk **Werk**  
 werknummer **20600**  
 onderdeel **wanden en vloeren**

### doorsnedegegevens en wapening

kwaliteit beton	betonklasse	=	<b>C28/35</b>	
kwaliteit staal	staalsoort	=	<b>B 500</b>	
wapeningsklasse	A, B of C	=	<b>B</b>	-
betonbreedte	b	=	<b>1000</b>	mm
betonhoogte	h	=	<b>270</b>	mm
betondekking gedrukte zijde	C <sub>drukzijde</sub>	=	<b>20</b>	mm
betondekking getrokken zijde	C <sub>trekzijde</sub>	=	<b>20</b>	mm
betondekking zijkanten	C <sub>zijkant</sub>	=	<b>20</b>	mm

### gegevens invloedsfactoren scheurwijdte zonder berekening en betondekking

verhouding momenten: $M_{qp} / M_{Ed}$ (moment $M_{qp}$ tgv quasie-permanente belasting)		=	<b>0,71</b>	-
a ontwerplevensduur		=	<b>50</b>	jaar
b omgevingsfactoren	milieuklasse A	=	<b>XC1</b>	-
b	milieuklasse B	=	<b>XF1</b>	-
c soort constructie	soort constructie	=	<b>vloer</b>	
d dekking verhogen bij oncontroleerbaarheid van de wapening (geen eis in eurocode)		=	<b>nee</b>	
e wordt de beton nabewerkt		=	<b>nee</b>	
f verhoging dekking bij toepassing grote grindkorrel (>32mm) tabel 4.2		=	<b>nee</b>	
g ondergrond waarop gestort wordt		=	<b>werkvloer</b>	
h bundeling wapeningstaven	worden staven d1 gebundeld?	=	<b>nee</b>	
h	worden staven d2 gebundeld?	=	<b>nee</b>	
i kwaliteitsbeheersing	is specifieke kwaliteitsbeheersing gewaarborgd?	=	<b>nee</b>	
j luchtinsluiting	luchtinsluiting van meer dan 4% toegepast?	=	<b>nee</b>	
k verhoging dekking bij toepassing grote staafdiameter (>25mm) geen eis in eurocode		=	<b>nee</b>	

### staafdiameters en staafcombinaties voor de wapeningstabel

	basisnet		bijlegwap						
	diameter	h.o.h	diameter	h.o.h	h.o.h	h.o.h	h.o.h	h.o.h	
	Ø1	mm	Ø2	mm	mm	mm	mm	mm	
tabel 1	<b>10</b>	<b>150</b>	<b>8</b>	<b>75</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>333</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>
tabel 2	<b>8</b>	150	<b>10</b>	75	150	300	333	500	1000
tabel 3	<b>8</b>	150	<b>12</b>	75	150	300	333	500	1000
tabel 4	<b>10</b>	150	<b>10</b>	75	150	300	333	500	1000
tabel 5	<b>10</b>	150	<b>12</b>	75	150	300	333	500	1000

**opmerking:**



## tabel voor buigwapening in vloeren volgens eurocode 2

1000 x 270

werk	<b>Werk</b>	
werknummer	20600	
onderdeel	wanden en vloeren	
betonkwaliteit	= C28/35	staalkwaliteit = B 500
karakteristieke kubusdruksterkte	$f_{ck} = 35$ N/mm <sup>2</sup>	karakteristieke cilinderdruksterkte $f_{ck} = 28$ N/mm <sup>2</sup>
staaltrekspanning	$f_{yk} = 500$ --	rekenwaarde staaltrekspanning $f_{yd} = 435$ N/mm <sup>2</sup>
breedte	$b = 1000$ mm	maatgevende waarde schuifsterkt $V_{Rd,c} = 0,49$ N/mm <sup>2</sup>
hoogte	$h = 270$ mm	bovengrens schuifsterkte $V_{Rd,max} = 4,73$ N/mm <sup>2</sup>
betondekking onderzijde	$c = 20$ mm	dwarskrachtweerstand $V_{Rd,c} = 119,2$ kN
betondekking zijkant	$c = 20$ mm	dwarskrachtweerstand $V_{Rd,max} = 1159,1$ kN
minimale betondekking	$c_{min} = 20$ mm	$\rho_{max} = 1,443$ % $A_{max} = 3534$ mm <sup>2</sup>
milieuklasse	= XC1	$\rho_{min} = 0,144$ % $A_{min} = 352$ mm <sup>2</sup>
diameter beugels of verdeelwapening	= 0 mm	
verhouding momenten: $M_{qp} / M_{Ed}$	= 0,71	-

diameter		diameter		$A_s$	$\rho$	d	$M_{Rd}$	$d_{bgl}$	scheurwijdte zonder berekening		
mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	%	mm	kNm	mm	$d_{max}$	$hoh_{max}$	unity
Ø 10	- 150			524	0,21	245,0	54	0,0	12,2	149	0,82
Ø 10	- 150	+ Ø 8	- 75	1194	0,49	245,7	120	0,0	12,0	140	0,36
Ø 10	- 150	+ Ø 8	- 150	524	0,21	247,5	88	0,0	12,1	146	0,41
Ø 10	- 150	+ Ø 8	- 300	691	0,28	245,3	71	0,0	12,2	149	0,71
Ø 10	- 150	+ Ø 8	- 333	675	0,27	245,3	70	0,0	12,2	149	0,74
Ø 10	- 150	+ Ø 8	- 500	624	0,25	245,2	65	0,0	12,2	149	0,78
Ø 10	- 150	+ Ø 8	- 1000	574	0,23	245,1	60	0,0	12,2	149	0,80
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ø 8	- 150			335	0,14	246,0	35	0,0	10,5	101	0,76
Ø 8	- 150	+ Ø 10	- 75	1382	0,56	245,3	138	0,0	11,6	134	0,37
Ø 8	- 150	+ Ø 10	- 150	859	0,35	245,5	88	0,0	12,1	146	0,53
Ø 8	- 150	+ Ø 10	- 300	597	0,24	245,7	62	0,0	12,4	152	0,69
Ø 8	- 150	+ Ø 10	- 333	571	0,23	245,7	59	0,0	12,4	152	0,69
Ø 8	- 150	+ Ø 10	- 500	492	0,20	245,8	51	0,0	12,5	154	0,67
Ø 8	- 150	+ Ø 10	- 1000	414	0,17	245,9	43	0,0	12,6	156	0,65
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ø 8	- 150			335	0,14	246,0	35	0,0	10,5	101	0,76
Ø 8	- 150	+ Ø 12	- 75	1843	0,75	244,7	178	0,0	10,9	121	0,41
Ø 8	- 150	+ Ø 12	- 150	1089	0,44	245,0	110	0,0	11,7	139	0,55
Ø 8	- 150	+ Ø 12	- 300	712	0,29	245,3	73	0,0	12,2	147	0,72
Ø 8	- 150	+ Ø 12	- 333	675	0,27	245,4	70	0,0	12,2	149	0,74
Ø 8	- 150	+ Ø 12	- 500	561	0,23	245,5	58	0,0	12,4	151	0,72
Ø 8	- 150	+ Ø 12	- 1000	448	0,18	245,7	47	0,0	12,6	155	0,68
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ø 10	- 150			524	0,21	245,0	54	0,0	12,2	149	0,82
Ø 10	- 150	+ Ø 10	- 75	1571	0,64	245,0	155	0,0	11,3	129	0,39
Ø 10	- 150	+ Ø 10	- 150	1047	0,43	245,0	106	0,0	11,7	139	0,55
Ø 10	- 150	+ Ø 10	- 300	785	0,32	245,0	81	0,0	12,0	144	0,73
Ø 10	- 150	+ Ø 10	- 333	759	0,31	245,0	78	0,0	12,0	146	0,75
Ø 10	- 150	+ Ø 10	- 500	681	0,28	245,0	70	0,0	12,1	147	0,83
Ø 10	- 150	+ Ø 10	- 1000	602	0,25	245,0	62	0,0	12,1	148	0,83
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ø 10	- 150			524	0,21	245,0	54	0,0	12,2	149	0,82
Ø 10	- 150	+ Ø 12	- 75	2032	0,83	244,3	194	0,0	10,6	115	0,43
Ø 10	- 150	+ Ø 12	- 150	1278	0,52	244,5	128	0,0	11,4	133	0,58
Ø 10	- 150	+ Ø 12	- 300	901	0,37	244,7	92	0,0	11,7	141	0,75
Ø 10	- 150	+ Ø 12	- 333	863	0,35	244,7	88	0,0	11,8	141	0,78
Ø 10	- 150	+ Ø 12	- 500	750	0,31	244,8	77	0,0	11,9	144	0,86
Ø 10	- 150	+ Ø 12	- 1000	637	0,26	244,9	66	0,0	12,0	146	0,86
diameter	diameter			$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$\rho$	d	$M_{Rd}$		$d_{max}$	$hoh_{max}$	U.C.

opmerking:





## controleberekening volgens eurocode 3 : op axiale trek belast staalprofiel HE140A

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

materiaal **S235**  
 klasse **1** flensdikte **<40**

### art. 6.2.3 axiale trek test

rekenwaarde trekkracht	$N_{Ed}$	=	150	kN	profiel	=	HE140A	A	=	31,4	cm <sup>2</sup>	
reductie doorsnede	$A_{red}$	=	0	cm <sup>2</sup>	kwaliteit	=	S235	$\gamma_{M0}$	=	1,00	-	
netto doorsnede					$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M2}$	=	1,25	-
					$f_u$	=	360	N/mm <sup>2</sup>				
					$A_{net}$	=	31,4	-	0,0	=	31,4	cm <sup>2</sup>



$$6.5 \quad \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad = \quad \frac{150}{737,9} \quad = \quad 0,20 \quad -$$

(2) voor doorsneden met of zonder gaten geldt voor  $N_{t,Rd}$  de kleinste waarde van 6.6 en 6.7

$$6.6 \quad N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{31,4 \cdot 235 \cdot 10^2}{1,00} = 737,9 \text{ kN}$$

$$6.7 \quad N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 31,4 \cdot 360 \cdot 10^2}{1,25} = 813,9 \text{ kN}$$

(4) bij verbindingen in categorie C geldt:

$$6.8 \quad N_{net,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{31,4 \cdot 235 \cdot 10^2}{1,00} = 737,9 \text{ kN}$$

(5) voor hoekprofielen die met één been zijn aangesloten geldt EN 1993-1-8, 3.6.3 geldt ook voor andere gelijksoortige profielen

### opmerking

## controleberekening volgens eurocode 3 : door axiale druk belast staalprofiel HE160A

werk **woning te Huissen**

werknummer **12345**

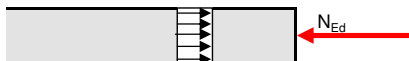
onderdeel **test**

materiaal **S235**

klasse **3** flensdikte **<40**

### art. 6.2.4 axiale druk test

rekenwaarde drukkracht	$N_{Ed}$	=	<b>900</b>	kN	profiel	=	HE160A	A	=	38,8	cm <sup>2</sup>	
reductie doorsnede	$A_{red}$	=	<b>0</b>	cm <sup>2</sup>	kwaliteit	=	S235	$\gamma_{M0}$	=	1,00	-	
					$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M2}$	=	1,25	-
					$f_u$	=	360	N/mm <sup>2</sup>				
					$A_{net}$	=	38,8	-	0,0	=	38,8	cm <sup>2</sup>



$$6.9 \quad \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{900}{911,8} = \boxed{0,99} \quad -$$

(2) voor doorsnedeklasse 1,2 of 3 geldt:

$$6.10 \quad N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{38,8 \cdot 235 \cdot 10^2}{1,00} = 911,8 \text{ kN}$$

6.11 voor doorsnedeklasse 4 geldt:

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{38,8 \cdot 235 \cdot 10^2}{1,00} = 911,8 \text{ kN}$$

### opmerking

## controleberekening volgens eurocode 3:op enkele of dubbele buiging belaste HE200A

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

### art. 6.2.5 buigend moment, enkele buiging, rekenen met gecombineerde profielgegevens test

rekenwaarde moment	$M_{Ed}$	=	100	kNm	profiel	=	HE200A	A	=	53,8	cm <sup>2</sup>		
reductie flensdoorsnede (boutgater)	$A_{r,red}$	=	0	cm <sup>2</sup>	kwaliteit	=	S235	$\gamma_{M0}$	=	1,00	-		
					$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M2}$	=	1,25	-	
					$f_u$	=	360	N/mm <sup>2</sup>	$W_{pl}$	=	429,5	cm <sup>3</sup>	
					b	=	200	mm	$W_{el,min}$	=	388,6	cm <sup>3</sup>	
					$t_f$	=	10	mm	$W_{ef,min}$	=	388,6	cm <sup>3</sup>	
6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{100}{91,3}$	=	1,10	-	$A_r$	=	20,0	1,0	=	20,0	cm <sup>2</sup>
					$A_{r,net}$	=	20	-	0,0	=	20,0	cm <sup>2</sup>	

(2) voor doorsnedeklasse 1 en 2

$$6.13 \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{429,5 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 100,9 \text{ kNm}$$

voor doorsnedeklasse 3

$$6.14 \quad M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{388,6 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 91,3 \text{ kNm}$$

voor doorsnedeklasse 4

$$6.15 \quad M_{c,Rd} = M_{ef,Rd} = \frac{W_{ef,min} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{388,6 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 91,3 \text{ kNm}$$

6.16 (4) gaten voor verbindingmiddelen mogen worden verwaarloosd als:

$$\frac{A_{r,net}}{\gamma_{M2}} \geq \frac{f_u}{f_y} \frac{A_r}{\gamma_{M0}} \Rightarrow \frac{0,9}{1,25} \geq \frac{360}{235} \frac{20 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 5,2 \text{ kN}$$

$$\frac{A_r}{\gamma_{M0}} \geq \frac{f_y}{f_u} \frac{A_{r,net}}{\gamma_{M2}} \Rightarrow \frac{20}{1,00} \geq \frac{235}{360} \frac{0,9}{1,25} = 4,7 \text{ kN}$$

conclusie: **de boutgaten mogen worden verwaarloosd**

### art. 6.2.5 dubbele buiging (alleen elastisch) test

rekenwaarde moment	$M_{y,Ed}$	=	100	kNm	profiel	=	HE200A	$\gamma_{M0}$	=	1,00	-	
rekenwaarde moment	$M_{z,Ed}$	=	0	kNm	kwaliteit	=	S235	$W_{el,y}$	=	388,6	cm <sup>3</sup>	
					$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	=	134	cm <sup>3</sup>

$$6.12 \quad \frac{M_{y,Ed}}{M_{c,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{c,z,Rd}} = \frac{100}{91,3} + \frac{0}{31,4} = 1,10 + 0,00 = 1,10$$

$$M_{c,y,Rd} = \frac{W_{el,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{388,6 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 91,3 \text{ kNm}$$

$$M_{c,z,Rd} = \frac{W_{el,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{133,6 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 31,4 \text{ kNm}$$

opmerking



### controleberekening volgens eurocode 3 : op dwarskracht belast staalprofiel HE180A

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving)				test
rekenwaarde moment	$V_{Ed}$	=	150 kN	profiel = HE180A
profiel			gewalste I en H profielen	A = 45,3 cm <sup>2</sup>
hoogte van het lijf	$h_w$	=	152 mm	kwaliiteit = S235
factor in formules gelast profiel	$\eta$	=	1	$\gamma_{M0}$ = 1,00
dikte in beschouwde punt	t	=	6 mm	$f_y$ = 235 N/mm <sup>2</sup>
				$I_y$ = 2510 cm <sup>4</sup>
				b = 180 mm
				h = 171 mm
				$t_w$ = 6 mm
				$S_y$ = 162 cm <sup>3</sup>
				$I_t$ = 14,8 cm <sup>4</sup>
				$h_w$ = 171 mm
				afroningstraal in profiel r = 15 mm

6.17  $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{150,0}{197,0} = 0,76$

6.18  $V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}} / \sqrt{3} = \frac{1452 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} / \sqrt{3} = 197,0$  kN

(4) Om de rekenwaarde van de elastische weerstand tegen dwarskracht  $V_{c,Rd}$  te toetsen mag, voor een kritiek punt van de doorsnede, het volgende criterium zijn gebruikt tenzij het toetsen op plooiën volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 van toepassing is:

6.19  $\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \frac{164}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)} = 0,40$

algemeen geldt:

6.20  $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_y t} = \frac{150,0 \cdot 162 \cdot 10^2}{2510 \cdot 6} = 162$  N/mm<sup>2</sup>

(5) Voor I- of H-profielen mag de schuifspanning in het lijf als volgt zijn bepaald:

6.21  $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w} \text{ indien } A_f / A_w \geq 0,6 = \frac{150,0 \cdot 10^3}{912} = 164$  N/mm<sup>2</sup>

$A_f = b t_f = 180 \cdot 9,5 = 17,1 \cdot 10^2$  cm<sup>2</sup>  
 $A_w = h_w t_w = 152 \cdot 6 = 9,1 \cdot 10^2$  cm<sup>2</sup>  
 $A_f / A_w = 17,1 / 9,1 = 1,9$

waarde voor  $\tau_{Ed}$  waarmee mag worden gerekend voor I en H-profielen = 164 N/mm<sup>2</sup>

6.22 (6) Bovendien behoort, voor lijven zonder dwarsverstijvers, de weerstand tegen plooiën door afschuiving volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 te zijn bepaald indien

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\epsilon}{\eta}$  dus  $\frac{152}{6} > 72 \frac{1,00}{1,00}$  eis 25,3 > 72,0

**conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend**

met  $\epsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 235)} = 1,00$

(3) a	gewalste I en H profielen	$A_{v,f}$	A	-2	b	$t_f$	+	(	$t_w$	+2	r	)	$t_f$	=	
		$A_{v,f}$	4530	-2	180	9,5	+	(	6	+2	15	)	9,5	=	1452
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_{v,f}$	A	-2	b	$t_f$	+	(	$t_w$	+	r	)	$t_f$	=	
		$A_{v,f}$	4530	-2	180	9,5	+	(	6	+	15	)	9,5	=	1309,5
(3) c	gewalste T profielen	$A_{v,f}$	0,9	(	A	-	b	$t_f$	)					=	
		$A_{v,f}$	0,9	(	4530	-	180	9,5	)					=	2538
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_{v,f}$	$\eta$	$\Sigma$	(	$h_w$	$t_w$	)						=	
		$A_{v,f}$	1	(	152	6	)							=	912
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_{v,f}$	A	-	$\Sigma$	(	$h_w$	$t_w$	)					=	
		$A_{v,f}$	4530	-	$\Sigma$	(	152	6	)					=	3618
(3) f1	gewalste rh buis // hoogte	$A_{v,f}$	A	h	/	(	b	+	h	)				=	
		$A_{v,f}$	4530	171	/	(	180	+	171	)				=	2206,9
(3) f2	gewalste rh buis // breedte	$A_{v,f}$	A	b	/	(	b	+	h	)				=	
		$A_{v,f}$	4530	180	/	(	180	+	171	)				=	2323,1
(3) g	ronde buisprofielen	$A_{v,f}$	2	A	/	$\pi$							=		
		$A_{v,f}$	2	4530	/	$\pi$							=	2883,9	

opmerking



**prismatische op druk belaste staaf (centrisch belaste staalkolom)**

**L 55 x 55 x 6**

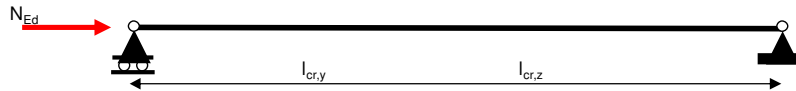
werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

uc y-richting **15,11**  
 uc z-richting **15,11**

materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

**art. 6.3.1 prismatische op druk belaste staven** test

rekenwaarde normaalkracht	$N_{Ed}$	=	500	kN	profiel	=	L 55 x 55 x 6	E	=	210000	N/mm <sup>2</sup>
kniklengte y-richting	$l_{cr,y}$	=	3000	mm	kwaliteit	=	S235	A	=	6,3	cm <sup>2</sup>
kniklengte z-richting	$l_{cr,z}$	=	3000	mm	$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M1}$	=	1,00
reductie doorsnede	$A_{red}$	=	0	cm <sup>2</sup>	y-richting			z-richting			
					$i_y$	=	16,6	mm	$i_z$	=	16,6
					kromme	=	<b>b</b>	kromme	=	<b>b</b>	



**y-richting**

6.46  $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{500}{33,1} = 15,11$

6.47-48  $N_{b,Rd} = \chi_y A f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,223 \cdot 6,3 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 33,1$  kN

6.49  $\chi_y = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_y^2}} \leq 1,0 \quad \chi_y = \frac{1}{2,656 + \sqrt{(2,656^2 - 1,930^2)}} = 0,223$

$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] \quad \Phi = 0,5 [1 + 0,34 (1,930 - 0,2) + 1,930^2] = 2,656$

6.50 voor klasse 1, 2 en 3 geldt  $\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 181,2 / 93,9 = 1,930$   
 $N_{cr} = A f_y / \lambda_y^2 = 6,3 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,930^2 = 39,811$  kN (ter informatie)  
 (4)  $N_{Ed} / N_{cr} = 500 / 39,811 = 12,559$

6.51 voor klasse 4 geldt:  $\lambda_y = \lambda_y \sqrt{(A_{eff} / A)} / \lambda_1 = 181,2 \sqrt{(6,3 / 6,3)} / 93,9 = 1,930$   
 $\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(210000 / 235)} = 93,9$   $A_{eff} = 6,3$  -  $0,0 = 6,3$  cm<sup>2</sup>  
 $\lambda_y = l_{cr,y} / i_y = 3000 / 16,6 = 181,2$  -  $\lambda_z = l_{cr,z} / i_z = 3000 / 16,6 = 181,2$

relatieve slankheid bij torsiestabiliteit en torsieknikstabiliteit:

6.52 voor klasse 1, 2 en 3 geldt  $\lambda_T = \sqrt{(A f_y / N_{cr})} = \sqrt{(6,3 \cdot 10^2 \cdot 235 / 39,811 \cdot 10^3)} = 1,930$

6.53 voor klasse 4 geldt:  $\lambda_T = \sqrt{(A_{eff} f_y / N_{cr})} = \sqrt{(6,3 \cdot 10^2 \cdot 235 / 39,811 \cdot 10^3)} = 1,930$

conclusie: hier komt hetzelfde uit als uit formule 6.50. en 6.51

**z-richting**

6.46  $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{500}{33,1} = 15,11$

6.47-48  $N_{b,Rd} = \chi_z A f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,223 \cdot 6,3 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 33,1$  kN

6.49  $\chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_z^2}} \leq 1,0 \quad \chi_z = \frac{1}{2,656 + \sqrt{(2,656^2 - 1,930^2)}} = 0,223$

$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] \quad \Phi = 0,5 [1 + 0,34 (1,930 - 0,2) + 1,930^2] = 2,656$

6.50 voor klasse 1, 2 en 3 geldt:  $\lambda_z = \lambda_z / \lambda_1 = 181,2 / 93,9 = 1,930$   
 $N_{cr} = A f_y / \lambda_z^2 = 6,3 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,930^2 = 39,811$  kN (ter informatie)  
 (4)  $N_{Ed} / N_{cr} = 500 / 39,811 = 12,559$

voor klasse 4 geldt:  $\lambda_z = \lambda_z \sqrt{(A_{eff} / A)} / \lambda_1 = 181,2 \sqrt{(6,3 / 6,3)} / 93,9 = 1,930$

**opmerking**



**stalen ligger op 2 steunpunten met een q- en een F-last 1xprofiel 1: HE180B**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

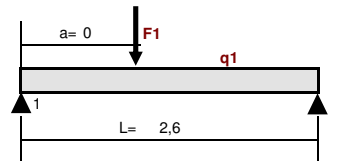
**kerngegevens**  
 toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**  
 ontwerp levensduur klasse = **3**  
 gevolgklasse CC **2**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89**  
 de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage

ontwerplevensduur = 50 jaar  
 toepassing gebouwen en andere gewone constructies  
 6.10.a 6.10.b 6.1 partiële factoren  
 $\gamma_{Gj} = 1,35$   $\xi \gamma_{Gj} = 1,20$   $\gamma_{M0} = 1,00$  -  
 $\gamma_{Q1} = 1,50$   $\gamma_{Q1} = 1,50$   $\gamma_{M1} = 1,00$  -  
 $\gamma_{Q2} = 1,50$   $\gamma_{Q2} = 1,50$   $\gamma_{M2} = 1,25$  -

**diverse factoren**  
 gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**  
 (gewichtsberekening)  $\psi_0 = 0,4$  -  
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1 = 0,5$  -  
 (kruip)  $\psi_2 = 0,3$  -  
 reductiefactor vloerbelasting  $\psi_t = 1,00$  -

eigen gewicht ligger automatisch berekenen **ja**  
 traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de belasting  
 belasting profiel 1: sterke as  
 $\Sigma I = 3831$  cm<sup>4</sup>  $\Sigma g = 0,51$  kN/m'  
 $\Sigma W_{pl} = 481$  cm<sup>3</sup>  $\Sigma A = 65,3$  cm<sup>2</sup>  
 $\Sigma W_{el} = 426$  cm<sup>3</sup> E = 210000 N/mm<sup>2</sup>

liggerlengte L = **2,6** m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **500** \* L  
 toegepaste zeeg **0** mm



**belastingen en combinaties** test

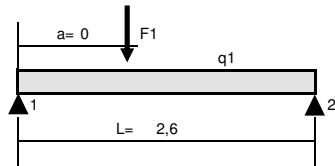
**q1:**  
 permanente belasting  $G_{kj} = 50$  kN/m  $G_{kj}$ : (incl.e.g.) 50 + 0,51 = 50,51 kN/m'  
 opgelegde belasting exteem+mom.  $\Sigma Q_{extr+mom} = 20$  kN/m STR/GEO  $\gamma_{Gj}$   $G_{kj}$  +  $\gamma_Q$   $\Sigma Q_{mom}$   
 opgelegde belasting momentaan  $\Sigma Q_{mom} = 15$  kN/m 6.10.a: 1,35 50,51 + 1,50 15,00 = 90,69 kN/m'  
 STR/GEO  $\xi \gamma_{Gj}$   $G_{kj}$  +  $\gamma_Q$   $\Sigma Q_{extr+mom}$   
 6.10.b: 1,20 50,51 + 1,50 20,00 = 90,69 kN/m'

**F1:**  
 permanente belasting  $G_{kj} =$  kN  $G_{kj}$ : (incl.e.g.) 0 = 0,00 kN  
 opgelegde belasting exteem+mom.  $\Sigma Q_{extr+mom} =$  kN STR/GEO  $\gamma_{Gj}$   $G_{kj}$  +  $\gamma_Q$   $\Sigma Q_{mom}$   
 opgelegde belasting momentaan  $\Sigma Q_{mom} =$  kN 6.10.a: 1,35 0 + 1,50 0 = 0,00 kN  
 plaats puntlast vanaf steunpunt 1 (links) a = m STR/GEO  $\xi \gamma_{Gj}$   $G_{kj}$  +  $\gamma_Q$   $\Sigma Q_{extr+mom}$   
 6.10.b: 1,20 0 + 1,50 0 = 0,00 kN

**unity-checks er worden geen verstijvingsschotjes toegepast**

ULS	buiging	0,77	dwarskracht	0,43	onderflensinklemming	0,74	kip	0,82	SLS	$u_{eind}$	0,50	$u_{bij}$	0,28
-----	---------	------	-------------	------	----------------------	------	-----	------	-----	------------	------	-----------	------

**resultaten mechanica berekeningen** test



belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)		reactie (kN)		
	q1	F1	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$R_1$	$R_2$	
$G_{kj}$	50,51	0,00	-65,67	65,67	65,67	65,67	
$Q_{k1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{kj}$	20,00	0,00	-26,00	26,00	26,00	26,00	
ULS(1) 6.10.a	90,69	0,00	-117,90	117,90	117,90	117,90	
ULS(2) 6.10.b	90,69	0,00	-117,90	117,90	117,90	117,90	
<b>maatgevende waarden</b>			$V_{Ed} =$ <b>117,90</b>	kN	$R_{Ed} =$ <b>117,90</b>	kN	

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)
	$M_1$	$M_2$	$M_{1,2}$	uit $R_1$	$u_{1,2}$
$G_{kj}$	0,0	0,0	42,68	1,30	3,7
$Q_{k1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{kj}$	0,0	0,0	16,90	1,30	1,5
ULS(1) 6.10.a	0,0	0,0	76,63	1,30	
ULS(2) 6.10.b	0,0	0,0	76,63	1,30	
<b>maatgevende waarden</b>	$M_{Ed,s1} =$ <b>0,0</b>	kNm	$M_{Ed,v} =$ <b>76,6</b>	kNm	



**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

belastinggevallen en combinaties

veld	=	$U_{1,2}$	=	3,7
$U_{on}$	=	$G_{k,j}$	=	3,7
$U_{elastisch}$	=	$Q_{k1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$	=	1,5
$U_{zeg}$	=	volgens opgave	=	0,0
$U_{eind}$	=	$U_{on} + U_{elastisch} + U_{kruip} + U_{zeg}$	=	5,2
$U_{eind,toe}$	=	$U_{eind,toelaatbaar}$	=	10,4
U.C.	=	$U_{eind} / U_{eind,toelaatbaar}$	=	0,50
$U_{bij}$	=	$U_{elastisch}$	=	1,5
$U_{bij,toe}$	=	$U_{bij,toelaatbaar}$	=	5,2
U.C.	=	$U_{bij} / U_{bij,toelaatbaar}$	=	0,28

**toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting)** test

buiging, art 6.2.5	$M_{Ed}$	=	76,6	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{76,6}{100,0}$	=	0,77				
dwarskracht, art. 6.2.6	$V_{Ed}$	=	117,9	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{117,9}{275,3}$	=	0,43				
onderflensinklemming, art. 6.3.1	$R_1$	=	117,9	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{117,9}{158,7}$	=	0,74				
	$R_2$	=	117,9	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{117,9}{158,7}$	=	0,74				
kip, art. 6.3.2	$M_{Ed}$	=	76,6	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{76,6}{93,2}$	=	0,82				
opleglengte, art. 6.9 EC steen	$R_1$	$I_{opleg}$	=	$N_{Ed}$	/	(	$\beta$	$b$	$f_b$	)	=	125	mm
	$R_2$	$I_{opleg}$	=	$117,90 \cdot 10^3$	/	(	1,34	180	3,890	)	=	125	mm
		$I_{opleg}$	=	$117,90 \cdot 10^3$	/	(	1,34	180	3,890	)	=	125	mm

**art. 6.2.5 buigend moment, enkele buiging, rekenen met gecombineerde profielgegevens** test

rekenwaarde moment	$M_{Ed}$	=	76,6	kNm	profiel	=	HE180B	A	=	65,3	cm <sup>2</sup>	
reductie flensdoorsnede (boutgate)	$A_{t,red}$	=	0,0	cm <sup>2</sup>	kwaliteit	=	S235	$\gamma_{M0}$	=	1,00	-	
					$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M2}$	=	1,25	-
					$f_u$	=	360	N/mm <sup>2</sup>	$W_{pl}$	=	481,4	cm <sup>3</sup>
					b	=	180	mm	$W_{el,min}$	=	425,7	cm <sup>3</sup>
					$t_f$	=	14	mm	$W_{ef,min}$	=	425,7	cm <sup>3</sup>
					$A_t$	=	18,0	1,4		=	25,2	cm <sup>2</sup>
					$A_{t,net}$	=	25,2	-	0,0	=	25,2	cm <sup>2</sup>

de boutgaten mogen worden verwaarloosd

6.12  $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{76,6}{100,0} = 0,77$  -

(2) voor doorsnedeklasse 1 en 2

6.13  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{481,4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 113,1$  kNm

voor doorsnedeklasse 3

6.14  $M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{425,7 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 100,0$  kNm

voor doorsnedeklasse 4

6.15  $M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{ef,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{425,7 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 100,0$  kNm

6.16 (4) gaten voor verbindingsmiddelen mogen worden verwaarloosd als:

$\frac{A_{t,net} \cdot 0,9 \cdot f_u \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M2}} = \frac{25,2 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 6,5$  kN

$\frac{A_t \cdot f_y \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M0}} = \frac{25,2 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00} = 5,9$  kN



**art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving)** test

rekenwaarde moment	$V_{Ed}$	=	117,9	kN	profiel	=	HE180B	A	=	65,3	cm <sup>2</sup>	
profiel					gewalste I en H profielen			$\gamma_{M0}$	=	1,00	-	
hoogte van het lijf	$h_w$	=	152	mm	$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$I_y$	=	3831	cm <sup>4</sup>
factor in formules gelast profiel	$\eta$	=	1	-	b	=	180	mm	$t_f$	=	14	mm
					h	=	180	mm	$t_w$	=	8,5	mm
dikte in beschouwde punt	t	=	6	mm	$S_y$	=	241	cm <sup>3</sup>	$I_t$	=	42,2	cm <sup>4</sup>
					$h_w$	=	180	-	14	2=	152	mm
					afroningstraal in profiel			r	=	15	mm	

6.17  $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{117,9}{275,3} = 0,43$

6.18  $V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\gamma_{M0}} / \sqrt{3} = \frac{2029 \cdot 235 \cdot 10^3}{1,00} / \sqrt{3} = 275,3 \text{ kN}$

(4) Om de rekenwaarde van de elastische weerstand tegen dwarskracht  $V_{c,Rd}$  te toetsen mag, voor een kritiek punt van de doorsnede, het volgende criterium zijn gebruikt tenzij het toetsen op plooiën volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 van toepassing is:

6.19  $\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0})} = \frac{91}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)} = 0,22$

algemeen geldt:

6.20  $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} S}{I_y t} = \frac{117,9 \cdot 241 \cdot 10^2}{3831 \cdot 6} = 123 \text{ N/mm}^2$

(5) Voor I- of H-profielen mag de schuifspanning in het lijf als volgt zijn bepaald:

6.21  $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w}$  indien  $A_f / A_w \geq 0,6 = \frac{117,9 \cdot 10^3}{1292} = 91 \text{ N/mm}^2$

$A_f = b t_f = 180 \cdot 14 = 25,2 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$   
 $A_w = h_w t_w = 152 \cdot 8,5 = 12,9 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$   
 $A_f / A_w = 25,2 / 12,9 = 2,0$

waarde voor  $\tau_{Ed}$  waarmee mag worden gerekend voor I en H-profielen = 91 N/mm<sup>2</sup>

6.22 (6) Bovendien behoort, voor lijven zonder dwarsverstijvers, de weerstand tegen plooiën door afschuiving volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 te zijn bepaald indien

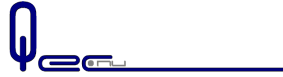
$\frac{h_w}{t_w} > 72 \frac{\epsilon}{\eta}$  dus  $\frac{152}{8,5} > 72 \frac{1,00}{1,00}$  eis 17,9 > 72,0

**conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend**

met  $\epsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 235)} = 1,00$

(3) a	gewalste I en H profielen	$A_w = A - 2 b t_f + (t_w + 2 r) t_f$	$A_w = 6530 - 2 \cdot 180 \cdot 14 + (8,5 + 2 \cdot 15) \cdot 14 = 2029$
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_w = A - 2 b t_f + (t_w + r) t_f$	$A_w = 6530 - 2 \cdot 180 \cdot 14 + (8,5 + 15) \cdot 14 = 1819$
(3) c	gewalste T profielen	$A_w = 0,9 (A - b t_f)$	$A_w = 0,9 (6530 - 180 \cdot 14) = 3609$
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_w = \eta \sum (h_w t_w)$	$A_w = 1 \cdot (152 \cdot 8,5) = 1292$
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_w = A - \sum (h_w t_w)$	$A_w = 6530 - (152 \cdot 8,5) = 5238$
(3) f1	gewalste rh buis // hoogte	$A_w = A h / (b + h)$	$A_w = 6530 \cdot 180 / (180 + 180) = 3265$
(3) f2	gewalste rh buis // breedte	$A_w = A b / (b + h)$	$A_w = 6530 \cdot 180 / (180 + 180) = 3265$
(3) g	ronde buisprofielen	$A_w = 2 A / \pi$	$A_w = 2 \cdot 6530 / \pi = 4157,1$

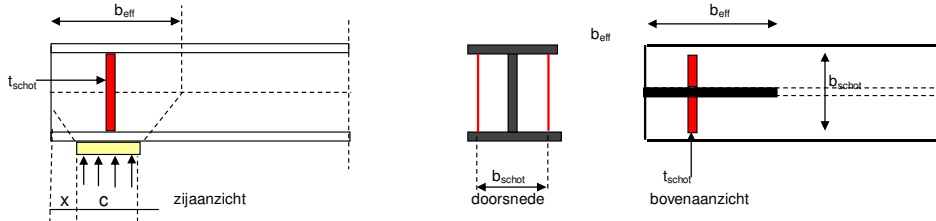




**art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) test**

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed}$	=	117,9	kN	profiel	=	HE180B	E	=	210000	N/mm <sup>2</sup>
oplegglengte	c	=	200	mm	kwaliteit	=	S235				
totale dikte schotjes	$t_{schot}$	=	0	mm	$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M1}$	=	1,00
totale breedte schotjes (incl. lijf)	$b_{schot}$	=	0,0	mm	y-richting			z-richting			
zijkant oplegging c tot eind ligger	x	=	120,0	mm	h	=	180	mm	b	=	180
					kromme	=	c	$t_w$	=	8,5	mm

er worden geen verstijvingsschotjes toegepast



NEN 6770 art 12.2.4

$$\begin{aligned}
 b_{eff} &= 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(180,0^2 + 200,0^2)} + 120,0 + 200 / 2 = 354,5 \text{ mm} \\
 b_{eff} &< \sqrt{(h^2 + c^2)} &= \sqrt{(180^2 + 200^2)} &= 269,1 \text{ mm} \\
 \text{kniklengte y-richting} & l_{cr,y} &= 2 & 180 &= 360,0 \text{ mm} \\
 \text{doorsnede A} &= b_{eff} t_w + (b_{schot} - t_w) t_{schot} = 269,1 \cdot 8,5 + (0,0 - 9) \cdot 0 = 22,87 \cdot 10^2 \text{ cm}^2 \\
 I &= 1/12 ( t_{schot} b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) t_w^3 ) = 1/12 ( 0 \cdot 0,0^3 + ( 269,1 - 0 ) \cdot 9^3 ) = 1,377 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \\
 \text{traagheidsstraal} & i = \sqrt{I/A} = \sqrt{(1,377 \cdot 10^4 / 23 \cdot 10^2)} = 2,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**y-richting**

6.46  $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{117,90}{158,7} = 0,74$

6.47-6.48  $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,295 \cdot 22,9 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 158,7 \text{ kN}$

6.49  $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} \leq 1,0 \quad \chi = \frac{1}{2,054 + \sqrt{(2,054^2 - 1,562^2)}} = 0,295$

$\Phi = 0,5 [ 1 + \alpha (\lambda - 0,2) + \lambda^2 ] \quad \Phi = 0,5 [ 1 + 0,49 ( 1,562 - 0,2 ) + 1,562^2 ] = 2,054$

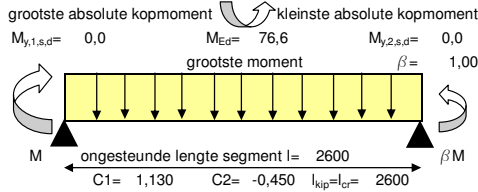
6.50  $\lambda_y = l_{cr,y} / i_y = 360 / 2,5 = 146,7$   
 $\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(210000 / 235)} = 93,9$   
 $\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 146,7 / 93,9 = 1,562$

gemiddelde oplegspanning =  $117,9 \cdot 10^3 / (180 \cdot 200) = 3,27 \text{ N/mm}^2$



**art. 6.3.2 prismaatise op buiging belaste staven (kip) Kipcontrole gebeurt altijd met alleen profiel 1** test

**schema van het te controleren liggersegment tussen gaffels of kipsteunen**



reductie weerstandsmoment	$W_{red} = 0,0$ cm <sup>3</sup>
reductie doorsnede	$A_{red} = 0,0$ cm <sup>2</sup>
profiel	= HE180B E = 210000 N/mm <sup>2</sup>
kwaliteit	= S235 A = 65,3 cm <sup>2</sup>
$f_y$	= 235 N/mm <sup>2</sup> G = 80769 N/mm <sup>2</sup>
h	= 180 mm $\gamma_{M1}$ = 1,00 -
$t_f$	= 14 mm b = 180 mm
$I_y$	= 3831 cm <sup>4</sup> $t_w$ = 8,5 mm
$i_y$	= 76,6 mm $I_z$ = 1363 cm <sup>4</sup>
$W_{y,el}$	= 425,7 cm <sup>3</sup> $i_z$ = 45,7 mm
$W_{y,pl}$	= 481,4 cm <sup>3</sup> $I_1$ = 42,2 cm <sup>4</sup>
$W_{y,eff}$	= 425,7 cm <sup>3</sup> h/b = 1,00 -
plaats van de horizontale kipsteunen bij liggerberekeningen	
$C_{kip,links}$	= 0,00 * 2600 = 0 mm
$C_{kip,rechts}$	= 1,00 * 2600 = 2600 mm
l	= 2600 - 0 = 2600 mm

**invoergegevens tbc kipcontrole**

basisgeval uit NEN 6771 tabel 10, q-last en kopmomenten  
 momentenverloop **parabool scharnierend**  
 soort profiel **gewalste I- en H-profielen**  
 aangrijpingspunt belasting **zwaartepunt bovenflens**  
 wijze zijdelingse steunen **tussen 2 gaffels**

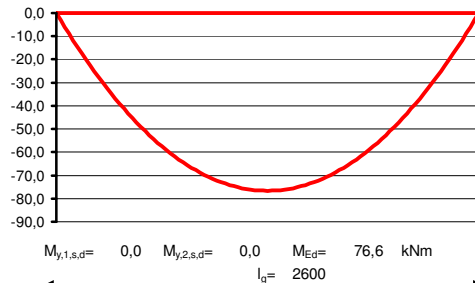
**aanvullende invoer via een liggerberekeningen:**

invoer van de kipsteunen **door gelijkmatige verdeling**  
 te controleren veld **veld 1**  
 grenstoestand **UGT1 vol - 6.10.a**

aantal kipsteunen n = **0** -  
 te controleren liggerdeel (tussen de kipsteunen) **1** -

kipcontrole algemeen: **0,82** kipcontrole gewalst profiel **0,77**

**momentenlijn gekozen veld en kipsteunen**



"tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica berekening

**NEN 6771 art. 12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte**

tussen twee gaffels  $l_{kip} = l_{st} = 2600$  mm  
 tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen  
 $l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$  echter  $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$   
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,8 \cdot 1,00) = 0,60$

**deze factor is niet van toepassing, zodat  $f_2=1,00$**

**Er wordt gerekend met de volgende gegevens:**

lengte ligger tussen de gaffels  $l_g = 2600$  mm  
 ongesteunde horizontale lengte  $l = 2600$  mm  
 rekenwaarde buiging moment  $M_{Ed} = 76,6$  kNm  
 kopmoment met grootste absolute waarde  $M_{y,1,s,d} = 0,0$  kNm  
 kopmoment met kleinste absolute waarde  $M_{y,2,s,d} = 0,0$  kNm

$l_{st} = f_1 l = 1,00 \cdot 2600 = 2600$  mm  
 $l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st} = 1,00 \cdot 2600 = 2600$  mm  
 reken met een ongesteunde lengte  $l_{kip} = l_{cr} = 2600$  mm  
 afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt 0,00 m  
 afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt 2,60 m

invloedsfactor uit tabel C1  $C_1 = 1,13$  -  
 invloedsfactor uit tabel C2 -1 0,450  $C_2 = -0,45$  -  
 verhouding  $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d} = 1,00$  -  
 tabel 10, q-last en kopmomenten  $B^* = 0,00$

**toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen**

let op: de waarden voor C1 en C2 moet uit de tabellen 9 t/m 13 worden gebruikt bij formule 6.56 kromme a

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{76,6}{93,2} = 0,82$  -

6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$   $M_{b,Rd} = 0,931 \cdot 425,7 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 93,2$  kNm

6.56  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,643 + \sqrt{(0,643^2 - 0,477^2)}} = 0,931$  -  
 maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,931$  -

$\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + \alpha_{LT} ( \lambda_{LT} - 0,2 ) + \lambda_{LT}^2 ]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + 0,21 ( 0,477 - 0,2 ) + 0,477^2 ] = 0,643$  -

$\lambda_{LT} = \sqrt{ ( W_y \cdot f_y / M_{cr} ) }$   $\lambda_{LT} = \sqrt{ ( 425,7 \cdot 235 \cdot 10^3 / 440 ) } = 0,477$  -

12.2.7  $M_{cr} = M_{\phi} = k_{red} C / I_g \cdot \sqrt{ ( E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t ) }$   $M_{cr} = 1,00 \cdot \frac{4}{2600} \cdot \sqrt{ ( 210000 \cdot 1363 \cdot 80769 \cdot 42,2 \cdot 10^8 ) } = 440$  kNm  
 NEN 6771

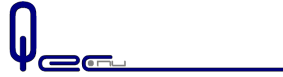
b) dubbel-symmetrische profielen :  $h / t_f \leq 75 = \frac{180}{14} = 12,9$  -

**aan deze eis wordt voldaan**

c) dubbel-symmetrische profielen :  $\alpha = h t_f 10^{12} / t_w^3 b^2 \leq 575 = \frac{180 \cdot 14 \cdot 10^{12}}{8,5^3 \cdot 180 \cdot 2600^2} = 3372$  -

**aan deze eis wordt niet voldaan**

$k_{red} = \text{als } h / t_w > 75: k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 3372 + 1,03 = 0,848$



$$h / t_w = 180 / 8,5 = 21,176 \quad \alpha = 3372 \text{ eis} < 5000 \quad \text{conclusie:} \quad k_{red} = 1,00 -$$

toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

$$12.2.5.3 \quad C = \pi \frac{C_1 I_g}{I_{kip}} \left[ \sqrt{1 + \frac{\pi^2 S^2}{I_{kip}^2} (C_2^2 + 1)} + \pi \frac{C_2 S}{I_{kip}} \right]$$

NEN 6771

$$C = \pi \frac{1,130 \cdot 2600}{2600} \left[ \sqrt{1 + \frac{9,870 \cdot 825,1^2}{2600^2} (-0,450^2 + 1)} + \pi \frac{-0,450 \cdot 825,1}{2600} \right] = 3,7 -$$

$$12.2.11.b \quad S = \frac{h}{2} \sqrt{\left( \frac{E_d}{G_d} \frac{I_z}{I_t} \right)} = \frac{180}{2} \sqrt{\left( \frac{210000}{80769} \frac{1363,0}{42,2} \right)} = 825,1 -$$

**benadering geldt alleen voor I-profielen**

**toetsing kip art. 6.3.2.3 kipprommen voor gewalste profielen of equivalente gelaste profielen**

$$6.54 \quad \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{76,635}{99,4} = \boxed{0,77} - \quad \text{gebruik bij formule 6.57 kromme b}$$

$$6.55 \quad M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1} \quad M_{b,Rd} = 0,993 \cdot 425,7 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 99,4 \text{ kNm}$$

$M_{cr} = 440 \quad \chi_{LT} = 0,48$  als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen

$$6.57 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \chi_{LT}^2}} \leq 1,0 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{0,598 + \sqrt{0,598^2 - 0,75 \cdot 0,477^2}} = 0,970 -$$

$$\chi_{LT} \leq 1 / \chi_{LT}^2 = 1 / 0,48^2 = 4,4 - \text{maatgevende waarde} \quad \chi_{LT} = 0,970 -$$

$$6.58 \quad \chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,970 / 0,98 = 0,993 - \text{reken met } \chi_{LT,mod} = \boxed{0,993} -$$

$$f = 1 - 0,5(1 - k_\phi) [1 - 2,0(\chi_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0 \quad f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,477 - 0,8)^2] = 0,976 -$$

**kip**  $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\chi_{LT} - \chi_{LT,0}) + \beta \chi_{LT}^2] \quad \Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,48 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,48^2] = 0,598 -$

**opmerking**

**stalen ligger op 2 steunpunten met een overstek**

**1xprofiel 1: HE200A**

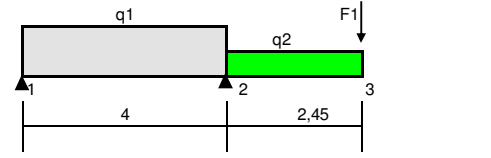
werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

<b>kerngegevens</b>		ontwerplevensduur	=	50	jaar				
toegepaste norm	=	eurocode nieuwbouw	toepassing	6.10.a	gebouwen en andere gewone constructies				
ontwerplevensduur klasse	=	<b>3</b>	6.10.b	6.1 partiële factoren					
gevolgklasse	CC	<b>1</b>	$\gamma_{Gj} =$	1,22	$\xi \gamma_{Gj} =$	1,08	$\gamma_{M0} =$	1,00	-
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi =$	<b>0,89</b>	$\gamma_{Q1} =$	1,35	$\gamma_{Q1} =$	1,35	$\gamma_{M1} =$	1,00	-
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage			$\gamma_{Q2} =$	1,35	$\gamma_{Q2} =$	1,35	$\gamma_{M2} =$	1,25	-

<b>diverse factoren</b>		eigen gewicht ligger automatisch berekenen	<b>ja</b>
gebouwcategorie	<b>A: woon- en verblijfsruimtes</b>	traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de belasting	
(gewichtsberekening)	$\psi_0 =$	0,4	-
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 =$	0,5	-
(kruip)	$\psi_2 =$	0,3	-
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_f =$	1,00	-

liggerlengte	L1=	<b>4</b>	m
lengte overstek	L2=	<b>2,45</b>	m
toelaatbare einddoorbuiging veld 1	1:	<b>250</b>	* L
bijkomende doorbuiging veld 1	1:	<b>333,3</b>	* L
toelaatbare einddoorbuiging uitkraging	1:	<b>125</b>	* L
bijkomende doorbuiging uitkraging	1:	<b>167</b>	* L
toegepaste zeeg veld 1		<b>0</b>	mm
toegepaste zeeg veld 2 (knoop 3)		<b>0</b>	mm



**belastingen en combinaties** test

**q1:**

permanente belasting	$G_{kj} =$	<b>1,75</b>	kN/m	$G_{kj}$ :	(incl.e.g.)	1,75	+	0,42	=	2,17	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$	<b>8,5</b>	kN/m	STR/GEO	$\gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$			
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$	<b>6</b>	kN/m	6.10.a:	1,22	2,17	+	1,35	6,00	=	10,74	kN/m'
				STR/GEO	$\xi \gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10.b:	1,08	2,17	+	1,35	8,50	=	13,82	kN/m'
				EQU	1,1	$G_{kj}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10:	1,1	2,17	+	1,50	8,50	=	15,14	kN/m'
				EQU en STR/GEO	0,9	$G_{kj}$	=	0,9	2,17	=	1,96	kN/m'

**q2:**

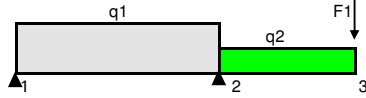
permanente belasting	$G_{kj} =$	<b>1,752</b>	kN/m	$G_{kj}$ :	(incl.e.g.)	1,752	+	0,42	=	2,17	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$	<b>3</b>	kN/m	STR/GEO	$\gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$			
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$	<b>2</b>	kN/m	6.10.a:	1,22	2,17	+	1,35	2,00	=	5,34	kN/m'
				STR/GEO	$\xi \gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10.b:	1,08	2,17	+	1,35	3,00	=	6,40	kN/m'
				EQU	1,10	$G_{kj}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10:	1,10	2,17	+	1,50	3,00	=	6,89	kN/m'
				EQU en STR/GEO	0,9	$G_{kj}$	=	0,9	2,17	=	1,96	kN/m'

**F1:**

permanente belasting	$G_{kj} =$	<b>1</b>	kN	$G_{kj}$ :	(incl.e.g.)	1	=	1,00	kN			
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$	<b>0</b>	kN	STR/GEO	$\gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$			
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$	<b>0</b>	kN	6.10.a:	1,22	1	+	1,35	0	=	1,22	kN
				STR/GEO	$\xi \gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10.b:	1,08	1	+	1,35	0	=	1,08	kN
				EQU	1,1	$G_{kj}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10:	1,1	1	+	1,5	0	=	1,10	kN
				EQU en STR/GEO	0,9	$G_{kj}$	=	0,9	1	=	0,90	kN

<b>unity-checks</b>	<b>er worden geen verstijvingsschotjes toegepast</b>						<b>er komt trek op één van de steunpunten!</b>						
ULS	buiging	0,26	dwarskracht	0,14	onderflensinklemming	0,76	kip	0,31	SLS	$u_{aand}$	0,14	$u_{bij}$	0,21

**resultaten mechanica berekeningen** test



er komt trek op één van de steunpunten!

**EQU (groep A)**

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
6.10 overstek volbelast	1,96	6,89	1,1	1,9	9,8	-18,0	<b>-1,9</b>	27,7

**STR/GEO (groep B)**

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
G <sub>k,i</sub>	2,17	2,17	1,00	-2,1	6,6	-6,3	2,1	12,9
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	8,50	3,00	0,00	-14,7	19,3	-7,4	14,7	26,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	8,50	0,00	0,00	-17,0	17,0	0,0	17,0	17,0
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,00	3,00	0,00	2,3	2,3	-7,4	<b>-2,3</b>	9,6
6.10.a (alles volbelast)	10,74	5,34	1,22	-16,7	26,2	-14,3	16,7	40,5
6.10.b (alles volbelast)	13,82	6,40	1,08	-22,2	33,1	-16,8	22,2	49,9
6.10.a (veld 1 volbelast)	10,74	1,96	0,90	-19,5	23,5	-5,7	19,5	29,2
6.10.b (veld 1 volbelast)	13,82	1,96	0,90	-25,6	29,7	-5,7	25,6	35,4

**maatgevende waarden**

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M <sub>veld,max</sub> (m)		vervorming (mm)	
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1,2</sub>		uit R <sub>1</sub>		u <sub>1,2</sub>	u <sub>3</sub>
G <sub>k,i</sub>	0,0	-9,0	0,0	1,0		0,97		-0,2	3,8
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (alles volbelast)	0,0	-9,0	0,0	12,8		1,74		2,5	-1,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1 volbelast)	0,0	0,0	0,0	17,0		2,00		3,7	-7,2
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2 volbelast)	0,0	-9,0	0,0	#N/B		n.v.t.		-1,2	5,5
6.10.a (alles volbelast)	0,0	-19,0	0,0	13,0		1,56			
6.10.b (alles volbelast)	0,0	-21,9	0,0	17,8		1,60			
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-8,1	0,0	17,6		1,81			
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-8,1	0,0	23,8		1,85			

**maatgevende waarden**

M<sub>Ed,st</sub> = **21,9** kNm      M<sub>Ed,v</sub> = **23,8** kNm

**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

belastinggevallen en combinaties	alles volbelast		veld 1 volbelast		veld 2 volbelast	
veld	u <sub>1,2</sub>	u <sub>3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>3</sub>
u <sub>on</sub> = G <sub>k,i</sub>	-0,2	3,8	-0,2	3,8	-0,2	3,8
u <sub>elastisch</sub> = Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (volbelast)	2,5	-1,6	3,7	-7,2	-1,2	5,5
u <sub>zeeg</sub> = volgens opgave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
u <sub>eind</sub> = u <sub>on</sub> + u <sub>elastisch</sub> + u <sub>zeeg</sub>	2,3	2,2	3,4	-3,3	-1,4	9,4
u <sub>bij</sub> = u <sub>elastisch</sub>	2,5	-1,6	3,7	-7,2	-1,2	5,5
u <sub>eind,toe</sub> = u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	16,0	19,6	16,0	19,6	16,0	19,6
u.c. = u <sub>eind</sub> / u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	<b>0,14</b>	<b>0,11</b>	<b>0,21</b>	<b>0,17</b>	<b>0,09</b>	<b>0,48</b>
u <sub>bij,toe</sub> = u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	12,0	14,7	12,0	14,7	12,0	14,7
u.c. = u <sub>bij</sub> / u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	<b>0,21</b>	<b>0,11</b>	<b>0,30</b>	<b>0,49</b>	<b>0,10</b>	<b>0,38</b>

**toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting)** test

buiging, art 6.2.5	M <sub>Ed</sub>	=	23,8	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{23,8}{91,3}$	=	<b>0,26</b>
dwarskracht, art. 6.2.6	V <sub>Ed</sub>	=	33,1	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{33,1}{244,9}$	=	<b>0,14</b>
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R <sub>1</sub>	=	25,6	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{25,6}{65,8}$	=	<b>0,39</b>
	R <sub>2</sub>	=	49,9	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{49,9}{65,8}$	=	<b>0,76</b>
kip, art. 6.3.2	M <sub>Ed</sub>	=	23,8	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{23,8}{77,4}$	=	<b>0,31</b>
opleglengte, art. 6.9 EC steen	R <sub>1</sub>	I <sub>opleg</sub>	=	N <sub>Ed</sub>	/	( β b f <sub>b</sub> )	=	25	mm
	R <sub>2</sub>	I <sub>opleg</sub>	=	25,6 · 10 <sup>3</sup>	/	( 1,34 <b>200</b> 3,89 )	=	25	mm
		I <sub>opleg</sub>	=	49,9 · 10 <sup>3</sup>	/	( 1,34 <b>200</b> 3,89 )	=	48	mm

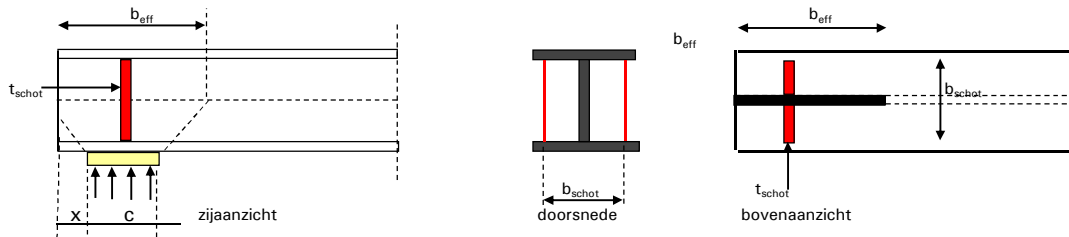


(3) a	gewalste I en H profielen	$A_v = A - 2b - t_f + (t_w + 2r)$	$t_f$						
		$A_v = 5380 - 2 \cdot 200 - 10 + (6,5 + 2 \cdot 18)$	10						= 1805
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_v = A - 2b - t_f + (t_w + r)$	$t_f$						
		$A_v = 5380 - 2 \cdot 200 - 10 + (6,5 + 18)$	10						= 1625
(3) c	gewalste T profielen	$A_v = 0,9 (A - b - t_f)$							
		$A_v = 0,9 (5380 - 200 - 10)$							= 3042
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_v = \eta \Sigma (h_w - t_w)$							
		$A_v = 1 (170 - 6,5)$							= 1105
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_v = A - \Sigma (h_w - t_w)$							
		$A_v = 5380 - \Sigma (170 - 6,5)$							= 4275
(3) f1	gewalste rh buis // hoogte	$A_v = A h / (b + h)$							
		$A_v = 5380 \cdot 190 / (200 + 190)$							= 2621
(3) f2	gewalste rh buis // breedte	$A_v = A b / (b + h)$							
		$A_v = 5380 \cdot 200 / (200 + 190)$							= 2759
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 A / \pi$							
		$A_v = 2 \cdot 5380 / \pi$							= 3425

**art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) test**

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 49,9$ kN	profiel	= HE200A	E	= 210000 N/mm <sup>2</sup>
opleglengte	$c = 200$ mm	kwaliteit	= S235		
totale dikte schotjes	$t_{schot} = 0$ mm	$f_y$	= 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M1}$	= 1,00 -
totale breedte schotjes (incl. lijf)	$b_{schot} = 279,0$ mm	y-richting		z-richting	
zijkant oplegging c tot eind ligger	$x = 12,3$ mm	h	= 190 mm	b	= 200 mm
		kromme	= c	$t_w$	= 6,5 mm

er worden geen verstijvingsschotjes toegepast



NEN 6770 art 12.2.4

$$b_{eff} = 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(190,0^2 + 200,0^2)} + 12,3 + 200 / 2 = 250,2 \text{ mm}$$

$$b_{eff} < \sqrt{(h^2 + c^2)} = \sqrt{(190^2 + 200^2)} = 275,9 \text{ mm}$$

$$\text{kniklengte y-richting } l_{cr,y} = 2 \cdot 190 = 380,0 \text{ mm}$$

$$\text{doorsnede } A = b_{eff} t_w + (b_{schot} - t_w) t_{schot} = 250,2 \cdot 6,5 + (279,0 - 7) \cdot 0 = 16,26 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$

$$I = 1/12 (t_{schot} b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) t_w^3) = 1/12 (0 \cdot 279,0^3 + (250,2 - 0) \cdot 6,5^3) = 0,5725 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0,5725 \cdot 10^4 / 16 \cdot 10^2)} = 1,9 \text{ mm}$$

**y-richting**

6.46  $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{49,878}{65,8} = 0,76$

6.47-6.48  $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,172 \cdot 16,3 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 65,8 \text{ kN}$

6.49  $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda^2)}} \leq 1,0 \quad \chi = \frac{1}{3,304 + \sqrt{(3,304^2 - 2,156^2)}} = 0,172$

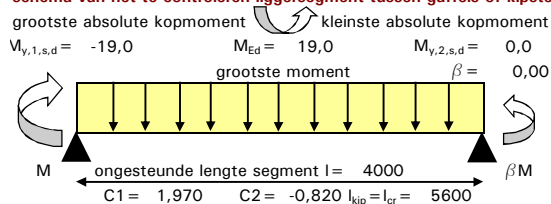
$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] \quad \Phi = 0,5 [1 + 0,49 (2,156 - 0,2) + 2,156^2] = 3,304$

6.50  $\lambda_y = l_{cr,y} / i_y = 380 / 1,9 = 202,5$   
 $\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(210000 / 235)} = 93,9$   
 $\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1 = 202,5 / 93,9 = 2,156$

gemiddelde oplegspanning =  $49,9 \cdot 10^3 / (200 \cdot 200) = 1,2469 \text{ N/mm}^2$

**art. 6.3.2 prismaische op buiging belaste staven (kip) Kipcontrole gebeurt altijd met alleen profiel 1 test**

**schema van het te controleren liggersegment tussen gaffels of kipsteunen**



reductie weerstandsmoment	$W_{red} = 0,0$ cm <sup>3</sup>
reductie doorsnede	$A_{red} = 0,0$ cm <sup>2</sup>
profiel = HE200A	E = 210000 N/mm <sup>2</sup>
kwaliteit = S235	A = 53,8 cm <sup>2</sup>
$f_y = 235$ N/mm <sup>2</sup>	G = 80769 N/mm <sup>2</sup>
h = 190 mm	$\gamma_{M1} = 1,00$ -
$t_f = 10$ mm	b = 200 mm
$I_y = 3692$ cm <sup>4</sup>	$t_w = 6,5$ mm
$I_y,el = 82,8$ mm	$I_z = 1336$ cm <sup>4</sup>
$W_{y,el} = 388,6$ cm <sup>3</sup>	$i_z = 49,8$ mm
$W_{y,pl} = 429,5$ cm <sup>3</sup>	$I_t = 21,0$ cm <sup>4</sup>
$W_{y,eff} = 388,6$ cm <sup>3</sup>	h/b = 0,95 -
plaats van de horizontale kipsteunen bij liggerberekeningen	
$C_{kip,links} = 0,00$	* 4000 = 0 mm
$C_{kip,rechts} = 1,00$	* 4000 = 4000 mm
l = 4000	- 0 = 4000 mm

**invoergegevens tbc kipcontrole**

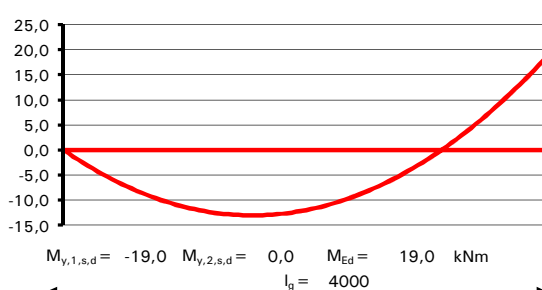
basisgeval uit NEN 6771	tabel 10, q-last en kopmomenten
momentenverloop	parabool een zijde ingeklemd
soort profiel	gewalste I- en H-profielen
aangrijpingspunt belasting	zwaartepunt bovenflens
wijze zijdelijngse steunen	tussen 2 kipsteunen

**aanvullende invoer via een liggerberekeningen:**

invoer van de kipsteunen	door gelijkmatige verdeling
te controleren veld	veld 1
grenstoestand	UGT1 voi - 6.10.a

aantal kipsteunen	n = 0 -
te controleren liggerdeel (tussen de kipsteunen)	1 -

**momentenlijn gekozen veld en kipsteunen**



kipcontrole algemeen: 0,25 kipcontrole gewalst profiel 0,23 "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica berekening

**NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte**

tussen twee gaffels  $l_{kip} = l_{st} = 4000$  mm  
 tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen  
 $l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$  echter  $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$   
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,00) = 1,40$

$l_{st} = f_1 l = 1,00 \cdot 4000 = 4000$ mm
$l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st} = 1,40 \cdot 4000 = 5600$ mm
reken met een ongesteunde lengte $l_{kip} = l_{cr} = 5600$ mm
afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt = 0,00 m
afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt = 4,00 m

**Er wordt gerekend met de volgende gegevens:**

lengte ligger tussen de gaffels	$l_g = 4000$ mm	invloedsfactor uit tabel C1	$C_1 = 1,970$ -
ongesteunde horizontale lengte	$l = 4000$ mm	invloedsfactor uit tabel C2 = -1	$C_2 = -0,820$ -
rekenwaarde buigend moment	$M_{Ed} = 19,0$ kNm	verhouding $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d}$	= 0,00 -
kopmoment met grootste absolute waarde	$M_{y,1,s,d} = -19,0$ kNm	tabel 10, q-last en kopmomenten	$B^* = -0,45$
kopmoment met kleinste absolute waarde	$M_{y,2,s,d} = 0,0$ kNm		

**toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen**

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{19,0}{77,4} = 0,25$

let op: de waarden voor C1 en C2 moet uit de tabellen 9 t/m 13 worden gehaald  
 gebruik bij formule 6.56 kromme a

6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$   $M_{b,Rd} = 0,848 \cdot 388,6 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 77,4$  kNm

6.56  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,797 + \sqrt{(0,797^2 - 0,700^2)}} = 0,848$   
 maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,848$

$\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2 ]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + 0,21 (0,700 - 0,2) + 0,700^2 ] = 0,797$

$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y \cdot f_y / M_{cr})} = \sqrt{(388,6 \cdot 235 \cdot 10^3 / 187)} = 0,700$

12.2.7  $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / I_g \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)} = 1,00 \cdot \frac{3}{4000} \cdot \sqrt{(210000 \cdot 1336 \cdot 80769 \cdot 21,0 \cdot 10^8)} = 187$  kNm  
 NEN 6771





b) dubbel-symmetrische profielen :  $h / t_f \leq 75 = \frac{190}{10} = 19,0$  -  
 c) dubbel-symmetrische profielen :  $\alpha = h t_f 10^{12} / t_w^3 b t_g^2 \leq 575 = \frac{190 \cdot 10 \cdot 10^{12}}{6,5^3 \cdot 200 \cdot 4000^2} = 2162$  -  
**aan deze eis wordt voldaan**  
 $k_{red} = \text{als } h / t_w > 75: k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 2162 + 1,03 = 0,913$  -  
**aan deze eis wordt niet voldaan**  
 $h / t_w = \frac{190}{6,5} = 29,231 \quad \alpha = 2162 \quad \text{eis} < 5000 \quad \text{conclusie: } k_{red} = 1,00$  -  
 toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

12.2.5.3  
 NEN 6771  $C = \pi \frac{C_1 I_g}{I_{kip}} \left[ \sqrt{1 + \frac{\pi^2 S^2}{I_{kip}^2}} (C_2^2 + 1) + \pi \frac{C_2 S}{I_{kip}} \right]$   
 $C = \pi \frac{1,970 \cdot 4000}{5600} \left[ \sqrt{1 + \frac{9,870 \cdot 1222,4^2}{5600^2}} (-0,820^2 + 1) + \pi \frac{-0,820 \cdot 1222,4}{5600} \right] = 3,4$  -

12.2.11.b  $S = \frac{h}{2} \sqrt{\left( \frac{E_d}{G_d} \frac{I_z}{I_t} \right)} = \frac{190}{2} \sqrt{\left( \frac{210000}{80769} \frac{1336,0}{21,0} \right)} = 1222,4$  -  
**benadering geldt alleen voor I-profielen**

**toetsing kip art. 6.3.2.3 kipprommen voor gewalste profielen of equivalente gelaste profielen**

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{19,009}{83,1} = 0,23$  - gebruik bij formule 6.57 kromme b

6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1} \quad M_{b,Rd} = 0,910 \cdot 388,6 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 83,1 \text{ kNm}$   
 $M_{cr} = 187 \quad \chi_{LT} = 0,70$  als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen

6.57  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \chi_{LT}^2}} \leq 1,0 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{0,734 + \sqrt{0,734^2 - 0,75 \cdot 0,70^2}} = 0,870$  -  
 $\chi_{LT} < 1 / \chi_{LT}^2 = 1 / 0,70^2 = 2,0$  - maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,870$  -

6.58  $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,870 / 0,96 = 0,910$  - reken met  $\chi_{LT,mod} = 0,910$  -  
 $f = 1 - 0,5(1 - k_\phi) [1 - 2,0(\chi_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0 \quad f = 1 - 0,5(1 - 0,91) [1 - 2,0(0,70 - 0,8)^2] = 0,956$  -  
**kip**  $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\chi_{LT} - \chi_{LT,0}) + \beta \chi_{LT}^2] \quad \Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,70 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,70^2] = 0,734$  -

**opmerking**

**stalen ligger op 2 steunpunten met trapeziumbelasting**

**1xprofiel 1: HE160A**

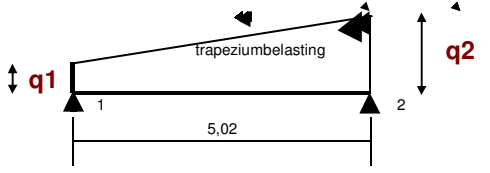
werk **woning te Huissen**  
 werknnummer **12345**  
 onderdeel **test**

materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

<b>kerngegevens</b>		ontwerplevensduur	=	50	jaar				
toegepaste norm	=	eurocode nieuwbouw	toepassing	gebouwen en andere gewone constructies					
ontwerplevensduur klasse	=	3	6.10.a	6.10.b	6.1 partiële factoren				
gevolgklasse	CC	1	$\gamma_{Gj}$ =	1,22	$\xi \gamma_{Gj}$ =	1,08	$\gamma_{MO}$ =	1,00	-
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi$ =	0,89	$\gamma_{Q1}$ =	1,35	$\gamma_{Q1}$ =	1,35	$\gamma_{M1}$ =	1,00	-
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage			$\gamma_{Qj}$ =	1,35	$\gamma_{Qj}$ =	1,35	$\gamma_{M2}$ =	1,25	-

<b>diverse factoren</b>		eigen gewicht ligger automatisch berekenen	<b>ja</b>						
gebouwcategorie	A: woon- en verblijfsruimtes	traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de belasting profiel 1: sterke as							
(gewichtsberkening)	$\psi_0$ =	0,4	-						
(elastische doorbuiging)	$\psi_1$ =	0,5	-						
(kruip)	$\psi_2$ =	0,3	-						
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_t$ =	1,00	-						
		$\Sigma I$	=	1673	cm <sup>4</sup>	$\Sigma g$	=	0,30	kN/m'
		$\Sigma W_{pl}$	=	245	cm <sup>3</sup>	$\Sigma A$	=	38,8	cm <sup>2</sup>
		$\Sigma W_{el}$	=	220	cm <sup>3</sup>	E	=	210000	N/mm <sup>2</sup>

ligge lengte **5,2** m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333** \* L  
 toegepaste zeeg **0** mm



**belastingen en combinaties** test

**q1: (links)**

permanente belasting	$G_{kj}$ =	3	kN/m	$G_{kj}$ : (incl.e.g.)	3	+	0,30	=	3,30	kN/m'		
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom}$ =	2	kN/m	STR/GEO	$\gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$			
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom}$ =	1	kN/m	6.10.a:	1,22	3,30	+	1,35	1,00	=	5,37	kN/m'
				STR/GEO	$\xi \gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10.b:	1,08	3,30	+	1,35	2,00	=	6,27	kN/m'
				EDU	1,10	$G_{kj}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10:	1,10	3,30	+	1,50	2,00	=	6,64	kN/m'
				EDU en STR/GEO	0,9	$G_{kj}$	=	0,9	3,30	=	2,97	kN/m'

**q2: (rechts)**

permanente belasting	$G_{kj}$ =	5	kN/m	$G_{kj}$ : (incl.e.g.)	5	+	0,30	=	5,30	kN/m'		
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom}$ =	4	kN/m	STR/GEO	$\gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$			
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom}$ =	3	kN/m	6.10.a:	1,22	5,30	+	1,35	3,00	=	10,50	kN/m'
				STR/GEO	$\xi \gamma_{Gj}$	$G_{kj}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10.b:	1,08	5,30	+	1,35	4,00	=	11,14	kN/m'
				EDU	1,10	$G_{kj}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$			
				6.10:	1,10	5,30	+	1,50	4,00	=	11,84	kN/m'
				EDU en STR/GEO	0,9	$G_{kj}$	=	0,9	5,30	=	4,77	kN/m'

**unity-checks** er worden geen verstijvingsschotjes toegepast

ULS	buiging	0,53	dwarskracht	0,13	onderflensinklemming	0,31	kip	0,69	SLS	$U_{eind}$	0,86	$U_{bij}$	0,47
-----	---------	------	-------------	------	----------------------	------	-----	------	-----	------------	------	-----------	------

**resultaten mechaniekberekeningen** woning te Huissen

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)		reactie (kN)			
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>		
$G_{kj}$	3,30	5,30	-9,97	11,64	9,97	11,64		
$Q_{k1} + \psi_{0,1} \cdot Q_{k,j}$	2,00	4,00	-6,69	8,37	6,69	8,37		
ULS(1) 6.10.a	5,37	10,50	-17,76	22,05	17,76	22,05		
ULS(2) 6.10.b	6,27	11,14	-19,81	23,88	19,81	23,88		
<b>maatgevende waarden</b>			$V_{Ed}$ =	<b>23,88</b>	kN	$R_{Ed}$ =	<b>23,88</b>	kN



belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)
	$M_1$	$M_2$	$M_{1,2}$	uit $R_1$	$u_{1,2}$
$G_{k,j}$	0,0	0,0	13,58	2,61	10,1
$Q_{k1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$	0,0	0,0	9,48	2,65	7,1
ULS(1) 6.10.a	0,0	0,0	25,05	2,64	
ULS(2) 6.10.b	0,0	0,0	27,48	2,63	
<b>maatgevende waarden</b>	$M_{Ed,s} = $ <b>0,0</b> kNm		$M_{Ed,v} = $ <b>27,5</b> kNm		

**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

belastinggevallen en combinaties	=	vervorming
veld	=	$u_{1,2}$
$U_{on}$	=	$G_{k,j}$ = 10,13
$U_{elastisch}$	=	$Q_{k1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$ = 7,1
$U_{zeeg}$	=	volgens opgave = 0,0
$U_{eind}$	=	$U_{on} + U_{elastisch} + U_{zeeg}$ = 17,2
$U_{eind,toe}$	=	$U_{eind,toelaatbaar}$ = 20,1
U.C.	=	$U_{eind} / U_{eind,toelaatbaar}$ = <b>0,86</b>
$U_{bij}$	=	$U_{elastisch}$ = 7,1
$U_{bij,toe}$	=	$U_{bij,toelaatbaar}$ = 15,1
U.C.	=	$U_{bij} / U_{bij,toelaatbaar}$ = <b>0,47</b>

**toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting)** test

buiging, art 6.2.5	$M_{Ed}$	=	27,5	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{27,5}{51,7}$	=	<b>0,53</b>	-			
dwarskracht, art. 6.2.6	$V_{Ed}$	=	23,9	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{23,9}{179,6}$	=	<b>0,13</b>	-			
onderflensinklemming, art. 6.3.1	$R_1$	=	19,8	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{19,8}{78,0}$	=	<b>0,25</b>	-			
	$R_2$	=	23,9	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{23,9}{78,0}$	=	<b>0,31</b>	-			
kip, art. 6.3.2	$M_{Ed}$	=	27,5	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{27,5}{40,0}$	=	<b>0,69</b>	-			
oplegglengte, art. 6.9 EC steen	$R_1$	$l_{opleg}$	=	$\frac{N_{Ed}}{10^3}$	/	(	$\beta$	$b$	$f_b$	)	=	24	mm
	$R_2$	$l_{opleg}$	=	$\frac{23,9}{10^3}$	/	(	1,34	<b>160</b>	3,89	)	=	29	mm

**art. 6.5 buigend moment, enkele buiging, rekenen met gecombineerde profielgegevens** test

rekenwaarde moment	$M_{Ed}$	=	27,5	kNm	profiel	=	HE160A	A	=	38,8	cm <sup>2</sup>			
reductie flensdoorsnede (boutgat)	$A_{f,red}$	=	<b>0,0</b>	cm <sup>2</sup>	kwaliteit	=	S235	$\gamma_{M0}$	=	1,00	-			
<b>de boutgaten mogen worden verwaarloosd</b>														
	$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M2}$	=	1,25	-						
	$f_u$	=	360	N/mm <sup>2</sup>	$W_{pl}$	=	245,1	cm <sup>3</sup>						
	$b$	=	160	mm	$W_{el,min}$	=	220,1	cm <sup>3</sup>						
	$t_f$	=	9	mm	$W_{ef,min}$	=	220,1	cm <sup>3</sup>						
6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{27,48}{51,7}$	=	<b>0,53</b>	-	$A_f$	=	14,4	0,9	=	14,4	cm <sup>2</sup>	
							$A_{f,net}$	=	14,4	-	0,0	=	14,4	cm <sup>2</sup>
(2) voor doorsnedeklasse 1 en 2														
6.13	$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} =$	$\frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{245,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	57,6	kNm							
voor doorsnedeklasse 3														
6.14	$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} =$	$\frac{W_{el,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	51,7	kNm							
voor doorsnedeklasse 4														
6.15	$M_{c,Rd} = M_{ef,Rd} =$	$\frac{W_{ef,min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	51,7	kNm							
(4) gaten voor verbindingsmiddelen mogen worden verwaarloosd als:														
6.16	$\frac{A_{f,net} \cdot 0,9 \cdot f_u \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M2}}$	=	$\frac{14,4 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 10^{-3}}{1,25}$	=	3,7	kN								
	$\frac{A_f \cdot f_y \cdot 10^{-3}}{\gamma_{M0}}$	=	$\frac{14,4 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00}$	=	3,4	kN								



**art. 6.2.6 dwarskracht (afschuiving) test**

rekenwaarde moment	$V_{Ed} = 23,9$ kN	profiel	= HE160A	A	= 38,8	cm <sup>2</sup>
profiel	<b>gewalste I en H profielen</b>	kwaliteit	= S235	$\gamma_{MO}$	= 1,00	-
factor in formules gelast profiel	$\eta = 1$ -	$f_y$	= 235	N/mm <sup>2</sup>	$I_y$	= 1673
dikte in beschouwde punt	$t = 6$ mm	b	= 160	mm	$t_f$	= 9
		h	= 152	mm	$t_w$	= 6
		$S_y$	= 123	cm <sup>3</sup>	$I_t$	= 12,2
		$h_w$	= 152	-	9	2 = 134
		reken met hoogte van het lijf		$h_w$	= 134	mm
		afroningstraal in profiel		r	= 15	mm

6.17  $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0 = \frac{23,9}{179,6} = 0,13$  -

6.18  $V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y}{\gamma_{MO} \cdot \sqrt{3}} = \frac{1324 \cdot 235 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot \sqrt{3}} = 179,6$  kN

(4) Om de rekenwaarde van de elastische weerstand tegen dwarskracht  $V_{c,Rd}$  te toetsen mag, voor een kritiek punt van de doorsnede, het volgende criterium zijn gebruikt tenzij het toetsen op plooiën volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 van toepassing is:

6.19  $\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{MO})} = \frac{29,7}{235 / (\sqrt{3} \cdot 1,00)} = 0,07$  -

algemeen geldt:

6.20  $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I_y \cdot t} = \frac{23,9 \cdot 123 \cdot 10^2}{1673 \cdot 6} = 29$  N/mm<sup>2</sup>

(5) Voor I- of H-profielen mag de schuifspanning in het lijf als volgt zijn bepaald:

6.21  $\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{A_w}$  indien  $A_f / A_w \geq 0,6 = \frac{23,9 \cdot 10^3}{804} = 30$  N/mm<sup>2</sup>

$A_f = b \cdot t_f = 160 \cdot 9 = 14,4 \cdot 10^2$  cm<sup>2</sup>  
 $A_w = h_w \cdot t_w = 134 \cdot 6 = 8,0 \cdot 10^2$  cm<sup>2</sup>  
 $A_f / A_w = 14,4 / 8,0 = 1,8$  -

waarde voor  $\tau_{Ed}$  waarmee mag worden gerekend voor I en H-profi = 30 N/mm<sup>2</sup>

6.22 (6) Bovendien behoort, voor lijven zonder dwarsverstijvers, de weerstand tegen plooiën door afschuiving volgens hoofdstuk 5 van EN 1993-1-5 te zijn bepaald indien

$\frac{h_w}{t_w} > 72 \cdot \frac{\epsilon}{\eta}$  dus  $\frac{134}{6} > 72 \cdot \frac{1,00}{1,00}$  eis 22,3 > 72,0

**conclusie: weerstand tegen plooiën hoeft niet te worden berekend**

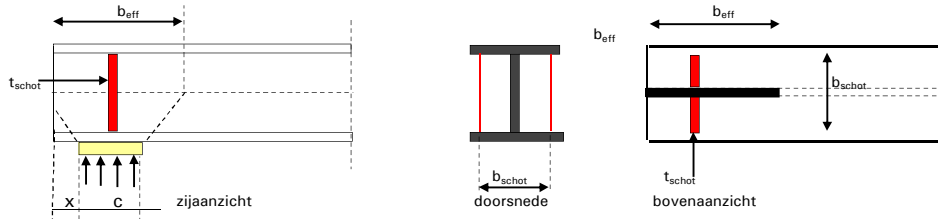
met  $\epsilon = \sqrt{(235 / f_y)} = \sqrt{(235 / 235)} = 1,00$

(3) a	gewalste I en H profieler	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$	$A_v = 3880 - 2 \cdot 160 \cdot 9 + (6 + 2 \cdot 15) \cdot 9 = 1324$
(3) b	gewalste U en C profieler	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$	$A_v = 3880 - 2 \cdot 160 \cdot 9 + (6 + 15) \cdot 9 = 1189$
(3) c	gewalste T profieler	$A_v = 0,9 \cdot (A - b \cdot t_f)$	$A_v = 0,9 \cdot (3880 - 160 \cdot 9) = 2196$
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_v = \eta \cdot \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$A_v = 1 \cdot (134 \cdot 6) = 804$
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_v = A - \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$A_v = 3880 - \Sigma (134 \cdot 6) = 3076$
(3) f1	gewalste rh buis // hoog	$A_v = A \cdot h / (b + h)$	$A_v = 3880 \cdot 152 / (160 + 152) = 1890$
(3) f2	gewalste rh buis // breec	$A_v = A \cdot b / (b + h)$	$A_v = 3880 \cdot 160 / (160 + 152) = 1990$
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 \cdot A / \pi$	$A_v = 2 \cdot 3880 / \pi = 2470$



**art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) test**

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed}$	=	23,9	kN	profiel	=	HE160A	E	=	2E+05	N/mm <sup>2</sup>
opleg lengte	c	=	200	mm	kwaliteit	=	S235				
totale dikte schotjes	$t_{schot}$	=	0	mm	$f_y$	=	235	N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M1}$	=	1,00
totale breedte schotjes (incl. lijf)	$b_{schot}$	=	0,0	mm	y-richting			z-richting			
zijkant oplegging c tot eind ligge	x	=	120,0	mm	h	=	152	mm	b	=	160
<b>er worden geen verstijgingschotjes toegepast</b>					kromme	=	c	$t_w$	=	6	mm



NEN 6770 art 12.2.4

$$b_{eff} = 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(152,0^2 + 200,0^2)} + 120,0 + 200 / 2 = 345,6 \text{ mm}$$

$$b_{eff} < \sqrt{(h^2 + c^2)} = \sqrt{(152^2 + 200^2)} = 251,2 \text{ mm}$$

$$\text{kniklengte y-richting } i_{cr,y} = 2 \cdot 152 = 304,0 \text{ mm}$$

$$\text{doorsnede } A = b_{eff} t_w + (b_{schot} - t_w) t_{schot} = 251,2 \cdot 6 + (0,0 - 6) \cdot 0 = 15,07 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$

$$I = 1/12 ( t_{schot} b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) t_w^3 ) = 1/12 ( 0 \cdot 0^3 + (251,2 - 0) \cdot 6^3 ) = 0,452 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I/A} = \sqrt{(0,452 \cdot 10^4 / 15 \cdot 10^2)} = 1,7 \text{ mm}$$

**y-richting**

6.46  $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{23,88}{78,0} = 0,31$

6.47-6.48  $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,220 \cdot 15,1 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 78,0 \text{ kN}$

6.49  $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} \leq 1,0 \quad \chi = \frac{1}{2,655 + \sqrt{(2,655^2 - 1,869^2)}} = 0,220$

$\Phi = 0,5 [ 1 + \alpha (\lambda - 0,2) + \lambda^2 ] = 0,5 [ 1 + 0,49 (1,869 - 0,2) + 1,869^2 ] = 2,655$

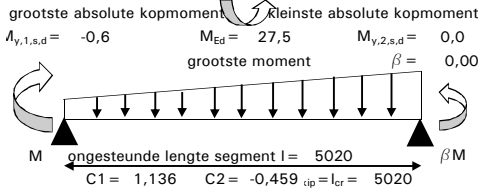
6.50  $\lambda_y = i_{cr,y} / i_y = 304 / 1,7 = 175,5$   
 $\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(2E+05 / 235)} = 93,9$   
 $\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 175,5 / 93,9 = 1,869$

gemiddelde oplegspanning =  $23,9 \cdot 10^3 / (160 \cdot 200) = 0,746 \text{ N/mm}^2$



**art. 6.3.2 prismatische op buiging belaste staven (kip) Kipcontrole gebeurt altijd met alleen profiel 1**

**schema van het te controleren liggersegment tussen gaffels of kipsteunen**



reductie weerstandsmoment	$W_{red} =$	0,0	cm <sup>3</sup>
reductie doorsnede	$A_{red} =$	0,0	cm <sup>2</sup>
profiel	= HE160A	E	= 210000 N/mm <sup>2</sup>
kwaliteit	= S235	A	= 38,8 cm <sup>2</sup>
$f_y$	= 235 N/mm <sup>2</sup>	G	= 80769 N/mm <sup>2</sup>
h	= 152 mm	$\gamma_{M1}$	= 1,00 -
$t_f$	= 9 mm	b	= 160 mm
$I_y$	= 1673 cm <sup>4</sup>	$t_w$	= 6 mm
$i_y$	= 65,7 mm	$I_z$	= 616 cm <sup>4</sup>
$W_{y,el}$	= 220,1 cm <sup>3</sup>	$i_z$	= 39,8 mm
$W_{y,pl}$	= 245,1 cm <sup>3</sup>	$I_t$	= 12,2 cm <sup>4</sup>
$W_{y,eff}$	= 220,1 cm <sup>3</sup>	h/b	= 0,95 -
plaats van de horizontale kipsteunen bij liggerberekeningen			
$C_{kip,links}$	= 0,00	*	5020 = 0 mm
$C_{kip,rechts}$	= 1,00	*	5020 = 5020 mm
l	= 5020	-	0 = 5020 mm

**invoergegevens tbc kipcontrole**

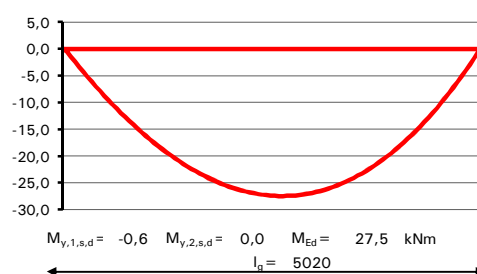
basisgeval uit NEN 6771 tabel 10, q-last en kopmomenten  
 momentenverloop **parabool schmierend**  
 soort profiel **gewalste I- en H-profielen**  
 aangrijpingspunt belasting **zwaartepunt bovenflens**  
 wijze zijdelijngse steunen **tussen 2 gaffels**

**aanvullende invoer via een liggerberekeningen:**

invoer van de kipsteunen **door gelijkmatige verdeling**  
 te controleren veld **veld 1**  
 grenstoestand **UGT2 vol - 6.10.b**

aantal kipsteunen n = 0 -  
 te controleren liggerdeel (tussen de kipsteunen) 1 -

**momentenlijn gekozen veld en kipsteunen**



kipcontrole algemeen: **0,69** kipcontrole gewalst prof **0,65** "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica berek

**NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte**

tussen twee gaffels  $l_{kip} = l_{st} = 5020$  mm  
 tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen  
 $l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$  echter  $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$   
 $f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,00) = 1,40$

**deze factor is niet van toepassing, zodat f2=1,00**

**Er wordt gerekend met de volgende gegevens:**

lengte ligger tussen de gaffels  $l_g = 5020$  mm  
 ongesteunde horizontale lengte  $l = 5020$  mm  
 rekenwaarde buiging moment  $M_{Ed} = 27,5$  kNm  
 kopmoment met grootste absolute waarde  $M_{y,1,s,d} = -0,6$  kNm  
 kopmoment met kleinste absolute waarde  $M_{y,2,s,d} = 0,0$  kNm

$l_{st} = f_1 l = 1,00 \cdot 5020 = 5020$  mm  
 $l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st} = 1,00 \cdot 5020 = 5020$  mm  
 reken met een ongesteunde leng  $l_{kip} = l_{cr} = 5020$  mm  
 afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt 0,00 m  
 afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt 5,02 m

invloedsfactor uit tabel C1  $C_1 = 1,136$  -  
 invloedsfactor uit tabel C2 -1 0,459  $C_2 = -0,459$  -  
 verhouding  $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d} = 0,00$  -  
 tabel 10, q-last en kopmomenten  $B^* = -0,03$

**toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen**

**let op: de waarden voor C1 en C2 moet uit de tabellen 9 t/m 13 worden ge**  
 gebruik bij formule 6.56 kromme a

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{27,5}{40,0} = 0,69$  -

6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$   $M_{b,Rd} = 0,773 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-6} / 1,00 = 40,0$  kNm

6.56  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,919 + \sqrt{(0,919^2 - 0,839^2)}} = 0,773$  -  
 maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,773$  -

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,21 (0,839 - 0,2) + 0,839^2] = 0,919$  -

$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y \cdot f_y / M_{cr}}$   $= \sqrt{220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3} / 73} = 0,839$  -

12.2.7  $M_{cr} = M_{k0} = k_{red} C / I_g \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)}$   $1,00 \cdot \frac{3}{5020} \cdot \sqrt{(2E+05 \cdot 616 \cdot 80769 \cdot 12,2 \cdot 10^8)} = 73$  kNm  
 NEN 6771

b) dubbel-symmetrische profielen :  $h / t_f \leq 75 = \frac{152}{9} = 16,9$  -

c) dubbel-symmetrische profielen :  $\alpha = h t_f 10^{12} / t_w^3 b I_z^2 \leq 575 = \frac{152 \cdot 9 \cdot 10^{12}}{6^3 \cdot 160 \cdot 5020^2} = 1571$  -  
**aan deze eis wordt voldaan**

$k_{red} =$  als  $h / t_w > 75$ :  $k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 1571 + 1,03 = 0,945$



$$h / t_w = 152 / 6 = 25,333 \quad \alpha = 1571 \text{ eis} < 5000 \quad \text{conclusie:} \quad k_{red} = 1,00 \quad -$$

toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

$$12.2.5.3 \quad C = \pi \frac{C_1 I_g}{I_{kip}} \left[ \sqrt{1 + \frac{\pi^2 S^2}{I_{kip}^2} (C_2^2 + 1)} + \pi \frac{C_2 S}{I_{kip}} \right]$$

NEN 6771

$$C = \pi \frac{1,136 \cdot 5020}{5020} \left[ \sqrt{1 + \frac{9,870 \cdot 870,9^2}{5020^2} (-0,459^2 + 1)} + \pi \frac{-0,459 \cdot 870,9}{5020} \right] = 3,3 \quad -$$

$$12.2.11.b \quad S = \frac{h}{2} \sqrt{\left( \frac{E_d}{G_d} \frac{I_z}{I_t} \right)} = \frac{152}{2} \sqrt{\left( \frac{210000}{80769} \frac{615,6}{12,2} \right)} = 870,9 \quad -$$

**benadering geldt alleen voor I-profielen**

**toetsing kip art. 6.3.2.3 kipprommen voor gewalste profielen of equivalente gelaste profielen**

$$6.54 \quad \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{27,48}{42,4} = 0,65 \quad - \quad \text{gebruik bij formule 6.57 kromme b}$$

$$6.55 \quad M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1} \quad M_{b,Rd} = 0,820 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 42,4 \text{ kNm}$$

$$M_{cr} = 73 \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,84 \quad \text{als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen}$$

$$6.57 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{0,839 + \sqrt{(0,839^2 - 0,75 \cdot 0,839^2)}} = 0,795 \quad -$$

$$\chi_{LT} \leq 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2 = 1 / 0,84^2 = 1,4 \quad - \quad \text{maatgevende waarde} \quad \chi_{LT} = 0,795 \quad -$$

$$6.58 \quad \chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,795 / 0,97 = 0,820 \quad - \quad \text{reken met } \chi_{LT,mod} = 0,820 \quad -$$

$$f = 1 - 0,5(1 - k_0) [1 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0 \quad f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,839 - 0,8)^2] = 0,970 \quad -$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2] \quad \Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,84 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,84^2] = 0,839 \quad -$$

**opmerking**

**stalen ligger op 3 steunpunten met 2 q-lasten**

**1xprofiel 1: HE140A**

werk **woonhuis te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

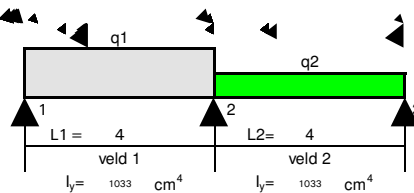
materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

<b>kerngegevens</b>		ontwerplevensduur = 50 jaar
toegepaste norm = eurocode nieuwbouw		toepassing gebouwen en andere gewone constructies
ontwerplevensduur klasse = 3		6.10.a 6.10.b 6.1 partiële factoren
gevolgklasse CC 1	$\gamma_{Gj} = 1,22$	$\xi \gamma_{Gj} = 1,08$
correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$	$\gamma_{Q1} = 1,35$	$\gamma_{M1} = 1,00$
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage	$\gamma_{Qj} = 1,35$	$\gamma_{M2} = 1,25$

<b>diverse factoren</b>		eigen gewicht ligger automatisch berekenen <b>ja</b>
gebouwcategorie <b>A: woon- en verblijfsruimtes</b>		traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de belasting
(gewichtsberekening) $\psi_0 = 0,4$		belasting profiel 1 : sterke as
(elastische doorbuiging) $\psi_1 = 0,5$	$\Sigma I = 1033 \text{ cm}^4$	$\Sigma g = 0,25 \text{ kN/m'}$
(kruip) $\psi_2 = 0,3$	$\Sigma W_{pl} = 174 \text{ cm}^3$	$\Sigma A = 31,4 \text{ cm}^2$
reductiefactor vloerbelasting $\psi_f = 1,00$	$\Sigma W_{el} = 155 \text{ cm}^3$	$E = 210000 \text{ N/mm}^2$

**invoer gegevens van de ligger**

liggerlengte L1= 4 m  
 liggerlengte L2= 4 m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: 250 \* L  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: 333,3 \* L  
 toegepaste zeeg veld 1 0 mm  
 toegepaste zeeg veld 2 0 mm



**belastingen en combinaties** test

**q1:**

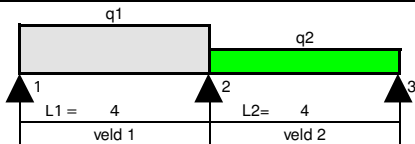
permanente belasting $G_{kj} = 1,75 \text{ kN/m}$	$G_{kj}$ : (incl.e.g.) 1,75 + 0,25 = 2,00 kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom. $\Sigma Q_{extr+mom} = 10 \text{ kN/m}$	STRGEO $\gamma_{Gj}$ $G_{kj}$ + $\gamma_Q$ $\Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan $\Sigma Q_{mom} = 7 \text{ kN/m}$	6.10.a: 1,22 2,00 + 1,35 7,00 = 11,88 kN/m'
	STRGEO $\xi \gamma_{Gj}$ $G_{kj}$ + $\gamma_Q$ $\Sigma Q_{extr+mom}$
	6.10.b: 1,08 2,00 + 1,35 10,00 = 15,66 kN/m'
	EQU 1,1 $G_{kj}$ + 1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
	6.10: 1,1 2,00 + 1,5 10,00 = 17,20 kN/m'
	EQU en STRGEO 0,9 $G_{kj}$ = 0,9 2,00 = 1,80 kN/m'

**q2:**

permanente belasting $G_{kj} = 3 \text{ kN/m}$	$G_{kj}$ : (incl.e.g.) 3 + 0,25 = 3,25 kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom. $\Sigma Q_{extr+mom} = 5 \text{ kN/m}$	STRGEO $\gamma_{Gj}$ $G_{kj}$ + $\gamma_Q$ $\Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan $\Sigma Q_{mom} = 2 \text{ kN/m}$	6.10.a: 1,22 3,25 + 1,35 2,00 = 6,64 kN/m'
	STRGEO $\xi \gamma_{Gj}$ $G_{kj}$ + $\gamma_Q$ $\Sigma Q_{extr+mom}$
	6.10.b: 1,08 3,25 + 1,35 5,00 = 10,26 kN/m'
	EQU 1,10 $G_{kj}$ + 1,50 $\Sigma Q_{extr+mom}$
	6.10: 1,10 3,25 + 1,50 5,00 = 11,07 kN/m'
	EQU en STRGEO 0,9 $G_{kj}$ = 0,9 3,25 = 2,92 kN/m'

<b>unity-checks</b>				<b>er worden geen verstijvingsschotjes toegepast</b>				<b>alle steunpunten blijven op druk</b>					
ULS	buiging	0,71	dwarskracht	0,28	onderflensinklemming	0,88	kip	0,84	SLS	$u_{eind}$	0,57	$u_{bij}$	0,70

**resultaten mechanica berekeningen** test



alle steunpunten blijven op druk

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	$V_{3,2}$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
6.10 veld 1 volbelast	17,20	2,92	-29,4	39,4	-10,9	0,8	29,4	50,3	0,8
6.10 veld 2 volbelast	1,80	11,07	-0,4	6,8	-25,4	18,9	0,4	32,2	18,9



**STR/GEO (groep B)**

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
G <sub>k,i</sub>	2,00	3,25	-2,7	5,3	-7,8	5,2	2,7	13,1	5,2
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	10,00	5,00	-16,3	23,8	-13,8	6,3	16,3	37,5	6,3
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	10,00	0,00	-17,5	22,5	-2,5	-2,5	17,5	25,0	-2,5
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,00	5,00	1,3	1,3	-11,3	8,8	-1,3	12,5	8,8
6.10.a (volbelast)	11,88	6,64	-19,1	28,4	-17,9	8,7	19,1	46,3	8,7
6.10.b (volbelast)	15,66	10,26	-24,8	37,8	-27,0	14,0	24,8	64,8	14,0
6.10.a (veld 1 volbelast)	11,88	2,92	-20,1	27,5	-9,5	2,1	20,1	37,0	2,1
6.10.b (veld 1 volbelast)	15,66	2,92	-26,7	36,0	-10,5	1,2	26,7	46,5	1,2
6.10.a (veld 2 volbelast)	1,80	6,64	-1,5	5,7	-15,4	11,2	1,5	21,1	11,2
6.10.b (veld 2 volbelast)	1,80	10,26	-0,6	6,6	-23,5	17,5	0,6	30,1	17,5

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M <sub>veld,max</sub> (m)		vervorming (mm)	
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1,2</sub>	M <sub>2,3</sub>	uit R <sub>1</sub>	uit R <sub>2</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>
G <sub>k,i</sub>	0,0	-5,2	0,0	1,8	4,1	1,34	2,40	0,7	2,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	0,0	-15,0	0,0	13,2	3,9	1,63	2,75	8,5	0,8
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	0,0	-10,0	0,0	15,3	0,0	1,75	n.v.t.	10,8	-4,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,0	-5,0	0,0	0,0	7,7	n.v.t.	2,25	-2,3	5,4
6.10.a (volbelast)	0,0	-18,5	0,0	15,4	5,6	1,61	2,70		
6.10.b (volbelast)	0,0	-25,9	0,0	19,7	9,6	1,59	2,63		
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-14,8	0,0	16,9	0,8	1,69	3,27		
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-18,6	0,0	22,7	0,2	1,70	3,59		
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-8,4	0,0	0,6	9,4	0,83	2,32		
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-12,1	0,0	0,1	14,9	0,32	2,29		

**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

belastinggevallen en combinaties	alles volbelast	veld 1 volbelast	veld 2 volbelast
veld	= u <sub>1,2</sub> u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub> u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub> u <sub>2,3</sub>
u <sub>on</sub> = G <sub>k,i</sub>	= 0,7 2,6	0,7 2,6	0,7 2,6
u <sub>elastisch</sub> = Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	= 8,5 0,8	10,8 -4,6	-2,3 5,4
u <sub>zoeeg</sub> = volgens opgave	= 0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
u <sub>eind</sub> = u <sub>on</sub> + u <sub>elastisch</sub> + u <sub>zoeeg</sub>	= 9,1 3,3	11,4 -2,0	-1,7 7,9
u <sub>bij</sub> = u <sub>elastisch</sub>	= 8,5 0,8	10,8 -4,6	-2,3 5,4
u <sub>eind,toe</sub> = u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	= 16,0 16,0	16,0 16,0	16,0 16,0
u.c. = u <sub>eind</sub> / u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	= 0,57 0,21	0,71 0,13	0,10 0,50
u <sub>bij,toe</sub> = u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	= 12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0
u.c. = u <sub>bij</sub> / u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	= 0,70 0,06	0,90 0,38	0,19 0,45

**toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting)** test

buiging, art 6.2.5	M <sub>Ed</sub> = 25,9	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	= $\frac{25,9}{36,5}$	= 0,71
dwarskracht, art. 6.2.6	V <sub>Ed</sub> = 37,8	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	= $\frac{37,8}{137,1}$	= 0,28
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R <sub>1</sub> = 26,7	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	= $\frac{26,7}{73,9}$	= 0,36
	R <sub>2</sub> = 64,8	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	= $\frac{64,8}{73,9}$	= 0,88
	R <sub>3</sub> = 17,5	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	= $\frac{17,5}{73,9}$	= 0,24
kip, art. 6.3.2	M <sub>Ed</sub> = 25,9	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	= $\frac{25,9}{30,9}$	= 0,84
opleglengte, art. 6.9 EC steen	l <sub>opleg</sub> = N <sub>Ed</sub>		/ ( β b f <sub>b</sub> )		
	R <sub>1</sub> l <sub>opleg</sub> = 26,7 · 10 <sup>3</sup>		/ ( 1,34 140 3,89 )		= 36 mm
	R <sub>2</sub> l <sub>opleg</sub> = 64,8 · 10 <sup>3</sup>		/ ( 1,34 140 3,89 )		= 89 mm

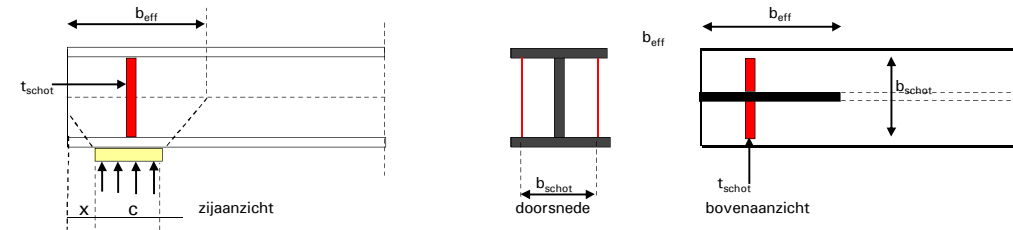


(3) a	gewalste I en H profielen	$A_v = A - 2 b t_f + ( t_w + 2 r ) t_f$	$A_v = 3140 - 2 \cdot 140 \cdot 8,5 + ( 5,5 + 2 \cdot 12 ) \cdot 8,5 = 1011$
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_v = A - 2 b t_f + ( t_w + r ) t_f$	$A_v = 3140 - 2 \cdot 140 \cdot 8,5 + ( 5,5 + 12 ) \cdot 8,5 = 908,8$
(3) c	gewalste T profielen	$A_v = 0,9 ( A - b t_f )$	$A_v = 0,9 ( 3140 - 140 \cdot 8,5 ) = 1755$
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_v = \eta \Sigma ( h_w t_w )$	$A_v = 1 ( 116 \cdot 5,5 ) = 638$
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_v = A - \Sigma ( h_w t_w )$	$A_v = 3140 - \Sigma ( 116 \cdot 5,5 ) = 2502$
(3) f1	gewalste rh buis // hoogte	$A_v = A h / ( b + h )$	$A_v = 3140 \cdot 133 / ( 140 + 133 ) = 1530$
(3) f2	gewalste rh buis // breedte	$A_v = A b / ( b + h )$	$A_v = 3140 \cdot 140 / ( 140 + 133 ) = 1610$
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 A / \pi$	$A_v = 2 \cdot 3140 / \pi = 1999$

**art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging)** test

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 64,8$ kN	profiel	= HE140A	E	= $2E+05$ N/mm <sup>2</sup>
oplegplengte	c = 200 mm	kwaliteit	= S235	$f_y$	= 235 N/mm <sup>2</sup> / $\gamma_{M1} = 1,00$
totale dikte schotjes	$t_{schot} = 0$ mm	y-richting	= 133 mm	z-richting	= 140 mm
totale breedte schotjes (incl. lijf)	$b_{schot} = 279,0$ mm	h	= 133 mm	b	= 140 mm
zijkant oplegging c tot eind ligger	x = 120,0 mm	kromme	= c	$t_w$	= 5,5 mm

**er worden geen verstijvingsschotjes toegepast**



NEN 6770 art 12.2.4

$$b_{eff} = 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(133,0^2 + 200,0^2)} + 120,0 + 200 / 2 = 340,1 \text{ mm}$$

$$b_{eff} < \sqrt{(h^2 + c^2)} = \sqrt{(133^2 + 200^2)} = 240,2 \text{ mm}$$

$$\text{kniklengte y-richting } l_{cr,y} = 2 \cdot 133 = 266,0 \text{ mm}$$

$$\text{doorsnede } A = b_{eff} t_w + (b_{schot} - t_w) t_{schot} = 240,2 \cdot 5,5 + (279,0 - 6) \cdot 0 = 13,21 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$

$$I = 1/12 ( t_{schot} b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) t_w^3 ) = 1/12 ( 0 \cdot 279,0^3 + (240,2 - 0) \cdot 5,5^3 ) = 0,333 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I / A} = \sqrt{(0,333 \cdot 10^4 / 13 \cdot 10^2)} = 1,6 \text{ mm}$$

**y-richting**

$$6.46 \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} <= 1,0 = \frac{64,8}{73,9} = 0,88$$

$$6.47-6.48 \quad N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,238 \cdot 13,2 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 73,9 \text{ kN}$$

$$6.49 \quad \chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{(\Phi^2 - \lambda^2)}} <= 1,0 \quad \chi = \frac{1}{2,479 + \sqrt{(2,479^2 - 1,784^2)}} = 0,238$$

$$\Phi = 0,5 [ 1 + \alpha ( \lambda - 0,2 ) + \lambda^2 ] \quad \Phi = 0,5 [ 1 + 0,49 ( 1,784 - 0,2 ) + 1,784^2 ] = 2,479$$

$$6.50 \quad \lambda_y = l_{cr,y} / i_y = 266 / 1,6 = 167,5$$

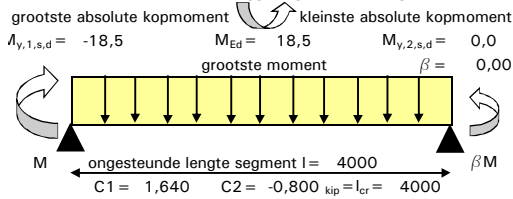
$$\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(2E+05 / 235)} = 93,9$$

$$\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 167,5 / 93,9 = 1,784$$

$$\text{gemiddelde oplegspanning} = 64,8 \cdot 10^3 / (140 \cdot 200) = 2,314 \text{ N/mm}^2$$

**art. 6.3.2 prismatische op buiging belaste staven (kip) Kipcontrole gebeurt altijd met alleen profiel 1 test**

**schema van het te controleren liggersegment tussen gaffels of kipsteunen**



reductie weerstandsmoment	$W_{red} = 0,0$ cm <sup>3</sup>
reductie doorsnede	$A_{red} = 0,0$ cm <sup>2</sup>
profiel = HE140A	E = 210000 N/mm <sup>2</sup>
kwaliteit = S235	A = 31,4 cm <sup>2</sup>
$f_y = 235$ N/mm <sup>2</sup>	G = 80769 N/mm <sup>2</sup>
h = 133 mm	$\gamma_{M1} = 1,00$
$t_f = 8,5$ mm	b = 140 mm
$I_y = 1033$ cm <sup>4</sup>	$t_w = 5,5$ mm
$I_y = 57,4$ mm	$I_z = 389$ cm <sup>4</sup>
$W_{y,el} = 155,4$ cm <sup>3</sup>	$i_z = 35,2$ mm
$W_{y,pl} = 173,5$ cm <sup>3</sup>	$I_t = 8,1$ cm <sup>4</sup>
$W_{y,eff} = 155,4$ cm <sup>3</sup>	h/b = 0,95
plaats van de horizontale kipsteunen bij liggerberekeningen	
$C_{kip,links} = 0,00$	* 4000 = 0 mm
$C_{kip,rechts} = 1,00$	* 4000 = 4000 mm
l = 4000	- 0 = 4000 mm

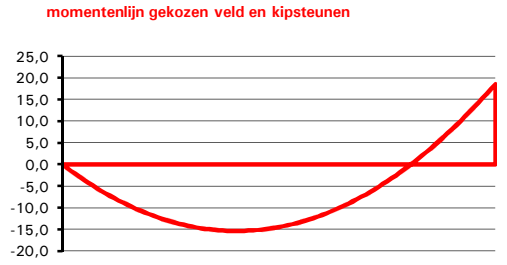
**invoergegevens tbc kipcontrole**

basisgeval uit NEN 6771	tabel 10, q-last en kopmomenten
momentenverloop	parabool scharnierend
soort profiel	gewalste I- en H-profielen
aangrijpingspunt belasting	zwaartepunt bovenflens
wijze zijdelijngse steunen	tussen 2 gaffels

**aanvullende invoer via een liggerberekeningen:**

invoer van de kipsteunen	door gelijkmatige verdeling
te controleren veld	veld 1
grenstoestand	UGT1 vol - 6.10.a

aantal kipsteunen	n = 0
te controleren liggerdeel (tussen de kipsteunen)	1



momentenlijn gekozen veld en kipsteunen  
 $M_{y,1,s,d} = -18,5$   $M_{y,2,s,d} = 0,0$   $M_{Ed} = 18,5$  kNm  
 $l_g = 4000$   
 "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica-berekening

kipcontrole algemeen:  $0,60$  kipcontrole gewalst profiel  $0,57$

**NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte**

tussen twee gaffels	$l_{kip} = l_{st} = 4000$ mm
tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen	
$l_{kip} = (1,4 - 0,8\beta) l_{st}$ echter $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$	
$f_2 = (1,4 - 0,8\beta) = (1,4 - 0,00) = 1,40$	
afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt	: 0,00 m
afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt	: 4,00 m

deze factor is niet van toepassing, zodat  $f_2=1,00$

Er wordt gerekend met de volgende gegevens:

lengte ligger tussen de gaffels	$l_g = 4000$ mm	invloedsfactor uit tabel C1	$C_1 = 1,640$
ongesteunde horizontale lengte	$l = 4000$ mm	invloedsfactor uit tabel C2	$C_2 = -0,800$
rekenwaarde buigend moment	$M_{Ed} = 18,5$ kNm	verhouding $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d}$	= 0,00
kopmoment met grootste absolute waarde $M_{y,1,s,d}$	= -18,5 kNm	tabel 10, q-last en kopmomenten	$B^* = -0,45$
kopmoment met kleinste absolute waarde $M_{y,2,s,d}$	= 0,0 kNm		

**toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen**

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{18,5}{30,9} = 0,60$

**let op: de waarden voor C1 en C2 moet uit de tabellen 9 t/m 13 worden geha**

gebruik bij formule 6.56 kromme a

6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$   $M_{b,Rd} = 0,846 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 30,9$  kNm

6.56  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,800 + \sqrt{(0,800)^2 - 0,704^2}} = 0,846$   
 maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,846$

$\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2 ]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + 0,21 (0,704 - 0,2) + 0,704^2 ] = 0,800$

$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y \cdot f_y / M_{cr})}$   $\lambda_{LT} = \sqrt{155,4 \cdot 235 \cdot 10^3 / 74} = 0,704$

12.2.7  $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / l_g \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)}$  : 1,00  $\frac{4}{4000} \sqrt{(2E+05 \cdot 389 \cdot 80769 \cdot 8,1 \cdot 10^8)} = 74$  kNm  
 NEN 6771

b) dubbel-symmetrische profielen :  $h / t_f \leq 75 = \frac{133}{8,5} = 15,6$

aan deze eis wordt voldaan

c) dubbel-symmetrische profielen :  $\alpha = \frac{h \cdot t_f \cdot 10^{12} / t_w^3 \cdot b \cdot l_g^2}{5,5^3 \cdot 140 \cdot 4000^2} \leq 575 = \frac{133 \cdot 8,5 \cdot 10^{12}}{5,5^3 \cdot 140 \cdot 4000^2} = 3033$

aan deze eis wordt niet voldaan

$k_{red} = \text{als } h / t_w > 75: k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 3033 + 1,03 = 0,866$



$h / t_w = 133 / 5,5 = 24,182 \quad \alpha = 3033 \quad e_{is} < 5000 \quad \text{conclusie:} \quad k_{red} = 1,00 -$   
 toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770  

$$C = \pi \frac{C_1}{I_{kip}} \frac{I_g}{I_{kip}} \left[ \sqrt{1 + \frac{\pi^2 S^2}{I_{kip}^2}} \left( C_2^2 + 1 \right) + \pi \frac{C_2 S}{I_{kip}} \right]$$
 NEN 6771  

$$C = \pi \frac{1,640}{4000} \frac{4000}{4000} \left[ \sqrt{1 + \frac{9,870^2}{4000^2}} \left( -0,800^2 + 1 \right) + \pi \frac{-0,800 \cdot 742,0}{4000} \right] = 4,0 -$$
  
 12.2.11.b  

$$S = \frac{h}{2} \sqrt{\left( \frac{E_d}{G_d} \frac{l_z}{l_t} \right)} = \frac{133}{2} \sqrt{\left( \frac{210000}{80769} \frac{389,3}{8,1} \right)} = 742,0 -$$

benadering geldt alleen voor I-profielen

**toetsing kip art. 6.3.2.3 kipprommen voor gewalste profielen of equivalente gelaste profielen**

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{18,52}{32,7} = 0,57 -$  gebruik bij formule 6.57 kromme b  
 6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1} \quad M_{b,Rd} = 0,894 \cdot 155,4 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 32,7 \text{ kNm}$   
 $M_{cr} = 74 \quad \bar{\lambda}_{LT} = 0,70$  als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen  
 6.57  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0 \quad \chi_{LT} = \frac{1}{0,737 + \sqrt{0,737^2 - 0,75 \cdot 0,70^2}} = 0,868 -$   
 $\chi_{LT} \leq 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2 = 1 / 0,70^2 = 2,0 -$  maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,868 -$   
 6.58  $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,868 / 0,97 = 0,894 -$  reken met  $\chi_{LT,mod} = 0,894 -$   
 $f = 1 - 0,5(1 - k_c) [1 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2] \leq 1,0 \quad f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,70 - 0,8)^2] = 0,971 -$   
**kip**  $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2] \quad \Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,70 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,70^2] = 0,737 -$

opmerking

**stalen ligger op 3 steunpunten met een scharnier in veld 2**

**1xprofiel 1: HE160A**

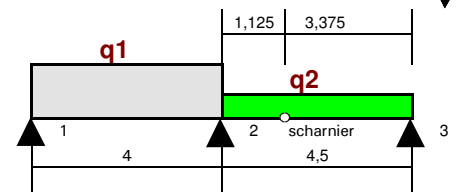
werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

materiaal **S235**  
 klasse **3** flensdikte **<40**

<b>kerngegevens</b>		ontwerplevensduur = 50 jaar
toegepaste norm = eurocode nieuwbouw		toepassing gebouwen en andere gewone constructies
ontwerplevensduur klasse = 3		6.10.a 6.10.b 6.1 partiële factoren
gevolgklasse CC 1	$\gamma_{Gj} = 1,22$	$\xi \gamma_{Gj} = 1,08$
correctiefactor voor formule 6.10.b $\xi = 0,89$	$\gamma_{Q1} = 1,35$	$\gamma_{Q1} = 1,35$
de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage	$\gamma_{Q2} = 1,35$	$\gamma_{M0} = 1,00$
		$\gamma_{M1} = 1,00$
		$\gamma_{M2} = 1,25$

<b>diverse factoren</b>		eigen gewicht ligger automatisch berekenen <b>ja</b>
gebouwcategorie <b>A: woon- en verblijfsruimtes</b>		traagheidsmoment en weerstandsmoment in richting van de
(gewichtsberekening) $\psi_0 = 0,4$		belasting op profiel 1: sterke as
(elastische doorbuiging) $\psi_1 = 0,5$		$\Sigma I = 1673 \text{ cm}^4$
(kruip) $\psi_2 = 0,3$		$\Sigma W_{pl} = 245 \text{ cm}^3$
reductiefactor vloerbelasting $\psi_F = 1,00$		$\Sigma W_{el} = 220 \text{ cm}^3$
		$\Sigma g = 0,30 \text{ kN/m}'$
		$\Sigma A = 38,8 \text{ cm}^2$
		$E = 210000 \text{ N/mm}^2$

liggerlengte L1= **4** m  
 liggerlengte L2= **4,5** m  
 plaats scharnier tot R2 a= **1,125** m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333,3** \* L  
 toegepaste zeeg veld 1 **0** mm  
 toegepaste zeeg veld 2 **0** mm



**belastingen en combinaties** test

**q1:**

permanente belasting $G_{kj} = 5 \text{ kN/m}$	$G_{kj}$ : (incl.e.g.) 5 + 0,30 = 5,30 kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom. $\Sigma Q_{extr+mom} = 4 \text{ kN/m}$	STR GEO $\gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_Q \Sigma Q_{mom} = 5,30 + 1,35 \cdot 3,00 = 10,50 \text{ kN/m}'$
opgelegde belasting momentaan $\Sigma Q_{mom} = 3 \text{ kN/m}$	6.10.a: 1,22 5,30 + 1,35 3,00 = 10,50 kN/m'
	STR GEO $\xi \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom} = 1,08 \cdot 5,30 + 1,35 \cdot 4,00 = 11,14 \text{ kN/m}'$
	6.10.b: 1,08 5,30 + 1,35 4,00 = 11,14 kN/m'
	EQU 1,10 $G_{kj} + 1,50 \Sigma Q_{extr+mom} = 1,10 \cdot 5,30 + 1,50 \cdot 4,00 = 11,84 \text{ kN/m}'$
	6.10: 1,10 5,30 + 1,50 4,00 = 11,84 kN/m'
	EQU en STR GEO 0,9 $G_{kj} = 0,9 \cdot 5,30 = 4,77 \text{ kN/m}'$

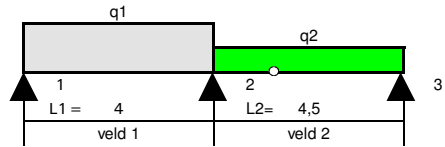
**q2:**

permanente belasting $G_{kj} = 7 \text{ kN/m}$	$G_{kj}$ : (incl.e.g.) 7 + 0,30 = 7,30 kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom. $\Sigma Q_{extr+mom} = 6 \text{ kN/m}$	STR GEO $\gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_Q \Sigma Q_{mom} = 7,30 + 1,35 \cdot 5,00 = 15,63 \text{ kN/m}'$
opgelegde belasting momentaan $\Sigma Q_{mom} = 5 \text{ kN/m}$	6.10.a: 1,22 7,30 + 1,35 5,00 = 15,63 kN/m'
	STR GEO $\xi \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom} = 1,08 \cdot 7,30 + 1,35 \cdot 6,00 = 16,00 \text{ kN/m}'$
	6.10.b: 1,08 7,30 + 1,35 6,00 = 16,00 kN/m'
	EQU 1,1 $G_{kj} + 1,50 \Sigma Q_{extr+mom} = 1,1 \cdot 7,30 + 1,50 \cdot 6,00 = 17,04 \text{ kN/m}'$
	6.10: 1,1 7,30 + 1,50 6,00 = 17,04 kN/m'
	EQU en STR GEO 0,9 $G_{kj} = 0,9 \cdot 7,30 = 6,57 \text{ kN/m}'$

**unity-checks** **er worden geen verstijvingsschotjes toegepast** **er komt trek op één van de steunpunten!**

ULS	buiging	0,78	dwarskracht	0,25	onderflensinklemming	1,37	kip	0,87	SLS	$u_{eind}$	0,68	$u_{bij}$	0,44
-----	---------	------	-------------	------	----------------------	------	-----	------	-----	------------	------	-----------	------

**resultaten mechanische berekeningen** test



er komt trek op één van de steunpunten!

**EQU (groep A)**

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)					reactie (kN)		
	q1	q2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	$V_{3,2}$	$V_{schar}$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
6.10 veld 1 volbelast	11,84	6,57	-19,5	27,8	-18,5	11,1	-11,1	19,5	46,3	11,1
6.10 veld 2 volbelast	4,77	17,04	1,2	20,3	-47,9	28,7	-28,7	-1,2	68,2	28,7



**STR/GEO (groep B)**

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)					reactie (kN)		
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	V <sub>schar</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
G <sub>k,i</sub>	5,30	7,30	-6,0	15,2	-20,5	12,3	-12,3	6,0	35,8	12,3
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	4,00	6,00	-4,2	11,8	-16,9	10,1	-10,1	4,2	28,7	10,1
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	4,00	6,57	-3,8	12,2	-18,5	11,1	-11,1	3,8	30,6	11,1
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	4,77	6,00	-5,8	13,3	-16,9	10,1	-10,1	5,8	30,2	10,1
6.10.a (volbelast)	10,50	15,63	-11,1	30,9	-43,9	26,4	-26,4	11,1	74,8	26,4
6.10.b (volbelast)	11,14	16,00	-12,1	32,4	-45,0	27,0	-27,0	12,1	77,4	27,0
6.10.a (veld 1 volbelast)	10,50	6,57	-16,8	25,2	-18,5	11,1	-11,1	16,8	43,6	11,1
6.10.b (veld 1 volbelast)	11,14	6,57	-18,1	26,4	-18,5	11,1	-11,1	18,1	44,9	11,1
6.10.a (veld 2 volbelast)	4,77	15,63	0,3	19,4	-43,9	26,4	-26,4	-0,3	63,4	26,4
6.10.b (veld 2 volbelast)	4,77	16,00	0,6	19,7	-45,0	27,0	-27,0	-0,6	64,7	27,0

**maatgevende waarden**

**45,0** kN **77,4** kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M <sub>veld,max</sub> (m)		vervorming (mm)		
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1,2</sub>	M <sub>2,3</sub>	uit R <sub>1</sub>	uit R <sub>2</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>
G <sub>k,i</sub>	0,0	-18,5	0,0	3,4	10,4	1,13	2,81	-0,2	6,2	5,4
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (alles volbelast)	0,0	-15,2	0,0	2,2	8,5	1,05	2,81	-0,5	5,3	4,8
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1 volbelast)	0,0	-16,6	0,0	1,8	9,4	0,96	2,81	-0,9	5,9	5,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2 volbelast)	0,0	-15,2	0,0	3,5	8,5	1,20	2,81	0,2	4,9	4,1
6.10.a (alles volbelast)	0,0	-39,6	0,0	5,9	22,2	1,06	2,81			
6.10.b (alles volbelast)	0,0	-40,5	0,0	6,6	22,8	1,09	2,81			
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-16,6	0,0	13,5	9,4	1,60	2,81			
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-16,6	0,0	14,7	9,4	1,63	2,81			
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-39,6	0,0	#N/B	22,2	#N/B	2,81			
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-40,5	0,0	#N/B	22,8	#N/B	2,81			

**maatgevende waarden**

M<sub>Ed,sl</sub>= **40,5** kNm M<sub>Ed,v</sub>= **22,8** kNm

**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

belastinggevallen en combinaties	alles volbelast			veld 1 volbelast			veld 2 volbelast		
	U <sub>1,2</sub>	U <sub>2,3</sub>	U <sub>schar</sub>	U <sub>1,2</sub>	U <sub>2,3</sub>	U <sub>schar</sub>	U <sub>1,2</sub>	U <sub>2,3</sub>	U <sub>schar</sub>
U <sub>on</sub> = G <sub>k,i</sub>	= 5,30	= 7,30	= 12,3	= 4,00	= 6,00	= 10,1	= 4,00	= 6,57	= 11,1
U <sub>elastisch</sub> = Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	= -4,2	= 11,8	= -16,9	= -4,2	= 11,8	= -16,9	= -4,2	= 11,8	= -16,9
U <sub>zeeg</sub> = volgens opgave	= 0,0	= 0,0	= 0,0	= 0,0	= 0,0	= 0,0	= 0,0	= 0,0	= 0,0
U <sub>eind</sub> = U <sub>on</sub> + U <sub>elastisch</sub> + U <sub>kruip</sub> + U <sub>zeeg</sub>	= -0,8	= 11,5	= 10,2	= -1,2	= 12,2	= 11,0	= 0,0	= 11,2	= 9,6
U <sub>bij</sub> = U <sub>elastisch</sub> + U <sub>kruip</sub>	= -0,5	= 5,3	= 4,8	= -0,9	= 5,9	= 5,6	= 0,2	= 4,9	= 4,1
U <sub>eind,toe</sub> = U <sub>eind</sub> ,toelaatbaar	= 16,0	= 18,0	= 16,0	= 16,0	= 18,0	= 16,0	= 16,0	= 18,0	= 16,0
U <sub>i.c.</sub> = U <sub>eind</sub> / U <sub>eind,toelaatbaar</sub>	= <b>0,05</b>	= <b>0,64</b>	= <b>0,07</b>	= <b>0,68</b>	= <b>0,00</b>	= <b>0,62</b>			
U <sub>bij,toe</sub> = U <sub>bij</sub> ,toelaatbaar	= 12,0	= 13,5	= 12,0	= 13,5	= 12,0	= 13,5			
U <sub>i.c.</sub> = U <sub>bij</sub> / U <sub>bij,toelaatbaar</sub>	= <b>0,04</b>	= <b>0,39</b>	= <b>0,08</b>	= <b>0,44</b>	= <b>0,02</b>	= <b>0,37</b>			

**toetsingen uiterste grenstoestand (samenvatting)** test

buiging, art 6.2.5	M <sub>Ed</sub>	=	40,5	6.12	$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{40,5}{51,7}$	=	<b>0,78</b>			
dwarskracht, art. 6.2.6	V <sub>Ed</sub>	=	45,0	6.17	$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{45,0}{179,6}$	=	<b>0,25</b>			
onderflensinklemming, art. 6.3.1	R <sub>1</sub>	=	18,1	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{18,1}{56,5}$	=	<b>0,32</b>			
	R <sub>2</sub>	=	77,4	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{77,4}{56,5}$	=	<b>1,37</b>			
	R <sub>3</sub>	=	27,0	6.46	$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{27,0}{56,5}$	=	<b>0,48</b>			
kip, art. 6.3.2	M <sub>Ed</sub>	=	40,5	6.54	$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$	=	$\frac{40,5}{46,5}$	=	<b>0,87</b>			
opleglengte, art. 6.9 EC steen	R <sub>1</sub>	l <sub>opleg</sub>	=	N <sub>Ed</sub>	/ (	β	b	f <sub>b</sub>	)	=	22	mm
	R <sub>2</sub>	l <sub>opleg</sub>	=	18,1 · 10 <sup>3</sup>	/ (	1,34	<b>160</b>	3,89	)	=	93	mm
	R <sub>2</sub>	l <sub>opleg</sub>	=	77,4 · 10 <sup>3</sup>	/ (	1,34	<b>160</b>	3,89	)	=	32	mm





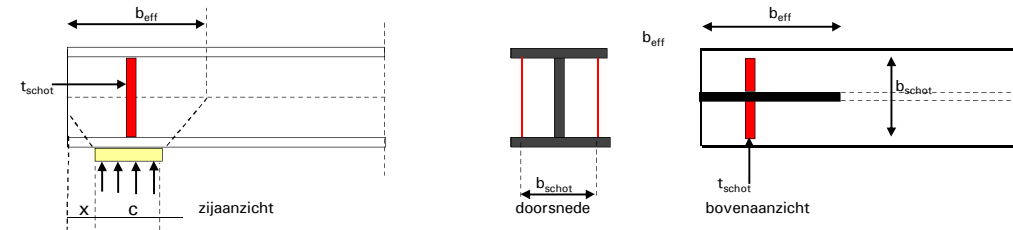


(3) a	gewalste I en H profielen	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$	$= 3880 - 2 \cdot 160 \cdot 9 + (6 + 2 \cdot 15) \cdot 9 = 1324$
(3) b	gewalste U en C profielen	$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$	$= 3880 - 2 \cdot 160 \cdot 9 + (6 + 15) \cdot 9 = 1189$
(3) c	gewalste T profielen	$A_v = 0,9 \cdot (A - b \cdot t_f)$	$= 0,9 \cdot (3880 - 160 \cdot 9) = 2196$
(3) d	gelast I,H, buis, // lijf	$A_v = \eta \cdot \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$= 1 \cdot (134 \cdot 6) = 804$
(3) e	gelast I,H, buis, // flens	$A_v = A - \Sigma (h_w \cdot t_w)$	$= 3880 - (134 \cdot 6) = 3076$
(3) f1	gewalste rh buis // hoogte	$A_v = A \cdot h / (b + h)$	$= 3880 \cdot 152 / (160 + 152) = 1890$
(3) f2	gewalste rh buis // breedte	$A_v = A \cdot b / (b + h)$	$= 3880 \cdot 160 / (160 + 152) = 1990$
(3) g	ronde buisprofielen	$A_v = 2 \cdot A / \pi$	$= 2 \cdot 3880 / \pi = 2470$

**art. 6.3.1 onderflensinklemming (gaffeloplegging) test**

rekenwaarde oplegreactie	$N_{Ed} = 77,4$ kN	profiel	= HE160A	E	= $2E+05$ N/mm <sup>2</sup>
oplegplengte	c = 100 mm	kwaliteit	= S235	$f_y$	= 235 N/mm <sup>2</sup> / $\gamma_{M1} = 1,00$
totale dikte schotjes	$t_{schot} = 0$ mm	y-richting	= 152 mm	z-richting	= 160 mm
totale breedte schotjes (incl. lijf)	$b_{schot} = 279,0$ mm	h	= 152 mm	b	= 160 mm
zijkant oplegging c tot eind ligger	x = 120,0 mm	kromme	= c	$t_w$	= 6 mm

**er worden geen verstijvingsschotjes toegepast**



NEN 6770 art 12.2.4

$$b_{eff} = 0,5 \sqrt{(h^2 + c^2)} + x + c/2 = 0,5 \sqrt{(152,0^2 + 100,0^2)} + 120,0 + 100 / 2 = 261,0 \text{ mm}$$

$$b_{eff} < \sqrt{(h^2 + c^2)} = \sqrt{(152^2 + 100^2)} = 181,9 \text{ mm}$$

$$\text{kniklengte y-richting } l_{cr,y} = 2 \cdot 152 = 304,0 \text{ mm}$$

$$\text{doorsnede } A = b_{eff} \cdot t_w + (b_{schot} - t_w) \cdot t_{schot} = 181,9 \cdot 6 + (279,0 - 6) \cdot 0 = 10,92 \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$

$$I = 1/12 (t_{schot} \cdot b_{schot}^3 + (b_{eff} - t_{schot}) \cdot t_w^3) = 1/12 (0 \cdot 279,0^3 + (181,9 - 0) \cdot 6^3) = 0,328 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\text{traagheidsstraal } i = \sqrt{I / A} = \sqrt{(0,328 \cdot 10^4 / 11 \cdot 10^2)} = 1,7 \text{ mm}$$

**y-richting**

6.46  $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} <= 1,0 = \frac{77,39}{56,5} = 1,37$

6.47-6.48  $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = N_{b,Rd} = 0,220 \cdot 10,9 \cdot 235 \cdot 10^{-1} / 1,00 = 56,5 \text{ kN}$

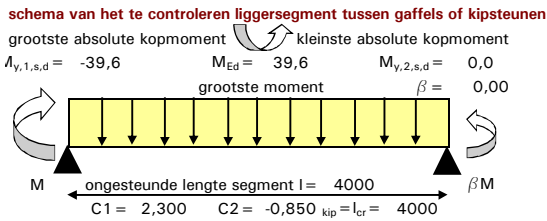
6.49  $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} <= 1,0 \quad \chi = \frac{1}{2,655 + \sqrt{(2,655^2 - 1,869^2)}} = 0,220$

$\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\lambda - 0,2) + \lambda^2] \quad \Phi = 0,5 [1 + 0,49 (1,869 - 0,2) + 1,869^2] = 2,655$

6.50  $\lambda_y = l_{cr,y} / i_y = 304 / 1,7 = 175,5$   
 $\lambda_1 = \pi \sqrt{(E / f_y)} = \pi \sqrt{(2E+05 / 235)} = 93,9$   
 $\lambda_y = \lambda_y / \lambda_1 = 175,5 / 93,9 = 1,869$

gemiddelde oplegspanning =  $77,4 \cdot 10^3 / (160 \cdot 100) = 4,84 \text{ N/mm}^2$

**art. 6.3.2 prismatische op buiging belaste staven (kip) Kipcontrole gebeurt altijd met alleen profiel 1** test



reductie weerstandsmoment	$W_{red} = 0,0$ cm <sup>3</sup>
reductie doorsnede	$A_{red} = 0,0$ cm <sup>2</sup>
profiel = HE160A	E = 210000 N/mm <sup>2</sup>
kwaliteit = S235	A = 38,8 cm <sup>2</sup>
$f_y = 235$ N/mm <sup>2</sup>	G = 80769 N/mm <sup>2</sup>
h = 152 mm	$\gamma_{M1} = 1,00$ -
$t_f = 9$ mm	b = 160 mm
$I_y = 1673$ cm <sup>4</sup>	$t_w = 6$ mm
$i_y = 65,7$ mm	$I_z = 616$ cm <sup>4</sup>
$W_{y,el} = 220,1$ cm <sup>3</sup>	$i_z = 39,8$ mm
$W_{y,pl} = 245,1$ cm <sup>3</sup>	$I_t = 12,2$ cm <sup>4</sup>
$W_{y,eff} = 220,1$ cm <sup>3</sup>	h/b = 0,95 -
plaats van de horizontale kipsteunen bij liggerberekeningen	
$C_{kip,links} = 0,00$ * 4000	= 0 mm
$C_{kip,rechts} = 1,00$ * 4000	= 4000 mm
l = 4000	= 4000 mm

**invoergegevens tbc kipcontrole**

basisgeval uit NEN 6771 tabel 10, q-last en kopmomenten

momentenverloop **parabool scharnierend**

soort profiel **gewalste I- en H-profielen**

aangrijpingspunt belasting **zwaartepunt bovenflens**

wijze zijdelijngse steunen **tussen 2 gaffels**

**aanvullende invoer via een liggerberekeningen:**

invoer van de kipsteunen **door gelijkmatige verdeling veld 1**

te controleren veld **UGT1 vol - 6.10.a**

grenstoestand

aantal kipsteunen n = 0 -

te controleren liggerdeel (tussen de kipsteunen) 1 -



kipcontrole algemeen: **0,85** kipcontrole gewalst profiel **0,80** "tekenafpraak" getekende momentenlijn wijkt af van de mechanica berekening

**NEN 6771 art.12.2.5.3 bepaling vervangende ongesteunde kiplengte**

tussen twee gaffels  $l_{kip} = l_{st} = 4000$  mm

tussen een gaffel en een kipsteun of tussen twee kipsteunen

$l_{kip} = (1,4 - 0,8 \beta) l_{st}$  echter  $1,0 \leq l_{kip} / l_{st} \leq 1,4$

$f_2 = (1,4 - 0,8 \beta) = (1,4 - 0,00) = 1,40$

$l_{st} = f_1 l = 1,00 \cdot 4000 = 4000$  mm

$l_{kip} = l_{cr} = f_2 l_{st} = 1,00 \cdot 4000 = 4000$  mm

reken met een ongesteunde lengte  $l_{kip} = l_{cr} = 4000$  mm

afstand horizontale steun 1 v.a linker steunpunt : 0,00 m

afstand horizontale steun 2 v.a linker steunpunt : 4,00 m

**deze factor is niet van toepassing, zodat f2=1,00**

**Er wordt gerekend met de volgende gegevens:**

lengte ligger tussen de gaffels  $l_{ig} = 4000$  mm

ongesteunde horizontale lengte  $l = 4000$  mm

rekenwaarde buigend moment  $M_{Ed} = 39,6$  kNm

kopmoment met grootste absolute waarde  $M_{y,1,s,d} = -39,6$  kNm

kopmoment met kleinste absolute waarde  $M_{y,2,s,d} = 0,0$  kNm

invloedsfactor uit tabel C1  $C_1 = 2,300$  -

invloedsfactor uit tabel C2: -1 0,850  $C_2 = -0,850$  -

verhouding  $\varphi = \beta = M_{y,2,s,d} / M_{y,1,s,d} = 0,00$  -

tabel 10, q-last en kopmomenten  $B^* = -0,63$

**toetsing kip art. 6.3.2.2 kipprommen - Algemeen**

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{39,6}{46,5} = 0,85$  -

**let op: de waarden voor C1 en C2 moet uit de tabellen 9 t/m 13 worden geha**  
 gebruik bij formule 6.56 kromme a

6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y f_y / \gamma_{M1}$   $M_{b,Rd} = 0,899 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-6} / 1,00 = 46,5$  kNm

6.56  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,706 + \sqrt{(0,706^2 - 0,577^2)}} = 0,899$  -

maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,899$  -

$\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2 ]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [ 1 + 0,21 (0,577 - 0,2) + 0,577^2 ] = 0,706$  -

$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y \cdot f_y / M_{cr})}$   $\lambda_{LT} = \sqrt{(220,1 \cdot 235 \cdot 10^{-3} / 155)} = 0,577$  -

12.2.7  $M_{cr} = M_{ke} = k_{red} C / l_{ig} \cdot \sqrt{(E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t)}$  : 1,00  $\frac{6}{4000} \sqrt{(2E+05 \cdot 616 \cdot 80769 \cdot 12,2 \cdot 10^8)} = 155$  kNm

NEN 6771



b) dubbel-symmetrische profielen :  $h / t_f \leq 75 = \frac{152}{9} = 16,9$  -

**aan deze eis wordt voldaan**

c) dubbel-symmetrische profielen :  $\alpha = h t_f 10^{12} / t_w^3 b I_g^2 \leq 575 = \frac{152 \cdot 9 \cdot 10^{12}}{6^3 \cdot 160 \cdot 4000^2} = 2474$  -

**aan deze eis wordt niet voldaan**

$k_{red} =$  als  $h / t_w > 75$ :  $k_{red} = -5,4 \cdot 10^{-5} \alpha + 1,03 = -5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 2474 + 1,03 = 0,896$

$h / t_w = \frac{152}{6} = 25,333$   $\alpha = 2474$  eis < 5000 conclusie:  $k_{red} = 1,00$  -  
 toepassingsgebied voor art. 12.2.1 NEN 6770

12.2.5.3  
 NEN 6771  $C = \pi \frac{C_1 I_g}{I_{kip}} \left[ \sqrt{1 + \frac{\pi^2 S^2}{I_{kip}^2} (C_2^2 + 1)} + \pi \frac{C_2 S}{I_{kip}} \right]$

$C = \pi \frac{2,300 \cdot 4000}{4000} \left[ \sqrt{1 + \frac{9,870 \cdot 870,9^2}{4000^2} (-0,850^2 + 1)} + \pi \frac{-0,850 \cdot 870,9}{4000} \right] = 5,5$  -

12.2.11.b  $S = \frac{h}{2} \sqrt{\left( \frac{E_d}{G_d} \frac{I_z}{I_t} \right)} = \frac{152}{2} \sqrt{\left( \frac{210000}{80769} \frac{615,6}{12,2} \right)} = 870,9$  -

**benadering geldt alleen voor I-profielen**

**toetsing kip art. 6.3.2.3 kipprommen voor gewalste profielen of equivalente gelaste profielen**

6.54  $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 = \frac{39,55}{49,3} = 0,80$  - gebruik bij formule 6.57 kromme b

6.55  $M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} W_y f_y / \gamma_{M1} = 0,953 \cdot 220,1 \cdot 235 \cdot 10^6 / 1,00 = 49,3$  kNm

$M_{Ed} = 155$   $\chi_{LT} = 0,58$  als bij berekening 6.3.2.2 kipprommen algemeen

6.57  $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \chi_{LT}^2}} \leq 1,0$   $\chi_{LT} = \frac{1}{0,655 + \sqrt{(0,655^2 - 0,75 \cdot 0,577^2)}} = 0,927$  -

$\chi_{LT} \leq 1 / \chi_{LT}^2 = 1 / 0,58^2 = 3,0$  - maatgevende waarde  $\chi_{LT} = 0,927$  -

6.58  $\chi_{LT,mod} = \chi_{LT} / f = 0,927 / 0,97 = 0,953$  - reken met  $\chi_{LT,mod} = 0,953$  -

$f = 1 - 0,5(1 - k_\phi) [1 - 2,0(\chi_{LT,mod} - 0,8)^2] \leq 1,0$   $f = 1 - 0,5(1 - 0,94) [1 - 2,0(0,953 - 0,8)^2] = 0,973$  -

**kip**  $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\chi_{LT} - \chi_{LT,0}) + \beta \chi_{LT}^2]$   $\Phi_{LT} = 0,5 [1 + 0,34 (0,58 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,58^2] = 0,655$  -

**opmerking**



**op trek evenwijdig aan de vezelrichting belaste houten balk:  
 volgens eurocode 5 art. 6.1.2**

**70 x 225**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

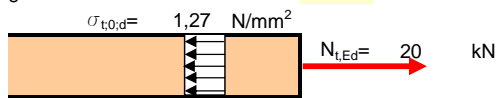
materiaal **gezaagd hout**  
 houtbreedte b= **70** mm.  
 houthoogte (in buigrichting) h= **225** mm  
 klimaatklasse = **1**  
 belastingduurklasse (veranderlijk) = **kort**  
 belastingduurklasse permanent = **blijvend**  
 factor voor volume-effect s= **0,12** bij LVL  
 unity-checks formule 6.1: **0,14**

materiaalfactor sterkte  $\gamma_M = 1,30$  -  
 hoogtefactor treksterkte;breedte  $k_h = 1,16$  -  
 hoogtefactor buigsterkte;hoogte  $k_h = 1,00$  -  
 modificatiefactor sterkte  $k_{mod} = 0,90$  kort  
 modificatiefactor treksterkte  $k_{mod} = 0,80$  kort  
 modificatiefactor sterkte  $k_{mod} = 0,60$  blijvend  
 modificatiefactor treksterkte  $k_{mod} = 0,50$  blijvend  
 modificatiefactor vervorming  $k_{def} = 0,60$  -

**toetsing** test

trekkracht  $N_{t,Ed} = 20$  kN  
 reductie doorsnede  $A_{red} = 0$   $10^2 \text{mm}^2$   
 staallengte trekstaaf l= **2500** mm

b= 70 mm  
 h= 225 mm



$A_{bruto} = 157,5$   $10^2 \text{mm}^2$   
 $A_{red} = 0,0$  +  
 $A_{netto} = 157,5$   $10^2 \text{mm}^2$

$$6,1 \quad \sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,Ed}}{A_{netto}} = \frac{20 \cdot 10^3}{157,5 \cdot 10^2} = 1,27 \text{ N/mm}^2$$

unity-check  $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{1,27}{8,87} = 0,14$



**materiaal- en profielgegevens** test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:		$f_{x;d} =$	$k_1^{**}$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	<b>kort blijvend</b>	
buigsterkte	$f_{m;k}$	<b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	=	<b>12,46</b> 8,31
treksterkte	$f_{t;0;k}$	<b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,90	/	1,30	=	<b>8,87</b> 5,91
treksterkte	$f_{t;90;k}$	<b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$			0,80	/	1,30	=	<b>0,25</b> 0,15
druksterkte	$f_{c;0;k}$	<b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$			0,90	/	1,30	=	<b>12,46</b> 8,31
druksterkte	$f_{c;90;k}$	<b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$			0,90	/	1,30	=	<b>1,52</b> 1,02
schuifsterkte	$f_{v;k}$	<b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,90	/	1,30	=	<b>2,35</b> 1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$	<b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$			1,00	/	1,00	=	<b>9000</b> 9000
volumieke massa	$\rho_k$	<b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;v;d}$			0,90	/	1,30	=	<b>6231</b> 4154
glijdingsmodulus	$G_k$	<b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	/	1,00	=	<b>560</b> 560
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90;mean;k}$	<b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	/	1,00	=	<b>300</b> 300
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90;mean;k}$	<b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	/	1,00	=	<b>300</b> 300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$	<b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$			1,00	/	1,00	=	<b>6000</b> 6000
** met $k_1 = \text{minimum van } (3000/l)^{0,2} \text{ en } 1,1$			$k_1 = ( 3000 / 2500 )^{0,2}$		0,06	=	1,01	-	dus $k_1 =$	1,01
traagheidsmoment	$I_y =$	<b>1</b> * $1/12 bh^3$	=	1	$1/12$	70		$225^3$	=	6645 $10^4 \text{mm}^4$
traagheidsmoment	$I_z =$	<b>1</b> * $1/12 hb^3$	=	1	$1/12$	225		$70^3$	=	643 $10^4 \text{mm}^4$
weerstandsmoment	$W_y =$	<b>1</b> * $1/6 bh^2$	=	1	$1/6$	70		$225^2$	=	591 $10^3 \text{mm}^3$
weerstandsmoment	$W_z =$	<b>1</b> * $1/6 hb^2$	=	1	$1/6$	225		$70^2$	=	184 $10^3 \text{mm}^3$
oppervlak	$A =$	<b>1</b> * $bh$	=	1		70		225	=	158 $10^2 \text{mm}^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{ ( I_y / A ) }$		=	$\sqrt{ ($		6645	/	158	) =	65,0 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{ ( I_z / A ) }$		=	$\sqrt{ ($		643	/	158	) =	20,2 mm

**opmerking**

**op druk evenwijdig aan de vezelrichting belaste houten balk:  
volgens eurocode 5 art. 6.1.4**

**70 x 225**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

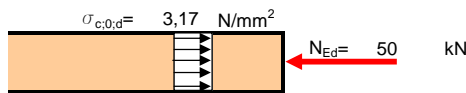
**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b= <b>70</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= <b>225</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
		modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL		
unity-checks formule 6.2:	<b>0,25</b>		

**toetsing** test

**art. 6.1.4 druk evenwijdig aan de vezelrichting**

drukkraft	$N_{Ed} = 50$ kN	breedte oplegvak	b= 70 mm
reductie doorsnede	$A_{red} = 0$ 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	lengte oplegvak	l= 225 mm



$$A_{bruto} = 157,5 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$A_{red} = 0,0 +$$

$$A_{netto} = 157,5 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$6.2 \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A_{netto}} = \frac{50 \cdot 10^3}{157,5 \cdot 10^2} = 3,17 \text{ N/mm}^2 \quad \text{unity-check} \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{3,17}{12,46} = 0,25$$

**materiaal- en profielgegevens** test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x;d} = k_1^{**} \cdot k_h \cdot k_{mod} \cdot f_{x;rep} / \gamma_M$	<b>kort</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d} = 1,00 \cdot 1,16 \cdot 0,90 \cdot 18 / 1,30 = 12,46$	8,31
treksterkte	$f_{t,0,k} = 11$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d} = 1,00 \cdot 1,16 \cdot 0,90 \cdot 11 / 1,30 = 8,87$	5,91
treksterkte	$f_{t,90,k} = 0,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d} = 0,80 \cdot 0,4 / 1,30 = 0,25$	0,15
druksterkte	$f_{c,0,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 0,90 \cdot 18 / 1,30 = 12,46$	8,31
druksterkte	$f_{c,90,k} = 2,2$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d} = 0,90 \cdot 2,2 / 1,30 = 1,52$	1,02
schuifsterkte	$f_{v,k} = 3,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 0,90 \cdot 3,4 / 1,30 = 2,35$	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d} = 1,00 \cdot 9000 / 1,00 = 9000$	9000
volumieke massa	$\rho_k = 320$ kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u;d} = 0,90 \cdot 9000 / 1,30 = 6231$	4154
glijdingsmodulus	$G_k = 560$ N/mm <sup>2</sup>	$G_d = 1,00 \cdot 560 / 1,00 = 560$	560
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90,mean,k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d} = 1,00 \cdot 300 / 1,00 = 300$	300
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90,mean,k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d} = 1,00 \cdot 300 / 1,00 = 300$	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d} = 1,00 \cdot 6000 / 1,00 = 6000$	6000
** met $k_1 = \text{minimum van } (3000/l)^{0,2} \text{ en } 1,1$	$k_1 = (3000 / 1000)^{0,2} = 1,07$		
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 225^3 = 6645 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$		
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} \cdot 225 \cdot 70^3 = 643 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$		
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} \cdot 70 \cdot 225^2 = 591 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$		
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} \cdot 225 \cdot 70^2 = 184 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$		
oppervlak	$A = 1 \cdot 70 \cdot 225 = 158 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$		
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A} = 65,0 \text{ mm}$		
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A} = 20,2 \text{ mm}$		

**opmerking**



**op druk loodrecht op de vezelrichting belaste houten balk:  
 volgens eurocode 5 art. 6.1.5**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= <b>221</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,80$ middellang
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>middellang</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,65$ middellang
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -

unity-checks      formule 6.3: **0,92**      formule 6.16: **0,92**

**toetsing** test

**art. 6.1.5 druk loodrecht op de vezelrichting ( $\alpha=90$ ) en art. 6.2.2 druk onder een hoek  $\alpha$**

drukkracht	$N_{Ed} = 35$ kN	$\sin \alpha = 1,00$	b= 71 mm
soort oplegging	<b>tussenoplegging</b>	$\cos \alpha = 0,00$	h= 221 mm
eindafstand	a= 10 mm	$\sin^2 \alpha = 1,00$	$l_1$
contactlengte	l= 250 mm	$\cos^2 \alpha = 0,00$	
afstand geconcentreerde lasten	$l_1 = 1200$ mm		
contactlengte discreet	$l_s = 100$ mm		
hoek tussen kracht/vezelrichting	$\alpha = 90$ graden		

druk loodrecht op de vezels

$$6,3 \quad \sigma_{c,90;d} = \frac{N_{Ed}}{b \cdot l_{ef}} = \frac{35}{71 \cdot 250} = 1,97 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\sigma_{c,90;d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90;d}} = \frac{1,97}{1,58 \cdot 1,35} = 0,92$$

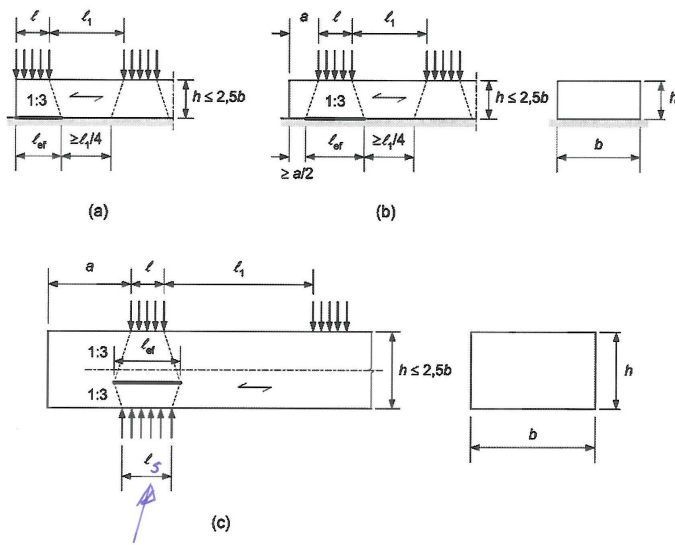
druk onder een hoek  $\alpha$  mede vezels volgens formule 6.16

$$6,16 \quad \frac{\sigma_{c,\alpha;d}}{f_{c,\alpha;d}} * \left( \frac{f_{c,0;d}}{k_{c,90}} \frac{\sin^2 \alpha}{f_{c,90;d}} + \cos^2 \alpha \right) = \frac{1,97}{11,08} * \left( \frac{11,08}{1,58} \frac{1,00}{1,35} + 0,00 \right) = 0,92$$

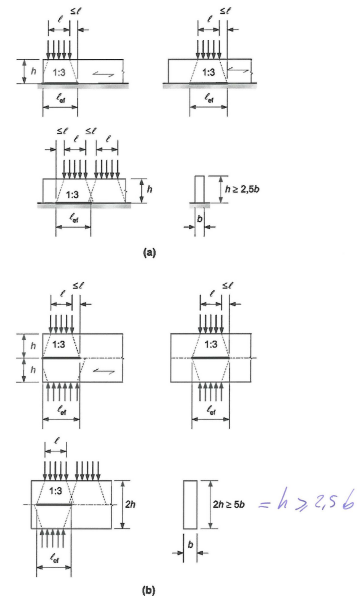
- 6.4 eindoplegging  $a \leq h/3$        $k_{c,90} = (2,38 - 250 / 250) * (1 + \frac{221}{12} * \frac{250}{250}) = 1,48$
  - 6.5 tussenoplegging of  $a > h/3$        $k_{c,90} = (2,38 - 250 / 250) * (1 + \frac{221}{6} * \frac{250}{250}) = 1,58$
  - 6.6 last boven steunpunt  $h \leq 2,5b$        $k_{c,90} = (2,38 - 250 / 250) * (\frac{250}{250} / \frac{250}{250})^{0,5} = 1,35$
  - 6.10 last boven steunpunt  $h > 2,5b$        $k_{c,90} = 250 / 221 = 1,13$
- maximum waarde  $k_{c,90} = 4,00$**

- indien last boven steunpunt
  - 6.7 continue eindsteunpunt       $l_{ef} = 250 + \frac{221}{3} = 323,7$  fig. 6.3a
  - 6.8 continue tussensteunpunt       $l_{ef} = 250 + 2 * \frac{221}{3} = 397,3$  fig. 6.3b,  $a \geq 2/3h$
  - 6.9 discreet tussensteunpunt       $l_{ef} = 0,5(250 + 100 + 2 * \frac{221}{3}) = 248,7$  fig. 6.3c,  $a > h, l_1 > 2h$
  - bij eind- of tussenoplegging       $l_{ef} = l = 250$
- resulterende waarde voor de meewerkende verdelingsbreedte**       $l_{ef} = 250$  mm

indien direct onder de geconcentreerde last een ondersteuning zit, dan gelden onderstaande plaatjes



Figuur 6.3 — Bepaling van de meewerkende verdelingslengte bij een element met  $h/b \leq 2,5$ , (a) en (b) continue steunpunt, (c) discrete steunpunten



Figuur 6.4 — Bepaling van de meewerkende lengte voor een element met  $h/b > 2,5$  (a) een continu steunpunt, (b) discrete steunpunten

**materiaal- en profielgegevens** test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:		$f_{x;d} =$	$k_1^{**}$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	<b>middellang</b>	<b>blijvend</b>	
buigsterkte	$f_{m;k}$	<b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$	1,00	0,80	18	/	1,30	= <b>11,08</b>	8,31	
treksterkte	$f_{t;0;k}$	<b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,80	11	/	1,30	= <b>7,86</b>	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k}$	<b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$		0,65	0,4	/	1,30	= <b>0,20</b>	0,15	
druksterkte	$f_{c;0;k}$	<b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$		0,80	18	/	1,30	= <b>11,08</b>	8,31	
druksterkte	$f_{c;90;k}$	<b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$		0,80	2,2	/	1,30	= <b>1,35</b>	1,02	
schuifsterkte	$f_{v;k}$	<b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$		0,80	3,4	/	1,30	= <b>2,09</b>	1,57	
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$	<b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$		1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000	
volumieke massa	$\rho_k$	<b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;u;d}$		0,80	9000	/	1,30	= <b>5538</b>	4154	
glijdingsmodulus	$G_k$	<b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$		1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560	
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90;mean;k}$	<b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300	
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90;mean;k}$	<b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300	
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$	<b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$		1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000	
** met $k_1 = \text{minimum van } (3000/l)^{0,2} \text{ en } 1,1$		$k_1 = ( 3000 /$	$1000 ) ^$		0,06	=	1,07	-	dus $k_1 =$	1,07	
traagheidsmoment	$I_y =$	<b>1</b> * $1/12 bh^3$	=	1	$1/12$	71	221 <sup>3</sup>	=	6386	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	
traagheidsmoment	$I_z =$	<b>1</b> * $1/12 hb^3$	=	1	$1/12$	221	71 <sup>3</sup>	=	659	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	
weerstandsmoment	$W_y =$	<b>1</b> * $1/6 bh^2$	=	1	$1/6$	71	221 <sup>2</sup>	=	578	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
weerstandsmoment	$W_z =$	<b>1</b> * $1/6 hb^2$	=	1	$1/6$	221	71 <sup>2</sup>	=	186	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>	
oppervlak	$A =$	<b>1</b> * $bh$	=	1		71	221	=	157	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{( I_y / A )}$		=	$\sqrt{}$	(	6386	/	157	) =	63,8 mm	
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{( I_z / A )}$		=	$\sqrt{}$	(	659	/	157	) =	20,5 mm	

**opmerking**





**op dubbele buiging belaste houten balk :  
controleberekening eurocode 5 art. 6.1.6**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= <b>221</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
		modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL		

unity-checks formule 6.11: **0,65** formule 6.12: **0,68**

**toetsing**

test

**art. 6.1.6 dubbele buiging**

moment in y-richting	$M_{Ed,y} = 2,5$ kNm	$W_y = 578$ cm <sup>3</sup>	$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	b= 71 mm
moment in z-richting	$M_{Ed,z} = 1$ kNm	$W_z = 186$ cm <sup>3</sup>	$f_{m,z,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	h= 221 mm
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>	$k_m = 0,7$		
$\sigma_{m,y,d} = M_{Ed,y} / W_y$	= 2,5 / 578	$\sigma_{m,z,d} = M_{Ed,z} / W_z$	= 1 / 186	
$\sigma_{m,y,d} = M_{Ed,y} / W_y$	= 4,3 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{m,z,d} = M_{Ed,z} / W_z$	= 5,4 N/mm <sup>2</sup>	
6,11 unity-check	$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,3}{12,5} + 0,7 \frac{5,4}{12,5} = 0,65$			
6,12 unity-check	$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \frac{4,3}{12,5} + \frac{5,4}{12,5} = 0,68$			

**materiaal- en profielgegevens**

test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d} = k_1^{**} k_h k_{mod} f_{x,rep} / \gamma_M$	<b>kort</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d} = 1,00 \cdot 1,16 \cdot 0,90 \cdot 18 / 1,30 = 12,46$	8,31
treksterkte	$f_{t,0,k} = 11$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d} = 1,00 \cdot 1,16 \cdot 0,90 \cdot 11 / 1,30 = 8,84$	5,90
treksterkte	$f_{t,90,k} = 0,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d} = 0,80 \cdot 0,4 / 1,30 = 0,25$	0,15
druksterkte	$f_{c,0,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 0,90 \cdot 18 / 1,30 = 12,46$	8,31
druksterkte	$f_{c,90,k} = 2,2$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d} = 0,90 \cdot 2,2 / 1,30 = 1,52$	1,02
schuifsterkte	$f_{v,k} = 3,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 0,90 \cdot 3,4 / 1,30 = 2,35$	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d} = 1,00 \cdot 9000 / 1,00 = 9000$	9000
volumieke massa	$\rho_k = 320$ kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d} = 0,90 \cdot 9000 / 1,30 = 6231$	4154
glijdingsmodulus	$G_k = 560$ N/mm <sup>2</sup>	$G_d = 1,00 \cdot 560 / 1,00 = 560$	560
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90,mean,k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d} = 1,00 \cdot 300 / 1,00 = 300$	300
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90,mean,k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d} = 1,00 \cdot 300 / 1,00 = 300$	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d} = 1,00 \cdot 6000 / 1,00 = 6000$	6000
** met $k_1 = \text{minimum van } (3000/l)^{0,2} \text{ en } 1,1$	$k_1 = (3000 / 1000)^{0,2} = 0,06$		dus $k_1 = 1,07$

traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} b h^3 = 6386$	$10^4 \text{ mm}^4$
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} h b^3 = 659$	$10^4 \text{ mm}^4$
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} b h^2 = 578$	$10^3 \text{ mm}^3$
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} h b^2 = 186$	$10^3 \text{ mm}^3$
oppervlak	$A = 1 \cdot b h = 157$	$10^2 \text{ mm}^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A} = 63,8$	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A} = 20,5$	mm

**opmerking**



**op enkele buiging belaste houten balk :  
controleberekening eurocode 5 art. 6.1.6**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= <b>221</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
		modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL		

unity-checks formule 6.11: **0,35**

**toetsing**

test

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting  $M_{Ed,y} =$  **2,5** kNm  $W_y =$  578 cm<sup>3</sup>  $f_{m,y,d} =$  12,5 N/mm<sup>2</sup> b= 71 mm  
h= 221 mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{2,5 \cdot 10^6}{578 \cdot 10^3} = 4,3 \text{ N/mm}^2$$

6,11 unity-check  $\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 4,3 / 12,5 =$  **0,35**

**materiaal- en profielgegevens**

test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d} = k_1^{**} k_h k_{mod} f_{x,rep} / \gamma_M$								<b>kort blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m,k} \mathbf{18}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	1,00	1,16	0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b> 8,31
treksterkte	$f_{t,0,k} \mathbf{11}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30	= <b>8,84</b> 5,90
treksterkte	$f_{t,90,k} \mathbf{0,4}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d}$			0,80	0,4	/	1,30	= <b>0,25</b> 0,15
druksterkte	$f_{c,0,k} \mathbf{18}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$			0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b> 8,31
druksterkte	$f_{c,90,k} \mathbf{2,2}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$			0,90	2,2	/	1,30	= <b>1,52</b> 1,02
schuifsterkte	$f_{v,k} \mathbf{3,4}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$			0,90	3,4	/	1,30	= <b>2,35</b> 1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k} \mathbf{9000}$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d}$			1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b> 9000
volumieke massa	$\rho_k \mathbf{320}$ kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d}$			0,90	9000	/	1,30	= <b>6231</b> 4154
glijdingsmodulus	$G_k \mathbf{560}$ N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	= <b>560</b> 560
elasticiteitsmodul naaldhout	$E_{90,mean,k} \mathbf{300}$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$			1,00	300	/	1,00	= <b>300</b> 300
elasticiteitsmodul loofhout	$E_{90,mean,k} \mathbf{300}$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$			1,00	300	/	1,00	= <b>300</b> 300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k} \mathbf{6000}$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d}$			1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b> 6000
** met $k_1 = \text{minimum van } (3000/l)^{1/2} \text{ en } 1,1$	$k_1 = ( 3000 / 1000 )^{1/2}$				0,06	=	1,07	-	dus $k_1 = 1,07$

traagheidsmoment	$I_y = $ <b>1</b> * $1/12 bh^3$	=	1	$1/12$	71	221 <sup>3</sup>	=	6386	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = $ <b>1</b> * $1/12 hb^3$	=	1	$1/12$	221	71 <sup>3</sup>	=	659	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = $ <b>1</b> * $1/6 bh^2$	=	1	$1/6$	71	221 <sup>2</sup>	=	578	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = $ <b>1</b> * $1/6 hb^2$	=	1	$1/6$	221	71 <sup>2</sup>	=	186	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	A= <b>1</b> *bh	=	1		71	221	=	157	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{ ( I_y / A ) }$	=	$\sqrt{ ( 6386 / 157 ) }$				=	63,8	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{ ( I_z / A ) }$	=	$\sqrt{ ( 659 / 157 ) }$				=	20,5	mm

**opmerking**



**op dwarskracht belaste houten balk:  
 controleberekening eurocode 5 art. 6.1.7**

**71 x 221**

werk **woning Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b = <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h = <b>221</b> mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
		modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -

factor voor volume-effect s = **0,12** bij LVL

unity-checks formule 6.13: **0,49**

**toetsing**

test

**art. 6.1.7 dwarskracht**

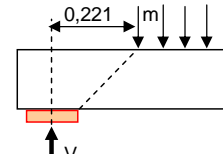
oplegbreedte ondersteuning b<sub>r</sub> = **0** mm  
 rekenwaarde q-last op balk q<sub>d</sub> = **0** kN/m'  
 niet gereduceerde dwarskracht V = **12** kN

f<sub>v,d</sub> = 2,35 N/mm<sup>2</sup>      b = 71 mm  
 h = 221 mm

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0 + 0,221) \cdot 0 = 0,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 12 - 0,0 = 12,0 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 12,0}{2 \cdot 71 \cdot 221} = 1,15 \text{ N/mm}^2$$



6,13      unity-check      =       $\tau_d$       /      f<sub>v,d</sub>      =      1,15      /      2,35      =      **0,49**

**materiaal- en profielgegevens**

test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	f <sub>x,d</sub> =	k <sub>1</sub> **	k <sub>h</sub>	k <sub>mod</sub>	f <sub>x,rep</sub>	/	$\gamma_M$	kort	blijvend
buigsterkte	f <sub>m,k</sub> <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	1,00	0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
treksterkte	f <sub>t0,k</sub> <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t0,d</sub>	1,00	1,16	11	/	1,30	= <b>8,84</b>	5,90
treksterkte	f <sub>t90,k</sub> <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t90,d</sub>		0,80	0,4	/	1,30	= <b>0,25</b>	0,15
druksterkte	f <sub>c0,k</sub> <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c0,d</sub>		0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
druksterkte	f <sub>c90,k</sub> <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c90,d</sub>		0,90	2,2	/	1,30	= <b>1,52</b>	1,02
schuifsterkte	f <sub>v,k</sub> <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>		0,90	3,4	/	1,30	= <b>2,35</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	E <sub>0,mean;k</sub> <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	E <sub>0,mean;d</sub>		1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000
volumieke massa	ρ <sub>k</sub> <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	E <sub>0,u;d</sub>		0,90	9000	/	1,30	= <b>6231</b>	4154
glijdingsmodulus	G <sub>k</sub> <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	G <sub>d</sub>		1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560
elasticiteitsmodu naaldhout	E <sub>90,mean;k</sub> <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	E <sub>90,mean;d</sub>		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodu loofhout	E <sub>90,mean;k</sub> <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	E <sub>90,mean;d</sub>		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	E <sub>0,05;k</sub> <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	E <sub>0,05;d</sub>		1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000

\*\* met k<sub>1</sub> = minimum van (3000 / l)<sup>0,2</sup> en 1.1      k<sub>1</sub> = ( 3000 / 1000 )<sup>0,2</sup> = 1,07 -      dus k<sub>1</sub> = 1,07

traagheidsmoment	I <sub>y</sub> = <b>1</b> * 1/12 bh <sup>3</sup>	=	1	1/12	71	221 <sup>3</sup>	=	6386	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	I <sub>z</sub> = <b>1</b> * 1/12 hb <sup>3</sup>	=	1	1/12	221	71 <sup>3</sup>	=	659	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	W <sub>y</sub> = <b>1</b> * 1/6 bh <sup>2</sup>	=	1	1/6	71	221 <sup>2</sup>	=	578	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	W <sub>z</sub> = <b>1</b> * 1/6 hb <sup>2</sup>	=	1	1/6	221	71 <sup>2</sup>	=	186	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	A = <b>1</b> * bh	=	1		71	221	=	157	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	i <sub>y</sub> = √ ( I <sub>y</sub> / A )	=	√	(	6386	/	157	) =	63,8 mm
traagheidsstraal	i <sub>z</sub> = √ ( I <sub>z</sub> / A )	=	√	(	659	/	157	) =	20,5 mm

**opmerking**



**op buiging en trek belaste houten balk :  
controleberekening volgens eurocode 5 art. 6.2.3**

**71 x 246**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= <b>246</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>blijvend</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
staallengte bij trekstaaf	l= <b>1000</b> mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
unity-checks	formule 6.17: <b>0,90</b>	formule 6.18: <b>0,99</b>	

**toetsing**

test

**art. 6.2.3 gecombineerde buig- en axiale trekspanning**

trekkracht	$N_{t,Ed} =$ <b>10,2</b> kN	$W_y =$ 716,1 cm <sup>3</sup>	$k_m =$ 0,7 -	b= 71 mm
moment	$M_{y,Ed} =$ <b>2,1</b> kNm	$W_z =$ 206,7 cm <sup>3</sup>	$f_{t,0,d} =$ 5,9 N/mm <sup>2</sup>	h= 246 mm
moment	$M_{z,Ed} =$ <b>1,1</b> kNm	A= 174,7 cm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} =$ 8,3 N/mm <sup>2</sup>	
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>		$f_{m,z,d} =$ 8,3 N/mm <sup>2</sup>	

$$\begin{aligned} \sigma_{t,0,d} &= N_{t,Ed} / A &= & 10,2 \cdot 10^3 / 174,7 \cdot 10^2 &= & 0,6 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,y,d} &= M_{y,Ed} / W_y &= & 2,1 \cdot 10^6 / 716,1 \cdot 10^3 &= & 2,9 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,z,d} &= M_{z,Ed} / W_z &= & 1,1 \cdot 10^6 / 206,7 \cdot 10^3 &= & 5,3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$6,17 \quad \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,6}{5,9} + \frac{2,9}{8,3} + 0,7 \frac{5,3}{8,3} = \mathbf{0,90}$$

$$6,18 \quad \sigma_{t,0,d} + k_m \sigma_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} = 0,6 + 0,7 \cdot 2,9 + 5,3 = \mathbf{0,99}$$

**materiaal- en profielgegevens**

test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d} =$	$k_1^{**}$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	<b>blijvend</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	1,00	0,60	18	/	1,30	= <b>8,31</b>	8,31
treksterkte	$f_{t,0,k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	1,00	1,16	11	/	1,30	= <b>5,90</b>	5,90
treksterkte	$f_{t,90,k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d}$		0,50	0,4	/	1,30	= <b>0,15</b>	0,15
druksterkte	$f_{c,0,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$		0,60	18	/	1,30	= <b>8,31</b>	8,31
druksterkte	$f_{c,90,k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$		0,60	2,2	/	1,30	= <b>1,02</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v,k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$		0,60	3,4	/	1,30	= <b>1,57</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d}$		1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d}$		0,60	9000	/	1,30	= <b>4154</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$		1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560
elasticiteitsmod naaldhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d}$		1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000
** met $k_1 =$ minimum van $(3000/l)^{0,2}$ en 1.1		$k_1 = ( 3000 / 1000 )^{0,2}$		0,06	=	1,07	-	dus $k_1 =$	1,07

**Dit is een DEMO**

**Niet voor commercieel gebruik**

Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H 6\_2\_3 buiging en trek EC\_NL

Versie : 2.4.4 ; NDP : NL

printdatum : 26-06-2011

traagheidsmoment	$I_y = 1 * \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$246^3$	=	8808	$10^4 mm^4$
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	246	$71^3$	=	734	$10^4 mm^4$
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$246^2$	=	716	$10^3 mm^3$
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	246	$71^2$	=	207	$10^3 mm^3$
oppervlak	$A = 1 * bh$	=	1		71	246	=	175	$10^2 mm^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{}$	(	8808	/	175	)	= 71,0 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{}$	(	734	/	175	)	= 20,5 mm

**opmerking**

nde



**op buiging en druk belaste houten balk :**  
**controleberekening volgens eurocode 5 art. 6.2.4**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h= <b>221</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
		modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -

factor voor volume-effect s= **0,12** bij LVL

unity-checks formule 6.19: **0,75** formule 6.20: **0,77**

**toetsing** test

**art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning**

drukkracht	$N_{c,Ed} = 10$ kN	$W_y = 578,0$ cm <sup>3</sup>	$k_m = 0,7$ -	b= 71 mm
moment	$M_{y,Ed} = 3$ kNm	$W_z = 185,7$ cm <sup>3</sup>	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	h= 221 mm
moment	$M_{z,Ed} = 1,1$ kNm	A= 156,9 cm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>		$f_{m,z,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	

$$\begin{aligned} \sigma_{c,0,d} &= N_{c,Ed} / A &= 10 \cdot 10^3 / 156,9 \cdot 10^2 &= 0,6 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,y,d} &= M_{y,Ed} / W_y &= 3 \cdot 10^6 / 578,0 \cdot 10^3 &= 5,2 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,z,d} &= M_{z,Ed} / W_z &= 1,1 \cdot 10^6 / 185,7 \cdot 10^3 &= 5,9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$6,19 \frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,6^2}{12,5^2} + \frac{5,2}{12,5} + 0,7 \frac{5,9}{12,5} = \mathbf{0,75}$$

$$6,20 \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,6}{12,5} + 0,7 \frac{5,2}{12,5} + \frac{5,9}{12,5} = \mathbf{0,77}$$

**materiaal- en profielgegevens** test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d} = k_1^{**} k_h k_{mod} f_{x,rep} / \gamma_M$	<b>kort blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d} = 1,00 \cdot 1,16 \cdot 0,90 \cdot 18 / 1,30 = 12,46$ 8,31
treksterkte	$f_{t,0,k} = 11$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d} = 1,00 \cdot 1,16 \cdot 0,90 \cdot 11 / 1,30 = 8,84$ 5,90
treksterkte	$f_{t,90,k} = 0,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d} = 0,80 \cdot 0,4 / 1,30 = 0,25$ 0,15
druksterkte	$f_{c,0,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 0,90 \cdot 18 / 1,30 = 12,46$ 8,31
druksterkte	$f_{c,90,k} = 2,2$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d} = 0,90 \cdot 2,2 / 1,30 = 1,52$ 1,02
schuifsterkte	$f_{v,k} = 3,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 0,90 \cdot 3,4 / 1,30 = 2,35$ 1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d} = 1,00 \cdot 9000 / 1,00 = 9000$ 9000
volumieke massa	$\rho_k = 320$ kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d} = 0,90 \cdot 9000 / 1,30 = 6231$ 4154
glijdingsmodulus	$G_k = 560$ N/mm <sup>2</sup>	$G_d = 1,00 \cdot 560 / 1,00 = 560$ 560
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90,mean,k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d} = 1,00 \cdot 300 / 1,00 = 300$ 300
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90,mean,k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d} = 1,00 \cdot 300 / 1,00 = 300$ 300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d} = 1,00 \cdot 6000 / 1,00 = 6000$ 6000
** met $k_1 = \text{minimum van } (3000/l)^{0,2} \text{ en } 1,1$	$k_1 = (3000 / 1000)^{0,2} = 1,07$	dus $k_1 = 1,07$

## Dit is een DEMO

Niet voor commercieel gebruik

Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H 6\_2\_4 buiging en druk EC\_NL

Versie : 2.4.4 ; NDP : NL

printdatum : 26-06-2011

traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$221^3$	=	6386	$10^4 \text{mm}^4$
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	221	$71^3$	=	659	$10^4 \text{mm}^4$
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$221^2$	=	578	$10^3 \text{mm}^3$
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	221	$71^2$	=	186	$10^3 \text{mm}^3$
oppervlak	$A = 1 \cdot bh$	=	1		71	221	=	157	$10^2 \text{mm}^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{\quad}$	(	6386	/	157	)	= 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{\quad}$	(	659	/	157	)	= 20,5 mm

### opmerking

inde

**op druk en buiging belaste houten kolom :  
berekening volgens eurocode 5 art. 6.3.2**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b = <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte (in buigrichting)	h = <b>221</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse (veranderlijk)	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
		modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
		modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
factor voor volume-effect	s = <b>0,12</b> bij LVL		

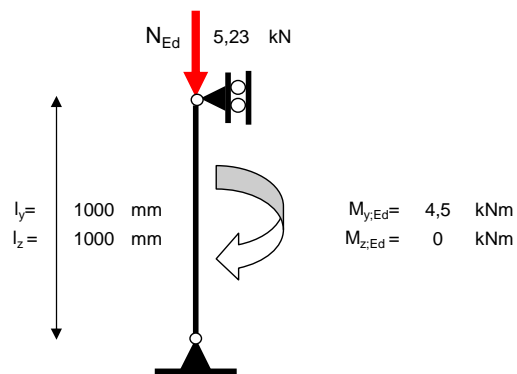
unity-checks formule 6.19: **n.v.t.** formule 6.20: **n.v.t.** formule 6.23: **0,65** formule 6.24: **0,47**

**normaalkracht, momenten, kniklengten, schema**

test

**overige invoergegevens:**

drukkracht	$N_{Ed} =$ <b>5,23</b> kN
moment in y-richting	$M_{y,Ed} =$ <b>4,5</b> kNm
moment in z-richting	$M_{z,Ed} =$ <b>0</b> kNm
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>
kniklengte in y-richting	$l_y =$ <b>1000</b> mm
kniklengte in z-richting	$l_z =$ <b>1000</b> mm
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= <b>nee</b> -
factor $\psi_2$	= <b>0,3</b> -



excentriciteit in y=	4,50 / 5,23 = 0,860 m
excentriciteit in z=	0,00 / 5,23 = 0,000 m

**toetsing**

test

**art. 6.3.2 kolommen onderworpen aan druk of aan druk en buiging**

drukkracht	$N_{Ed} = 5,2$ kN	$W_y = 578,0$ cm <sup>3</sup>	$k_m = 0,7$ -	b = 71 mm
moment	$M_{y,Ed} = 4,5$ kNm	$W_z = 185,7$ cm <sup>3</sup>	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm <sup>2</sup>	h = 221 mm
moment	$M_{z,Ed} = 0,0$ kNm	A = 156,9 cm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$i_y = 63,8$ mm
soort doorsnede	rechthoekig		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$i_z = 20,5$ mm
staaf lengte y-richting	$l_y = 1000$ mm		$f_{m,z,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$\lambda_y = 15,7$ -
staaf lengte z-richting	$l_z = 1000$ mm			$\lambda_z = 48,8$ -
			modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$ -
			factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -

2.10	$E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def})$	=	6000 / ( 1 + 0,30 0,60 ) =	5085 N/mm <sup>2</sup>
druk	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	=	5,23 10 <sup>3</sup> / 156,9 10 <sup>2</sup>	= 0,3 N/mm <sup>2</sup>
buiging y	$\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y$	=	4,5 10 <sup>6</sup> / 578,0 10 <sup>3</sup>	= 7,8 N/mm <sup>2</sup>
buiging z	$\sigma_{m,z,d} = M_{z,Ed} / W_z$	=	0 10 <sup>6</sup> / 185,7 10 <sup>3</sup>	= 0,0 N/mm <sup>2</sup>

6,21	$\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi * \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})}$	=	15,7 / $\pi * \sqrt{(18,0 / 6000)}$	= 0,273 -
6,22	$\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi * \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})}$	=	48,8 / $\pi * \sqrt{(18,0 / 6000)}$	= 0,851 -

als zowel  $\lambda_{rel,z} < 0,3$  en  $\lambda_{rel,y} < 0,3$  behoren de spanningen te voldoen aan formule 6.19 en 6.20

**formule 6.19 en 6.20 zijn niet van toepassing, in plaats daarvan zijn formule 6.23 en 6.24 van toepassing**





6,19	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,3^2}{12,5^2} + \frac{7,8}{12,5} + 0,7 \frac{0,0}{12,5} =$	<b>n.v.t.</b>
6,20	$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,3^2}{12,5^2} + 0,7 \frac{7,8}{12,5} + \frac{0,0}{12,5} =$	<b>n.v.t.</b>
6,23	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,3}{1,01 \cdot 12,5} + \frac{7,8}{12,5} + 0,7 \frac{0,0}{12,5} =$	<b>0,65</b>
6,24	$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,3}{0,79 \cdot 12,5} + 0,7 \frac{7,8}{12,5} + \frac{0,0}{12,5} =$	<b>0,47</b>
6,25	$k_{c,y} = 1 / \{ k_y + \sqrt{(k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)} \} = 1 / \{ 0,53 + \sqrt{(0,53^2 - 0,273^2)} \} = 1,01$	
6,26	$k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)} \} = 1 / \{ 0,92 + \sqrt{(0,92^2 - 0,851^2)} \} = 0,79$	
6,27	$k_y = 0,5 ( 1 + \beta_c ( \lambda_{rel,y} - 0,3 ) + \lambda_{rel,y}^2 ) = 0,5 ( 1 + 0,2 ( 0,273 - 0,3 ) + 0,273^2 ) = 0,53$	
6,28	$k_z = 0,5 ( 1 + \beta_c ( \lambda_{rel,z} - 0,3 ) + \lambda_{rel,z}^2 ) = 0,5 ( 1 + 0,2 ( 0,851 - 0,3 ) + 0,851^2 ) = 0,92$	

**materiaal- en profielgegevens** test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d} =$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	<b>kort</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
treksterkte	$f_{t,0,k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	1,00	1,16	11	/	1,30	= <b>8,84</b>	5,90
treksterkte	$f_{t,90,k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d}$		0,80	0,4	/	1,30	= <b>0,25</b>	0,15
druksterkte	$f_{c,0,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$		0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
druksterkte	$f_{c,90,k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$		0,90	2,2	/	1,30	= <b>1,52</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v,k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$		0,90	3,4	/	1,30	= <b>2,35</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d}$		1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d}$		0,90	9000	/	1,30	= <b>6231</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$		1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d}$		1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000
** met $k_1 =$ minimum van $(3000/l)^{0,2}$ en 1,1	$k_1 = ( 3000 / 1000 )^{0,2} = 0,06$							= 1,07	1,07
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3 = 6386 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$								
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} hb^3 = 659 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$								
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} bh^2 = 578 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$								
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} hb^2 = 186 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$								
oppervlak	$A = 1 \cdot bh = 157 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$								
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A} = 63,8 \text{ mm}$								
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A} = 20,5 \text{ mm}$								

**opmerking**



**op druk en/of buiging belaste houten ligger :  
berekening volgens eurocode 5 art. 6.3.3**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren**

materiaal **gezaagd hout**  
houtbreedte **b= 71** mm.  
houthoogte (in buigrichting) **h= 221** mm  
klimaatklasse **= 1**  
belastingduurklasse (veranderlijk) **= kort**  
factor voor volume-effect **s= 0,12** bij LVL

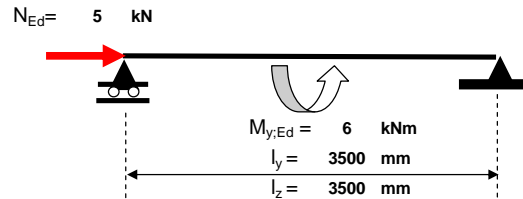
materiaalfactor sterkte  $\gamma_M= 1,30$  -  
hoogtefactor treksterkte/breedte  $k_h= 1,16$  -  
hoogtefactor buigsterkte/hoogte  $k_h= 1,00$  -  
modificatiefactor sterkte  $k_{mod}= 0,90$  kort  
modificatiefactor treksterkte  $k_{mod}= 0,80$  kort  
modificatiefactor sterkte  $k_{mod}= 0,60$  blijvend  
modificatiefactor treksterkte  $k_{mod}= 0,50$  blijvend  
modificatiefactor vervorming  $k_{def}= 0,60$  -

unity-checks formule 6.33: **0,85** formule 6.35: **0,97**

**normaalkracht, moment, kniklengte, schema**

test

drukkracht  $N_{Ed}= 5$  kN  
moment  $M_{y,Ed}= 6$  kNm  
staaf lengte y-richting  $l_y= 3500$  mm  
ongesteunde lengte z-richting  $l_z= 3500$  mm  
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2) **nee** -  
soort doorsnede **rechthoekig**  
balk- en belastingtype **2 steunpunten + q-last**  
aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**  
 $\sigma_{m,crit}$  berekenen met formule **6.32**



wijze van steunen: **ongesteund**  
aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

**toetsing**

test

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

drukkracht  $N_{Ed}= 5$  kN  $W_y= 578$  cm<sup>3</sup>  $k_{m1}= 0,7$  -  $b= 71$  mm  
moment  $M_{y,Ed}= 6$  kNm  $W_z= 185,7$  cm<sup>3</sup>  $f_{c,0,k}= 18,0$  N/mm<sup>2</sup>  $h= 221$  mm  
soort doorsnede **rechthoekig**  $A= 156,9$  cm<sup>2</sup>  $f_{c,0,d}= 12,5$  N/mm<sup>2</sup>  $I_z= 659$  cm<sup>4</sup>  
staaf lengte y-richting  $l_y= 3500$  mm  $f_{m,k}= 18$  N/mm<sup>2</sup>  $I_y= 63,8$  mm<sup>4</sup>  
staaf lengte z-richting, ongesteund  $l_z= 3500$  mm  $f_{m,y,d}= 12,5$  N/mm<sup>2</sup>  $I_z= 20,5$  mm<sup>4</sup>  
elasticiteitsmodulus  $E_{0,05}= 6000$  N/mm<sup>2</sup>  $f_{m,z,d}= 12,5$  N/mm<sup>2</sup>  $\lambda_y= 54,9$  -  
elasticiteitsmodulus  $E_{0,mean,d}= 9000$  N/mm<sup>2</sup>  $\lambda_z= 170,8$  -  
glijdingsmodulus  $G_{0,05}=E_{0,05}/16= 375$  N/mm<sup>2</sup> modificatiefactor vervorming  $K_{def}= 0,6$  -  
factor voor rechtheid (6.29)  $\beta_c= 0,2$  -

factor quasi-blijvende belasting  $\psi_2= 0,3$  -  
druk  $\sigma_{c,0,d}=N_{Ed}/A = 5 \cdot 10^3 / 156,9 \cdot 10^2 = 0,3$  N/mm<sup>2</sup>  
buiging y  $\sigma_{m,y,d}=M_{y,Ed}/W_y = 6 \cdot 10^6 / 578 \cdot 10^3 = 10,4$  N/mm<sup>2</sup>

2.10  $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085$  N/mm<sup>2</sup>  
2.11  $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 318$  N/mm<sup>2</sup>

6.30  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{(18 / 29,7)} = 0,78$  -

**aangrijpingspunt kipsteunen aan de drukzijde of neutrale lijn**

6.31  $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$   
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 659 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2107,7 \cdot 10^4) / (3592 \cdot 578 \cdot 10^3)} = 26,8$  N/mm<sup>2</sup>

of bij gezaagd **naaldhout** met een rechthoekige doorsnede

6.32  $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (221 \cdot 3592) = 29,7$  N/mm<sup>2</sup>  
rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 29,7$  N/mm<sup>2</sup>

**aangrijpingspunt kipsteunen in trekzone (staat niet in de eurocode)**

$\sigma_{m,crit} = (I_{tor} \cdot G_{0,05} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_{z,ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$   
 $\sigma_{m,crit} = (2107,7 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 221^2 \cdot 659 \cdot 10^4) / (3592^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 221^3) = 43,8$  N/mm<sup>2</sup>



met  $I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0.63 b/h + 0.525 (b/h)^5 \}$   
 $I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 221 \{ 1 - 0.63 \cdot \frac{71}{221} + 0.525 \cdot (\frac{71}{221})^5 \} \cdot 10^{-4} = 2107,7 \text{ cm}^4$   
 en  $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 3500 + 2 \cdot 221 = 3592 \text{ mm}^4$

6,21  $\lambda_{rel,y} = \lambda_y / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 54,9 / \pi \cdot \sqrt{18,0 / 6000} = 0,956$   
 6,22  $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 170,8 / \pi \cdot \sqrt{18,0 / 6000} = 2,977$

6,25  $k_{c,y} = 1 / \{ k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \} = 1 / \{ 1,02 + \sqrt{1,02^2 - 0,956^2} \} = 0,72$   
 6,26  $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 5,20 + \sqrt{5,20^2 - 2,977^2} \} = 0,11$

6,27  $k_y = 0.5 ( 1 + \beta_c ( \lambda_{rel,y} - 0.3 ) + \lambda_{rel,y}^2 ) = 0.5 ( 1 + 0.2 ( 0,956 - 0.3 ) + 0,956^2 ) = 1,02$   
 6,28  $k_z = 0.5 ( 1 + \beta_c ( \lambda_{rel,z} - 0.3 ) + \lambda_{rel,z}^2 ) = 0.5 ( 1 + 0.2 ( 2,977 - 0.3 ) + 2,977^2 ) = 5,20$

6,34  $k_{crit} = 1$  als  $\lambda_{rel,m} \leq 0.75$   $k_{crit} = 1$  = 1,00 -  
 $k_{crit} = 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m}$  als  $0.75 < \lambda_{rel,m} \leq 1.4$   $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,78 = 0,98$  -  
 $k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$  als  $1.4 < \lambda_{rel,m}$   $k_{crit} = 1 / 0,78^2 = 1,65$  -  
 als de balk aan drukzijde volledig is gesteund geldt:  $k_{crit} = 1,0$  maatgevende waarde  $k_{crit} = 0,98$  -

6,33  $\sigma_{m,d} / ( k_{crit} f_{m,d} ) = 10,4 / ( 0,98 \cdot 12,5 ) = 0,85$

6,35  $\left[ \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} = \left[ \frac{10,4}{0,98 \cdot 12,5} \right]^2 + \frac{0,3}{0,11 \cdot 12,5} = 0,97$

= deze gegevens worden niet gebruikt bij deze berekening maar zijn ter informatie toegevoegd

**materiaal- en profielgegevens** test

algemene formule voor een sterkte-eigenschap:	$f_{x,d} =$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	kort	blijvend
buigsterkte	$f_{m,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
treksterkte	$f_{t,0,k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	1,00	1,16	0,90	/	1,30	= <b>8,84</b>	5,90
treksterkte	$f_{t,90,k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d}$		0,80	0,4	/	1,30	= <b>0,25</b>	0,15
druksterkte	$f_{c,0,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$		0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
druksterkte	$f_{c,90,k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$		0,90	2,2	/	1,30	= <b>1,52</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v,k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$		0,90	3,4	/	1,30	= <b>2,35</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d}$		1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d}$		0,90	9000	/	1,30	= <b>6231</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$		1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d}$		1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000
** met $k_1 =$ minimum van $(3000/l)^{0,2}$ en 1.1	$k_1 = ( 3000 / 1000 )^{0,2}$			0,06			1,07	=	dus $k_1 = 1,07$

traagheidsmoment	$I_y =$ <b>1</b> * $\frac{1}{12} b h^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$221^3$	=	6386	$10^4 \text{ mm}^4$
traagheidsmoment	$I_z =$ <b>1</b> * $\frac{1}{12} h b^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	221	$71^3$	=	659	$10^4 \text{ mm}^4$
weerstandsmoment	$W_y =$ <b>1</b> * $\frac{1}{6} b h^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$221^2$	=	578	$10^3 \text{ mm}^3$
weerstandsmoment	$W_z =$ <b>1</b> * $\frac{1}{6} h b^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	221	$71^2$	=	186	$10^3 \text{ mm}^3$
oppervlak	$A =$ <b>1</b> * $b h$	=	1		71	221	=	157	$10^2 \text{ mm}^2$
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{ ( I_y / A ) }$	=	$\sqrt{ ( 6386 / 157 ) }$				=	63,8	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{ ( I_z / A ) }$	=	$\sqrt{ ( 659 / 157 ) }$				=	20,5	mm

**opmerking**



**balklaag in een plat dak ,  
 berekening volgens eurocode 5**

**71 mm x 171 mm - 600 mm**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = eurocode nieuwbouw  
 ontwerplevensduur klasse = **3**  
 gevolgklasse = **CC1**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89**

ontwerplevensduur = 50 jaar  
 toepassing : gebouwen en andere gewone constructies  
 formule 6.10.a  
**belasting- factoren**  
 $\gamma_{G,j} = 1,22$  -  $\xi \gamma_{G,j} = 1,08$  -  
 $\gamma_{Q,1} = 1,35$  -  $\gamma_{Q,1} = 1,35$  -  
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$  -  $\gamma_{Q,i} = 1,35$  -

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie H: daken  
 $\psi_0 =$  (gewichtsberekening) = 0 -  
 $\psi_1 =$  (elastische doorbuiging) = 0 -  
 $\psi_2 =$  (kruip) = 0 -  
 $\psi_t = 1 + (1 - 0) / 9 * \ln(50 / 50) = 1,00$  -

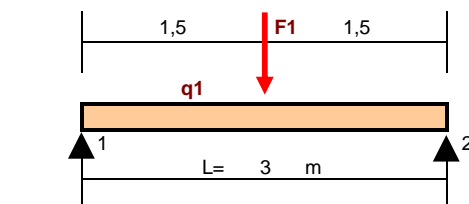
**overige invoergegevens:**

liggerlengte (theoretische overspanning) L = **3** m  
 te dragen m' dak (h.o.h. balken) a = **0,6** m  
 opleglengte t.p.v. ondersteuning b<sub>r</sub> = **50** mm  
 dikte beplanking t = **18** mm  
 elasticiteitsmodulus beplanking E<sub>o,mean,k</sub> = **5000** N/mm<sup>2</sup>

**belastingen**

eigen gewicht van de vloerconstructie G<sub>k,j</sub> = **0,31** kN/m<sup>2</sup>  
 personen ( op maximaal 10m<sup>2</sup> ) Q<sub>k,1</sub> = **1,00** kN/m<sup>2</sup>  
 regen **0,10** m \* 10 kN/m<sup>3</sup> = Q<sub>k,1</sub> = 1,00 kN/m<sup>2</sup>  
 sneeuw 0,80 0,70 = Q<sub>k,1</sub> = 0,56 kN/m<sup>2</sup>  
 puntlast F = **2** kN  
 zijde oppervlak waarop puntlast werkt = **0,05** m

toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333,3** \* L  
 toegepaste zeeg = **0** mm



berekening eigen gewicht dakconstructie G<sub>k,j</sub> in kN/m<sup>2</sup>

	d(m)		$\gamma$		
beplanking t	0,018	*	<b>6,5</b>	kN/m <sup>3</sup>	= 0,12
plafond	<b>0,01</b>	*	<b>9,0</b>	kN/m <sup>3</sup>	= 0,09
overige		*		kN/m <sup>3</sup>	= 0,00
	b(m)	h(m)	$\gamma$	/	hoh(m)
balken	0,071	0,171	<b>5,0</b>	/	0,6 = 0,10
tengels				/	= 0,00
<b>overige belastingen</b>					= <b>0,00</b>
					totaal G <sub>k,j</sub> = <b>0,31</b>

U<sub>eind</sub> <= 3000 / 250 = 12,0 mm  
 U<sub>bij</sub> <= 3000 / 333,3 = 9,0 mm

**materiaalfactoren, hoogtefactor en modificatiefactoren** test

materiaal **gezaagd hout**  
 houtbreedte b = **71** mm.  
 houthoogte h = **171** mm  
 klimaatklasse = **1**  
 belastingduurklasse comb. veranderlijk = **kort**  
 belastingduurklasse alleen permanent = **blijvend**  
 factor voor volume-effect s = **0,12** bij LVL

materiaalfactor sterkte  $\gamma_M = 1,30$  -  
 hoogtefactor treksterkte;breedte k<sub>h</sub> = 1,16 -  
 hoogtefactor buigsterkte;hoogte k<sub>h</sub> = 1,00 -  
 modificatiefactor sterkte k<sub>mod</sub> = 0,90 kort  
 modificatiefactor treksterkte k<sub>mod</sub> = 0,80 kort  
 modificatiefactor sterkte k<sub>mod</sub> = 0,60 blijvend  
 modificatiefactor treksterkte k<sub>mod</sub> = 0,50 blijvend  
 modificatiefactor vervorming k<sub>def</sub> = 0,60 -  
 modificatiefactor vervorming k<sub>mod,ser</sub> = 1,00 -(TGB)

M <sub>Ed</sub>	1,85
u.c.	0,43

V <sub>Ed</sub>	2,85
u.c.	0,15

U <sub>eind</sub>	3,5	4,6
u.c.	0,30	0,38

U <sub>bij</sub>	2,8	3,8
u.c.	0,31	0,43



**materiaal- en profielgegevens** test

			$f_{x;d}$	$k_l$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$		<b>kort</b>	<b>blijvend</b>	
buigsterkte	$f_{m;k}$	<b>18</b>	N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	=	<b>12,46</b>	8,31	
treksterkte	$f_{t;0;k}$	<b>11</b>	N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30	=	<b>8,84</b>	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k}$	<b>0,4</b>	N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$			0,80	0,4	/	1,30	=	<b>0,25</b>	0,15
druksterkte	$f_{c;0;k}$	<b>18</b>	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$			0,90	18	/	1,30	=	<b>12,46</b>	8,31
druksterkte	$f_{c;90;k}$	<b>2,2</b>	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$			0,90	2,2	/	1,30	=	<b>1,52</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v;k}$	<b>3,4</b>	N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,90	3,4	/	1,30	=	<b>2,35</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$	<b>9000</b>	N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	=	<b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$	<b>320</b>	kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;v;d}$			0,90	9000	/	1,30	=	<b>6231</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$	<b>560</b>	N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	=	<b>560</b>	560
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90;mean;k}$	<b>300</b>	N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	<b>300</b>	300
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90;mean;k}$	<b>300</b>	N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	<b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$	<b>6000</b>	N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$			1,00	6000	/	1,00	=	<b>6000</b>	6000
traagheidsmoment	$I_y$	<b>1</b>	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$171^3$	=	2958	$10^4 mm^4$		
traagheidsmoment	$I_z$	<b>1</b>	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	171	$71^3$	=	510	$10^4 mm^4$		
weerstandsmoment	$W_y$	<b>1</b>	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$171^2$	=	346	$10^3 mm^3$		
weerstandsmoment	$W_z$	<b>1</b>	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	171	$71^2$	=	144	$10^3 mm^3$		
oppervlak	$A$	<b>1</b>	$\cdot bh$	=	1		71	171	=	121	$10^2 mm^2$		
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$			=	$\sqrt{\quad}$	(	2958	/	121	)	=	49,4 mm	
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$			=	$\sqrt{\quad}$	(	510	/	121	)	=	20,5 mm	

**berekening belastingen** test

q1	permanente belasting	$G_{kj} = 0,600$	*	0,31	=	0,18	kN/m'	
	opgelegde belasting	$Q_{k1} = 0,600$	*	1,00	maatgevende belasting t.g.v.:	<b>personen</b>	= 0,60 kN/m'	
F1	spreiding puntlast	$l = 0,018^3 / 12 = 5E-07$	m <sup>4</sup>	=	48,6	$10^4 mm^4$	$EI = 5000 \cdot 5E-07 \cdot 10^6 = 2430$	kNm <sup>2</sup>
	$\Phi_r = >0,33$ en $\leq 1,0$	$\Phi_r = 0,37$	+	0,8	0,600	-	2430 / 50000	= 0,80 -
	opgelegde belasting	$F_k = 0,80$	*	2,00	=	1,60	kN	

**belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5**

$G_{kj}$	$(u_{on})$	=	0,18	=	0,18	kN/m'
$Q_{k1}$	$(u_{elas})$	=	0,60	=	0,60	kN/m'
$k_{def} \cdot (G_{kj} + \psi_2 Q_{k1})$	$(u_{kruip})$	=	0,60 ( 0,18 + 0,00 0,60 )	=	0,11	kN/m'
$F_k = \Phi_r \cdot F$	$(u_{elas})$	=		=	1,60	kN

**belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b (resp. ULS1 en ULS2)**

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting													
$\gamma_{G,j} G_{kj} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,18	+	1,35	0	0,60	=	0,22	kN/m'			
$\xi \gamma_{G,j} G_{kj} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,18	+	1,35	0,60	<b>personen</b>	=	1,01	kN/m'			
eigen gewicht + puntlast in het midden													
$\gamma_{G,j} G_{kj}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,18	=	0,22	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	1,60	=	0,00	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{kj}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,18	=	0,20	kN/m'	$F_d =$	1,35	1,60		=	2,16	kN
eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging													
$\gamma_{G,j} G_{kj}$ en $\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,18	=	0,22	kN/m'	$F_d =$	1,35	0,00	2,00	=	0,00	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{kj}$ en $\gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,18	=	0,20	kN/m'	$F_d =$	1,35	2,00		=	2,70	kN
$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	0,00	0,60	t.b.v. berekening reductie dwarskracht			=	0,00	kN			
$\gamma_{Q,1} Q_{k1}$	$q_d =$	1,35	0,60		t.b.v. berekening reductie dwarskracht			=	0,81	kN			



**resultaten mechanica berekeningen** test

**reacties**

karacteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,18	3,000	=	0,28	kN
$\psi_t \cdot Q_{k1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	0,60	3,000	=	0,90	kN
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,11	3,000	=	0,17	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,22	3,000	=	0,34	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	1,01	3,000	=	1,51	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,22	3,000	+	0,00	( 3,000 - 0,171 ) / 3,000	=	0,34	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,20	3,000	+	2,70	( 3,000 - 0,171 ) / 3,000	=	2,85	kN

$R_{Ed} =$  **2,85** kN

**dwarskrachten**

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) * q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,34	-	( 0,5 0,050 + 0,171 ) *	0,00	=	0,34	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	1,51	-	( 0,5 0,050 + 0,171 ) *	0,81	=	1,36	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	0,34	=	0,34	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	2,85	=	2,85	kN

$V_{Ed} =$  **2,85** kN

**momenten**

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,22	3,000 <sup>2</sup>	=	0,25	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	1,01	3,000 <sup>2</sup>	=	1,14	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,22	3,000 <sup>2</sup>	+	0,25	0	2,16	3,000	=	0,25	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,20	3,000 <sup>2</sup>	+	0,25	2,16	3,000	=	1,85	kNm	

$M_{Ed,y} =$  **1,85** kNm

**vervormingen**

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,18	3000 <sup>4</sup> /	( 384 9000 2958 10 <sup>4</sup> )	=	0,73	mm
$\psi_t \cdot Q_{k1}$	$u_{1,2} =$	5	0,60	3000 <sup>4</sup> /	( 384 9000 2958 10 <sup>4</sup> )	=	2,38	mm
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,11	3000 <sup>4</sup> /	( 384 9000 2958 10 <sup>4</sup> )	=	0,44	mm
$F_k = \phi_r * F$	$u_{1,2} =$		1603	3000 <sup>3</sup> /	( 48 9000 2958 10 <sup>4</sup> )	=	3,39	mm

alternatieve berekening kruip:

met q-belasting	=	$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,6	*	( 0,73 + 0 * 2,38 q-last )	=	0,44	mm
met puntlast	=	$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,6	*	( 0,73 + 0 * 3,39 F-last )	=	0,44	mm



**toetsingen uiterste grenstoestand** test

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting  $M_{Ed,y} = 1,85$  kNm  $W_y = 346$  cm<sup>3</sup>  $f_{m,y,d} = 12,5$  N/mm<sup>2</sup>  $b = 71$  mm  
 $h = 171$  mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{1,85 \cdot 10^6}{346 \cdot 10^3} = 5,3 \text{ N/mm}^2$$

6,11 unity-check  $= \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{5,3}{12,5} = 0,43$

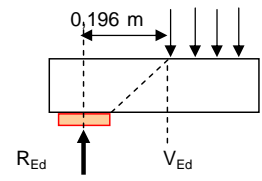
**art. 6.1.7 dwarskracht**

oplegbreedte ondersteuning  $b_r = 50$  mm  $f_{v,d} = 2,35$  N/mm<sup>2</sup>  $b = 71$  mm  
 niet gereduceerde dwarskracht  $V = R_{Ed} = 2,85$  kN  $h = 171$  mm  
 gereduceerde dwarskracht  $V_{Ed} = V - V_{red} = 2,85$  kN

met  $V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 50 + 171) \cdot q_d = 0,196 q_d$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 2,85 \cdot 1000}{2 \cdot 71 \cdot 171} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

6,13 unity-check  $= \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,35}{2,35} = 0,15$



**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

combinatie	=	<b>eg + q</b>	<b>eg + F</b>
veld	=	$u_{1,2}$	$u_{1,2}$
$u_{on} = G_{k,j}$	=	0,73	0,73
$u_{elastisch} = Q_{k1}$ resp. $\phi_r \cdot F$	=	2,38	3,39
$u_{kruip} = k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	0,44	0,44
$u_{zeeg} =$ volgens opgave	=	0,00	0,00
$u_{eind} = u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$	=	3,55	4,56
$u_{eind,toe} \leq \frac{3000}{250} = 12,00$ mm	=	12,00	12,00
u.c. $= \frac{u_{eind}}{u_{toelaatbaar}}$	=	<b>0,30</b>	<b>0,38</b>
$u_{bij} = u_{kruip} + u_{elastisch}$	=	2,82	3,83
$u_{bij,toe} \leq \frac{3000}{333,3} = 9,00$ mm	=	9,00	9,00
u.c. $= \frac{u_{bij}}{u_{toelaatbaar}}$	=	<b>0,31</b>	<b>0,43</b>

**opmerking**

## lessenaardak met q-last en horizontale rol , houten spant :

**71 x 271**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**  
 ontwerplevensduur klasse = **3**  
 gevolgklasse = **CC1**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89**

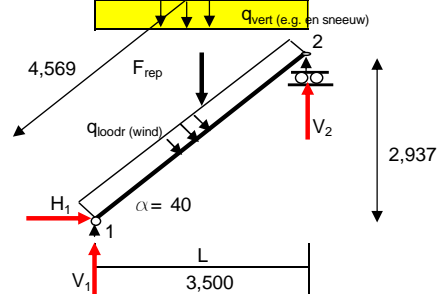
ontwerplevensduur = 50 jaar  
 toepassing gebouwen en andere gewone constructies

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**  
 gebouwcategorie H: daken  
 (gewichtsberekening)  $\psi_0 =$  0 -  
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  0 -  
 (kruip)  $\psi_2 =$  0 -

**belastingfactoren**  
 formule 6.10.a (niet maatgevend)  $\gamma_{Gij} =$  1,22 -  
 $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 $\gamma_{Q,2} =$  1,35 -  
 formule 6.10.b (maatgevend)  $\xi \gamma_{Gij} =$  1,08 -  
 $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 $\gamma_{Q,2} =$  1,35 -  
 formule 6.10.a en b  $\gamma_{Gij} =$  0,90 (gunstig)

dakvorm **zadeldak**  
 dakhelling  $\alpha =$  **40** graden  
 kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja** -  
**eigen gewicht**  
 eigen gewicht per m<sup>2</sup> dakvlak (schuin)  $G_{k,j} =$  **0,7** kN/m<sup>2</sup>  
**windbelasting**  
 windgebied = **III** -  
 soort terrein **bebouwd III** -  
 hoogte onderdeel boven maaiveld  $z =$  **9** m  
 totale gebouwbreedte; loodrecht op wind  $br =$  **8,7** m  
 totale gebouwhoogte  $ho =$  **7,5** m  
 totale gebouwdiepte; in windrichting  $d =$  **7,5** m

### schematische tekening van de berekende constructie



**puntlast**  
 grootte van de puntlast  $F =$  **2** kN  
 zijde oppervlak waarop puntlast werkt = **0,05** m  
 dikte beplanking  $t =$  **18** mm  
 elasticiteitsmodulus beplanking  $E_{0,mean,k} =$  **5000** N/mm<sup>2</sup>  
**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**  
 overspanning  $L =$  **3,5** m  
 te dragen m<sup>2</sup> dakvlak (h.o.h)  $c =$  **2,5** m

$L_{schuin} = 3,500 / \cos \alpha = 4,569$  m  
 toelaatbare einddoorbuiging  $1: 250 * L_{schuin} = 18,3$  mm  
 $u_{eind} < 4569 / 250 = 18,3$  mm  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging  $1: 250 * L_{schuin} = 18,3$  mm  
 $u_{bij} < 4569 / 250 = 18,3$  mm

ongesteunde staaf lengte in z-richting  $l_z =$  **4569** mm

balk- en belastingtype 2 steunpunten + q-last  
 aangrijpingspunt belasting **in neutrale lijn**  
 wijze van steunen **ongesteund**  
 aangrijpingspunt van steunen **aan trekzijde**

## materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen test

materiaal	<b>gezaagd hout</b>		materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>		hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h =$ 1,16 -
houtbreedte	$b =$ <b>71</b> mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h =$ 1,00 -	
houthoogte	$h =$ <b>271</b> mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,90 kort	
klimaatklasse	$=$ <b>1</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,80 kort	
belastingduurklasse comb. veranderlijk	$=$ <b>kort</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -	
factor voor volume-effect	$s =$ <b>0,12</b> bij LVL			
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6,32</b>			

unity-checks	uiterste grenstoestand	6.2.4	<b>0,70</b>	6.3.3	<b>0,39</b>	bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{eind}$	<b>0,94</b>	$u_{bij}$	<b>0,55</b>
--------------	------------------------	-------	-------------	-------	-------------	-----------------------------	------------	-------------	-----------	-------------

### berekening karakteristieke belastingen in kN/m<sup>2</sup>

windbelasting loodrecht op dakvlak $w_e + w_r = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$	$= ( 0,57 + 0,30 )$	$0,49$	$=$	$0,43$ kN/m <sup>2</sup>				
sneeuwbelasting in grondvlak $s_n = \mu_i * C_e * C_t * s_k * f$	$= 0,53$	$1,00$	$1,00$	$0,70$	$1,00$	$=$	$0,37$ kN/m <sup>2</sup>	
personenbelasting grondvlak $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20$	$= ( 4,00 - 0,20$	$20,0 )$	$=$	$0,00$ kN/m <sup>2</sup>				
puntlast (spreiding)	$l = 0,018^3 / 12 = 5E-07$ m <sup>4</sup>	$= 48,6$	$10^4$ mm <sup>4</sup>	$EI = 49$	$5E-07$	$10^6 =$	$2430$ kNm <sup>2</sup>	
$\psi_r > 0,33$ en $\leq 1,0$	$\psi_r = 0,37 + 0,8$	$0,000$	$-$	$2430$	$/$	$50000$	$=$	$0,330$ -
opgelegde belasting	$F_k = 0,330$	$*$	$2,00$	$=$	$0,66$ kN			

**algemene formule sterkte materiaalgrootheid**  
 buigsterkte  $f_{m,k} = 18$  N/mm<sup>2</sup>  $f_{m,d} =$   $k_t$   $k_h$   $k_{mod}$   $f_{x,rep}$  /  $\gamma_M$  **kort**  
 $= 12,46$  N/mm<sup>2</sup>

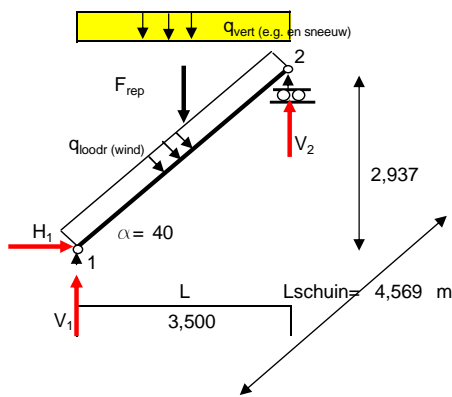




druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$	0,90	18	/	1,30	=	12,46	N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$	0,90	2,2	/	1,30	=	1,52	N/mm <sup>2</sup>
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$	0,90	3,4	/	1,30	=	2,35	N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$	9000	N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d}$	1,00	9000	/	1,00	=	9000	N/mm <sup>2</sup>
volumieke massa	$\rho_k$	320	kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d}$	0,90	9000	/	1,30	=	6231	N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 1$	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71		$271^3$	=	11776	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1$	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	271		$71^3$	=	808	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1$	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71		$271^2$	=	869	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1$	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	271		$71^2$	=	228	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1$	$\cdot bh$	=	1		71		271	=	192	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{}$	(	11776	/	192	) =	78,2	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{}$	(	808	/	192	) =	20,5	mm

**mechanicaberekening** test

dakhelling	$\alpha = 40$	graden
overspanning	$L = 3,5$	m
te dragen m <sup>2</sup> dakvlak (h.o.h)	$c = 2,5$	m
elasticiteitsmodulus	$E = 9000$	N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 11776$	cm <sup>4</sup>
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{G,j} = 1,08$	-
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Q,j} = 1,35$	-
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak	$G_{k,j} = 0,7$	KN/m <sup>2</sup>
windbelasting	$(w_e + w_i) = 0,43$	kN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,37$	kN/m <sup>2</sup>
personenbelasting (max 10m <sup>2</sup> )	$q_k = 0,00$	kN/m <sup>2</sup>
puntlast F in veld 1-2	$F = 2$	kN
lengte/breedte lastvlak	$= 0,05$	-
dikte beplanking	$t = 18$	mm
stijfheid beplanking / beschoot	$E_{0,ser,rep} = 5000$	N/mm <sup>2</sup>



eigen gewicht	$= q_{g,rep} = c \cdot G_{k,j} / \cos \alpha =$	2,500	0,7 / 0,77	=	2,28	kN/m'	vertikaal
windbelasting	$= q_{w,rep} = c \cdot (w_e + w_i) =$	2,500	0,4286	=	1,07	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot s_{n,k} =$	2,500	0,3737	=	0,93	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot q_k =$	2,500	0	=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	$= \psi_r = 0,37 + 0,8 \cdot c - E_{0,ser,rep} \cdot I / 50000$			=	2,32	-	
gereduceerde puntlast	$= F_{rep} = \psi_r \cdot F =$	1,00	2	=	2,00	kN	vertikaal

representatieve waarde per spantbeen / spoor					
belastinggeval	e.g	wind	sneeuw	pers	puntlast
belasting	2,28	1,07	0,93	0,00	2,00
$M_{1-2}$	= 3,50	2,80	1,43	0,00	1,75
$V_1$	= 4,00	0,55	1,63	0,00	1,00
$H_1$	= 0,00	-3,15	0,00	0,00	0,00
$V_2$	= 4,00	3,20	1,63	0,00	1,00
$H_2$	= 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$N_{1-2}$	= 0,00	-2,05	0,00	0,00	0,64
$U_{1-2}$	= 7,2	5,7	2,9	0,0	-

uiterste grenstoestand formule 6.10.b				
combinatie	e.g. + wind	e.g. + sneeuw	e.g. + pers	e.g. + F-last
$M_{1-2}$	= 7,56	5,71	3,78	6,15
$V_1$	= 5,07	6,53	4,32	5,67
$H_1$	= -4,25	0,00	0,00	0,00
$V_2$	= 8,64	6,53	4,32	5,67
$H_2$	= 0,00	0,00	0,00	0,00
$N_{1-2}$	= -2,77	0,00	0,00	0,87

Let op N1-2 bij wind is trek!



**toetsing uiterste grenstoestand** test

veld 1-2 art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning 6,19 
$$\left( \frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} < 0$$

	N <sub>c,Ed</sub> kN	M <sub>y,Ed</sub> kNm	A cm <sup>2</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	σ <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	σ <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	UC
eigen gewicht + wind	-2,77	7,56	192,4	869,1	-0,14	12,46	8,70	12,46	0,70
eigen gewicht + sneeuw	0,00	5,71	192,4	869,1	0,00	12,46	6,57	12,46	0,53
eigen gewicht + personen	0,00	3,78	192,4	869,1	0,00	12,46	4,35	12,46	0,35
eigen gewicht + puntlast	0,87	6,15	192,4	869,1	0,05	12,46	7,07	12,46	0,57

veld 1-2 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35 
$$\left( \frac{\sigma_{m;y;d}}{k_{krit} f_{m;y;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{c;z} f_{c;0;d}} < 0$$

	N <sub>c,Ed</sub> kN	M <sub>y,Ed</sub> kNm	A cm <sup>2</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	σ <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	k <sub>krit</sub>	σ <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	k <sub>c;z</sub>	UC
eigen gewicht + wind	-2,77	7,56	192,4	869,1	-0,14	12,46	0,98	8,70	12,46	0,06	0,32
eigen gewicht + sneeuw	0,00	5,71	192,4	869,1	0,00	12,46	0,98	6,57	12,46	0,06	0,29
eigen gewicht + personen	0,00	3,78	192,4	869,1	0,00	12,46	0,98	4,35	12,46	0,06	0,13
eigen gewicht + puntlast	0,87	6,15	192,4	869,1	0,05	12,46	0,98	7,07	12,46	0,06	0,39

**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand** test

vervorming tgv kruip:  $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$  ( 7,2 + 0,00 5,7 ) = 4,3 mm

belastingcombinatie	veld	u <sub>on</sub> mm	u <sub>elastisch</sub> mm	u <sub>kruip</sub> mm	u <sub>eind</sub> mm	u <sub>eind,toe</sub> mm	u.c.	u <sub>bij</sub> mm	u <sub>bij,toe</sub> mm	u.c.
eigen gewicht + wind	u <sub>1,2</sub>	7,2	5,7	4,3	17,2	18,3	0,94	10,0	18,3	0,55
eigen gewicht + sneeuw	u <sub>1,2</sub>	7,2	2,9	4,3	14,4	18,3	0,79	7,2	18,3	0,40
eigen gewicht + personen	u <sub>1,2</sub>	7,2	0,0	4,3	11,5	18,3	0,63	4,3	18,3	0,24
eigen gewicht + puntlast	u <sub>1,2</sub>	7,2	0,0	4,3	11,5	18,3	0,63	4,3	18,3	0,24

**opmerking**



**lessenaardak met q-last en schuine rol , houten spant :**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

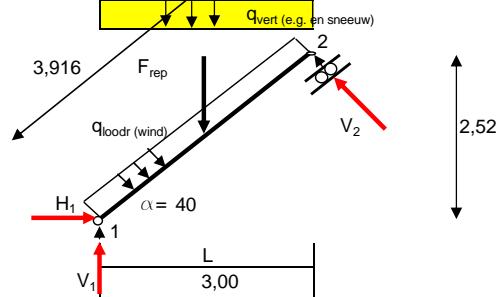
sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**  
ontwerplevensduur klasse = **3**  
gevolgklasse = **CC1**  
correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89**  
**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**  
gebouwcategorie H: daken  
(gewichtsberekening)  $\psi_0 =$  0 -  
(elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  0 -  
(kruip)  $\psi_2 =$  0 -

ontwerplevensduur = 50 jaar  
toepassing gebouwen en andere gewone constructies  
**belastingfactoren**  
formule 6.10.a  $\gamma_{Gij} =$  1,22 -  
(niet maatgevend)  $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
formule 6.10.b  $\xi \gamma_{Gij} =$  1,08 -  
(maatgevend)  $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
formule 6.10.a en b  $\gamma_{Gij} =$  0,90 (gunstig)

dakvorm **zadeldak**  
dakhelling  $\alpha =$  **40** graden  
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja** -  
**eigen gewicht**  
eigen gewicht per m<sup>2</sup> dakvlak (schuin)  $G_{k,j} =$  **0,7** kN/m<sup>2</sup>  
**windbelasting**  
windgebied = **III** -  
soort terrein **bebouwd III** -  
hoogte onderdeel boven maaiveld  $z =$  **9** m  
totale gebouwbreedte;loodrecht op wind  $br =$  **9,25** m  
totale gebouwhoogte  $ho =$  **7,5** m  
totale gebouwdiepte;in windrichting  $d =$  **7,5** m

**schematische tekening van de berekende constructie**



**puntlast**  
grootte van de puntlast  $F =$  **2** kN  
zijde oppervlak waarop puntlast werkt = **0,05** m  
dikte beplanking  $t =$  **18** mm  
elasticiteitsmodulus beplanking  $E_{o,mean,k} =$  **5000** N/mm<sup>2</sup>  
**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**  
overspanning  $L =$  **3** m  
te dragen m<sup>2</sup> dakvlak (h.o.h)  $c =$  **2** m

$L_{schuin} = 3,000 / \cos \alpha = 3,916$  m  
toelaatbare einddoorbuiging  $1: 250 * L_{schuin} = 15,7$  mm  
 $u_{eind} < 3916 / 250 = 15,7$  mm  
toelaatbare bijkomende doorbuiging  $1: 250 * L_{schuin} = 15,7$  mm  
 $u_{bij} < 3916 / 250 = 15,7$  mm

ongesteunde staaf lengte in z-richting  $l_z =$  **3916** mm

balk- en belastingtype 2 steunpunten + q-last  
aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
wijze van steunen **ongesteund**  
aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

**materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>	hoogtefactor treksterkte/breedte	$k_h =$ 1,16 -
houtbreedte	$b =$ <b>71</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h =$ 1,00 -
houthoogte	$h =$ <b>221</b> mm	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,90 kort
klimaatklasse	$=$ <b>1</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,80 kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	$=$ <b>kort</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -
factor voor volume-effect	$s =$ <b>0,12</b> bij LVL		
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>		
unity-checks	uiterste grenstoestand	6.2.4	<b>0,62</b>
		6.3.3	<b>0,61</b>
	bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{eind}$	<b>0,88</b>
		$u_{bij}$	<b>0,51</b>

**berekening karakteristieke belastingen in kN/m<sup>2</sup>**

windbelasting loodrecht op dakvlak  $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$  = ( 0,57 + 0,30 ) 0,49 = 0,43 kN/m<sup>2</sup>  
sneeuwbelasting in grondvlak  $s_n = \mu_i * C_e * C_t * s_k * f$  = 0,53 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,37 kN/m<sup>2</sup>  
personenbelasting grondvlak  $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$  met  $15 < \alpha < 20$  = ( 4,00 - 0,20 20,0 ) = 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
puntlast (spreiding)  $l = 0,018^3 / 12 = 5E-07$  m<sup>4</sup> = 48,6 10<sup>4</sup> mm<sup>4</sup>  $EI = 49$  5E-07 10<sup>6</sup> = 2430 kNm<sup>2</sup>  
 $\psi_i = > 0,33$  en  $\leq 1,0$   $\psi_i =$  0,37 + 0,8 0,000 - 2430 / 50000 = 0,330 -  
opgelegde belasting  $F_k =$  0,330 \* 2,00 = 0,66 kN

**Dit is een DEMO**

Niet voor commercieel gebruik  
Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H lessenaardak q-last schuine rol EC\_NL  
Versie : 2.4.4 ; NDP : NL  
printdatum : 26-06-2011

**algemene formule sterkte materiaalgrootheid**

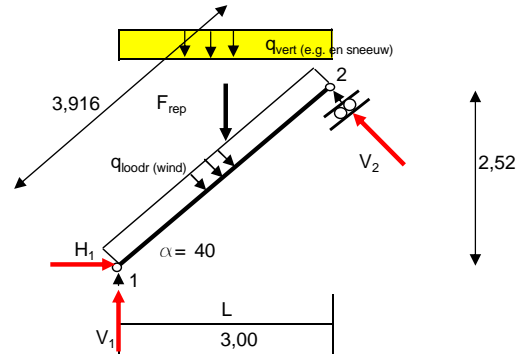
	$f_{x;d}$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	<b>kort</b>
buigsterkte	$f_{m;k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>		1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;0;k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;90;k}$ 2,2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm <sup>2</sup>
schuifsterkte	$f_{v;k}$ 3,4 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean;k}$ 9000 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean;d}$		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm <sup>2</sup>
volumieke massa	$\rho_k$ 320 kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u;d}$		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$221^3$		= 6386 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	221	$71^3$		= 659 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$221^2$		= 578 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	221	$71^2$		= 186 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 \cdot bh$	=	1		71	$221$		= 157 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{}$	(	6386	/	157	) = 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{}$	(	659	/	157	) = 20,5 mm

**mechanicaberekening**

test

dakhelling  $\alpha = 40$  graden  
overspanning  $L = 3$  m  
te dragen m' dakvlak (h.o.h)  $c = 2$  m  
elasticiteitsmodulus  $E = 9000$  N/mm<sup>2</sup>  
traagheidsmoment  $I_y = 6386$  cm<sup>4</sup>  
belastingfactoren voor formule 6.10.b  
*(formule 6.10.a is niet maatgevend)*  
eigen gewicht per m<sup>2</sup> dakvlak  $G_{k,j} = 0,7$  KN/m<sup>2</sup>  
windbelasting  $(W_e + W_i) = 0,43$  kN/m<sup>2</sup>  
sneeuwbelasting  $s_{n,k} = 0,37$  kN/m<sup>2</sup>  
personenbelasting (max 10m<sup>2</sup>)  $q_k = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>  
puntlast in veld 1-2  $F = 2$  kN  
lengte/breedte lastvlak  $= 0,05$  -  
dikte beplanking  $t = 18$  mm  
stijfheid beplanking / beschot  $E_{0,ser,rep} = 5000$  N/mm<sup>2</sup>

$\alpha = 40$  graden  
 $L = 3$  m  
 $c = 2$  m  
 $E = 9000$  N/mm<sup>2</sup>  
 $I_y = 6386$  cm<sup>4</sup>  
 $\xi \gamma_{G,j} = 1,08$  -  
 $\gamma_{Q,j} = 1,35$  -  
 $G_{k,j} = 0,7$  KN/m<sup>2</sup>  
 $(W_e + W_i) = 0,43$  kN/m<sup>2</sup>  
 $s_{n,k} = 0,37$  kN/m<sup>2</sup>  
 $q_k = 0,00$  kN/m<sup>2</sup>  
 $F = 2$  kN  
 $= 0,05$  -  
 $t = 18$  mm  
 $E_{0,ser,rep} = 5000$  N/mm<sup>2</sup>



eigen gewicht	$= q_{g,rep} = c \cdot G_{k,j} / \cos \alpha =$	2,000	0,7 /	0,77	=	1,83	kN/m'	vertikaal
windbelasting	$= q_{w,rep} = c \cdot (W_e + W_i) =$	2,000	0,4298		=	0,86	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot s_{n,k} =$	2,000	0,3737		=	0,75	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot q_k =$	2,000	0		=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	$= \psi_r =$	0,37	$+ 0,8 \cdot c - E_{0,ser,rep} \cdot t / 50000$		=	1,00	-	
gereduceerde puntlast	$= F_{rep} = \psi_r \cdot F =$	1,00	2		=	2,00	kN	vertikaal

representatieve waarde per spantbeen / spoor

belastinggeval	e.g.	wind	sneeuw	pers	puntlast
belasting	1,83	0,86	0,75	0,00	2,00
$M_{1-2}$	= 2,06	1,65	0,84	0,00	1,50
$V_1$	= 3,87	1,29	1,58	0,00	1,41
$H_1$	= 1,35	-1,08	0,55	0,00	0,49
$V_2$	= 1,61	1,29	0,66	0,00	0,59
$H_2$	= -1,35	-1,08	-0,55	0,00	-0,49
$R_2$	= 2,10	1,68	0,86	0,00	0,77
$N_{1-2}$	= 1,76	0,00	0,72	0,00	1,29
$U_{1-2}$	= 5,7	4,6	2,3	0,0	-

uiterste grenstoestand formule 6.10.b

combinatie	e.g. +	e.g. +	e.g. +	e.g. +
	wind	sneeuw	pers	F-last
$M_{1-2}$	= 4,45	3,36	2,22	4,25
$V_1$	= 5,93	6,33	4,19	6,10
$H_1$	= 0,00	2,20	1,46	2,12
$V_2$	= 3,48	2,63	1,74	2,53
$H_2$	= -2,92	-2,20	-1,46	-2,12
$R_2$	= 4,54	3,43	2,27	3,30
$N_{1-2}$	= 1,91	2,88	1,91	3,64



### toetsing uiterste grenstoestand

test

veld 1-2 art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning 6,19 
$$\left( \frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} < 0$$

	N <sub>c,Ed</sub> kN	M <sub>y,Ed</sub> kNm	A cm <sup>2</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	σ <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	σ <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	UC
eigen gewicht + wind	1,91	4,45	156,9	578,0	0,12	12,46	7,70	12,46	0,62
eigen gewicht + sneeuw	2,88	3,36	156,9	578,0	0,18	12,46	5,81	12,46	0,47
eigen gewicht + personen	1,91	2,22	156,9	578,0	0,12	12,46	3,85	12,46	0,31
eigen gewicht + puntlast	3,64	4,25	156,9	578,0	0,23	12,46	7,35	12,46	0,59

veld 1-2 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35 
$$\left( \frac{\sigma_{m;y;d}}{k_{krit} f_{m;y;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c;0;d}}{k_{c;z} f_{c;0;d}} < 0$$

	N <sub>c,Ed</sub> kN	M <sub>y,Ed</sub> kNm	A cm <sup>2</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	σ <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c;0;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	k <sub>krit</sub>	σ <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m;y;d</sub> N/mm <sup>2</sup>	k <sub>c;z</sub>	UC
eigen gewicht + wind	1,91	4,45	156,9	578,0	0,12	12,46	0,95	7,70	12,46	0,09	0,54
eigen gewicht + sneeuw	2,88	3,36	156,9	578,0	0,18	12,46	0,95	5,81	12,46	0,09	0,42
eigen gewicht + personen	1,91	2,22	156,9	578,0	0,12	12,46	0,95	3,85	12,46	0,09	0,22
eigen gewicht + puntlast	3,64	4,25	156,9	578,0	0,23	12,46	0,95	7,35	12,46	0,09	0,61

### toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand

test

vervorming tgv kruip:  $u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$  ( 5,7 + 0,00 4,6 ) = 3,4 mm

belastingcombinatie	veld	u <sub>on</sub> mm	u <sub>elastisch</sub> mm	u <sub>kruip</sub> mm	u <sub>eind</sub> mm	u <sub>eind,toe</sub> mm	u.c.	u <sub>bij</sub> mm	u <sub>bij,toe</sub> mm	u.c.
eigen gewicht + wind	u <sub>1,2</sub>	5,7	4,6	3,4	13,7	15,7	0,88	8,0	15,7	0,51
eigen gewicht + sneeuw	u <sub>1,2</sub>	5,7	2,3	3,4	11,5	15,7	0,73	5,8	15,7	0,37
eigen gewicht + personen	u <sub>1,2</sub>	5,7	0,0	3,4	9,1	15,7	0,58	3,4	15,7	0,22
eigen gewicht + puntlast	u <sub>1,2</sub>	5,7	0,0	3,4	9,1	15,7	0,58	3,4	15,7	0,22

### opmerking



**ligger op 2 steunpunten met q- en puntlast , houten balk :**

**71 x 271**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw** ontwerplevensduur = 50 jaar  
 ontwerplevensduur klasse = **3** toepassing: gebouwen en andere gewone constructies  
 gevolgklasse CC = **CC1** **belastingfactoren**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89** formule 6.10.a  $\gamma_{G,j} =$  1,22 -

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**

(gewichtsberekening)  $\psi_0 =$  0,4 - formule 6.10.b  $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  0,5 -  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 (kruip)  $\psi_2 =$  0,3 -  $\xi \gamma_{G,j} =$  1,08 -  
 reductiefactor vloerbelasting  $\psi_i =$  1,00 - formule 6.10.a en b  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 $\gamma_{G,j} =$  0,90 (gunstig)

belastingcombinatie **eg + vloerbelasting**

liggerlengte  $L =$  **3,5** m

staaflengte z-richting, ongesteund  $L_z =$  **3,5** m

aangrijpingspunt belasting **aan trekzijde**

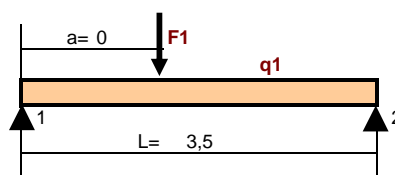
wijze van steunen **ongesteund**

aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L

toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333** \* L

toegepaste zeeg **0** mm



**belastingen en combinaties** test

**q1:**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>2</b> kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	2	=	2,00 kN/m'							
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>2</b> kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$	=				
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>1</b> kN/m	6.10.a:	1,22	2,00	+	1,35	1,00	=	3,78 kN/m'			
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=				
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	2,00	+	1,35	2,00	=	4,86 kN/m'			
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,10	$G_{k,j}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=				
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,10	2,00	+	1,50	2,00	=	5,20 kN/m'			
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	2,00	=	1,80 kN/m'			
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$				2	-	1		/ ( 1 - 0,4 ) =	1,67 kN/m'			
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$				2	-	1,67		/ 0,4 =	0,83 kN/m'			
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60			2,00	+	0,3	1,67	+	0,3	0,83	) =	1,65 kN/m'

**F1:**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>0</b> kN	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	0	=	0,00 kN							
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>0</b> kN	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$	=				
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>0</b> kN	6.10.a:	1,22	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00 kN			
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=				
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	0,00	+	1,35	0,00	=	0,00 kN			
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,10	$G_{k,j}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$	=				
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,10	0,00	+	1,50	0,00	=	0,00 kN			
plaats puntlast vanaf steunpunt 1 (links)	$a =$ <b>0</b> m	EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	0,00	=	0,00 kN			
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$				0	-	0,00		/ ( 1 - 0,4 ) =	0,00 kN			
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$				0	-	0,00		/ 0,4 =	0,00 kN			
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60			0,00	+	0,3	0,00	+	0,3	0,00	) =	0,00 kN



**materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren** test

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_{\eta} =$ 1,16 -
houthoogte	h= <b>271</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_{\eta} =$ 1,00 -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,90 kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,80 kort
belastingduurklasse alleen permanent	= <b>blijvend</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,60 blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= <b>nee</b> -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,50 blijvend
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{mod,ser} =$ 1,00 -(TGB)

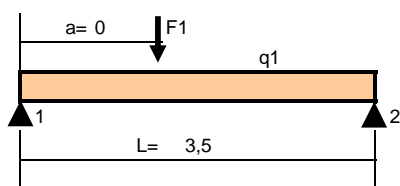
**unity-checks**

ULS	buiging	0,69	dwarskracht	0,24	stabiliteit	0,71	SLS	$u_{eind}$	0,74	$u_{bij}$	0,64
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

**materiaal- en profielgegevens** test

jenschappen		$f_{x;d} =$	$k_t$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$		<b>kort</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$		1,00	0,90	18	/	1,30	=	<b>12,46</b>	8,31
treksterkte	$f_{t;0;k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30	=	<b>8,84</b>	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$			0,80	0,4	/	1,30	=	<b>0,25</b>	0,15
druksterkte	$f_{c;0;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$			0,90	18	/	1,30	=	<b>12,46</b>	8,31
druksterkte	$f_{c;90;k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$			0,90	2,2	/	1,30	=	<b>1,52</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v;k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,90	3,4	/	1,30	=	<b>2,35</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean;k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	=	<b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;u;d}$			0,90	9000	/	1,30	=	<b>6231</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	=	<b>560</b>	560
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90,mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	<b>300</b>	300
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90,mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	<b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$			1,00	6000	/	1,00	=	<b>6000</b>	6000
traagheidsmoment	$I_y =$ <b>1</b> * $^{1/12} bh^3$		=	1	$^{1/12}$	71	$271^3$		=	11776	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z =$ <b>1</b> * $^{1/12} hb^3$		=	1	$^{1/12}$	271	$71^3$		=	808	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y =$ <b>1</b> * $^{1/6} bh^2$		=	1	$^{1/6}$	71	$271^2$		=	869,1	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z =$ <b>1</b> * $^{1/6} hb^2$		=	1	$^{1/6}$	271	$71^2$		=	227,7	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	A= <b>1</b> *bh		=	1		71	271		=	192,4	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{(I_y / A)}$		=	$\sqrt{}$	(	11776	/	192	)	=	78,2 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{(I_z / A)}$		=	$\sqrt{}$	(	808	/	192	)	=	20,5 mm

**resultaten mechanica berekeningen** test



belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)		reactie (kN)	
	q1	F1	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$R_1$	$R_2$
$G_{k,j}$	2,00	0,00	-3,50	3,50	3,50	3,50
$Q_{k1} + \psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$	2,00	0,00	-3,50	3,50	3,50	3,50
$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,j} Q_{k,1} + \psi_{2,j} Q_{k,i})$	1,65	0,00	-2,89	2,89	2,89	2,89
ULS(1) 6.10.a	3,78	0,00	-6,62	6,62	6,62	6,62
ULS(2) 6.10.b	4,86	0,00	-8,51	8,51	8,51	8,51
<b>maatgevende waarden</b>			$V_{Ed} =$ <b>8,51</b>	kN	$R_{Ed} =$ <b>8,51</b>	kN



belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{veld,max}$ (m)	vervorming (mm)
	$M_1$	$M_2$	$M_{1,2}$	uit $R_1$	$u_{1,2}$
$G_{k,j}$	0,0	0,0	3,06	1,75	3,7
$Q_{k,1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	0,0	0,0	3,06	1,75	3,7
$k_{def}^* (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	0,0	0,0	2,53	1,75	3,0
ULS(1) 6.10.a	0,0	0,0	5,79	1,75	
ULS(2) 6.10.b	0,0	0,0	7,45	1,75	
<b>maatgevende waarden</b>	$M_{Ed,st} = $ <b>0,0</b> kNm		$M_{Ed,v} = $ <b>7,4</b> kNm		

### toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

test

combinatie	=	eg + vloerbelasting
veld	=	$u_{1,2}$
$u_{on}$	=	$G_{k,j}$ = 3,7
$u_{elastisch}$	=	$Q_{k,1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ = 3,7
$u_{kruip}$	=	$k_{def}^* (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$ = 3,0
$u_{zeeg}$	=	volgens opgave = 0,0
$u_{eind}$	=	$u_{on} + u_{elastisch} + u_{kruip} + u_{zeeg}$ = 10,4
$u_{eind,toe}$	=	$u_{eind,toelaatbaar}$ = 14,0
u.c.	=	$u_{eind} / u_{eind,toelaatbaar}$ = <b>0,74</b>
$u_{bij}$	=	$u_{elastisch} + u_{kruip}$ = 6,7
$u_{bij,toe}$	=	$u_{bij,toelaatbaar}$ = 10,5
u.c.	=	$u_{bij} / u_{bij,toelaatbaar}$ = <b>0,64</b>

### toetsingen uiterste grenstoestand

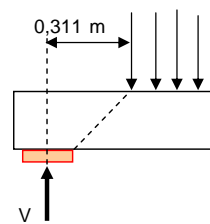
test

#### art. 6.1.6 enkele buiging

moment in y-richting	$M_{Ed,y} = 7,45$ kNm	$W_y = 869$ cm <sup>3</sup>	$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$b = 71$ mm	$h = 271$ mm
$\sigma_{m,y,d}$	$M_{Ed,y} / W_y = 7,45 \cdot 10^6 / 869 \cdot 10^3 = 8,6$ N/mm <sup>2</sup>				
6.11 unity-check	$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 8,6 / 12,5 = 0,69$				

#### art. 6.1.7 dwarskracht

oplegbreedte ondersteuning	$b_r = 80$ mm	$f_{v,d} = 2,35$ N/mm <sup>2</sup>	$b = 71$ mm
rekenwaarde q-last op balk	$q_d = 3,78$ kN/m'		$h = 271$ mm
niet gereduceerde dwarskracht	$V = 8,5$ kN		
$V_{red}$	$(0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 80 + 271) \cdot 3,78 = 1,18$ kN		
$V_{Ed}$	$V - V_{red} = 8,5 - 1,18 = 7,33$ kN		
$\tau_d$	$3 V_{Ed} / 2bh = 3 \cdot 7,33 / (2 \cdot 71 \cdot 271) = 0,57$ N/mm <sup>2</sup>		
6.13 unity-check	$\tau_d / f_{v,d} = 0,57 / 2,35 = 0,24$		



#### art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

6.33	$\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 8,6 / (0,97 \cdot 12,5) = 0,71$	
------	--	--

#### art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk

drukkraft	$N_{Ed} = 0$ kN	$W_y = 869$ cm <sup>3</sup>	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm <sup>2</sup>	$b = 71$ mm
moment	$M_{y,Ed} = 7,4$ kNm	$A = 192,4$ cm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$h = 271$ mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 3500$ mm		$f_{m,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$I_z = 808$ cm <sup>4</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$i_z = 20,5$ mm
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>			$\lambda_z = 170,8$
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375$ N/mm <sup>2</sup>		modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,6$
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0,3$		factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan trekzijde			
wijze van steunen	ongesteund			





druk  $\sigma_{c,0;d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 192,4 \cdot 10^2 = 0,0 \text{ N/mm}^2$   
 buiging y  $\sigma_{m,y;d} = M_{y,Ed} / W_y = 7,446 \cdot 10^6 / 869 \cdot 10^3 = 8,6 \text{ N/mm}^2$

2.10  $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085 \text{ N/mm}^2$   
 2.11  $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 318 \text{ N/mm}^2$

6.30  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 28,9} = 0,79$

**bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven**

6.31  $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$   
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 808 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2701,6 \cdot 10^4) / (3015 \cdot 869 \cdot 10^3)} = 26,6 \text{ N/mm}^2$   
 of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede  
 6.32  $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (271 \cdot 3015) = 28,9 \text{ N/mm}^2$   
 rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 28,9 \text{ N/mm}^2$

**bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)**

$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$   
 $\sigma_{m,crit} = (2701,6 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 271^2 \cdot 808 \cdot 10^4 / 3015^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 271^3)$   
 $\sigma_{m,crit} = 32,2 \text{ N/mm}^2$

met  $I_{tor} = 1/3 b^3 h \{ 1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5 \}$   
 $I_{tor} = 1/3 \cdot 71^3 \cdot 271 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 271 + 0,525 (71 / 271)^5 \} \cdot 10^{-4} = 2701,6 \text{ cm}^4$   
 en  $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 3500 + -0,5 \cdot 271 = 3015 \text{ mm}$

6.22  $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 170,8 / \pi \sqrt{18,0 / 6000} = 2,977$

6.26  $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 5,20 + \sqrt{5,20^2 - 2,977^2} \} = 0,11$

6.28  $k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (2,977 - 0,3) + 2,977^2) = 5,20$

6.34  $k_{crit} = 1$  als  $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$   $k_{crit} = 1 = 1,00$   
 $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$  als  $0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4$   $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,79 = 0,97$   
 $k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$  als  $1,4 < \lambda_{rel,m}$   $k_{crit} = 1 / 0,79^2 = 1,60$   
 als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt  $k_{crit} = 1,0$  maatgevende waarde  $k_{crit} = 0,97$

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{crit} f_{m,d}) = 8,6 / (0,97 \cdot 12,5) = 0,71$

opmerking



**ligger op 2 steunpunten met een overstek , houten balk :**

**71 x 221**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw** ontwerplevensduur = 50 jaar  
ontwerplevensduur klasse = **3** toepassing: gebouwen en andere gewone constructies  
gevolgklasse CC = **CC1** **belastingfactoren**  
correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89** formule 6.10.a  $\gamma_{G,j} =$  1,22 -

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**

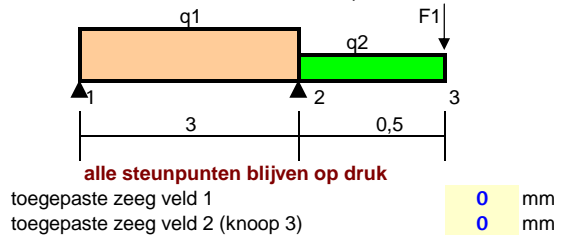
(gewichtsberekening)  $\psi_0 =$  0,4 - formule 6.10.b  $\xi \gamma_{G,j} =$  1,08 -  
(elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  0,5 -  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
(kruip)  $\psi_2 =$  0,3 -  $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
reductiefactor vloerbelasting  $\psi_i =$  1,00 - formule 6.10.a en b  $\gamma_{G,j} =$  0,90 (gunstig)

belastingcombinatie **eg + vloerbelasting**

liggerlengte L1= **3** m  
lengte overstek L2= **0,5** m  
staaf lengte z-richting, ongesteund Lz= **3** m

aangrijpingspunt van de belasting **aan drukzijde**  
wijze van steunen **gesteund**  
aangrijpingspunt van de steunen **aan trekzijde**

toelaatbare einddoorbuiging veld 1 1: **250** \* L  
bijkomende doorbuiging veld 1 1: **333** \* L  
toelaatbare einddoorbuiging uitkraging 1: **125** \* L  
bijkomende doorbuiging uitkraging 1: **167** \* L



**belastingen en combinaties** test

**q1:**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>1,75</b> kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,75	=	1,75	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>2</b> kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>0,6</b> kN/m	6.10.a:	1,22	1,75	+	1,35	0,6 = 2,94
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	1,75	+	1,35	2 = 4,59
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,1	1,75	+	1,5	2 = 4,93
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	1,75 = 1,58
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$					=		$( 2 - 0,6 ) / ( 1 - 0,4 ) = 2,33$ kN/m'
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$					=		$( 2 - 2,33 ) / 0,4 = -0,833$ kN/m'
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60				+		$( 1,75 + 0,3 \cdot 2,33 + 0,3 \cdot -0,83 ) = 1,32$ kN/m'

**q2:**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>1,75</b> kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,75	=	1,75	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>1</b> kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>0,5</b> kN/m	6.10.a:	1,22	1,75	+	1,35	0,5 = 2,80
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	1,75	+	1,35	1 = 3,24
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5	$\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,1	1,75	+	1,5	1 = 3,43
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	1,75 = 1,58
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / ( 1 - \psi_{0,1} )$					=		$( 1 - 0,5 ) / ( 1 - 0,4 ) = 0,83$ kN/m'
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$					=		$( 1 - 0,83 ) / 0,4 = 0,4167$ kN/m'
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60				+		$( 1,75 + 0,3 \cdot 0,83 + 0,3 \cdot 0,42 ) = 1,28$ kN/m'



### F1:

permanente belasting	$G_{k,j} = 1,75$ kN	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,75	=	1,75	kN
opgelegde belasting extreem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 1$ kN	STR/GEO	$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{mom}$	=	2,67	kN
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0,4$ kN	6.10.a:	1,22 1,75 + 1,35 0,4	=	2,67	kN
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$	=	3,24	kN
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{0,i} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08 1,75 + 1,35 1	=	3,24	kN
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} = 0,3$ -	EQU	1,1 $G_{k,j} + 1,5 \Sigma Q_{extr+mom}$	=	3,43	kN
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} = 0,3$ -	6.10:	1,1 1,75 + 1,5 1	=	3,43	kN
		EQU en STR/GEO	0,9 $G_{k,j} = 0,9 1,75$	=	1,58	kN
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$			$(1 - 0,4) / (1 - 0,4)$	=	1,00	kN
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$			$(1 - 1,00) / 0,4$	=	0	kN
$kruij = k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60		$(1,75 + 0,3 1,00 + 0,3 0,00)$	=	1,23	kN

### materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren

test

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	$b = 71$ mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte	$h = 221$ mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse alleen permanent	= blijvend	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= nee -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
factor voor volume-effect	$s = 0,12$ bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{mod,ser} = 1,00$ -(TGB)

#### unity-checks

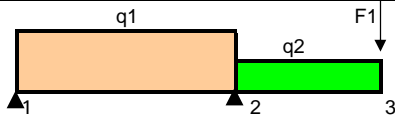
ULS	buiging	0,65	dwarskracht	0,28	stabiliteit	0,65	SLS	$u_{eind}$	0,77	$u_{bij}$	0,82
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

### materiaal- en profielgegevens

test

		$f_{x;d} =$	$k_l$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$		kort	blijvend
buigsterkte	$f_{m;k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$		1,00	0,90	18	/	1,30	=	12,46	8,31
treksterkte	$f_{t;0;k} = 11$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30	=	8,84	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k} = 0,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$			0,80	0,4	/	1,30	=	0,25	0,15
druksterkte	$f_{c;0;k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$			0,90	18	/	1,30	=	12,46	8,31
druksterkte	$f_{c;90;k} = 2,2$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$			0,90	2,2	/	1,30	=	1,52	1,02
schuifsterkte	$f_{v;k} = 3,4$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,90	3,4	/	1,30	=	2,35	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean;k} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	=	9000	9000
volumieke massa	$\rho_k = 320$ kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u;d}$			0,90	9000	/	1,30	=	6231	4154
glijdingsmodulus	$G_k = 560$ N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	=	560	560
elasticiteitsmod naaldhout	$E_{90,mean;k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	300	300
elasticiteitsmod loofhout	$E_{90,mean;k} = 300$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	300	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$			1,00	6000	/	1,00	=	6000	6000
traagheidsmoment	$I_y = 1 * \frac{1}{12} bh^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	71		$221^3$	=	6386	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	221		$71^3$	=	659	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	71		$221^2$	=	578,0	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	221		$71^2$	=	185,7	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 * bh$		=	1		71		221	=	156,9	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{}$		6386	/	157	=	63,8	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{}$		659	/	157	=	20,5	mm

**resultaten mechanaberekeningen** test



alle steunpunten blijven op druk

**EQU (groep A)**

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
6.10 overstek volbelast	1,58	3,43	3,4	-1,6	3,1	-5,1	1,6	8,2

**STR/GEO (groep B)**

belastinggeval / combinatie	belastingen			dwarskracht (kN)			reactie (kN)	
	q1	q2	F1	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
G <sub>kj</sub>	1,75	1,75	1,75	-2,3	3,0	-2,6	2,3	5,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	2,00	1,00	1,00	-2,8	3,2	-1,5	2,8	4,7
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	2,00	0,00	0,00	-3,0	3,0	0,0	3,0	3,0
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,00	1,00	1,00	0,2	0,2	-1,5	-0,2	1,7
k <sub>def</sub> * (G <sub>kj</sub> +ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> +ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	1,32	1,28	1,23	-1,7	2,2	-1,9	1,7	4,1
6.10.a (alles volbelast)	2,94	2,80	2,67	-3,8	5,0	-4,1	3,8	9,0
6.10.b (alles volbelast)	4,59	3,24	3,24	-6,2	7,6	-4,9	6,2	12,4
6.10.a (veld 1 volbelast)	2,94	1,58	1,58	-4,1	4,7	-2,4	4,1	7,1
6.10.b (veld 1 volbelast)	4,59	1,58	1,58	-6,6	7,2	-2,4	6,6	9,6

**maatgevende waarden**

V<sub>Ed</sub>= **7,6** kN      R<sub>Ed</sub>= **12,4** kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M <sub>veld,max</sub> (m)		vervorming (mm)	
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1,2</sub>		uit R <sub>1</sub>		u <sub>1,2</sub>	u <sub>3</sub>
G <sub>kj</sub>	0,0	-1,1	0,0	1,5		1,29		2,1	-0,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	0,0	-0,6	0,0	1,9		1,40		3,1	-1,3
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	0,0	0,0	0,0	2,3		1,50		3,7	-2,0
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,0	-0,6	0,0	#N/B		n.v.t.		-0,6	0,6
k <sub>def</sub> * (G <sub>kj</sub> +ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> +ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	0,0	-0,8	0,0	1,1		1,30		1,7	-0,5
6.10.a (alles volbelast)	0,0	-1,7	0,0	2,5		1,31		3,7	
6.10.b (alles volbelast)	0,0	-2,0	0,0	4,2		1,35		6,4	
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-1,0	0,0	2,8		1,39		4,4	
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-1,0	0,0	4,7		1,43		7,5	

**maatgevende waarden**

M<sub>Ed,st</sub>= **2,0** kNm      M<sub>Ed,v</sub>= **4,7** kNm

**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

combinatie	=	alles volbelast	veld volbelast	overstek volbelast
veld	=	u <sub>1,2</sub> u <sub>3</sub>	u <sub>1,2</sub> u <sub>3</sub>	u <sub>1,2</sub> u <sub>3</sub>
u <sub>on</sub> = G <sub>kj</sub>	=	2,1    -0,6	2,1    -0,6	2,1    -0,6
u <sub>elastisch</sub> = Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	=	3,1    -1,3	3,7    -2,0	-0,6    0,6
u <sub>kruip</sub> = k <sub>def</sub> * (G <sub>kj</sub> +ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> +ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	=	1,7    -0,5	1,7    -0,5	1,7    -0,5
u <sub>zeeg</sub> = volgens opgave	=	0,0    0,0	0,0    0,0	0,0    0,0
u <sub>eind</sub> = u <sub>on</sub> + u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub> + u <sub>zeeg</sub>	=	6,9    -2,4	7,5    -3,1	3,2    -0,5
u <sub>bij</sub> = u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub>	=	4,7    -1,8	5,3    -2,5	1,1    0,1
u <sub>eind,toe</sub> = u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	=	12,0    4,0	12,0    4,0	12,0    4,0
u.C. = u <sub>eind</sub> / u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	=	<b>0,57</b> <b>0,61</b>	<b>0,62</b> <b>0,77</b>	<b>0,27</b> <b>0,12</b>
u <sub>bij,toe</sub> = u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	=	9,0    3,0	9,0    3,0	9,0    3,0
u.C. = u <sub>bij</sub> / u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	=	<b>0,52</b> <b>0,61</b>	<b>0,59</b> <b>0,82</b>	<b>0,12</b> <b>0,04</b>

**toetsingen uiterste grenstoestand** test

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting	M <sub>Ed,y</sub> =	4,7	kNm	W <sub>y</sub> =	578	cm <sup>3</sup>	f <sub>m,y,d</sub> =	12,5	N/mm <sup>2</sup>	b=	71	mm	
										h=	221	mm	
	σ <sub>m,y,d</sub> =	M <sub>Ed,y</sub>	/	W <sub>y</sub>	=	4,69	10 <sup>6</sup>	/	578	10 <sup>3</sup>	=	8,1	N/mm <sup>2</sup>
6.11 unity-check	σ <sub>m,y,d</sub>	/	f <sub>m,y,d</sub>	=	8,1	/	12,5	=	<b>0,65</b>	-			

**Dit is een DEMO**

Niet voor commercieel gebruik  
Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H ligger 2 stpt overstek EC\_NL  
Versie : 2.4.4 ; NDP : NL  
printdatum : 26-06-2011

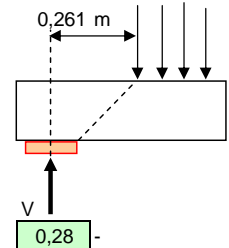
**art. 6.1.7 dwarskracht**

oplegbreedte ondersteuning	$b_r = 80$ mm	$f_{v,d} = 2,35$ N/mm <sup>2</sup>	$b = 71$ mm
rekenwaarde q-last op balk	$q_d = 2,80$ kN/m'		$h = 221$ mm
niet gereduceerde dwarskracht	$V = 7,6$ kN		

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,221) \cdot 2,80 = 0,73 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 7,56 - 0,73 = 6,83 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2bh} = \frac{3 \cdot 6,83}{2 \cdot 0,071 \cdot 0,221} = 0,65 \text{ N/mm}^2$$



6.13 unity-check =  $\tau_d / f_{v,d} = 0,65 / 2,35 = 0,28$  -

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 8,1 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,65$  -

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

drukkraft	$N_{Ed} = 0$ kN	$W_y = 578$ cm <sup>3</sup>	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm <sup>2</sup>	$b = 71$ mm
moment	$M_{y,Ed} = 4,7$ kNm	$A = 156,9$ cm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$h = 221$ mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 3000$ mm		$f_{m,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$I_z = 659$ cm <sup>4</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$i_z = 20,5$ mm
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>			$\lambda_z = 146,4$ -
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375$ N/mm <sup>2</sup>		modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$ -
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0,3$ -		factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde			
wijze van steunen	gesteund			

druk  $\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 156,9 \cdot 10^2 = 0,0$  N/mm<sup>2</sup>

buiging y  $\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 4,7 \cdot 10^6 / 578 \cdot 10^3 = 8,1$  N/mm<sup>2</sup>

2.10  $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085$  N/mm<sup>2</sup>

2.11  $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 318$  N/mm<sup>2</sup>

6.30  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 44,5} = 0,64$  -

**bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven**

6.31  $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}} / (I_{ef} W_y)$   
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{6000 \cdot 659 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2107,7 \cdot 10^4} / (3142 \cdot 578 \cdot 10^3) = 30,6$  N/mm<sup>2</sup>

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

6.32  $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (221 \cdot 3142) = 34,0$  N/mm<sup>2</sup>  
 rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 34,0$  N/mm<sup>2</sup>

**bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)**

$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$   
 $\sigma_{m,crit} = (2107,7 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 221^2 \cdot 659 \cdot 10^4 / 3142^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 221^3) = 44,5$  N/mm<sup>2</sup>

met  $I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5 \}$

$I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 221 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 221 + 0,525 (71 / 221)^5 \} \cdot 10^{-4} = 2107,7$  cm<sup>4</sup>

en  $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 3000 + 2 \cdot 221 = 3142$  mm

6.22  $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 146,4 / \pi \sqrt{18,0 / 6000} = 2,552$  -

6.26  $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 3,98 + \sqrt{3,98^2 - 2,552^2} \} = 0,14$

6.28  $k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (2,552 - 0,3) + 2,552^2) = 3,98$

6.34  $k_{crit} = 1$  als  $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$   $k_{crit} = 1 = 1,00$

$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$  als  $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$   $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,64 = 1,08$

$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$  als  $1,4 < \lambda_{rel,m}$   $k_{crit} = 1 / 0,64^2 = 2,47$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt  $k_{crit} = 1,0$  maatgevende waarde  $k_{crit} = 1,00$  -

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 8,1 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,65$

**opmerking**

**Dit is een DEMO**  
**Niet voor commercieel gebruik**  
Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H ligger 2 stpt overstek EC\_NL  
Versie : 2.4.4 ; NDP : NL  
printdatum : 26-06-2011

**ligger op 2 steunpunten met trapeziumbelasting , houten balk :**

**71 x 271**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

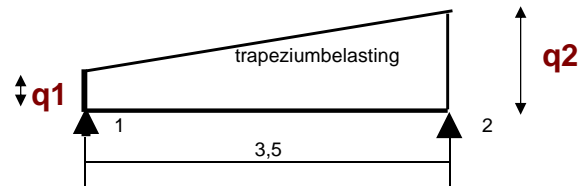
toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw** ontwerplevensduur = 50 jaar  
ontwerplevensduur klasse = **3** toepassing: gebouwen en andere gewone constructies  
gevolgklasse CC = **CC1** **belastingfactoren**  
correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89** formule 6.10.a  $\gamma_{G,j} =$  1,22 -

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie **A: woon- en verblijfsruimtes**

(gewichtsberekening)	$\psi_0 =$ 0,4 -	formule 6.10.b	$\xi \gamma_{G,j} =$ 1,08 -
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 =$ 0,5 -		$\gamma_{Q,1} =$ 1,35 -
(kruip)	$\psi_2 =$ 0,3 -		$\gamma_{Q,i} =$ 1,35 -
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_{1f} =$ 1,00 -	formule 6.10.a en b	$\gamma_{G,j} =$ 0,90 (gunstig)
liggerlengte	L = <b>3,5</b> m		
staaf lengte z-richting, ongesteund	L <sub>z</sub> = <b>3,5</b> m		

aangrijpingspunt van de belasting **in neutrale lijn**  
wijze van steunen **gesteund**  
aangrijpingspunt van de steunen **aan drukzijde**  
toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L  
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333** \* L  
toegepaste zeeg **0** mm



**belastingen en combinaties**

test

**q1: (links)**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>2</b> kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	2	+	0,00	=	2,00	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>2</b> kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>1</b> kN/m	6.10.a:	1,22	2,00	+	1,35	1,00	= 3,78 kN/m'	
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	2,00	+	1,35	2,00	= 4,86 kN/m'	
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,10	$G_{k,j}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,10	2,00	+	1,50	2,00	= 5,20 kN/m'	
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	2,00	= 1,80 kN/m'	
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / (1 - \psi_{0,1})$					=	( 2 - 1 ) / (1 - 0,4)		= 1,67 kN/m'	
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$					=	( 2 - 1,67 ) / 0,4		= 0,8333 kN/m'	
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60				(	2,00 + 0,3	1,67 + 0,3	0,83	) = 1,65 kN/m'

**q2: (rechts)**

permanente belasting	$G_{k,j} =$ <b>2,5</b> kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	2,5	+	0,00	=	2,50	kN/m'	
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} =$ <b>2,1</b> kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{mom}$		
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} =$ <b>1</b> kN/m	6.10.a:	1,22	2,50	+	1,35	1,00	= 4,39 kN/m'	
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} =$ <b>0,4</b> -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q$	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} =$ <b>0,4</b> -	6.10.b:	1,08	2,50	+	1,35	2,10	= 5,54 kN/m'	
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} =$ <b>0,3</b> -	EQU	1,10	$G_{k,j}$	+	1,50	$\Sigma Q_{extr+mom}$		
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} =$ <b>0,3</b> -	6.10:	1,10	2,50	+	1,50	2,10	= 5,90 kN/m'	
		EQU en STR/GEO	0,9	$G_{k,j}$	=	0,9	2,50	= 2,25 kN/m'	
$\Sigma Q_{k,1} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom} ) / (1 - \psi_{0,1})$					=	( 2,1 - 1 ) / (1 - 0,4)		= 1,83 kN/m'	
$\Sigma Q_{k,i} = ( \Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1} ) / \psi_{0,i}$					=	( 2,1 - 1,83 ) / 0,4		= 0,6667 kN/m'	
kruip = $k_{def} ( G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i} )$	0,60				(	2,50 + 0,3	1,83 + 0,3	0,67	) = 1,95 kN/m'

**materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren** test

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte	h= <b>271</b> mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse alleen permanent	= <b>blijvend</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= <b>nee</b> -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{mod,ser} = 1,00$ -(TGB)

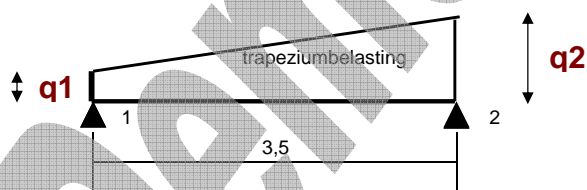
**unity-checks**

ULS	buiging	0,74	dwarskracht	0,27	stabiliteit	0,74	SLS	$u_{eind}$	0,80	$u_{bij}$	0,68
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

**materiaal- en profielgegevens** test

ptie_materiaaleigenschappen	$f_{x,d} =$	$k_l$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	<b>kort</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
treksterkte	$f_{t,0,k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	1,00	1,16	0,90	/	1,30	= <b>8,84</b>	5,90
treksterkte	$f_{t,90,k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,90,d}$		0,80	0,4	/	1,30	= <b>0,25</b>	0,15
druksterkte	$f_{c,0,k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$		0,90	18	/	1,30	= <b>12,46</b>	8,31
druksterkte	$f_{c,90,k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$		0,90	2,2	/	1,30	= <b>1,52</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v,k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$		0,90	3,4	/	1,30	= <b>2,35</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean,d}$		1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u,d}$		0,90	9000	/	1,30	= <b>6231</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$		1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560
elasticiteitsmodul naaldhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodul loofhout	$E_{90,mean,k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90,mean,d}$		1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05,k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05,d}$		1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000
traagheidsmoment	$I_y = 1$ * $1/12$ bh <sup>3</sup>	=	1	$1/12$	71	$271^3$		= 11776	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1$ * $1/12$ hb <sup>3</sup>	=	1	$1/12$	271	71 <sup>3</sup>		= 808	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1$ * $1/6$ bh <sup>2</sup>	=	1	$1/6$	71	$271^2$		= 869,1	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1$ * $1/6$ hb <sup>2</sup>	=	1	$1/6$	271	71 <sup>2</sup>		= 227,7	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	A= $1$ *bh	=	1		71	271		= 192,4	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{}$		( 11776 / 192 )			= 78,2	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{}$		( 808 / 192 )			= 20,5	mm

**resultaten mechanica berekeningen** test



belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)		reactie (kN)	
	q1	q2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$R_1$	$R_2$
$G_{k,i}$	2,00	2,50	-3,79	4,08	3,79	4,08
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	2,00	2,10	-3,56	3,62	3,56	3,62
$k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	1,65	1,95	-3,06	3,24	3,06	3,24
ULS(1) 6.10.a	3,78	4,39	-6,97	7,32	6,97	7,32
ULS(2) 6.10.b	4,86	5,54	-8,90	9,30	8,90	9,30
<b>maatgevende waarden</b>			$V_{Ed} =$ <b>9,30</b>	kN	$R_{Ed} =$ <b>9,30</b>	kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)		veldmoment (kNm)	positie $M_{vield,max}$ (m)	vervorming (mm)
	$M_1$	$M_2$	$M_{1,2}$	uit $R_1$	$u_{1,2}$
$G_{k,i}$	0,0	0,0	3,45	1,78	4,1
$Q_{k1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$	0,0	0,0	3,14	1,76	3,8
$k_{def} \cdot (G_{k,i} + \psi_2 Q_{k,1} + \psi_2 Q_{k,i})$	0,0	0,0	2,76	1,77	3,3
ULS(1) 6.10.a	0,0	0,0	6,25	1,77	
ULS(2) 6.10.b	0,0	0,0	7,96	1,77	



maatgevende waarden  $M_{Ed,sl} = 0,0$  kNm  $M_{Ed,v} = 8,0$  kNm

**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand** test

belastinggevallen en combinaties	=	vervorming
veld	=	$U_{1,2}$
$U_{on}$	=	$G_{k,j}$ = 4,1
$U_{elastisch}$	=	$Q_{k,1} + \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ = 3,8
$U_{kruip}$	=	$k_{def} \cdot (G_{k,j} + \psi_{2,Q_{k,1}} + \psi_{2,Q_{k,i}})$ = 3,3
$U_{zeeg}$	=	volgens opgave = 0,0
$U_{eind}$	=	$U_{on} + U_{elastisch} + U_{kruip} + U_{zeeg}$ = 11,2
$U_{eind,toe}$	=	$U_{eind,toelaatbaar}$ = 14,0
u.c.	=	$U_{eind} / U_{eind,toelaatbaar}$ = <b>0,80</b>
$U_{bij}$	=	$U_{elastisch} + U_{kruip}$ = 7,1
$U_{bij,toe}$	=	$U_{bij,toelaatbaar}$ = 10,5
u.c.	=	$U_{bij} / U_{bij,toelaatbaar}$ = <b>0,68</b>

**toetsingen uiterste grenstoestand** test

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting	$M_{Ed,y} = 7,96$ kNm	$W_y = 869$ cm <sup>3</sup>	$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	b = 71 mm h = 271 mm
$\sigma_{m,y,d}$	$M_{Ed,y} / W_y = 7,96 \cdot 10^6 / 869 \cdot 10^3 = 9,2$ N/mm <sup>2</sup>			
6,11 unity-check	$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 9,2 / 12,5 = 0,74$			

**art. 6.1.7 dwarskracht**

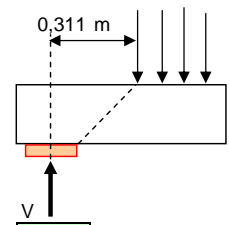
oplegbreedte ondersteuning	$b_r = 80$ mm	$f_{v,d} = 2,35$ N/mm <sup>2</sup>	b = 71 mm h = 271 mm
rekenwaarde q-last op balk	$q_d = 3,78$ kN/m'		
niet gereduceerde dwarskracht	$V = 9,3$ kN		

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 80 + 271) \cdot 3,78 = 1,18 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 9,30 - 1,18 = 8,12 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 8,12}{2 \cdot 71 \cdot 271} = 0,63 \text{ N/mm}^2$$

6,13 unity-check	$\tau_d / f_{v,d} = 0,63 / 2,35 = 0,27$	
------------------	---	--



**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

6,33	$\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 9,2 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,74$	
------	--	--

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

drukkracht	$N_{Ed} = 0$ kN	$W_y = 869$ cm <sup>3</sup>	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm <sup>2</sup>	$b = 71$ mm
moment	$M_{y,Ed} = 8,0$ kNm	$A = 192,4$ cm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$h = 271$ mm
staaf lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 3500$ mm		$f_{m,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$I_z = 808$ cm <sup>4</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$i_z = 20,5$ mm
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>			$\lambda_z = 170,8$ -
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375$ N/mm <sup>2</sup>		modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$ -
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0,3$ -		factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -
balk- en belastingtype	<b>2 steunpunten + q-last</b>			
aangrijpingspunt belasting	in neutrale lijn			
wijze van steunen	gesteund			

druk  $\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 192,4 \cdot 10^2 = 0,0$  N/mm<sup>2</sup>  
 buiging y  $\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 8,0 \cdot 10^6 / 869 \cdot 10^3 = 9,2$  N/mm<sup>2</sup>

2.10  $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 5085$  N/mm<sup>2</sup>

2.11  $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,60) = 318$  N/mm<sup>2</sup>

6.30  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 27,6} = 0,81$  -

**bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven**

6.31  $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$   
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 808 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2701,6 \cdot 10^4) / (3150 \cdot 869 \cdot 10^3)} = 25,4$  N/mm<sup>2</sup>

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

6.32  $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (271 \cdot 3150) = 27,6$  N/mm<sup>2</sup>  
 rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 27,6$  N/mm<sup>2</sup>

**bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)**

$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (b h^3)$   
 $\sigma_{m,crit} = (2701,6 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 271^2 \cdot 808 \cdot 10^4 / 3150^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 271^3) = 31,9$  N/mm<sup>2</sup>

met  $I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5 \}$   
 $I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 271 \{ 1 - 0,63 \cdot 71 / 271 + 0,525 (71 / 271)^5 \} \cdot 10^{-4} = 2701,6$  cm<sup>4</sup>  
 en  $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 3500 + 0 \cdot 271 = 3150$  mm

6.22  $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \cdot \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 170,8 / \pi \cdot \sqrt{18,0 / 6000} = 2,977$  -

6.26  $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \} = 1 / \{ 5,20 + \sqrt{5,20^2 - 2,977^2} \} = 0,11$

6.28  $k_z = 0,5 ( 1 + \beta_c ( \lambda_{rel,z} - 0,3 ) + \lambda_{rel,z}^2 ) = 0,5 ( 1 + 0,2 ( 2,977 - 0,3 ) + 2,977^2 ) = 5,20$

6.34  $k_{crit} = 1$  als  $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$   $k_{crit} = 1 = 1,00$

$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$  als  $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$   $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,81 = 0,95$

$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$  als  $1,4 < \lambda_{rel,m}$   $k_{crit} = 1 / 0,81^2 = 1,54$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt  $k_{crit} = 1,0$  maatgevende waarde  $k_{crit} = 1,00$  -

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{crit} f_{m,d}) = 9,2 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,74$

**opmerking**



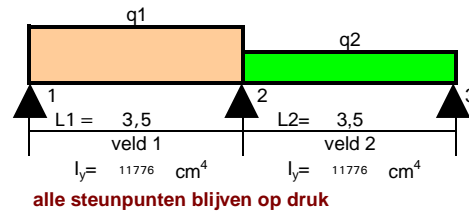
**ligger op 3 steunpunten belast door 2 q-lasten , houten balk :**

**71 x 271**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm	= eurocode nieuwbouw	ontwerplevensduur	= 50 jaar
ontwerplevensduur klasse	= 3	toepassing:	gebouwen en andere gewone constructies
gevolgklasse CC	= CC1	<b>belastingfactoren</b>	
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$	formule 6.10.a	$\gamma_{G,j} = 1,22$ -
<b>de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage</b>			
gebouwcategorie	<b>A: woon- en verblijfsruimtes</b>		$\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0,4$ -	formule 6.10.b	$\gamma_{Q,i} = 1,35$ -
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0,5$ -		$\xi \gamma_{G,j} = 1,08$ -
(kruip)	$\psi_2 = 0,3$ -		$\gamma_{Q,1} = 1,35$ -
reductiefactor vloerbelasting	$\psi_t = 1,00$ -	formule 6.10.a en b	$\gamma_{Q,i} = 1,35$ -
			$\gamma_{G,j} = 0,90$ (gunstig)
belastingcombinatie	<b>eg + vloerbelasting</b>		
liggerlengte	L1= 3,5 m		
liggerlengte	L2= 3,5 m		
staaf lengte z-richting, ongesteund	Lz= 2 m		
aangrijpingspunt van de belasting	<b>aan drukzijde ongesteund aan drukzijde</b>		
wijze van steunen			
aangrijpingspunt van steunen			
toelaatbare einddoorbuiging	1: 250 * L		
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: 333 * L		
toegepaste zeeg veld 1	0 mm		
toegepaste zeeg veld 2	0 mm		



**belastingen en combinaties**

test

**q1:**

permanente belasting	$G_{k,j} = 1,75$ kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,75	=	1,75 kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 3,5$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{mom}$	=	1,75 kN/m'
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 2$ kN/m	6.10.a:	1,22 * 1,75 + 1,35 * 2	=	4,83 kN/m'
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$	=	6,62 kN/m'
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08 * 1,75 + 1,35 * 3,5	=	6,62 kN/m'
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} = 0,3$ -	EQU	1,1 * 1,75 + 1,5 * 2	=	7,18 kN/m'
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} = 0,3$ -	6.10:	1,1 * 1,75 + 1,5 * 3,5	=	7,18 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 * $G_{k,j}$	=	1,58 kN/m'
$\Sigma Q_{k,1}$	$= (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$		$= (3,5 - 2) / (1 - 0,4)$	=	2,50 kN/m'
$\Sigma Q_{k,i}$	$= (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$		$= (3,5 - 2,50) / 0,4$	=	2,5 kN/m'
kruip	$= k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$		$= 0,60 (1,75 + 0,3 * 2,50)$	=	1,95 kN/m'

**q2:**

permanente belasting	$G_{k,j} = 1,75$ kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1,75	=	1,75 kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 3,5$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{mom}$	=	1,75 kN/m'
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 2$ kN/m	6.10.a:	1,22 * 1,75 + 1,35 * 2	=	4,83 kN/m'
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{0,1} = 0,4$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$	=	6,62 kN/m'
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{0,i} = 0,4$ -	6.10.b:	1,08 * 1,75 + 1,35 * 3,5	=	6,62 kN/m'
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,1}$	$\psi_{2,1} = 0,3$ -	EQU	1,1 * 1,75 + 1,5 * 2	=	7,18 kN/m'
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k,i}$	$\psi_{2,i} = 0,3$ -	6.10:	1,1 * 1,75 + 1,5 * 3,5	=	7,18 kN/m'
		EQU en STR/GEO	0,9 * $G_{k,j}$	=	1,58 kN/m'
$\Sigma Q_{k,1}$	$= (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$		$= (3,5 - 2) / (1 - 0,4)$	=	2,50 kN/m'
$\Sigma Q_{k,i}$	$= (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$		$= (3,5 - 2,50) / 0,4$	=	2,5 kN/m'
kruip	$= k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$		$= 0,60 (1,75 + 0,3 * 2,50)$	=	1,95 kN/m'



**materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren** test

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ 1,30 -
houtbreedte	b= <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h =$ 1,16 -
houthoogte	h= <b>271</b> mm	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h =$ 1,00 -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,80 middellang
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= <b>middellang</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,65 middellang
belastingduurklasse alleen permanent	= <b>blijvend</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} =$ 0,60 blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= <b>nee</b> -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} =$ 0,50 blijvend
factor voor volume-effect	s= <b>0,12</b> bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} =$ 0,60 -
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{mod,ser} =$ 1,00 -(TGB)

**unity-checks**

ULS	buiging	<b>1,05</b>	dwarskracht	0,48	stabiliteit	<b>1,05</b>	SLS	$u_{eind}$	0,52	$u_{bij}$	0,57
-----	---------	-------------	-------------	------	-------------	-------------	-----	------------	------	-----------	------

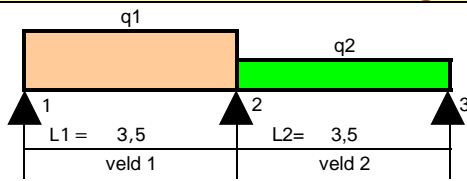
**materiaal- en profielgegevens** test

		$f_{x;d} =$	$k_d$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x,rep}$	/	$\gamma_M$	<b>middellang</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$		1,00	0,80	18	/	1,30	= <b>11,08</b>	8,31
treksterkte	$f_{t;0;k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,80	11	/	1,30	= <b>7,86</b>	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$			0,65	0,4	/	1,30	= <b>0,20</b>	0,15
druksterkte	$f_{c;0;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$			0,80	18	/	1,30	= <b>11,08</b>	8,31
druksterkte	$f_{c;90;k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$			0,80	2,2	/	1,30	= <b>1,35</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v;k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,80	3,4	/	1,30	= <b>2,09</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	= <b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;u;d}$			0,80	9000	/	1,30	= <b>5538</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	= <b>560</b>	560
elasticiteitsmodu naaldhout	$E_{90;mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodu loofhout	$E_{90;mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	300	/	1,00	= <b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$			1,00	6000	/	1,00	= <b>6000</b>	6000
traagheidsmoment	$I_y =$ <b>1</b> * $1/12$ bh <sup>3</sup>		=	1	$1/12$	71	$271^3$		= 11776	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z =$ <b>1</b> * $1/12$ hb <sup>3</sup>		=	1	$1/12$	271	$71^3$		= 808	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y =$ <b>1</b> * $1/6$ bh <sup>2</sup>		=	1	$1/6$	71	$271^2$		= 869,1	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z =$ <b>1</b> * $1/6$ hb <sup>2</sup>		=	1	$1/6$	271	$71^2$		= 227,7	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	A= <b>1</b> *bh		=	1		71	271		= 192,4	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{(I_y / A)}$		=	$\sqrt{\quad}$	(	11776	/	192	) = 78,2	mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{(I_z / A)}$		=	$\sqrt{\quad}$	(	808	/	192	) = 20,5	mm



## resultaten mechanica berekeningen

test



alle steunpunten blijven op druk

### EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
6.10 veld 1 volbelast	7,18	1,58	-10,6	14,5	-4,7	0,8	10,6	19,1	0,8
6.10 veld 2 volbelast	1,58	7,18	-0,8	4,7	-14,5	10,6	0,8	19,1	10,6

### STR/GEO (groep B)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)				reactie (kN)		
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
G <sub>k,j</sub>	1,75	1,75	-2,3	3,8	-3,8	2,3	2,3	7,7	2,3
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	3,50	3,50	-4,6	7,7	-7,7	4,6	4,6	15,3	4,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	3,50	0,00	-5,4	6,9	-0,8	-0,8	5,4	7,7	<b>-0,8</b>
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,00	3,50	0,8	0,8	-6,9	5,4	<b>-0,8</b>	7,7	5,4
k <sub>def</sub> * (G <sub>kj</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	1,95	1,95	-2,6	4,3	-4,3	2,6	2,6	8,5	2,6
6.10.a (volbelast)	4,83	4,83	-6,3	10,6	-10,6	6,3	6,3	21,1	6,3
6.10.b (volbelast)	6,62	6,62	-8,7	14,5	-14,5	8,7	8,7	29,0	8,7
6.10.a (veld 1 volbelast)	4,83	1,58	-7,0	9,8	-4,2	1,4	7,0	14,0	1,4
6.10.b (veld 1 volbelast)	6,62	1,58	-9,8	13,4	-4,5	1,0	9,8	17,9	1,0
6.10.a (veld 2 volbelast)	1,58	4,83	-1,4	4,2	-9,8	7,0	1,4	14,0	7,0
6.10.b (veld 2 volbelast)	1,58	6,62	-1,0	4,5	-13,4	9,8	1,0	17,9	9,8
<b>maatgevende waarden</b>			V <sub>Ed</sub> =	<b>14,5</b>	kN		R <sub>Ed</sub> =	<b>29,0</b>	kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M <sub>veld,max</sub> (m)		vervorming (mm)	
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1,2</sub>	M <sub>2,3</sub>	uit R <sub>1</sub>	uit R <sub>2</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>
G <sub>k,j</sub>	0,0	-2,7	0,0	1,5	1,5	1,31	2,19	1,3	1,3
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	0,0	-5,4	0,0	3,0	3,0	1,31	2,19	2,6	2,6
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	0,0	-2,7	0,0	4,1	0,0	1,53	n.v.t.	4,5	-1,9
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,0	-2,7	0,0	0,0	4,1	n.v.t.	1,97	-1,9	4,5
k <sub>def</sub> * (G <sub>kj</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	0,0	-3,0	0,0	1,7	1,7	1,31	2,19	1,4	1,4
6.10.a (volbelast)	0,0	-7,4	0,0	4,2	4,2	1,31	2,19		
6.10.b (volbelast)	0,0	-10,1	0,0	5,7	5,7	1,31	2,19		
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-4,9	0,0	5,1	0,6	1,46	2,64		
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-6,3	0,0	7,2	0,3	1,48	2,89		
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-4,9	0,0	0,6	5,1	0,86	2,04		
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-6,3	0,0	0,3	7,2	0,61	2,02		
<b>maatgevende waarden</b>	M <sub>Ed,sl</sub> =	<b>10,1</b>	kNm	M <sub>Ed,v</sub> =	<b>7,2</b>	kNm			

## toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

test

combinatie	=	alles volbelast		veld 1 volbelast		veld 2 volbelast	
		u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>
veld	=	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>
u <sub>on</sub>	= G <sub>kj</sub>	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
u <sub>elastisch</sub>	= Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	2,6	2,6	4,5	-1,9	-1,9	4,5
u <sub>kruip</sub>	= k <sub>def</sub> * (G <sub>kj</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
u <sub>zeeg</sub>	= volgens opgave	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
u <sub>eind</sub>	= u <sub>on</sub> + u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub> + u <sub>zeeg</sub>	5,3	5,3	7,2	0,8	0,8	7,2
u <sub>bij</sub>	= u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub>	4,0	4,0	6,0	-0,5	-0,5	6,0
u <sub>eind,toe</sub>	= u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
u.c.	= u <sub>eind</sub> / u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,52</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,52</b>
u <sub>bij,toe</sub>	= u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
u.c.	= u <sub>bij</sub> / u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,57</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,57</b>



**toetsingen uiterste grenstoestand**

test

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting  $M_{Ed,y} = 10,13 \text{ kNm}$   $W_y = 869 \text{ cm}^3$   $f_{m,y,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$   $b = 71 \text{ mm}$   
 $h = 271 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{10,13 \cdot 10^6}{869 \cdot 10^3} = 11,7 \text{ N/mm}^2$$

6.11 unity-check  $\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 11,7 / 11,1 = 1,05$

**art. 6.1.7 dwarskracht**

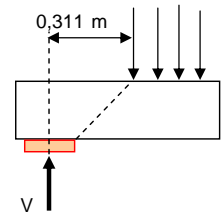
oplegbreedte ondersteuning  $b_f = 80 \text{ mm}$   $f_{v,d} = 2,09 \text{ N/mm}^2$   $b = 71 \text{ mm}$   
 rekenwaarde q-last op balk  $q_d = 4,83 \text{ kN/m}^2$   $h = 271 \text{ mm}$   
 niet gereduceerde dwarskracht  $V = 14,5 \text{ kN}$

$$V_{red} = (0,5 b_f + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,271) \cdot 4,83 = 1,50 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V - V_{red} = 14,48 - 1,50 = 12,97 \text{ kN}$$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 12,97}{2 \cdot 0,071 \cdot 0,271} = 1,01 \text{ N/mm}^2$$

6.13 unity-check  $\tau_d / f_{v,d} = 1,01 / 2,09 = 0,48$



**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 11,7 / (1,00 \cdot 11,1) = 1,05$

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

drukkraft  $N_{Ed} = 0 \text{ kN}$   $W_y = 869 \text{ cm}^3$   $f_{c,0,k} = 18,0 \text{ N/mm}^2$   $b = 71 \text{ mm}$   
 moment  $M_{y,Ed} = 10,1 \text{ kNm}$   $A = 192,4 \text{ cm}^2$   $f_{c,0,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$   $h = 271 \text{ mm}$   
 staaf lengte z-richting, ongesteund  $l_z = 2000 \text{ mm}$   $f_{m,k} = 18 \text{ N/mm}^2$   $I_z = 808 \text{ cm}^4$   
 elasticiteitsmodulus  $E_{0,05} = 6000 \text{ N/mm}^2$   $f_{m,y,d} = 11,1 \text{ N/mm}^2$   $I_z = 20,5 \text{ mm}$   
 elasticiteitsmodulus  $E_{0,mean,d} = 9000 \text{ N/mm}^2$   $\lambda_z = 97,6$   
 glijdingsmodulus  $G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375 \text{ N/mm}^2$  modificatiefactor vervorming  $K_{def} = 0,6$   
 factor quasi-blijvende belasting  $\psi_2 = 0,3$  factor voor rechtheid (6.29)  $\beta_c = 0,2$   
 balk- en belastingtype **2 steunpunten + q-last**  
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
 wijze van steunen **ongesteund**

druk  $\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 192,4 \cdot 10^2 = 0,0 \text{ N/mm}^2$   
 buiging y  $\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 10,13 \cdot 10^6 / 869 \cdot 10^3 = 11,7 \text{ N/mm}^2$

2.10  $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 6000 / (1 + 0,30 \cdot 0,6) = 5085 \text{ N/mm}^2$

2.11  $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 K_{def}) = 375 / (1 + 0,30 \cdot 0,6) = 318 \text{ N/mm}^2$

6.30  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 37,2} = 0,70$

**bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven**

6.31  $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$   
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 808 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 2701,6 \cdot 10^4) / (2342 \cdot 869 \cdot 10^3)} = 34,2 \text{ N/mm}^2$

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

6.32  $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (271 \cdot 2342) = 37,2 \text{ N/mm}^2$   
 rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 37,2 \text{ N/mm}^2$



**bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)**

$$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3.2 h^2 I_z / L_{et}^2) 4 * E_{0,05} / (b h^3)$$

$$\sigma_{m,crit} = (2701,6 \cdot 10^4 / 16 + 3.2 \cdot 271^2 / 808 \cdot 10^4) / (2342^2) \cdot 4 * 6000 / (71 \cdot 271^3)$$

$$\sigma_{m,crit} = 34,6 \text{ N/mm}^2$$

met  $I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{ 1 - 0.63 b/h + 0.525 (b/h)^5 \}$

$$I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 271 \{ 1 - 0.63 \cdot 71 / 271 + 0.525 (71 / 271)^5 \} \cdot 10^{-4} = 2701,6 \text{ cm}^4$$

en  $I_{ef} = a * I_z + n * h = 0,9 \cdot 2000 + 2 \cdot 271 = 2342 \text{ mm}$

6.22  $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi * \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,05})} = 97,6 / \pi * \sqrt{(18,0 / 6000)} = 1,701$

6.26  $k_{c,z} = 1 / \{ k_z + \sqrt{(k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)} \} = 1 / \{ 2,09 + \sqrt{(2,09^2 - 1,701^2)} \} = 0,30$

6.26  $k_z = 0.5 ( 1 + \beta_c ( \lambda_{rel,z} - 0.3 ) + \lambda_{rel,z}^2 ) = 0.5 ( 1 + 0,2 ( 1,701 - 0.3 ) + 1,701^2 ) = 2,09$

6.34  $k_{crit} = 1$  als  $\lambda_{rel,m} \leq 0.75$   $k_{crit} = 1 = 1,00$

$k_{crit} = 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m}$  als  $0.75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1.4$   $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,70 = 1,04$

$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$  als  $1.4 < \lambda_{rel,m}$   $k_{crit} = 1 / 0,70^2 = 2,07$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt  $k_{crit} = 1,0$  maatgevende waarde  $k_{crit} = 1,00$

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{crit} f_{m,d}) = 11,7 / (1,00 \cdot 11,1) = 1,05$

**opmerking**



**ligger op 3 steunpunten met scharnier in veld 2 , houten balk :**

**71 x 171**

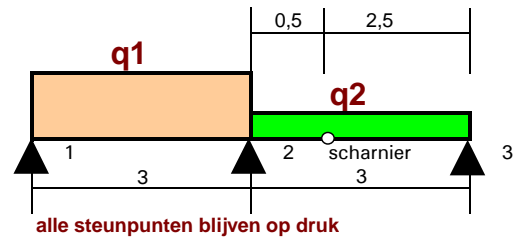
werk **woonhuis Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw** ontwerplevensduur = 50 jaar  
ontwerplevensduur klasse = **3** toepassing: gebouwen en andere gewone constructies  
gevolgklasse CC = **CC1** **belastingfactoren**  
correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi = 0,89$  formule 6.10.a  $\gamma_{G,j} = 1,22$  -  
 $\gamma_{Q,1} = 1,35$  -  
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$  -  
 $\xi \gamma_{G,j} = 1,08$  -  
 $\gamma_{Q,1} = 1,35$  -  
 $\gamma_{Q,i} = 1,35$  -  
 $\gamma_{G,j} = 0,90$  (gunstig)

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie **H: daken**  
(gewichtsberekening)  $\psi_0 = 0$  - formule 6.10.b  
(elastische doorbuiging)  $\psi_1 = 0$  -  
(kruip)  $\psi_2 = 0$  -  
reductiefactor vloerbelasting  $\psi_i = 1,00$  - formule 6.10.a en b  
liggerlengte  $L_1 = 3$  m  
liggerlengte  $L_2 = 3$  m  
plaats scharnier tot R2  $a = 0,5$  m  
staaf lengte z-richting, ongesteund  $L_z = 0,6$  m  
aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
wijze van steunen **ongesteund**  
aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**  
toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \* L  
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **333** \* L  
toegepaste zeeg veld 1 mm  
toegepaste zeeg veld 2 mm



alle steunpunten blijven op druk

**belastingen en combinaties** test

**q1:**

permanente belasting	$G_{k,j} = 1$ kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1	=	1,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 2$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0$ kN/m	6.10.a:	1,22	1	+	1,35 0 = 1,22
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{0,1} = 0$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{0,i} = 0$ -	6.10.b:	1,08	1	+	1,35 2 = 3,78
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} = 0$ -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} = 0$ -	6.10:	1,1	1	+	1,5 2 = 4,10
		EQU en STR/GEO		0,9 $G_{k,j}$	=	0,9 1 = 0,90
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$				$(2 - 0) / (1 - 0)$	=	2,00
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$				$(2 - 2,00) / 0$	=	0
kruip = $k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60			$(1,00 + 0 + 2,00 + 0 + 0,00)$	=	0,60

**q2:**

permanente belasting	$G_{k,j} = 1$ kN/m	$G_{k,j}$ : (incl.e.g.)	1	=	1,00	kN/m'
opgelegde belasting exteem+mom.	$\Sigma Q_{extr+mom} = 2$ kN/m	STR/GEO	$\gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{mom}$
opgelegde belasting momentaan	$\Sigma Q_{mom} = 0$ kN/m	6.10.a:	1,22	1	+	1,35 0 = 1,22
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{0,1} = 0$ -	STR/GEO	$\xi \gamma_{G,j}$	$G_{k,j}$	+	$\gamma_Q \Sigma Q_{extr+mom}$
gewogen momentaanfactor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{0,i} = 0$ -	6.10.b:	1,08	1	+	1,35 2 = 3,78
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{k1}$	$\psi_{2,1} = 0$ -	EQU	1,1	$G_{k,j}$	+	1,5 $\Sigma Q_{extr+mom}$
quasie-permanente factor $\Sigma Q_{ki}$	$\psi_{2,i} = 0$ -	6.10:	1,1	1	+	1,5 2 = 4,10
		EQU en STR/GEO		0,9 $G_{k,j}$	=	0,9 1 = 0,90
$\Sigma Q_{k,1} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{mom}) / (1 - \psi_{0,1})$				$(2 - 0) / (1 - 0)$	=	2,00
$\Sigma Q_{k,i} = (\Sigma Q_{extr+mom} - \Sigma Q_{k,1}) / \psi_{0,i}$				$(2 - 2,00) / 0$	=	0
kruip = $k_{def} (G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i})$	0,60			$(1,00 + 0 + 2,00 + 0 + 0,00)$	=	0,60





## materiaal-, hoogte- en modificatiefactoren test

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
houtbreedte	b = <b>71</b> mm.	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h = 1,16$ -
houthoogte	h = <b>171</b> mm	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h = 1,00$ -
klimaatklasse	= <b>1</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,90$ kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= <b>kort</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,80$ kort
belastingduurklasse alleen permanent	= <b>blijvend</b>	modificatiefactor sterkte	$k_{mod} = 0,60$ blijvend
E en G corrigeren tgv art. 2.3.2.2(2)	= <b>nee</b> -	modificatiefactor treksterkte	$k_{mod} = 0,50$ blijvend
factor voor volume-effect	s = <b>0,12</b> bij LVL	modificatiefactor vervorming	$k_{def} = 0,60$ -
$\sigma_{m,crit}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{mod,ser} = 1,00$ -(TGB)

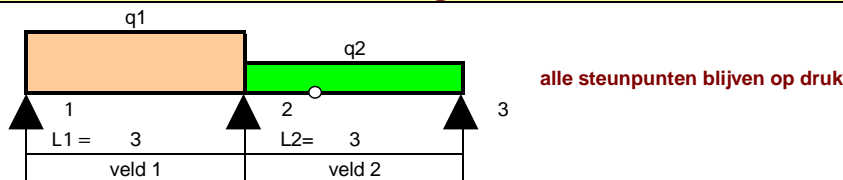
### unity-checks

ULS	buiging	0,91	dwarskracht	0,33	stabiliteit	0,91	SLS	$u_{eind}$	0,86	$u_{bij}$	0,88
-----	---------	------	-------------	------	-------------	------	-----	------------	------	-----------	------

## materiaal- en profielgegevens test

		$f_{x;d} =$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$		<b>kort</b>	<b>blijvend</b>
buigsterkte	$f_{m;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$	1,00	1,00	0,90	18	/	1,30	=	<b>12,46</b>	8,31
treksterkte	$f_{t;0;k}$ <b>11</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;0;d}$	1,00	1,16	0,90	11	/	1,30	=	<b>8,84</b>	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k}$ <b>0,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{t;90;d}$			0,80	0,4	/	1,30	=	<b>0,25</b>	0,15
druksterkte	$f_{c;0;k}$ <b>18</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$			0,90	18	/	1,30	=	<b>12,46</b>	8,31
druksterkte	$f_{c;90;k}$ <b>2,2</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$			0,90	2,2	/	1,30	=	<b>1,52</b>	1,02
schuifsterkte	$f_{v;k}$ <b>3,4</b> N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,90	3,4	/	1,30	=	<b>2,35</b>	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$ <b>9000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	=	<b>9000</b>	9000
volumieke massa	$\rho_k$ <b>320</b> kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;u;d}$			0,90	9000	/	1,30	=	<b>6231</b>	4154
glijdingsmodulus	$G_k$ <b>560</b> N/mm <sup>2</sup>	$G_d$			1,00	560	/	1,00	=	<b>560</b>	560
elasticiteitsmod. naaldhout	$E_{90;mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	<b>300</b>	300
elasticiteitsmod. loofhout	$E_{90;mean;k}$ <b>300</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{90;mean;d}$			1,00	300	/	1,00	=	<b>300</b>	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$ <b>6000</b> N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,05;d}$			1,00	6000	/	1,00	=	<b>6000</b>	6000
traagheidsmoment	$I_y = 1 * \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$171^3$	=	2958	$10^4 mm^4$		
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	171	$71^3$	=	510	$10^4 mm^4$		
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$171^2$	=	346,0	$10^3 mm^3$		
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	171	$71^2$	=	143,7	$10^3 mm^3$		
oppervlak	A = <b>1</b> *bh	=	1		71	171	=	121,4	$10^2 mm^2$		
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{(I_y / A)}$	=	$\sqrt{}$	(	2958	/	121	) =	49,4	mm	
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{(I_z / A)}$	=	$\sqrt{}$	(	510	/	121	) =	20,5	mm	

## resultaten mechanicaberekeningen test



### EQU (groep A)

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)						reactie (kN)		
	q1	q2	$V_{1,2}$	$V_{2,1}$	$V_{2,3}$	$V_{3,2}$	$V_{schar}$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	
6.10 veld 1 volbelast	4,10	0,90	-5,9	6,4	-1,6	1,1	-1,1	5,9	8,0	1,1	
6.10 veld 2 volbelast	0,90	4,10	-0,3	2,4	-7,2	5,1	-5,1	0,3	9,6	5,1	



**STR/GEO (groep B)**

belastinggeval / combinatie	belastingen		dwarskracht (kN)					reactie (kN)		
	q1	q2	V <sub>1,2</sub>	V <sub>2,1</sub>	V <sub>2,3</sub>	V <sub>3,2</sub>	V <sub>schar</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
G <sub>k,j</sub>	1,00	1,00	-1,3	1,8	-1,8	1,3	-1,3	1,3	3,5	1,3
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	2,00	2,00	-2,5	3,5	-3,5	2,5	-2,5	2,5	7,0	2,5
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	2,00	0,90	-2,8	3,2	-1,6	1,1	-1,1	2,8	4,8	1,1
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,90	2,00	-0,9	1,9	-3,5	2,5	-2,5	0,9	5,4	2,5
k <sub>def</sub> * (G <sub>k,j</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	0,60	0,60	-0,8	1,1	-1,1	0,8	-0,8	0,8	2,1	0,8
6.10.a (volbelast)	1,22	1,22	-1,5	2,1	-2,1	1,5	-1,5	1,5	4,3	1,5
6.10.b (volbelast)	3,78	3,78	-4,7	6,6	-6,6	4,7	-4,7	4,7	13,2	4,7
6.10.a (veld 1 volbelast)	1,22	0,90	-1,6	2,0	-1,6	1,1	-1,1	1,6	3,6	1,1
6.10.b (veld 1 volbelast)	3,78	0,90	-5,4	5,9	-1,6	1,1	-1,1	5,4	7,5	1,1
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,90	1,22	-1,0	1,7	-2,1	1,5	-1,5	1,0	3,8	1,5
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,90	3,78	-0,4	2,3	-6,6	4,7	-4,7	0,4	8,9	4,7

**maatgevende waarden**

**6,6** kN R<sub>Ed</sub>= **13,2** kN

belastinggeval / combinatie	steunpuntmoment (kNm)			veldmoment (kNm)		positie M <sub>veld,max</sub> (m)		vervorming (mm)		
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>1,2</sub>	M <sub>2,3</sub>	uit R <sub>1</sub>	uit R <sub>2</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>
G <sub>k,j</sub>	0,0	-0,8	0,0	0,8	0,8	1,25	1,75	2,4	1,7	-0,5
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	0,0	-1,5	0,0	1,6	1,6	1,25	1,75	4,8	3,3	-1,0
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 1)	0,0	-0,7	0,0	1,9	0,7	1,39	1,75	6,5	0,3	-2,8
Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub> (veld 2)	0,0	-1,5	0,0	0,4	1,6	0,94	1,75	0,4	4,5	1,4
k <sub>def</sub> * (G <sub>k,j</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	0,0	-0,5	0,0	0,5	0,5	1,25	1,75	1,4	1,0	-0,3
6.10.a (volbelast)	0,0	-0,9	0,0	0,9	0,9	1,25	1,75			
6.10.b (volbelast)	0,0	-2,8	0,0	3,0	3,0	1,25	1,75			
6.10.a (veld 1 volbelast)	0,0	-0,7	0,0	1,1	0,7	1,31	1,75			
6.10.b (veld 1 volbelast)	0,0	-0,7	0,0	3,9	0,7	1,44	1,75			
6.10.a (veld 2 volbelast)	0,0	-0,9	0,0	0,6	0,9	1,16	1,75			
6.10.b (veld 2 volbelast)	0,0	-2,8	0,0	0,1	3,0	0,45	1,75			

**maatgevende waarden**

M<sub>Ed,st</sub>= **2,8** kNm M<sub>Ed,v</sub>= **3,9** kNm

**toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand**

test

belastinggevallen en combinaties	alles volbelast			veld 1 volbelast			veld 2 volbelast			
	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>	
veld	=	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>	u <sub>1,2</sub>	u <sub>2,3</sub>	u <sub>schar</sub>
u <sub>on</sub> = G <sub>k,j</sub>	=	2,4	1,7	-0,5	2,4	1,7	-0,5	2,4	1,7	-0,5
u <sub>elastisch</sub> = Q <sub>k1</sub> + ψ <sub>0,i</sub> · Q <sub>k,i</sub>	=	4,8	3,3	-1,0	6,5	0,3	-2,8	0,4	4,5	1,4
u <sub>kruip</sub> = k <sub>def</sub> * (G <sub>k,j</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,1</sub> + ψ <sub>2</sub> Q <sub>k,i</sub> )	=	1,4	1,0	-0,3	1,4	1,0	-0,3	1,4	1,0	-0,3
u <sub>zeeg</sub> = volgens opgave	=	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
u <sub>eind</sub> = u <sub>on</sub> + u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub> + u <sub>zeeg</sub>	=	8,6	6,0	-1,7	10,3	3,0	-3,5	4,2	7,2	0,6
u <sub>bij</sub> = u <sub>elastisch</sub> + u <sub>kruip</sub>	=	6,2	4,3	-1,2	7,9	1,3	-3,0	1,8	5,5	1,1
u <sub>eind,toe</sub> = u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	=	12,0	12,0		12,0	12,0		12,0	12,0	
u.C. = u <sub>eind</sub> / u <sub>eind,toelaatbaar</sub>	=	<b>0,71</b>	<b>0,50</b>		<b>0,86</b>	<b>0,25</b>		<b>0,35</b>	<b>0,60</b>	
u <sub>bij,toe</sub> = u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	=	9,0	9,0		9,0	9,0		9,0	9,0	
u.C. = u <sub>bij</sub> / u <sub>bij,toelaatbaar</sub>	=	<b>0,69</b>	<b>0,48</b>		<b>0,88</b>	<b>0,15</b>		<b>0,20</b>	<b>0,61</b>	

**toetsingen uiterste grenstoestand**

test

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting	M <sub>Ed,y</sub> =	3,92	kNm	W <sub>y</sub> =	346	cm <sup>3</sup>	f <sub>m,y,d</sub> =	12,5	N/mm <sup>2</sup>	b=	71	mm	h=	171	mm
σ <sub>m,y,d</sub> =	M <sub>Ed,y</sub>	/	W <sub>y</sub>	=	3,92	10 <sup>6</sup>	/	346	10 <sup>3</sup>	=	11,3	N/mm <sup>2</sup>			
6.11 unity-check	σ <sub>m,y,d</sub>	/	f <sub>m,y,d</sub>	=	11,3		/	12,5		=	<b>0,91</b>	-			

**art. 6.1.7 dwarskracht**

oplegbreedte ondersteuning	b <sub>r</sub> =	<b>80</b>	mm	f <sub>v,d</sub> =	2,35	N/mm <sup>2</sup>	b=	71	mm
rekenwaarde q-last op balk	q <sub>d</sub> =	<b>1,22</b>	kN/m'	h=	171	mm			
niet gereduceerde dwarskracht	V=	6,6	kN						



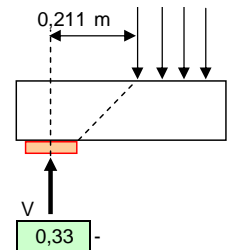
**Dit is een DEMO**

Niet voor commercieel gebruik  
Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H ligger 3 spt gerber EC\_NL  
Versie : 2.4.4 ; NDP : NL  
printdatum : 26-06-2011

$$\begin{aligned}
 V_{red} &= (0,5 b_c + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,08 + 0,171) \cdot 1,22 = 0,26 \text{ kN} \\
 V_{Ed} &= V - V_{red} = 6,62 - 0,26 = 6,36 \text{ kN} \\
 \tau_d &= 3 V_{Ed} / 2bh = \frac{3 \cdot 6,36}{2 \cdot 71 \cdot 171} = 0,79 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$



6.13 unity-check =  $\tau_d / f_{v,d} = 0,79 / 2,35 = 0,33$  -

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 11,3 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,91$  -

**art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging of aan buiging en druk**

drukkraft	$N_{Ed} = 0$ kN	$W_y = 346$ cm <sup>3</sup>	$f_{c,0,k} = 18,0$ N/mm <sup>2</sup>	$b = 71$ mm
moment	$M_{y,Ed} = 3,9$ kNm	$A = 121,4$ cm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$h = 171$ mm
staafte lengte z-richting, ongesteund	$l_z = 600$ mm		$f_{m,k} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	$I_z = 510$ cm <sup>4</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05} = 6000$ N/mm <sup>2</sup>		$f_{m,y,d} = 12,5$ N/mm <sup>2</sup>	$i_z = 20,5$ mm
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean,d} = 9000$ N/mm <sup>2</sup>			$\lambda_z = 29,3$ -
glijdingsmodulus	$G_{0,05} = E_{0,05} / 16 = 375$ N/mm <sup>2</sup>		modificatiefactor vervorming	$K_{def} = 0,6$ -
factor quasi-blijvende belasting	$\psi_2 = 0$ -		factor voor rechtheid (6.29)	$\beta_c = 0,2$ -
balk- en belastingstype	2 steunpunten + q-last			
aangrijpingspunt belasting	aan drukzijde			
wijze van steunen	ongesteund			

druk  $\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A = 0 \cdot 10^3 / 121,4 \cdot 10^2 = 0,0$  N/mm<sup>2</sup>  
 buiging y  $\sigma_{m,y,d} = M_{y,Ed} / W_y = 3,923 \cdot 10^6 / 346 \cdot 10^3 = 11,3$  N/mm<sup>2</sup>

2.10  $E_{0,05,fin} = E_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 6000 / (1 + 0,00 \cdot 0,60) = 6000$  N/mm<sup>2</sup>  
 2.11  $G_{0,05,fin} = G_{0,05} / (1 + \psi_2 k_{def}) = 375 / (1 + 0,00 \cdot 0,60) = 375$  N/mm<sup>2</sup>

6.30  $\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = \sqrt{18 / 156,4} = 0,34$  -

**bij aan de drukzijde of neutrale lijn gesteunde staven**

6.31  $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}) / (I_{ef} W_y)}$   
 $\sigma_{m,crit} = \pi \sqrt{(6000 \cdot 510 \cdot 10^4 \cdot 375 \cdot 1519,7 \cdot 10^4) / (882 \cdot 346 \cdot 10^3)} = 135,9$  N/mm<sup>2</sup>

of bij gezaagd hout met een rechthoekige doorsnede

6.32  $\sigma_{m,crit} = 0,78 b^2 E_{0,05} / (h I_{ef}) = 0,78 \cdot 71^2 \cdot 6000 / (171 \cdot 882) = 156,4$  N/mm<sup>2</sup>  
 rekenen met:  $\sigma_{m,crit} = 156,4$  N/mm<sup>2</sup>

**bij in trekzone gesteunde staven: (staat niet in de eurocode)**

$\sigma_{m,crit} = (G_{0,05} I_{tor} / E_{0,05} + 3,2 h^2 I_z / L_{ef}^2) \cdot 4 \cdot E_{0,05} / (bh^3)$

$\sigma_{m,crit} = (1519,7 \cdot 10^4 / 16 + 3,2 \cdot 171^2 \cdot 510 \cdot 10^4 / 882^2) \cdot 4 \cdot 6000 / (71 \cdot 171^3) = 105,7$  N/mm<sup>2</sup>

met  $I_{tor} = \frac{1}{3} b^3 h \{1 - 0,63 b/h + 0,525 (b/h)^5\}$   
 $I_{tor} = \frac{1}{3} \cdot 71^3 \cdot 171 \{1 - 0,63 \cdot 71 / 171 + 0,525 (71 / 171)^5\} \cdot 10^{-4} = 1519,7$  cm<sup>4</sup>  
 en  $I_{ef} = a \cdot I_z + n \cdot h = 0,9 \cdot 600 + 2 \cdot 171 = 882$  mm

6.22  $\lambda_{rel,z} = \lambda_z / \pi \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 29,3 / \pi \sqrt{18,0 / 6000} = 0,510$  -

6.26  $k_{c,z} = 1 / \{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}\} = 1 / \{0,65 + \sqrt{0,65^2 - 0,510^2}\} = 0,95$

6.28  $k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 0,5 (1 + 0,2 (0,510 - 0,3) + 0,510^2) = 0,65$

6.34  $k_{crit} = 1$  als  $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$   $k_{crit} = 1$  = 1,00

$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$  als  $0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4$   $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \cdot 0,34 = 1,31$

$k_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$  als  $1,4 < \lambda_{rel,m}$   $k_{crit} = 1 / 0,34^2 = 8,69$

als de balk aan de drukzijde volledig is gesteund geldt  $k_{crit} = 1,0$  maatgevende waarde  $k_{crit} = 1,00$  -

6.33  $\sigma_{m,d} / (k_{krit} f_{m,d}) = 11,3 / (1,00 \cdot 12,5) = 0,91$  -

**opmerking**





**materiaal- en profielgegevens** test

		$f_{x;d}$	$k_l$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	middellang	blijvend
buigsterkte	$f_{m;k}$	18 N/mm <sup>2</sup>				18	/	1,30	= 11,08	8,31
treksterkte	$f_{t;0;k}$	11 N/mm <sup>2</sup>	1,00	1,16	0,80	11	/	1,30	= 7,86	5,90
treksterkte	$f_{t;90;k}$	0,4 N/mm <sup>2</sup>			0,65	0,4	/	1,30	= 0,20	0,15
druksterkte	$f_{c;0;k}$	18 N/mm <sup>2</sup>			0,80	18	/	1,30	= 11,08	8,31
druksterkte	$f_{c;90;k}$	2,2 N/mm <sup>2</sup>			0,80	2,2	/	1,30	= 1,35	1,02
schuifsterkte	$f_{v;k}$	3,4 N/mm <sup>2</sup>			0,80	3,4	/	1,30	= 2,09	1,57
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$	9000 N/mm <sup>2</sup>			1,00	9000	/	1,00	= 9000	9000
volumieke massa	$\rho_k$	320 kg/m <sup>3</sup>			0,80	9000	/	1,30	= 5538	4154
glijdingsmodulus	$G_k$	560 N/mm <sup>2</sup>			1,00	560	/	1,00	= 560	560
elasticiteitsmodi naaldhout	$E_{90;mean;k}$	300 N/mm <sup>2</sup>			1,00	300	/	1,00	= 300	300
elasticiteitsmodi loofhout	$E_{90;mean;k}$	300 N/mm <sup>2</sup>			1,00	300	/	1,00	= 300	300
elasticiteitsmodulus	$E_{0,05;k}$	6000 N/mm <sup>2</sup>			1,00	6000	/	1,00	= 6000	6000
traagheidsmoment	$I_y =$	1 * <sup>1</sup> / <sub>12</sub> bh <sup>3</sup>	=	1	<sup>1</sup> / <sub>12</sub>	71	196 <sup>3</sup>	=	4455	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z =$	1 * <sup>1</sup> / <sub>12</sub> hb <sup>3</sup>	=	1	<sup>1</sup> / <sub>12</sub>	196	71 <sup>3</sup>	=	585	10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y =$	1 * <sup>1</sup> / <sub>6</sub> bh <sup>2</sup>	=	1	<sup>1</sup> / <sub>6</sub>	71	196 <sup>2</sup>	=	455	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z =$	1 * <sup>1</sup> / <sub>6</sub> hb <sup>2</sup>	=	1	<sup>1</sup> / <sub>6</sub>	196	71 <sup>2</sup>	=	165	10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A =$	1 * bh	=	1		71	196	=	139	10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{}$	(	4455	/	139	) =	56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{}$	(	585	/	139	) =	20,5 mm

**berekening belastingen** test

q1	permanente belasting	$G_{k,j} =$	0,6	*	0,41	=	0,25	kN/m'	
	opgelegde belasting	$Q_{k,1} =$	0,6	1,00	( 1,75 + 0,8 )	inclusief $\psi_t$	=	1,53 kN/m'	
F1	spreiding puntlast	$l =$	0,018 <sup>3</sup> / 12 =	5E-07	m <sup>4</sup> =	48,6 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	$EI =$	5000 5E-07 10 <sup>6</sup> =	2430 kNm <sup>2</sup>
	$\phi_r = >0,33$ en $\leq 1,0$	$\phi_r =$	0,37	+	0,8	0,6	-	2430 / 50000	= 0,80 -
	opgelegde belasting	$F_k =$	0,801	*	3,00	=	2,40	kN	

berekende belasting

**belastingen voor de bruikbaarheidsgrenstoestand, NEN-EN 1995 formules 2.2 t/m 2.5**

$G_{k,j}$	( $u_{on}$ )	=	0,25	=	0,25	kN/m'
$Q_{k,1}$	( $u_{elas}$ )	=	1,53	inclusief $\psi_t$	=	1,53 kN/m'
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	( $u_{kruip}$ )	=	0,60	( 0,25 + 0,30 1,53 )	=	0,42 kN/m'
$F_k = \phi_r * F$	( $u_{elas}$ )	=		=	2,40	kN

**belastingen voor de uiterste grenstoestand, NEN-EN 1990 formules 6.10.a en 6.10.b**

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,25	+	1,35	0,4	1,53	=	1,13	kN/m'
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,25	+	1,35	1,53		=	2,33	kN/m'

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,25	=	0,30 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	2,40	=	1,30	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,25	=	0,27 kN/m'	$F_d =$	1,35	2,40		=	3,25	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$q_d =$	1,22	0,25	=	0,30 kN/m'	$F_d =$	1,35	0,40	3,00	=	1,62	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$q_d =$	1,08	0,25	=	0,27 kN/m'	$F_d =$	1,35	3,00		=	4,05	kN

$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	0,40	1,53	t.b.v. berekening reductie dwarskracht	=	0,83	kN
$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$q_d =$	1,35	1,53		t.b.v. berekening reductie dwarskracht	=	2,07	kN



## resultaten mechanieberekeningen

test

### reacties

karakteristieke waarden t.b.v. afdracht naar andere constructieonderdelen

$G_{k,j}$	$R_{G,k,j} =$	0,5	0,25	3,43	=	0,42	kN
$Q_{k,1}$	$R_{Q,k,j} =$	0,5	1,53	3,43	=	2,62	kN
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$R_{kruip} =$	0,5	0,42	3,43	=	0,73	kN

uiterste grenstoestand : eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	1,13	3,43	=	1,93	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	2,33	3,43	=	4,00	kN

uiterste genstoestand : eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$R_{Ed} = 1/2$	0,30	3,43	+	1,62 ( 3,43 - 0,196 ) / 3,43	=	2,04	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$R_{Ed} = 1/2$	0,27	3,43	+	4,05 ( 3,43 - 0,196 ) / 3,43	=	4,28	kN
	$R_{Ed} =$						<b>4,28</b>	kN

### dwarskrachten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$$V_{red} = (0,5 b_r + h) * q_d$$

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	1,93	-	( 0,5 0,050 + 0,196 ) *	0,83	=	1,75	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,00	-	( 0,5 0,050 + 0,196 ) *	2,07	=	3,54	kN

eigen gewicht + puntlast vlak bij de oplegging

geen dwarskrachtreductie t.g.v. het eigen gewicht!

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$V_{Ed} =$	2,04	=	2,04	kN
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$V_{Ed} =$	4,28	=	4,28	kN
	$V_{Ed} =$			<b>4,28</b>	kN

### momenten

eigen gewicht + gelijkmatig verdeelde belasting

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	1,13	3,43 <sup>2</sup>	=	1,66	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	2,33	3,43 <sup>2</sup>	=	3,43	kNm

eigen gewicht + puntlast in het midden

$\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$ (ULS1)	$M_d =$	0,125	0,30	3,43 <sup>2</sup>	+	0,25 0,4 3,25 3,43	=	1,56	kNm
$\xi \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$ (ULS2)	$M_d =$	0,125	0,27	3,43 <sup>2</sup>	+	0,25 3,25 3,43	=	3,18	kNm
	$M_{Ed,v} =$							<b>3,43</b>	kNm

### vervormingen

$G_{k,j}$	$u_{1,2} =$	5	0,25	3430 <sup>4</sup> / ( 384 9000 4455 10 <sup>4</sup> )	=	1,11	mm
$Q_{k,1}$	$u_{1,2} =$	5	1,53	3430 <sup>4</sup> / ( 384 9000 4455 10 <sup>4</sup> )	=	6,88	mm
$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	$u_{1,2} =$	5	0,42	3430 <sup>4</sup> / ( 384 9000 4455 10 <sup>4</sup> )	=	1,91	mm
$F_k = \phi_r * F$	$u_{1,2} =$		2404	3430 <sup>3</sup> / ( 48 9000 4455 10 <sup>4</sup> )	=	5,04	mm

alternatieve berekening kruip:

	=	$k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	
met q-belasting	=	0,6 * ( 1,11 + 0,3 * 6,88 q-last )	= 1,91 mm
met puntlast	=	0,6 * ( 1,11 + 0,3 * 5,04 F-last )	= 1,58 mm

## toetsingen bruikbaarheidsgrenstoestand

test

combinatie	=	<b>eg + q</b>	<b>eg + F</b>
veld	=	$u_{1,2}$	$u_{1,2}$
$u_{on} = G_{k,j}$	=	1,11	1,11
$u_{elastisch} = Q_{k,1}$ of $\phi_r * F$	=	6,88	5,04
$u_{kruip} = k_{def} * (G_{k,j} + \psi_2 Q_{k,1})$	=	1,91	1,58
$u_{zeeg} =$ volgens opgave	=	0,00	0,00
$u_{eind} = u_{on} + u_{kruip} + u_{elastisch} - u_{zeeg}$	=	9,90	7,73
$u_{eind,toe} = u_{eind,toelaatbaar}$	=	13,72	13,72
U.C. = $u_{eind} / u_{toelaatbaar}$	=	<b>0,72</b>	<b>0,56</b>
$u_{bij} = u_{kruip} + u_{elastisch}$	=	8,78	6,62
$u_{bij,toe} = u_{bij,toelaatbaar}$	=	10,29	10,29
U.C. = $u_{bij} / u_{toelaatbaar}$	=	<b>0,85</b>	<b>0,64</b>



**toetsingen uiterste grenstoestand** test

**art. 6.1.6 enkele buiging**

moment in y-richting  $M_{Ed,y} = 3,43$  kNm  $W_y = 455$  cm<sup>3</sup>  $f_{m,y,d} = 11,1$  N/mm<sup>2</sup>  $b = 71$  mm  
 $h = 196$  mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed,y}}{W_y} = \frac{3,43 \cdot 10^6}{455 \cdot 10^3} = 7,5 \text{ N/mm}^2$$

6,11 unity-check  $= \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{7,5}{11,1} = 0,68$  -

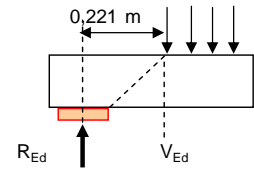
**art. 6.1.7 dwarskracht**

oplegbreedte ondersteuning  $b_r = 50$  mm  $f_{v,d} = 2,09$  N/mm<sup>2</sup>  $b = 71$  mm  
niet gereduceerde dwarskracht  $V = R_{Ed} = 4,28$  kN  $h = 196$  mm  
gereduceerde dwarskracht  $V_{Ed} = V - V_{red} = 4,28$  kN

met  $V_{red} = (0,5 b_r + h) \cdot q_d = (0,5 \cdot 0,050 + 0,196) \cdot q_d = 0,221 q_d$

$$\tau_d = \frac{3 V_{Ed}}{2 b h} = \frac{3 \cdot 4,28 \cdot 1000}{2 \cdot 71 \cdot 196} = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

6,13 unity-check  $= \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,46}{2,09} = 0,22$  -



**art. 7.3.3 trillingen in woningvloeren** test

totale massa van de vloer	$m = 41,3$ kg/m <sup>2</sup>		breedte	$b = 71$ mm
doorbuiging tgv puntlast F	$w = 5,0$ mm		hoogte	$h = 196$ mm
grootte puntlast in het midden	$F = 2,40$ kN		traagheidsmoment	$I_y = 4455 \cdot 10^4$ mm <sup>4</sup>
breedte vloerveld	$b = 4,50$ m	waarde volgens de NB	$a = 1$ mm/kN	
overspanning van de vloer/balk	$l = 3,43$ m	waarde volgens de NB	$b = 120$	
hart op hart balklaag	$a = 0,60$ m	massa vloer m b l =	$= 637$ kg	
elasticiteitsmodulus balkhout	$E_p = 9000$ N/mm <sup>2</sup>			
elasticiteitsmodulus beplating	$E_b = 5000$ N/mm <sup>2</sup>	uc formule 7,3	$2,10$ / $1,00$	$= 2,10$ -
dikte beplating	$t = 18,0$ mm	eigen frequentie	$8,00$ / $16,99$	$= 0,47$ -
dempingsmaat	$\xi = 0,01$	uc formule 7,4	$0,024$ / $0,02$	$= 1,29$ -
toelaatbare eigen frequentie	$f = 8$ Hz			
buigstijf. loodrecht lengte-as	$(EI)_l = 1 \cdot 9000 \cdot 4455 \cdot 10^4$	/	$0,6 \cdot 10^{-6}$	$= 668,2 \cdot 10^3$ Nm <sup>2</sup> /m
buigstijf evenwijdig lengte-as	$(EI)_b = 1 \cdot 5000 \cdot 1/12 \cdot 1000 \cdot$	$18^3$	$\cdot 10^{-6}$	$= 2,43 \cdot 10^3$ Nm <sup>2</sup> /m

eigen gew. balken en beschot:  $0,071 \cdot 0,196 / 0,6 \cdot 320 + 0,018 \cdot 320 = 13,2$  kg

7,3  $\frac{w}{F} = \frac{5,0}{2,404} = 2,10$  met als eis:  $w / F \leq a (= 1 \text{ mm} / \text{kN})$

7,4  $v \leq b \cdot f_1^{\xi-1} = 120^{-0,83} = 0,02$  met  $f_1 \xi^{-1} = 16,99 \cdot 0,01^{-1} = -0,83$

waarin  $f_1$  = de eigen frequentie:

7,5  $f_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{(EI)_l}{m}} = \frac{\pi}{2 \cdot 3,43^2} \sqrt{\frac{668,2 \cdot 10^3}{41,256}} = 16,99$  -

en waarbij  $v$  is de snelheidsrespons van een eenheidsimpulsbelasting:

7,6  $v = \frac{4 \left( 0,4 + 0,6 \frac{n_{40}}{+200} \right)}{m \cdot b \cdot l} = \frac{4 \left( 0,4 + 0,6 \frac{7,80}{+200} \right)}{41,3 \cdot 4,5 \cdot 3,43} = 0,024 \text{ m} / (\text{Ns}^2)$

en  $n_{40}$  is het aantal eerste-orde trillingen met een eigen frequentie kleiner dan 40 Hz:

7,7  $n_{40} = \left\{ \left[ \left( \frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left( \frac{b}{l} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right\}^{0,25} = \left\{ \left[ \left( \frac{40}{16,99} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left( \frac{4,50}{3,43} \right)^4 \cdot \frac{668,2 \cdot 10^3}{2430} \right\}^{0,25} = 7,80$  -

**opmerking**



**zadeldak met puntlasten , houten spant met balkafmeting :**

**71 mm x 196 mm**

werk **woning in Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**  
ontwerplevensduur klasse = **3**  
gevolgklasse = **CC1**  
correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89**

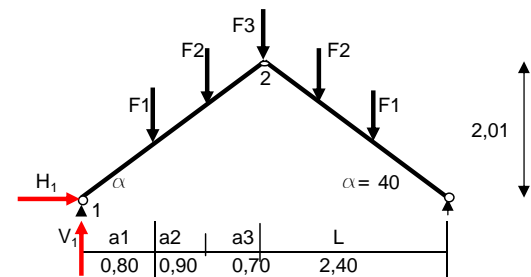
ontwerplevensduur = **50** jaar  
toepassing gebouwen en andere gewone constructies

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie H: daken  
(gewichtsberkening)  $\psi_0 =$  **0** -  
(elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  **0** -  
(kruip)  $\psi_2 =$  **0** -

belastingfactoren  
formule 6.10.a  $\gamma_{Gj} =$  **1,22** -  
(niet maatgevend)  $\gamma_{Q,1} =$  **1,35** -  
 $\gamma_{Q,i} =$  **1,35** -  
formule 6.10.b  $\xi \gamma_{Gj} =$  **1,08** -  
(maatgevend)  $\gamma_{Q,1} =$  **1,35** -  
 $\gamma_{Q,i} =$  **1,35** -  
formule 6.10.a en b  $\gamma_{Gj} =$  **0,90** (gunstig)

**schematische tekening van de berekende constructie**



dakvorm **zadeldak**  
dakhelling  $\alpha =$  **40** graden  
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **nee** -  
**eigen gewicht**  
eigen gewicht per m<sup>2</sup> dakvlak (schuin)  $G_{k,j} =$  **0,7** kN/m<sup>2</sup>  
**windbelasting**  
windgebied = **III** -  
soort terrein **bebouwd III** -  
hoogte onderdeel boven maaiveld  $z =$  **9** m  
totale gebouwbreedte; loodrecht op wind  $br =$  **8,7** m  
totale gebouwhoogte  $ho =$  **7,5** m  
totale gebouwdiepte; in windrichting  $d =$  **7,5** m

$L_{\text{schuin}} =$  **2,400** /  $\cos \alpha =$  **3,133** m  
toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \*  $L_{\text{schuin}}$   
 $u_{\text{eind}} <$  **3133** / **250** = **12,5** mm  
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** \*  $L_{\text{schuin}}$   
 $u_{\text{bij}} <$  **3133** / **250** = **12,5** mm

**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**

maat a1 (F1)  $a_1 =$  **0,8** m  
maat a2 (F2)  $a_2 =$  **0,9** m  
maat a3 (F3 in nok)  $a_3 =$  **0,7** m  
te dragen m<sup>2</sup> dakvlak (h.o.h.spanten)  $c =$  **3** m

balk- en belastingtype **2 steunpunten + F-last**  
aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
wijze van steunen **ongesteund**  
aangrijpingspunt van de steunen **aan drukzijde**

ongesteunde staaf lengte in z-richting  $l_z =$  **3133** mm

**materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M =$ <b>1,30</b> -
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>	hoogtefactor treksterkte; breedte	$k_h =$ <b>1,16</b> -
houtbreedte	$b =$ <b>71</b> mm.	hoogtefactor buigsterkte; hoogte	$k_h =$ <b>1,00</b> -
houthoogte	$h =$ <b>196</b> mm	modificatiefactor sterkte	$k_{\text{mod}} =$ <b>0,90</b> kort
klimaatklasse	$=$ <b>1</b>	modificatiefactor treksterkte	$k_{\text{mod}} =$ <b>0,80</b> kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	$=$ <b>kort</b>	modificatiefactor vervorming	$k_{\text{def}} =$ <b>0,60</b> -
factor voor volume-effect	$s =$ <b>0,12</b> bij LVL		
$\sigma_{m,\text{crit}}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>		

unity-checks	uiterste grenstoestand	midden	<b>0,80</b>	bij F2	<b>0,77</b>	bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{\text{eind}}$	<b>0,86</b>	$u_{\text{bij}}$	<b>0,50</b>
--------------	------------------------	--------	-------------	--------	-------------	-----------------------------	-------------------	-------------	------------------	-------------

**berekening karakteristieke belastingen in kN/m<sup>2</sup>**

windbelasting loodrecht op dakvlak  $w_e + w_i = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$  = ( **0,57** + **0,30** ) **0,49** = **0,43** kN/m<sup>2</sup>  
sneeuwbelasting in grondvlak  $s_n = \mu_{f1} * C_e * C_t * s_k * f$  = **0,80** **1,00** **1,00** **0,70** **1,00** = **0,56** kN/m<sup>2</sup>  
personenbelasting grondvlak  $p_{\text{rep}} = (4,0 - 0,2 \alpha)$  met  $15 < \alpha < 20$  = ( **4,00** - **0,20** **20,0** ) = **0,00** kN/m<sup>2</sup>

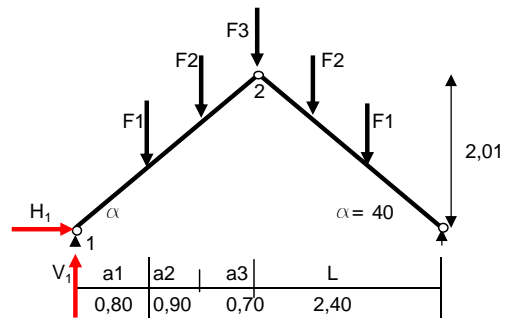




algemene formule sterkte materiaalgrootheid		$f_{x;d}$	$k_i$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	$I$	$\gamma_M$	kort
buigsterkte	$f_{m;k}$	18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;0;k}$	18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;90;k}$	2,2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm <sup>2</sup>
schuifsterkte	$f_{v;k}$	3,4 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$	9000 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm <sup>2</sup>
volumieke massa	$\rho_k$	320 kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;u;d}$		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 1 \cdot \frac{1}{12} bh^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	71	$196^3$		= 4455 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 \cdot \frac{1}{12} hb^3$		=	1	$\frac{1}{12}$	196	$71^3$		= 585 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 \cdot \frac{1}{6} bh^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	71	$196^2$		= 455 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 \cdot \frac{1}{6} hb^2$		=	1	$\frac{1}{6}$	196	$71^2$		= 165 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 \cdot bh$		=	1		71	196		= 139 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(	4455	/	139	) = 56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$		=	$\sqrt{\quad}$	(	585	/	139	) = 20,5 mm

**mechanicaberekening** test

dakhelling	$\alpha = 40$ graden
maat a1 (F1)	a1= 0,8 m
maat a2 (F2)	a2= 0,9 m
maat a3 (F3 in nok)	a3= 0,7 m
te dragen m' dakvlak (h.o.h)	c= 3 m
elasticiteitsmodulus	E= 9000 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 4455$ cm <sup>4</sup>
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gj} = 1,08$ -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Qj} = 1,35$ -
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak	$G_{k,j} = 0,7$ kN/m <sup>2</sup>
windbelasting	$(w_e+w_i) = 0,43$ kN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,56$ kN/m <sup>2</sup>
personenbelasting (max 10m <sup>2</sup> )	$q_k = 0,00$ kN/m <sup>2</sup>



eigen gewicht	$= q_{g,rep} = c \cdot G_{k,j} / \cos \alpha =$	3,000	0,7 /	0,77	=	2,74	kN/m'	vertikaal
windbelasting	$= q_{w,rep} = c \cdot (w_e + w_i) =$	3,000	0,43		=	1,29	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot s_{n,k} =$	3,000	0,56		=	1,68	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	$= q_{vert,rep} = c \cdot q_k =$	3,000	0,00		=	0,00	kN/m'	vertikaal

eigen gewicht	$F1 = 0.5 \cdot (a1 + a2) \cdot q_{g,rep} =$	$0.5 \cdot ($	0,8	+	0,9	$) \cdot$	2,74	=	2,33	kN
eigen gewicht	$F2 = 0.5 \cdot (a2 + a3) \cdot q_{g,rep} =$	$0.5 \cdot ($	0,9	+	0,7	$) \cdot$	2,74	=	2,19	kN
eigen gewicht	$F3 = 0.5 \cdot (a3 + a3) \cdot q_{g,rep} =$	$0.5 \cdot ($	0,7	+	0,7	$) \cdot$	2,74	=	1,92	kN
wind	$F1 = 0.5 \cdot (a1 + a2) \cdot q_{wi,rep} / \cos \alpha =$	$0.5 \cdot ($	0,8	+	0,9	$) \cdot$	1,29	/	0,766	= 1,43 kN
wind	$F2 = 0.5 \cdot (a2 + a3) \cdot q_{wi,rep} =$	$0.5 \cdot ($	0,9	+	0,7	$) \cdot$	1,29	/	0,766	= 1,34 kN
wind	$F3 = 0.5 \cdot (a3) \cdot q_{wi,rep} =$	$0.5 \cdot ($	0,7	$) \cdot$	1,29	/	0,766	=	0,59	kN
sneeuw	$F1 = 0.5 \cdot (a1 + a2) \cdot q_{sn,r} =$	$0.5 \cdot ($	0,8	+	0,9	$) \cdot$	1,68	=	1,43	kN
sneeuw	$F2 = 0.5 \cdot (a2 + a3) \cdot q_{sn,r} =$	$0.5 \cdot ($	0,9	+	0,7	$) \cdot$	1,68	=	1,35	kN
sneeuw	$F3 = 0.5 \cdot (a3 + a3) \cdot q_{sn,r} =$	$0.5 \cdot ($	0,7	+	0,7	$) \cdot$	1,68	=	1,18	kN
personen	$F1 = 0.5 \cdot (a1 + a2) \cdot q_{pers} =$	$0.5 \cdot ($	0,8	+	0,9	$) \cdot$	0,00	=	0,00	kN
personen	$F2 = 0.5 \cdot (a2 + a3) \cdot q_{pers} =$	$0.5 \cdot ($	0,9	+	0,7	$) \cdot$	0,00	=	0,00	kN
personen	$F3 = 0.5 \cdot (a3 + a3) \cdot q_{pers} =$	$0.5 \cdot ($	0,7	+	0,7	$) \cdot$	0,00	=	0,00	kN

**Dit is een DEMO**

**Niet voor commercieel gebruik**

Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H zadeldak F-last EC\_NL

Versie : 2.4.4 ; NDP : NL

printdatum : 26-06-2011

representatieve waarde per spantbeen / spoor

belastinggeval	e.g	wind	sneeuw	pers	
F1	= 2,33	1,43	1,43	0,00	kN
F2	= 2,19	1,34	1,35	0,00	kN
F3	= 1,92	0,59	1,18	0,00	kN
V <sub>1</sub>	= 5,48	2,57	3,36	0,00	kN
H <sub>1</sub>	= 3,92	0,98	2,40	0,00	kN
N <sub>F1</sub>	= 6,53	2,40	4,00	0,00	kN
N <sub>mid1-2</sub>	= 5,03	2,40	3,09	0,00	kN
N <sub>F2</sub>	= 5,03	2,40	3,09	0,00	kN
M <sub>F1</sub>	= 1,75	1,40	1,08	0,00	kNm
M <sub>mid1-2</sub>	= 1,70	1,36	1,04	0,00	kNm
M <sub>F2</sub>	= 1,63	1,30	1,00	0,00	kNm
u <sub>mid1-2</sub>	= 4,5	3,6	2,8	0,0	mm

uiterste grenstoestand formule 6.10.b

combinatie	e.g.	+ wind	+ e.g.	+ sneeuw	+ e.g.	+ pers
V <sub>1</sub>	= 9,40	10,47	5,93			
H <sub>1</sub>	= 5,56	7,49	4,24			
N <sub>F1</sub>	= 10,30	12,46	7,06			
N <sub>mid</sub>	= 8,68	9,60	5,44			
N <sub>F2</sub>	= 8,68	9,60	5,44			
M <sub>F1</sub>	= 3,79	3,35	1,90			
M <sub>mid</sub>	= 3,67	3,25	1,84			
M <sub>F2</sub>	= 3,52	3,11	1,76			

**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand**

test

vervorming tgv kruip:	$u_{kruip} = k_{def} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) =$	0,60	(	4,5	+	0,00	3,6	)	=	2,7	mm
belastingcombinatie	veld	u <sub>on</sub>	u <sub>elastisch</sub>	u <sub>kruip</sub>	u <sub>eind</sub>	u <sub>eind,toe</sub>	u.c.	u <sub>bij</sub>	u <sub>bij,toe</sub>	u.c.	
		mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm	mm	-
eigen gewicht + wind	u <sub>1,2</sub>	4,5	3,6	2,7	10,8	12,5	0,86	6,3	12,5	0,50	
eigen gewicht + sneeuw	u <sub>1,2</sub>	4,5	2,8	2,7	10,0	12,5	0,80	5,5	12,5	0,44	
eigen gewicht + personen	u <sub>1,2</sub>	4,5	0,0	2,7	7,2	12,5	0,58	2,7	12,5	0,22	

**toetsing uiterste grenstoestand**

test

veld 1-2 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35  $\left( \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{krit} f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} < 0$

midden van de ligger	N <sub>c,Ed</sub>	M <sub>y,Ed</sub>	A	W <sub>y</sub>	σ <sub>c,0,d</sub>	f <sub>c,0,d</sub>	k <sub>krit</sub>	σ <sub>m,y,d</sub>	f <sub>m,y,d</sub>	k <sub>c,z</sub>	UC
	kN	kNm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-
eigen gewicht + wind	8,68	3,67	139,2	454,6	0,62	12,46	1,00	8,08	12,46	0,13	0,80
eigen gewicht + sneeuw	9,60	3,25	139,2	454,6	0,69	12,46	1,00	7,14	12,46	0,13	0,75
eigen gewicht + personen	5,44	1,84	139,2	454,6	0,39	12,46	1,00	4,04	12,46	0,13	0,35
onder puntlast F2	N <sub>c,Ed</sub>	M <sub>y,Ed</sub>	A	W <sub>y</sub>	σ <sub>c,0,d</sub>	f <sub>c,0,d</sub>	k <sub>krit</sub>	σ <sub>m,y,d</sub>	f <sub>m,y,d</sub>	k <sub>c,z</sub>	UC
	kN	kNm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-
eigen gewicht + wind	8,68	3,52	139,2	454,6	0,62	12,46	1,00	7,75	12,46	0,13	0,77
eigen gewicht + sneeuw	9,60	3,11	139,2	454,6	0,69	12,46	1,00	6,85	12,46	0,13	0,73
eigen gewicht + personen	5,44	1,76	139,2	454,6	0,39	12,46	1,00	3,88	12,46	0,13	0,34

**opmerking**



met puntlasten belast zadeldak met stijl , balkafmeting houten spant : **71 mm x 171 mm**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**  
ontwerplevensduur klasse = **3**  
gevolgklasse = **CC1**  
correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89**

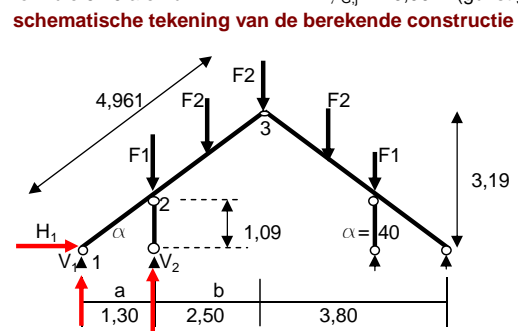
ontwerplevensduur = **50** jaar  
toepassing gebouwen en andere gewone constructies

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie H: daken  
(gewichtsberkening)  $\psi_0 =$  **0** -  
(elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  **0** -  
(kruip)  $\psi_2 =$  **0** -

**belastingfactoren**  
formule 6.10.a  $\gamma_{Gj} =$  **1,22** -  
(niet maatgevend)  $\gamma_{Q,1} =$  **1,35** -  
 $\gamma_{Q,i} =$  **1,35** -  
formule 6.10.b  $\xi \gamma_{Gj} =$  **1,08** -  
(maatgevend)  $\gamma_{Q,1} =$  **1,35** -  
 $\gamma_{Q,i} =$  **1,35** -  
formule 6.10.a en b  $\gamma_{Gj} =$  **0,90** (gunstig)

dakvorm **zadeldak**  
dakhelling  $\alpha =$  **40** graden  
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja** -  
**eigen gewicht**  
eigen gewicht per m<sup>2</sup> dakvlak (schuin)  $G_{k,j} =$  **0,7** kN/m<sup>2</sup>  
**windbelasting**  
windgebied = **III** -  
soort terrein **bebouwd III** -  
hoogte onderdeel boven maaiveld  $z =$  **9** m  
totale gebouwbreedte;loodrecht op wind  $br =$  **8,7** m  
totale gebouwhoogte  $ho =$  **7,5** m  
totale gebouwdiepte;in windrichting  $d =$  **7,5** m



$L_{\text{schuin}} = 3,800 / \cos \alpha = 4,961$  m  
toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \*  $L_{\text{schuin}}$   
 $u_{\text{eind}} < 4961 / 250 = 19,8$  mm  
toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** \*  $L_{\text{schuin}}$   
 $u_{\text{bij}} < 4961 / 250 = 19,8$  mm

**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**

maat a (spantvoet-stijl horizontaal)  $a =$  **1,3** m  
maat b (stijl-nok horizontaal)  $b =$  **2,5** m  
te dragen m<sup>2</sup>dakvlak (h.o.h.spanten)  $c =$  **3** m

**gereduceerde doorsnede boven stijl**

$W_{y,\text{red}} = 1,00 * 1/6 * b h_{\text{red}}^2$   
 $h_{\text{red}} = 171 - 0 = 171$  mm  
 $W_{y,\text{red}} = 1,00 * 1/6 * 71 * 171^2 = 346 * 10^3 \text{ mm}^3$   
balk- en belastingtype **2 steunpunten + F-last**  
aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
wijze van steunen **ongesteund**  
aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

keepdiepte bij stijl (knoop 2)  $d =$  **0** mm  
ongesteunde staaf lengte in z-richting  $l_z =$  **3264** mm

**materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen**

materiaal **gezaagd hout**  
soort doorsnede **rechthoekig**  
houtbreedte  $b =$  **71** mm.  
houthoogte  $h =$  **171** mm  
klimaatklasse = **1**  
belastingduurklasse comb. veranderlijk = **kort**  
factor voor volume-effect  $s =$  **0,12** bij LVL  
 $\sigma_{m,\text{crit}}$  berekenen met formule **6.31**

materiaalfactor sterkte  $\gamma_M =$  **1,30** -  
hoogtefactor treksterkte;breedte  $k_h =$  **1,16** -  
hoogtefactor buigsterkte;hoogte  $k_h =$  **1,00** -  
modificatiefactor sterkte  $k_{\text{mod}} =$  **0,90** kort  
modificatiefactor treksterkte  $k_{\text{mod}} =$  **0,80** kort  
modificatiefactor vervorming  $k_{\text{def}} =$  **0,60** -

unity-checks	uiterste grenstoestand	knp 2	0,47	veld	0,99	bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{\text{eind}}$	0,50	$u_{\text{bij}}$	0,27
--------------	------------------------	-------	------	------	------	-----------------------------	-------------------	------	------------------	------

**berekening karakteristieke belastingen in kN/m<sup>2</sup>**

windbelasting loodrecht op dakvlak  $w_e + w_s = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$  = ( **0,57** + **0,30** ) **0,49** = **0,43** kN/m<sup>2</sup>  
sneeuwbelasting in grondvlak  $s_n = \mu_{t1} * C_e * C_t * s_k * f$  = **0,53** **1,00** **1,00** **0,70** **1,00** = **0,37** kN/m<sup>2</sup>  
personenbelasting grondvlak  $p_{\text{rep}} = (4,0 - 0,2 \alpha)$  met  $15 < \alpha < 20$  = ( **4,00** - **0,20** **20,0** ) = **0,00** kN/m<sup>2</sup>

**Dit is een DEMO**

Niet voor commercieel gebruik  
Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H zadeldak met knieschot F-last EC\_NL  
Versie : 2.4.4 ; NDP : NL  
printdatum : 26-06-2011

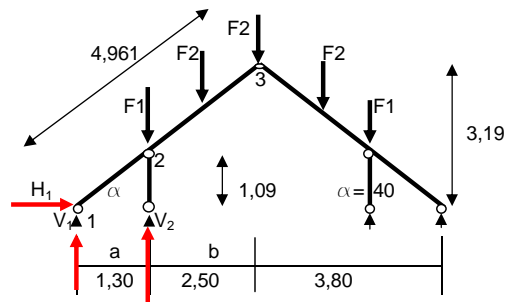
**algemene formule sterkte materiaalgroottheid**

	$f_{x;d}$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	<b>kort</b>
buigsterkte	$f_{m;k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>		1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;0;k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>			0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;90;k}$ 2,2 N/mm <sup>2</sup>			0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm <sup>2</sup>
schuifsterkte	$f_{v;k}$ 3,4 N/mm <sup>2</sup>			0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$ 9000 N/mm <sup>2</sup>			1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm <sup>2</sup>
volumieke massa	$\rho_k$ 320 kg/m <sup>3</sup>			0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 1 * \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$171^3$		= 2958 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	171	$71^3$		= 510 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$171^2$		= 346 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	171	$71^2$		= 144 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 * bh$	=	1		71	171		= 121 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{\quad}$	(	2958	/	121	) = 49,4 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{\quad}$	(	510	/	121	) = 20,5 mm

**mechanicaberekening**

test

dakhelling	$\alpha = 40$ graden
maat a (spantvoet-stijl horizontaal)	a = 1,3 m
maat b (stijl-nok horizontaal)	b = 2,5 m
h.o.h. spanten / sporen	c = 3 m
elasticiteitsmodulus	E = 9000 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 2958$ cm <sup>4</sup>
keepdiepte bij stijl (knoop 2)	= 0 mm
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gj} = 1,08$ -
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Qj} = 1,35$ -
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak	$G_{k,j} = 0,7$ kN/m <sup>2</sup>
windbelasting	$(w_e + w_i) = 0,43$ kN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,37$ kN/m <sup>2</sup>
personenbelasting (max 10m <sup>2</sup> )	$q_k = 0,00$ kN/m <sup>2</sup>



eigen gewicht	= $q_{g,rep} = c * G_{k,j} / \cos \alpha =$	3,000	0,7 /	0,77	=	2,74	kN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c * (w_e + w_i) =$	3,000	0,4286		=	1,29	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c * s_{n,k} =$	3,000	0,3737		=	1,12	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c * q_k =$	2,632	0,00		=	0,00	kN/m'	vertikaal

eigen gewicht	$F1 = 0.5 * (a + 0.5b) * q_{g,r}$	=	$0.5 * (1,3 + 0.5 * 2,5) * 2,74$	=	3,50	kN
eigen gewicht	$F2 = b/2 * q_{g,rep}$	=	$2,5 / 2 * 2,74$	=	3,43	kN
wind	$F1 = 0.5 * (a + 0.5b) * q_{w,r}$	=	$0.5 * (1,3 + 0.5 * 2,5) * 1,29$	=	1,64	kN
wind	$F2 = b/2 * q_{w,rep}$	=	$2,5 / 2 * 1,29$	=	1,61	kN
sneeuw	$F1 = 0.5 * (a + 0.5b) * q_{sn,r}$	=	$0.5 * (1,3 + 0.5 * 2,5) * 1,12$	=	1,43	kN
sneeuw	$F2 = b/2 * q_{sn,rep}$	=	$2,5 / 2 * 1,12$	=	1,40	kN
personen	$F1 = 0.5 * (a + 0.5b) * q_{pers,r}$	=	$0.5 * (1,3 + 0.5 * 2,5) * 0,00$	=	0,00	kN
personen	$F2 = b/2 * q_{pers,rep}$	=	$2,5 / 2 * 0,00$	=	0,00	kN

representatieve waarde per spantbeen / spoor

belastinggeval	e.g.	wind	sneeuw	pers	
belasting	2,74	1,29	1,12	0,00	
F1 boven stijl	3,50	1,64	1,43	0,00	kN
F2 in veld en nok	3,43	1,61	1,40	0,00	kN
M <sub>2</sub>	= 1,06	0,65	0,43	0,00	kNm
M <sub>2-3</sub>	= 1,61	0,99	0,66	0,00	kNm
V <sub>2</sub>	= 6,44	3,95	2,64	0,00	kN
V <sub>1</sub>	= 2,19	-0,84	0,90	0,00	kN
H <sub>1</sub>	= 3,58	-0,41	1,46	0,00	kN
"V <sub>3</sub> "	= 3,00	1,41	1,23	0,00	kN
H <sub>3</sub>	= 3,58	2,19	1,46	0,00	kN
N <sub>2</sub>	= 6,05	1,68	2,47	0,00	kN
N <sub>2-3</sub>	= 6,05	1,68	2,47	0,00	kN
U <sub>veld 2-3</sub>	= 4,5	2,8	1,8	0,0	mm

uiterste grenstoestand formule 6.10.b

combinatie	e.g. +	e.g. +	e.g. +	
	wind	sneeuw	pers	
M <sub>2</sub>	= 2,02	1,73	1,14	kNm
M <sub>2-3</sub>	= 3,08	2,64	1,74	kNm
V <sub>2</sub>	= 12,29	10,53	6,97	kN
V <sub>1</sub>	= 1,23	3,58	2,37	kN
H <sub>1</sub>	= 3,32	5,85	3,87	kN
"V <sub>3</sub> "	= 5,15	4,91	3,25	kN
H <sub>3</sub>	= 6,83	5,85	3,87	kN
N <sub>2</sub>	= 8,81	9,88	6,54	kN
N <sub>2-3</sub>	= 8,81	9,88	6,54	kN



**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand** test

vervorming tgV kruip:  $u_{\text{kruip}} = k_{\text{def}} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60 ( 4,5 + 0,00 2,8 ) = 2,7 \text{ mm}$

belastingcombinatie	veld	$u_{\text{on}}$ mm	$u_{\text{elastisch}}$ mm	$u_{\text{kruip}}$ mm	$u_{\text{eind}}$ mm	$u_{\text{eind,toe}}$ mm	u.c. -	$u_{\text{bij}}$ mm	$u_{\text{bij,toe}}$ mm	u.c. -
eigen gewicht + wind	$u_{2,3}$	4,5	2,8	2,7	9,9	19,8	0,50	5,5	19,8	0,27
eigen gewicht + sneeuw	$u_{2,3}$	4,5	1,8	2,7	9,0	19,8	0,46	4,5	19,8	0,23
eigen gewicht + personen	$u_{2,3}$	4,5	0,0	2,7	7,2	19,8	0,36	2,7	19,8	0,14

**toetsing uiterste grenstoestand** test

knoop 2 art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning 6,19  $UC = \frac{(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}})^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}}}{(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}})^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}}} < 0$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm <sup>2</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$\sigma_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	UC
eigen gewicht + wind	8,81	2,02	121,4	346,0	0,73	12,46	5,83	12,46	0,47
eigen gewicht + sneeuw	9,88	1,73	121,4	346,0	0,81	12,46	4,99	12,46	0,40
eigen gewicht + personen	6,54	1,14	121,4	346,0	0,54	12,46	3,30	12,46	0,27

veld 2-3 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35  $UC = \frac{(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{krit}} f_{m,y,d}})^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}}}{(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{krit}} f_{m,y,d}})^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}}} < 0$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm <sup>2</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$\sigma_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$k_{\text{krit}}$ -	$\sigma_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$k_{c,z}$ -	UC
eigen gewicht + wind	8,81	3,08	121,4	346,0	0,73	12,46	1,00	8,90	12,46	0,12	0,99
eigen gewicht + sneeuw	9,88	2,64	121,4	346,0	0,81	12,46	1,00	7,62	12,46	0,12	0,91
eigen gewicht + personen	6,54	1,74	121,4	346,0	0,54	12,46	1,00	5,04	12,46	0,12	0,52

**opmerking**

**zadeldak met knieschot en q-belasting , houten spant met balkafmeting : 71 mm x 221 mm**

werk **woning te Huissen**  
werknummer **12345**  
onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm	= eurocode nieuwbouw	ontwerplevensduur	= 50 jaar
ontwerplevensduur klasse	= 3	toepassing	gebouwen en andere gewone constructies
gevolgklasse	= CC1	<b>belastingfactoren</b>	
correctiefactor voor formule 6.10.b	$\xi = 0,89$	formule 6.10.a	$\gamma_{Gj} = 1,22$ -
<b>de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage</b>		(niet maatgevend)	$\gamma_{Q;1} = 1,35$ -
gebouwcategorie	H: daken		$\gamma_{Q;i} = 1,35$ -
(gewichtsberekening)	$\psi_0 = 0$ -	formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gj} = 1,08$ -
(elastische doorbuiging)	$\psi_1 = 0$ -	(maatgevend)	$\gamma_{Q;1} = 1,35$ -
(kruip)	$\psi_2 = 0$ -		$\gamma_{Q;i} = 1,35$ -
		formule 6.10.a en b	$\gamma_{Gj} = 0,90$ (gunstig)

dakvorm	<b>zadeldak</b>
dakhelling	$\alpha = 40$ graden
kan de sneeuw onbelemmerd afglijden	: <b>ja</b> -
<b>eigen gewicht</b>	
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak (schuin)	$G_{k,j} = 0,7$ kN/m <sup>2</sup>
<b>windbelasting</b>	
windgebied	= III -
soort terrein	<b>bebouwd III</b> -
hoogte onderdeel boven maaiveld	z = 9 m
totale gebouwbreedte;loodrecht op wind	br = 8,7 m
totale gebouwhoogte	ho = 7,5 m
totale gebouwdiepte;in windrichting	d = 7,5 m
<b>puntlast</b>	
grootte van de puntlast	F = 2 kN
zijde oppervlak waarop puntlast werkt	= 0,05 m
dikte beplanking	t = 18 mm
elasticiteitsmodulus beplanking	$E_{o,mean,k} = 5000$ N/mm <sup>2</sup>
<b>specifieke spantvorm-afhankelijke invoer</b>	
maat a (spantvoet-stijl horizontaal)	a = 1,3 m
maat b (stijl-nok horizontaal)	b = 2,8 m
te dragen m' dakvlak (h.o.h.spanten)	c = 3 m
keepdiepte bij stijl (knoop 2)	d = 0 mm
ongesteunde staallengte in z-richting	$l_z = 3655$ mm

**schematische tekening van de berekende constructie**

$L_{\text{schuin}} = 4,100 / \cos \alpha = 5,352$ m	
toelaatbare einddoorbuiging	1: <b>250</b> * $L_{\text{schuin}}$
$u_{\text{eind}} < 5352 / 250 = 21,4$ mm	
toelaatbare bijkomende doorbuiging	1: <b>250</b> * $L_{\text{schuin}}$
$u_{\text{bij}} < 5352 / 250 = 21,4$ mm	
<b>gereduceerde doorsnede boven stijl</b>	
$W_{y,\text{red}} = 1,00 * \frac{1}{6} b h_{\text{red}}^2$	
$h_{\text{red}} = 221 - 0 = 221$ mm	
$W_{y,\text{red}} = 1,00 * \frac{1}{6} * 71 * 221^2 = 578 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$	
balk- en belastingtype	2 steunpunten + q-last
aangrijpingspunt belasting	<b>aan drukzijde</b>
wijze van steunen	<b>ongesteund</b>
aangrijpingspunt van steunen	<b>aan drukzijde</b>

**materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen**

materiaal	<b>gezaagd hout</b>	materiaalfactor sterkte	$\gamma_M = 1,30$ -
soort doorsnede	<b>rechthoekig</b>	hoogtefactor treksterkte;breedte	$k_h = 1,16$ -
houtbreedte	b = 71 mm.	hoogtefactor buigsterkte;hoogte	$k_h = 1,00$ -
houthoogte	h = 221 mm	modificatiefactor sterkte	$k_{\text{mod}} = 0,90$ kort
klimaatklasse	= 1	modificatiefactor treksterkte	$k_{\text{mod}} = 0,80$ kort
belastingduurklasse comb. veranderlijk	= kort	modificatiefactor vervorming	$k_{\text{def}} = 0,60$ -
factor voor volume-effect	s = 0,12 bij LVL		
$\sigma_{m,\text{crit}}$ berekenen met formule	<b>6.32</b>		

unity-checks	uiterste grenstoestand	knp 2	0,61	veld	0,77	bruikbaarheidsgrenstoestand	$u_{\text{eind}}$	0,40	$u_{\text{bij}}$	0,23
--------------	------------------------	-------	------	------	------	-----------------------------	-------------------	------	------------------	------

**berekening karakteristieke belastingen in kN/m<sup>2</sup>**

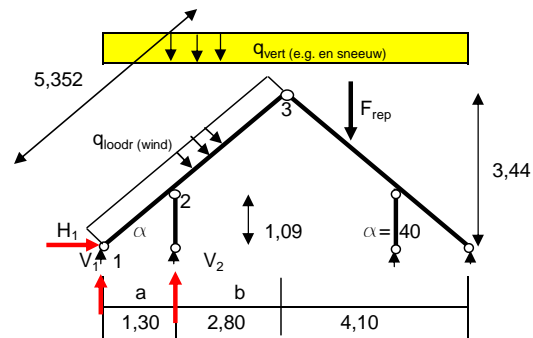
windbelasting loodrecht op dakvlak	$w_e + w_f = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$	= ( 0,57 + 0,30 )	0,49	= 0,43 kN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting in grondvlak	$s_n = \mu_{t1} * C_e * C_t * s_k * f$	= 0,53 1,00 1,00 0,70 1,00		= 0,37 kN/m <sup>2</sup>
personenbelasting grondvlak	$p_{\text{rep}} = (4,0 - 0,2 \alpha)$ met $15 < \alpha < 20$	= ( 4,00 - 0,20 20,0 )		= 0,00 kN/m <sup>2</sup>
puntlast (spreiding)	$l = 0,018^3 / 12 = 5E-07$ m <sup>4</sup>	= 48,6 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>	EI = 49 5E-07 10 <sup>6</sup>	= 2430 kNm <sup>2</sup>
$\psi_r = > 0,33$ en $\leq 1,0$	$\psi_r = 0,37 + 0,8$	3,000 - 2430 / 50000		= 1,000 -
opgelegde belasting	$F_k = 1,000 * 2,00$			= 2,00 kN

algemene formule	sterkte	materiaal	groottheid	$f_{x;d}$	$k_i$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	kort
buigsterkte	$f_{m,k}$	18	N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$		1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c,0,k}$	18	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0;d}$			0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c,90,k}$	2,2	N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90;d}$			0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm <sup>2</sup>
schuifsterkte	$f_{v,k}$	3,4	N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$			0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean;k}$	9000	N/mm <sup>2</sup>	$E_{0,mean;d}$			1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm <sup>2</sup>
volumieke massa	$\rho_k$	320	kg/m <sup>3</sup>	$E_{0,u;d}$			0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 1$	$\cdot \frac{1}{12} bh^3$			=	1	$\frac{1}{12}$	71	$221^3$		= 6386 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1$	$\cdot \frac{1}{12} hb^3$			=	1	$\frac{1}{12}$	221	$71^3$		= 659 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1$	$\cdot \frac{1}{6} bh^2$			=	1	$\frac{1}{6}$	71	$221^2$		= 578 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1$	$\cdot \frac{1}{6} hb^2$			=	1	$\frac{1}{6}$	221	$71^2$		= 186 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1$	$\cdot bh$			=	1		71	221		= 157 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{(I_y / A)}$				=	$\sqrt{}$	(	6386	/	157	) = 63,8 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{(I_z / A)}$				=	$\sqrt{}$	(	659	/	157	) = 20,5 mm

### mechanicaberekening

test

dakhelling	$\alpha = 40$	graden
maat a (spantvoet-stijl horizontaal)	a = 1	m
maat b (stijl-nok horizontaal)	b = 2,8	m
te dragen m'dakvlak (h.o.h.spanten)	c = 3	m
elasticiteitsmodulus	E = 9000	N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 6386$	cm <sup>4</sup>
keepdiepte bij stijl (knoop 2)	= 0	mm
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gij} = 1,08$	-
(formule 6.10.a is niet maatgevend)	$\gamma_{Qij} = 1,35$	-
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak (schuin)	$G_{k,j} = 0,70$	kN/m <sup>2</sup>
windbelasting	$(w_e + w_i) = 0,43$	kN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,37$	kN/m <sup>2</sup>
personenbelasting (max 10m <sup>2</sup> )	$q_k = 0,00$	kN/m <sup>2</sup>
puntlast F in veld 2-3	F = 2,0	kN
lengte/breedte lastvlak	= 0,05	m
dikte beplanking	t = 18,0	mm
stijfheid beplanking / beschot	$E_{0,ser,rep} = 5000$	N/mm <sup>2</sup>



### berekening belastingen ( van personen of sneeuw wordt alleen de maatgevende waarde berekend)

eigen gewicht	= $q_{g,rep} = c \cdot G_{k,j} / \cos \alpha =$	3,000	0,7 /	0,77	=	2,74	kN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c \cdot (w_e + w_i) =$	3,000	0,43		=	1,29	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c \cdot s_{n,k} =$	3,000	0,37		=	1,12	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c \cdot q_k =$	2,439	0,00		=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	= $\psi_r =$	0,37	+ 0,8 c -	$E_{0,ser,rep} \cdot I / 50000$	=	1,00	-	
gereduceerde puntlast	= $F_{rep} = \psi_r \cdot F =$	1,00	2,00		=	2,00	kN	vertikaal

### resultaten

representatieve waarde per spantbeen / spoor						uiterste grenstoestand formule 6.10.b				
belastinggeval	e.g.	wind	sneeuw	pers	F-last	combinatie	e.g. +	e.g. +	e.g. +	e.g. +
belasting	2,74	1,29	1,12	0,00	2,00		wind	sneeuw	pers	F-last
$M_2$	= 2,02	1,61	0,83	0,00	0,72	$M_2$	= 4,36	3,30	2,18	3,15
$M_{2-3}$	= 1,77	1,42	0,72	0,00	1,04	$M_{2-3}$	= 3,83	2,89	1,92	3,32
$V_2$	= 7,89	6,31	3,23	0,00	1,81	$V_2$	= 17,05	12,89	8,54	10,98
$V_1$	= 3,35	-1,04	1,37	0,00	0,19	$V_1$	= 2,22	5,47	3,62	3,88
$H_1$	= 3,71	-1,45	1,52	0,00	0,89	$H_1$	= 2,05	6,07	4,02	5,21
" $V_3$ "	= 3,12	1,91	1,27	0,00	0,00	" $V_3$ "	= 5,95	5,09	3,37	3,37
$H_3$	= 3,71	2,97	1,52	0,00	0,89	$H_3$	= 8,03	6,07	4,02	5,21
$N_2$	= 7,78	2,27	3,18	0,00	1,96	$N_2$	= 11,48	12,71	8,41	11,06
$N_{2-3}$	= 5,31	2,27	2,17	0,00	1,96	$N_{2-3}$	= 8,82	8,68	5,74	8,40
$u_{veld\ 2-3}$	= 3,6	2,9	1,5	0,0	1,7					



**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand** test

vervorming tgV kruip:  $u_{\text{kruip}} = k_{\text{def}} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) = 0,60$  ( 3,6 + 0,00 1,7 ) = 2,1 mm

belastingcombinatie	veld	$u_{\text{on}}$ mm	$u_{\text{elastisch}}$ mm	$u_{\text{kruip}}$ mm	$u_{\text{eind}}$ mm	$u_{\text{eind,toe}}$ mm	u.c. -	$u_{\text{bij}}$ mm	$u_{\text{bij,toe}}$ mm	u.c. -
eigen gewicht + wind	$u_{2,3}$	3,6	2,9	2,1	8,6	21,4	0,40	5,0	21,4	0,23
eigen gewicht + sneeuw	$u_{2,3}$	3,6	1,5	2,1	7,2	21,4	0,34	3,6	21,4	0,17
eigen gewicht + personen	$u_{2,3}$	3,6	0,0	2,1	5,7	21,4	0,27	2,1	21,4	0,10
eigen gewicht + puntlast	$u_{2,3}$	3,6	1,7	2,1	7,4	21,4	0,35	3,8	21,4	0,18

**toetsing uiterste grenstoestand** test

knoop 2 art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning 6,19  $UC = \left( \frac{\sigma_{c,0;d}}{f_{c,0;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y;d}}{f_{m,y;d}} < 0$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm <sup>2</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$\sigma_{c,0;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{m,y;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y;d}$ N/mm <sup>2</sup>	UC -
eigen gewicht + wind	11,48	4,36	156,9	578,0	0,73	12,46	7,54	12,46	0,61
eigen gewicht + sneeuw	12,71	3,30	156,9	578,0	0,81	12,46	5,70	12,46	0,46
eigen gewicht + personen	8,41	2,18	156,9	578,0	0,54	12,46	3,78	12,46	0,30
eigen gewicht + puntlast	11,06	3,15	156,9	578,0	0,71	12,46	5,45	12,46	0,44

veld 2-3 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35  $UC = \left( \frac{\sigma_{m,y;d}}{k_{\text{krit}} f_{m,y;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0;d}}{k_{c,z} f_{c,0;d}} < 0$

	$N_{c,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	A cm <sup>2</sup>	$W_y$ cm <sup>3</sup>	$\sigma_{c,0;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$k_{\text{krit}}$ -	$\sigma_{m,y;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y;d}$ N/mm <sup>2</sup>	$k_{c,z}$ -	UC -
eigen gewicht + wind	8,82	3,83	156,9	578,0	0,56	12,46	0,97	6,62	12,46	0,10	0,77
eigen gewicht + sneeuw	8,68	2,89	156,9	578,0	0,55	12,46	0,97	5,01	12,46	0,10	0,63
eigen gewicht + personen	5,74	1,92	156,9	578,0	0,37	12,46	0,97	3,32	12,46	0,10	0,38
eigen gewicht + puntlast	8,40	3,32	156,9	578,0	0,54	12,46	0,97	5,75	12,46	0,10	0,67

**opmerking**





**zadeldak , balkafmeting houten spant :**

**71 mm x 196 mm**

werk **woning te Huissen**  
 werknummer **12345**  
 onderdeel **test**

sterkteklasse : **naaldhout C18**

toegepaste norm = **eurocode nieuwbouw**  
 ontwerp levensduur klasse = **3**  
 gevolgklasse = **CC1**  
 correctiefactor voor formule 6.10.b  $\xi =$  **0,89**

ontwerp levensduur = **50** jaar  
 toepassing gebouwen en andere gewone constructies

**de waarde van ksi volgt uit de Nationale Bijlage**

gebouwcategorie H: daken  
 (gewichtsberkening)  $\psi_0 =$  0 -  
 (elastische doorbuiging)  $\psi_1 =$  0 -  
 (kruip)  $\psi_2 =$  0 -

formule 6.10.a  $\gamma_{G,j} =$  1,22 -  
 $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 formule 6.10.b  $\xi \gamma_{G,j} =$  1,08 -  
 $\gamma_{Q,1} =$  1,35 -  
 $\gamma_{Q,i} =$  1,35 -  
 formule 6.10.a en b  $\gamma_{G,j} =$  0,90 (gunstig)

dakvorm **zadeldak**  
 dakhelling  $\alpha =$  **40** graden  
 kan de sneeuw onbelemmerd afglijden : **ja** -

**eigen gewicht**  
 eigen gewicht per m<sup>2</sup> dakvlak (schuin)  $G_{k,j} =$  **0,7** kN/m<sup>2</sup>

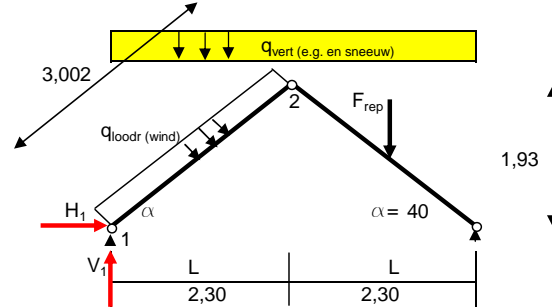
**windbelasting**  
 windgebied = **III** -  
 soort terrein **bebouwd III** -  
 hoogte onderdeel boven maaiveld  $z =$  **9** m  
 totale breedte; loodrecht op wind  $br =$  **8,7** m  
 totale gebouwhoogte  $ho =$  **7,5** m  
 totale gebouwdiepte; in windrichting  $d =$  **7,5** m

**puntlast**  
 grootte van de puntlast  $F =$  **2** kN  
 zijde oppervlak waarop puntlast werkt = **0,05** m  
 dikte beplanking  $t =$  **18** mm  
 elasticiteitsmodulus beplanking  $E_{o,mean,k} =$  **5000** N/mm<sup>2</sup>

**specifieke spantvorm-afhankelijke invoer**  
 maat L (halve overspanning)  $L =$  **2,3** m  
 te dragen m<sup>2</sup> dakvlak (h.o.h.spanten)  $c =$  **3** m

ongesteunde staaf lengte in z-richting  $l_z =$  **3002** mm

**schematische tekening van de berekende constructie**



$L_{schuin} =$  2,300 /  $\cos \alpha =$  3,002 m  
 toelaatbare einddoorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $U_{eind} <$  3002 / 250 = 12,0 mm  
 toelaatbare bijkomende doorbuiging 1: **250** \*  $L_{schuin}$   
 $U_{bij} <$  3002 / 250 = 12,0 mm

**gereduceerde doorsnede boven stijl**  
 $W_{y,red} =$  1,00 \*  $\frac{1}{6} b h_{red}^2$   
 $h_{red} =$  196 - 0 = 196 mm  
 $W_{y,red} =$  1,00 \*  $\frac{1}{6} 71 196^2 =$  455 10<sup>3</sup> mm<sup>3</sup>  
 balk- en belastingtype 2 steunpunten + q-last  
 aangrijpingspunt belasting **aan drukzijde**  
 wijze van steunen **ongesteund**  
 aangrijpingspunt van steunen **aan drukzijde**

**materiaalgegevens, balkafmeting, diverse factoren en belastingen**

materiaal **gezaagd hout**  
 soort doorsnede **rechthoekig**  
 houtbreedte  $b =$  **71** mm.  
 houthoogte  $h =$  **196** mm  
 klimaatklasse = **1**  
 belastingduurklasse comb. veranderlijk = **kort**  
 factor voor volume-effect  $s =$  **0,12** bij LVL  
 $\sigma_{m,crit}$  berekenen met formule **6.32**

materiaalfactor sterkte  $\gamma_M =$  1,30 -  
 hoogtefactor treksterkte; breedte  $k_h =$  1,16 -  
 hoogtefactor buigsterkte; hoogte  $k_h =$  1,00 -  
 modificatiefactor sterkte  $k_{mod} =$  0,90 kort  
 modificatiefactor treksterkte  $k_{mod} =$  0,80 kort  
 modificatiefactor vervorming  $k_{def} =$  0,60 -

unity-checks	uiterste grenstoestand	veld	0,69	veld	0,82	bruikbaarheidsgrenstoestand	$U_{eind}$	0,85	$U_{bij}$	0,49
--------------	------------------------	------	------	------	------	-----------------------------	------------	------	-----------	------

**berekening karakteristieke belastingen in kN/m<sup>2</sup>**

windbelasting loodrecht op dakvlak  $w_e + w_f = (C_{pe} + C_{pi}) * q_{p(z)}$  = ( 0,57 + 0,30 ) 0,49 = 0,43 kN/m<sup>2</sup>  
 sneeuwbelasting in grondvlak  $s_n = \mu_{s1} * C_e * C_t * s_k * f$  = 0,53 1,00 1,00 0,70 1,00 = 0,37 kN/m<sup>2</sup>  
 personenbelasting grondvlak  $p_{rep} = (4,0 - 0,2 \alpha)$  met  $15 < \alpha < 20$  = ( 4,00 - 0,20 20,0 ) = 0,00 kN/m<sup>2</sup>  
 puntlast (spreiding)  $I = 0,018^3 / 12 = 5E-07$  m<sup>4</sup> = 48,6 10<sup>4</sup> mm<sup>4</sup>  $EI =$  49 5E-07 10<sup>6</sup> = 2430 kNm<sup>2</sup>  
 $\psi_i = > 0,33$  en  $\leq 1,0$   $\psi_i =$  0,37 + 0,8 3,000 - 2430 / 50000 = 1,000 -  
 opgelegde belasting  $F_k =$  1,000 \* 2,00 = 2,00 kN

**Dit is een DEMO**

Niet voor commercieel gebruik  
Gebruikslicentie DEMO-versie tot 3-6-2012



H zadeldak q-last EC\_NL  
Versie : 2.4.4 ; NDP : NL  
printdatum : 26-06-2011

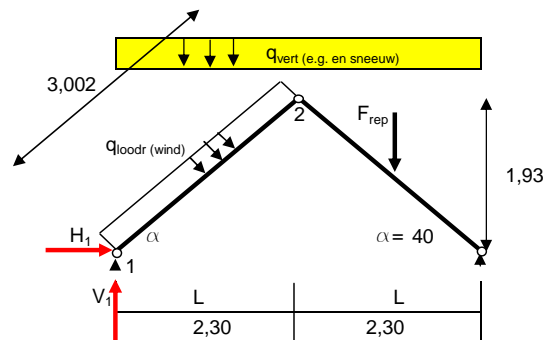
**algemene formule sterkte materiaalgroottheid**

	$f_{x;d}$	$k_1$	$k_h$	$k_{mod}$	$f_{x;rep}$	/	$\gamma_M$	<b>kort</b>
buigsterkte	$f_{m;k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m;d}$	1,00	0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;0;k}$ 18 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;0;d}$		0,90	18	/	1,30	= 12,46 N/mm <sup>2</sup>
druksterkte	$f_{c;90;k}$ 2,2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c;90;d}$		0,90	2,2	/	1,30	= 1,52 N/mm <sup>2</sup>
schuifsterkte	$f_{v;k}$ 3,4 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v;d}$		0,90	3,4	/	1,30	= 2,35 N/mm <sup>2</sup>
elasticiteitsmodulus	$E_{0;mean;k}$ 9000 N/mm <sup>2</sup>	$E_{0;mean;d}$		1,00	9000	/	1,00	= 9000 N/mm <sup>2</sup>
volumieke massa	$\rho_k$ 320 kg/m <sup>3</sup>	$E_{0;u;d}$		0,90	9000	/	1,30	= 6231 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 1 * \frac{1}{12} bh^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	71	$196^3$		= 4455 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
traagheidsmoment	$I_z = 1 * \frac{1}{12} hb^3$	=	1	$\frac{1}{12}$	196	$71^3$		= 585 10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup>
weerstandsmoment	$W_y = 1 * \frac{1}{6} bh^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	71	$196^2$		= 455 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
weerstandsmoment	$W_z = 1 * \frac{1}{6} hb^2$	=	1	$\frac{1}{6}$	196	$71^2$		= 165 10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup>
oppervlak	$A = 1 * bh$	=	1		71	196		= 139 10 <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>
traagheidsstraal	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	=	$\sqrt{}$	(	4455	/	139	) = 56,6 mm
traagheidsstraal	$i_z = \sqrt{I_z / A}$	=	$\sqrt{}$	(	585	/	139	) = 20,5 mm

**mechanicaberekening**

test

dakhelling	$\alpha = 40$ graden
maat L (halve overspanning)	L = 2,3 m
te dragen m' dakvlak (h.o.h)	c = 3 m
elasticiteitsmodulus	E = 9000 N/mm <sup>2</sup>
traagheidsmoment	$I_y = 4455$ cm <sup>4</sup>
belastingfactoren voor formule 6.10.b	$\xi \gamma_{Gj} = 1,08$ -
<b>(formule 6.10.a is niet maatgevend)</b>	$\gamma_{Qj} = 1,35$ -
eigen gewicht per m <sup>2</sup> dakvlak	$G_{k,j} = 0,70$ kN/m <sup>2</sup>
windbelasting	$(w_e + w_i) = 0,43$ kN/m <sup>2</sup>
sneeuwbelasting	$s_{n,k} = 0,37$ kN/m <sup>2</sup>
personenbelasting (max 10m <sup>2</sup> )	$q_k = 0,00$ kN/m <sup>2</sup>
puntlast F in veld 1-2	F = 2,00 kN
lengte/breedte lastvlak	= 0,05 m
dikte beplanking	t = 18 mm
stijfheid beplanking / beschot	$E_{0;ser,rep} = 5000$ N/mm <sup>2</sup>



eigen gewicht	= $q_{g,rep} = c * G_{k,j} / \cos \alpha =$	3,000	0,7 / 0,77	=	2,74	kN/m'	vertikaal
windbelasting	= $q_{w,rep} = c * (w_e + w_i) =$	3,000	0,4286	=	1,29	kN/m'	loodrecht
sneeuwbelasting	= $q_{vert,rep} = c * s_{n,k} =$	3,000	0,3737	=	1,12	kN/m'	vertikaal
personenbelasting	= $q_{vert,rep} = c * q_k =$	3,000	0	=	0,00	kN/m'	vertikaal
reductiefactor puntlast	= $\psi_r = 0,37 + 0,8 c - E_{0;ser,rep} * I / 50000$			=	1,00	-	
gereduceerde puntlast	= $F_{rep} = \psi_r * F =$	1,00	2	=	2,00	kN	vertikaal

representatieve waarde per spantbeen / spoor

belasting	e.g	wind	sneeuw	pers	puntlast
M <sub>1-2</sub>	= 1,81	1,45	0,74	0,00	1,15
V <sub>1</sub>	= 6,31	2,96	2,58	0,00	2,00
H <sub>1</sub>	= 3,76	0,52	1,54	0,00	1,19
H <sub>2</sub> (top)	= 3,76	3,00	1,54	0,00	1,19
N <sub>1-2</sub>	= 4,90	2,30	2,01	0,00	2,20
U <sub>1-2</sub>	= 4,2	3,4	1,7	0,0	-

uiterste grenstoestand formule 6.10.b

combinatie	e.g. + wind	e.g. + sneeuw	e.g. + pers	e.g. + F-last
M <sub>1-2</sub>	= 3,92	2,96	1,96	3,51
V <sub>1</sub>	= 10,81	10,30	6,82	9,52
H <sub>1</sub>	= 4,77	6,14	4,06	5,67
H <sub>2</sub> (top)	= 8,12	6,14	4,06	5,67
N <sub>1-2</sub>	= 8,41	8,01	5,30	8,27



**toetsing bruikbaarheidsgrenstoestand** test

vervorming tgv kruip:	$u_{\text{kruip}} = k_{\text{def}} * (G_{kj} + \psi_2 Q_{k,1}) =$	0,60	(	4,2	+	0,00	3,4	)	=	2,5	mm
belastingcombinatie	veld	$u_{\text{on}}$	$u_{\text{elastisch}}$	$u_{\text{kruip}}$	$u_{\text{eind}}$	$u_{\text{eind,toe}}$	u.c.	$u_{\text{bij}}$	$u_{\text{bij,toe}}$	u.c.	
		mm	mm	mm	mm	mm	-	mm	mm	-	
eigen gewicht + wind	$u_{1,2}$	4,2	3,4	2,5	10,2	12,0	0,85	5,9	12,0	0,49	
eigen gewicht + sneeuw	$u_{1,2}$	4,2	1,7	2,5	8,5	12,0	0,71	4,3	12,0	0,36	
eigen gewicht + personen	$u_{1,2}$	4,2	0,0	2,5	6,8	12,0	0,57	2,5	12,0	0,21	

**toetsing uiterste grenstoestand** test

veld 1-2 art. 6.2.4 gecombineerde buig- en axiale drukspanning 6,19 
$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} < 0$$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	$W_y$	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	UC
	kN	kNm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-
eigen gewicht + wind	8,41	3,92	139,2	454,6	0,60	12,46	8,61	12,46	0,69
eigen gewicht + sneeuw	8,01	2,96	139,2	454,6	0,58	12,46	6,51	12,46	0,52
eigen gewicht + personen	5,30	1,96	139,2	454,6	0,38	12,46	4,31	12,46	0,35
eigen gewicht + puntlast	8,27	3,51	139,2	454,6	0,59	12,46	7,73	12,46	0,62

veld 1-2 art. 6.3.3 liggers onderworpen aan buiging en druk 6,35 
$$\left( \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{krit}} f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} < 0$$

	$N_{c,Ed}$	$M_{y,Ed}$	A	$W_y$	$\sigma_{c,0,d}$	$f_{c,0,d}$	$k_{\text{krit}}$	$\sigma_{m,y,d}$	$f_{m,y,d}$	$k_{c,z}$	UC
	kN	kNm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-
eigen gewicht + wind	8,41	3,92	139,2	454,6	0,60	12,46	1,00	8,61	12,46	0,14	0,82
eigen gewicht + sneeuw	8,01	2,96	139,2	454,6	0,58	12,46	1,00	6,51	12,46	0,14	0,60
eigen gewicht + personen	5,30	1,96	139,2	454,6	0,38	12,46	1,00	4,31	12,46	0,14	0,34
eigen gewicht + puntlast	8,27	3,51	139,2	454,6	0,59	12,46	1,00	7,73	12,46	0,14	0,72

**opmerking**

**steenachtige constructies op druk en buiging**      **2-zijdig gesteund; dik 100 mm x 400 mm**  
**berekening volgens eurocode 6 art.6.1.2: ongewapende metselwerk wanden**      **h= 3000 mm**

werk = **Woningen te Huissen**  
werknummer = **12345**  
onderdeel = **controle penant**

**algemeen**

soort wand = **enkel blad**  
materiaal van wand of kolom = **kalkzandsteen lijm**  
gemiddelde druksterkte steen  $f_b =$  **12** N/mm<sup>2</sup>       $\updownarrow$  t  
elasticiteitsmodulus  $E =$  **700** \*  $f_k$   
perforaties in steen  $\leq$  **0** %  
soort mortel = **lijmmortel**  
gemiddelde druksterkte mortel  $f_m =$  **12,5** N/mm<sup>2</sup>  
minimale voegdikte lintvoegen:  $> = 0,5$  mm en  $\leq = 3$  mm

**geometrie**

wijze van ondersteuning v.d. wand = **2** zijdig  
aansluitende vloeren boven en onder = **houten vloer opleglengte > 2/3 t en > 85mm**  
dikte van de wand / kolom  $t =$  **100** mm  
breedte wand of kolom  $b =$  **400** mm  
vrije verdiepingshoogte  $h =$  **3000** mm      geen verstijwingswanden  
totale hoogte constructie  $h_{tot} =$  **15000** mm

**2-zijdig gesteunde wand**

**uitwendige krachten**

gevolgklasse

**CC 3**  
 $\gamma_M =$  **1,7** -  
normaalkracht aan bovenzijde  $N_{1d} =$  **125** kN  
normaalkracht in het midden  $N_{md} =$  **125** kN  
normaalkracht aan onderzijde  $N_{2d} =$  **125** kN  
moment bovenzijde tgv vert. last  $M_{1d} =$  **0** kNm  
moment in midden tgv vert. last  $M_{md} =$  **0** kNm  
moment onderzijde tgv vert. last  $M_{2d} =$  **0** kNm

excentriciteit bovenzijde tgv hor.last  $e_{he} =$  **0** mm  
excentriciteit midden tgv hor.last  $e_{hm} =$  **0** mm  
excentriciteit onderzijde tgv hor.last  $e_{he} =$  **0** mm

**bij een ingefreesde sleuf dieper dan 0,5t altijd een vrije rand rekenen**

effectieve hoogte  $h_{eff} = 3000$       effectieve dikte  $t_{eff} = 100,0$ 

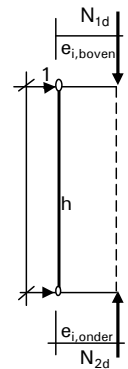
uc	boven	<b>1,13</b>	onder	<b>1,13</b>	midden	<b>4,77</b>
----	-------	-------------	-------	-------------	--------	-------------

**bepaling rekenwaarde van de druksterkte, voor materialen A, B en C geldt:  $\gamma_M = 1,7$**

2.4.3(1)  $f_d = f_k / \gamma_M = 6,6 / 1,7 = 3,9$  N/mm<sup>2</sup>

**bepaling karakteristieke druksterkte op basis van de samenstellende materialen art. 3.6.1.2**

3.1  $f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta = 1 * 0,8 * 12^{0,85} * 12,5^0 = 6,6$  N/mm<sup>2</sup>





5.3(2)	onvolkomenheden, scheefstand in radialen $v : 1 / (100 \sqrt{h_{tot}}) = 1 / (100 \sqrt{15})$	=	0,00258	rad
	maximale scheefstand in de top = $v * h_{tot} = 0,00258 * 15000$	=	39	mm
	maximale scheefstand wand of kolom = $v * h = 0,00258 * 3000$	=	8	mm
	extra horizontale belasting $H = N_{Ed} * v * h / h = v * N_{Ed} = 0,00258 * 125$	=	0,32	kN

de resulterende horizontale belasting hoort te zijn toegevoegd aan de overige belastingen

5.5.1.1(4)	initiële excentriciteit	$e_{init} = h_{ef} / 450$	=	3000 / 450	=	6,7	mm
5.5.1.1(4)	initiële excentriciteit midden	$e_{init} = h_{ef} / 450 + 0$	=	6,7 + 0	=	6,7	mm
	slankheid wand / penant	$\lambda_h = h_{ef} / t_{ef}$	=	3000 / 100,0	=	30,0	-
	slankheid art. 6.1.2.2(2)	$\lambda_c =$	=	volgens Nationale Bijlage	=	15	-
	elasticiteitsmodulus	$E2 = K_{E1} * f_k$	=	700 * 6,6	=	4629	N/mm <sup>2</sup>
	elasticiteitsmodulus	$E1 = K_{E2} * f_k$	=	0 * 6,6	=	0	N/mm <sup>2</sup>

**berekening effectieve hoogte** controle penant

5.5.1.2	effectieve hoogte	<b>2</b> zijdig gesteunde wand	$h_{ef} = \rho_h * h = 1,00 * 3000$	=	3000	mm
---------	-------------------	--------------------------------	-------------------------------------	---	------	----

**berekening factor  $\rho$  tbv bepaling effectieve hoogte**

5.3	i: wanden aan boven- en onderzijde gesteund door betonvloer		$\rho_2 =$	=	0,75
5.4	i: tenzij de excentriciteit $e_i$ aan bovenzijde groter is dan $0,25t = 25$	$e_{i,boven} = 6,7$	$\rho_2 =$	=	1,00
5.5	ii: wanden aan boven en onderzijde gesteund door een houten vloer, opleg $> 2/3t$		$\rho_2 =$	=	1,00
	opleglengte houten balken groter dan $2/3 t = 2/3 * 100 = 66,7$ mm en $> 85$ mm				
5.6	iii: driezijdig gesteund als $h < 3,5 L1 = 3,5 * 400 = 1400$ mm en		$\rho_2 =$	=	1,00
	$\rho_3 = \rho_2 / \{ 1 + (\rho_2 * h / 3 L1)^2 \} = 1,00 / \{ 1 + (1,00 * 3000 / 3 * 400)^2 \}$		$\rho_3 =$	=	0,14
5.7	iii: driezijdig gesteund als $h > 3,5 L1$		$\rho_3 =$	=	0,30
	$\rho_3 = 1,5 L1 / h = 1,5 * 400 / 3000 >= 0,3$				
5.8	iv: vierzijdig gesteund als $h < 1,15 L2 = 1,15 * 400 = 460$ mm en		$\rho_2 =$	=	1,00
	$\rho_4 = \rho_2 / \{ 1 + (\rho_2 * h / L2)^2 \} = 1,00 / \{ 1 + (1,00 * 3000 / 400)^2 \}$		$\rho_4 =$	=	0,02
5.9	iv: vierzijdig gesteund als $h > 1,15 L2$		$\rho_4 =$	=	0,07
	$\rho_4 = 0,5 L2 / h = 0,5 * 400 / 3000$				

**berekening effectieve dikte** controle penant

5.5.1.3	effectieve dikte: enkel blad	$t_{ef} = \rho_t * t = 1,00 * 100$	=	100,0	mm
---------	------------------------------	------------------------------------	---	-------	----

**berekening factor  $\rho$  tbv bepaling effectieve dikte**

(1)	enkelbladige wand	$t_{ef} = t$	$\rho_t =$	=	1,00	-
5.10	met steunberen	$l_{steun} / b_{steun} = 0 / 0 = 0$	tabel 5.1	$\rho_t =$	0,00	-
		$t_{steun} / t = 0 / 100 = 0,0$				
5.11	spouwmuur	$k_{tef} = E1 / E2 = 0 / 4629 = 0$	$\rho_t =$	=	1,00	-
		$k_{tef} = 0$ indien slechts 1 blad dragend is				
		$t_{ef} = (k_{tef} t_1^3 + t_2^3)^{0,333} = (0,0 * 0^{-3} + 100^{-3})^{0,333} = 100,0$ mm				



**toetsingen** controle penant

6.1	$N_{Ed} \leq N_{Rd}$	:	boven	$N_{1d}$	/	$N_{Rd} = 125$	/	110,6	=	1,13	-
			midden	$N_{md}$	/	$N_{Rd} = 125$	/	26,2	=	4,77	-
			onder	$N_{2d}$	/	$N_{Rd} = 125$	/	110,6	=	1,13	-

**berekening opneembare normaalkrachten  $N_{Rd}$**

6.2	$N_{Rd} = \Phi b t (0,7+0,3A) f_d$	:	$N_{Rd} = \Phi$	b	t	factor	$f_d$	$10^{-3}$	=		
			boven	0,87	400	100	0,820	3,89	$10^{-3}$	=	110,6 kN
			midden	0,21	400	100	0,820	3,89	$10^{-3}$	=	26,2 kN
			onder	0,87	400	100	0,820	3,89	$10^{-3}$	=	110,6 kN

6.3 **vermenigvuldigingsfactor druksterkte als  $A < 0,1m^2 = (0,7 + 3A) = (0,7 + 3 \cdot 0,04) = 0,82$**   
 met  $A = b t = 0,400 \cdot 0,100 = 0,04 m^2$

8.1.3 minimum doorsnede moet 0,04 m<sup>2</sup> zijn

**reductiefactor aan bovenzijde van de wand**

6.4  $\Phi = 1 - 2 \frac{e_i}{t} = 1 - 2 \frac{6,7}{100,0} = 0,87$

6.5  $e_{i,boven} = \frac{M_{1d}}{N_{1d}} + e_{he} + e_{init} = \frac{0}{125} \cdot 10^3 + 0 + 6,7 = 6,7$  mm

6.5 minimaal  $e_{i,boven} = 0,05t = 0,05 \cdot 100 = 5,0$  mm

**reductiefactor aan onderzijde van de wand**

6.4  $\Phi = 1 - 2 \frac{e_i}{t} = 1 - 2 \frac{6,7}{100,0} = 0,87$

6.5  $e_{i,onder} = \frac{M_{1d}}{N_{1d}} + e_{he} + e_{init} = \frac{0}{125} \cdot 10^3 + 0 + 6,7 = 6,7$  mm

6.5 minimaal  $e_{i,onder} = 0,05t = 0,05 \cdot 100 = 5,0$  mm

**reductiefactor in het midden van de wand**

6.6  $e_{mk} = e_m + e_k \geq 0,05 t = 0,05 \cdot 100,0 = 5,0$  mm  
 $e_{mk} = 6,7 + 1,2 = 7,9$  mm

6.7  $e_m = \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} + e_{init} = \frac{0}{125} \cdot 10^3 + 0 + 6,7 = 6,7$  mm

6.8  $e_k = 0,002 \Phi_{00} \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t} e_m = 0,002 \cdot 0,8 \frac{3000}{100,0} \sqrt{100,0} \cdot 6,7 = 1,2$  mm

3.7.4.2  $\Phi_{00} =$  afhankelijk van materiaal en soort mortel zie NB tabel 2 = 0,8

berekening volgens bijlage G

$h_{ef} / t_{ef} = 30,0$   $e_{mk} / t = 0,08$

G.1  $\Phi_m = A1 e^{-u^2/2} = 0,84 e^{-1,41} = 0,21$

G.2  $A1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{7,9}{100,0} = 0,84$

G.3  $u = \frac{\lambda}{0,73} - 1,17 \frac{e_{mk}}{t} = \frac{1,13}{0,73} - 1,17 \frac{0,063}{7,9} = 1,68$   
 $-u^2/2 = -1,68^2/2 = -1,41$

G.4  $\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E2}} = \frac{3000}{100,0} \sqrt{\frac{6,6}{700 \cdot 6,6}} = 1,13$

**opmerking**

	alg	<a href="#">A windmoment EC</a>
	beton	<a href="#">B beton EC</a>
	beton	<a href="#">B betondekking EC</a>
	beton	<a href="#">B dwarskracht en wringing EC</a>
	beton	<a href="#">B kkbalk</a>
	beton	<a href="#">B kkplaat</a>
	beton	<a href="#">B plaatpuntvormig EC</a>
	beton	<a href="#">B pons EC</a>
	beton	<a href="#">B scheurwijdte EC</a>
	beton	<a href="#">B tweepaalspoer EC</a>
	beton	<a href="#">B verankeringslengte EC</a>
	beton	<a href="#">B wapeningstabel balken EC</a>
	beton	<a href="#">B wapeningstabel vloeren EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 1 2 trek EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 1 4 druk EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 1 5 druk loodrecht EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 1 6 dubbele buiging EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 1 6 enkele buiging EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 1 7 dwarskracht EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 2 3 buiging en trek EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 2 4 buiging en druk EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 3 2 kolomdruk en buiging EC</a>
	hout	<a href="#">H 6 3 3 liggerdruk en buiging EC</a>
	hout	<a href="#">H dak EC</a>
	hout	<a href="#">H lessenaardak q-last hor rol EC</a>
	hout	<a href="#">H lessenaardak q-last schuine rol EC</a>
	hout	<a href="#">H ligger 2 stpt EC</a>
	hout	<a href="#">H ligger 2 stpt overstek EC</a>
	hout	<a href="#">H ligger 2 stpt trapezium EC</a>
	hout	<a href="#">H ligger 3 stpt EC</a>
	hout	<a href="#">H ligger 3 stpt gerber EC</a>
	hout	<a href="#">H verdieping EC</a>
	hout	<a href="#">H zadel dak F-last EC</a>
	hout	<a href="#">H zadel dak met knieschot F-last EC</a>
	hout	<a href="#">H zadel dak met knieschot q-last EC</a>
	hout	<a href="#">H zadel dak q-last EC</a>
	steen	<a href="#">M knik EC</a>
	staal	<a href="#">S 6 2 3 axiale trek EC</a>
	staal	<a href="#">S 6 2 4 axiale druk EC</a>
	staal	<a href="#">S 6 2 5 buigend moment EC</a>
	staal	<a href="#">S 6 2 6 dwarskracht EC</a>
	staal	<a href="#">S 6 3 1 prismatische op druk belaste staven EC</a>
	staal	<a href="#">S ligger 2 stpt EC</a>
	staal	<a href="#">S ligger 2 stpt overstek EC</a>
	staal	<a href="#">S ligger 2 stpt trapezium EC</a>
	staal	<a href="#">S ligger 3 stpt EC</a>
	staal	<a href="#">S ligger 3 stpt gerber EC</a>

berekening totaal windmoment op een bouwwerk van 30 verschillende prisma's  
 buigwapening van een rechthoekige doorsnede, incl. controle scheurwijdte  
 berekening minimale betondekking  
 berekening dwarskracht en wringing met beugels en / of opgebogen wapening  
 berekening wapeningshoeveelheid in kg/m3 voor balken, consoles, kolommen e.d.  
 berekening wapeningshoeveelheid in kg/m3 voor vloeren wanden platen  
 berekening puntvormig ondersteunde vloeren volgens tabellen in NEN 6720  
 berekening ponswapening midden-, rand- en hoekkolom  
 berekening scheurwijdte volgens eurocode  
 berekening van een twee-paals poer (gedrongen)  
 verankerings- en overlappingslengte trek en drukstaven  
 tabel met opneembare momenten en controle scheurwijdte voor rechthoekige balken  
 tabel met opneembare momenten en controle scheurwijdte voor rechthoekige vloeren  
 controle trek in een houten staaf evenwijdig aan de vezelrichting  
 controle druk in een houten staaf evenwijdig aan de vezelrichting  
 controle druk loodrecht op de vezelrichting van een houten balk  
 controle houten rechthoekige doorsnede op dubbele buiging  
 controle houten rechthoekige doorsnede op enkele buiging  
 controle dwarskracht houten balk zonder uitkeping bij de oplegging  
 controle houten rechthoekige doorsnede op buiging en trek  
 controle houten rechthoekige doorsnede op buiging en druk  
 berekening rechthoekige houten kolom op druk en buiging  
 berekening houten ligger op druk en buiging  
 houten balklaag op 2 steunpunten voor een plat dak  
 houten spoor met een horizontale rol bij steunpunt 2  
 houten spoor met een schuine rol bij steunpunt 3  
 houten ligger op 2 steunpunten met q- en puntlast  
 houten ligger op 2 steunpunten met een overstek  
 houten ligger op 2 steunpunten met een trapaziumbelasting  
 houten ligger op 3 steunpunten met 2 q-lasten  
 houten ligger op 3 steunpunten met 2 q-lasten en 1 scharnier  
 houten balklaag op 2 steunpunten voor een (verdieping)vloer  
 houten spant van een zadeldak belast door puntlasten  
 houten spant van een zadeldak met knieschot belast door puntlasten  
 houten spant van een zadeldak met knieschot belast door een q-last  
 Houten spant van een zadeldak zonder knieschot belast door een q-last  
 berekening knik van steenachtige materialen  
 controle van een profiel op axiale trek  
 controle van een profiel op axiale druk  
 controle van een profiel op enkele of dubbele buiging  
 controle van een profiel op dwarskracht  
 berekening van een kolom met centrische belasting  
 stalen ligger op 2 steunpunten met 1 q-last en 1 puntlast  
 stalen ligger op 2 steunpunten met een overstek  
 stalen ligger op 2 steunpunten met een trapeziumbelasting  
 stalen ligger op 3 steunpunten met 2 q-lasten  
 stalen ligger op 3 steunpunten met 2 q-lasten en 1 scharnier

INFORMATIE:

U kunt via onze website [www.qec.nu](http://www.qec.nu) de laatste stand van de te verkrijgen pakketten, pakketinhouden, versies, voorwaarden inzien.

++++++  
++++++  
Deze Overeenkomst heeft naast deze pagina met Definities hoofdstukken opvolgend genummerd A t/m T  
++++++  
++++++

Qec Overeenkomst eindgebruikerslicentie.  
Versiedatum eindgebruikerslicentie: 1-11-2010  
(c)Qec ; alle rechten voorbehouden.

Deze Eindgebruikersovereenkomst geldt voor alle door Qec vervaardigde startbestanden, REKENBLADEN, programmatuur, Startbestanden, Licentiebestanden, software, broncode en overige aanverwante zaken : hierna te noemen "REKENBLADEN" en is een Overeenkomst tussen U ("Wederpartij") en Qec ("Auteur")

BELANGRIJK:

Toestemming voor gebruik (hierna te noemen "gebruiksrecht") wordt verleend door Qec in de vorm van een Eindgebruikerslicentie aan Wederpartij met beperkte looptijd en onder bepaalde voorwaarden. Deze voorwaarden worden hier gedefinieerd. Met het gebruiken, openen, installeren, laden in het geheugen, kopiëren van Qec REKENBLADEN ten behoeve van installatie, verklaart U zich accoord met deze voorwaarden.

Het gebruik van de REKENBLADEN gebeurt voor eigen rekening en risico.

AFWIJINGEN:

Toepasselijkheid van eventuele inkoop of andere voorwaarden geldend voor Wederpartij wordt uitdrukkelijk van de hand gewezen.

Indien enige bepaling van deze Overeenkomst nietig is of vernietigd wordt, zullen de overige bepalingen van deze overeenkomst volledig van kracht blijven en zullen Qec en Wederpartij in overleg treden teneinde nieuwe bepalingen ter vervanging van de nietige c.q. vernietigde bepalingen overeen te komen, waarbij zoveel mogelijk het doel en de strekking van de nietige c.q. vernietigde bepaling in acht worden genomen.

VERTROUWELIJKHEID:

Elk van partijen staat er voor in dat alle voor en na het aangaan van de overeenkomst van de andere partij ontvangen informatie van vertrouwelijke aard geheim zal blijven. Informatie zal in ieder geval als vertrouwelijk worden beschouwd indien deze door een der partijen als zodanig is aangeduid.

Voor elke vorm van veele vuldigen van de startbestanden, REKENBLADEN, uitvoer van Rekenbladen, afbeeldingen van Rekenbladen, programmatuur, software, broncode, delen hiervan en overige aanverwante zaken of toepassingen van Qec al dan niet geprogrammeerd in of door programma's van derden heeft U toestemming nodig van Qec. Zie B.

+

A. DEFINITIES:

De volgende termen zijn van toepassing op deze overeenkomst.

\*Afbeelding\_Rekenblad:

In de afzonderlijke Rekenbladen, anders dan de gewichtsberekening, kan Qec bij afdrukken van het Rekenblad een afbeelding laten aanmaken van de geprinte inhoud. De afbeelding bestaat uit meerdere afbeeldingen van o.a. de hele sheet en onderdelen daarvan. De afbeeldingen worden geplakt op sheet: Afbeelding\_Rekenblad.

\*Auteur(srechthebbende):  
Qec.

\*BWT:



Bouw- en Woningtoezicht of bedrijven met slechts een controlerende functie.

\*Bruikbaarheids termijn:

Geprogrammeerde termijn waarin werking van REKENBLADEN gegarandeerd is. Deze is minimaal gelijk aan gebruiks termijn, echter bij eerste levering wordt in afwachting van betaling van eerste factuur, de gebruiks termijn beperkt.

\*Commerciële gebruik:

Toepassing van REKENBLADEN in welke vorm dan ook voor uitvoering van opdrachten/projecten/(bouw-)werken van de Wederpartij.

\*Compiler:

Software van derden gebruikt door Qec om REKENBLADEN met bijbehorende VBA-macro's te beveiligen.

\*Contractperiode:

Zie gebruiks termijn.

\*Controlerend gebruik:

Toepassing van REKENBLADEN in welke vorm dan ook voor controle door Wederpartij van projecten/(bouw-)werken van derden (Niet zijnde de Wederpartij).

\*Datadrager:

Vorm om computerbestanden tastbaar op te slaan in de vorm van bijvoorbeeld CD of USB-stick.

\*Doelgroep:

Nederlandse commerciële ingenieurs-, constructeurs-, architectenbureaus of anderszins, met ontwerpende, construerende, controlerende (advies-) werkzaamheden in de Bouw van gebouwen. Evenals overheidsinstellingen hierin, anders dan opleidingsinstellingen, universiteiten, kenniscentra.

\*Eerste Pakket:

Het eerste aangekochte pakket door Wederpartij, deze wordt geleverd na ondertekening offerte en toetsing aan de Leveringsvoorwaarden door Qec.

\*Eurocode(s):

Set aan Europese normen. In deze overeenkomst specifiek voor berekenen van (Bouw-)constructies NEN-EN 1990 t/m 1999.

\*Exporteer invoer:

In de afzonderlijke Rekenbladen, anders dan de gewichtsberekening, kan Qec bij opslaan van het Rekenblad een tekstbestand laten aanmaken van de ingevulde inhoud, met als doel deze op te slaan en later te kunnen importeren als invoergegevens.

\*Fysiek:

In combinatie met datadrager: tastbaar.

\*Gebruiksrecht ofwel Licentie:

Toestemming van auteursrechthebbende aan Wederpartij onder voorwaarden van deze eindgebruikerslicentie voor gebruik van de REKENBLADEN voor bepaalde tijd. Dit betreft het installeren en laden in het geheugen bij gebruik, evenals het maken van een thuishkopie.

\*Gebruiks termijn of gelidigheidsduur:

De periode waarvoor Gebruiksrecht wordt verleend.

\*Gelidigheidsduur:

Zie gebruiks termijn.

\*Importeer invoer:

Inlezen van een met exporteren opgeslagen tekstbestand. Met inlezen worden invoergegevens Rekenblad overschreven met opgeslagen (geëxporteerde) waarden.

\*Kopie\_Rekenblad:

In de afzonderlijke Rekenbladen, anders dan de gewichtsberekening, kan Qec bij afdrukken van het Rekenblad een kopie laten aanmaken van de gepriete inhoud.

## EULA\_Qec\_1\_11\_2010

De kopie ontstaat door de hele sheet qua opmaak en inhoud te kopiëren naar een kopie\_Rekenblad. Kopie\_Rekenblad bevat géén formules meer en is daarmee feitelijk een niet wijzigbare PRINT.

\*KVK:

Kamer van Koophandel.

\*Leveringsvorm:

Keuze gemaakt door Qec met betrekking tot Hoe de REKENBLADEN aan Wederpartij ter beschikking wordt gesteld. Bijvoorbeeld: CD; USB-stick; downloadbaar of per e-mail.

\*Licentie:

Zie Gebruiksrecht.

\*Licentiebestand:

Afzonderlijk bestand nodig voor de werking van bestanden(REKENBLADEN). Dit is het startbestand.

\*Lokaal:

Met betrekking tot installatie betekent lokaal installeren het opslaan op één computer (van Wederpartij) al dan niet opgenomen in een netwerk(van Wederpartij).

\*Macro:

Een programma geprogrammeerd in VBA.

\*Macrobeveiliging:

Beveiliging in excel, word, enzovoort (hierna te noemen toepassing) met betrekking tot het, door de gebruiker (in dit geval klant), al dan niet toestaan aan toepassing om de macro's van derden (in dit geval Qec) te mogen openen.

\*NB:

Nationale Bijlage bij een Eurocode, die de parameters in een Land vaststelt en bepaalt welke delen van de Eurocode als normatief of informatief moet worden gelezen.

\*NDP:

National Determined Parameters bij een Eurocode.

\*Netwerk:

Met betrekking tot installatie en gebruik betekent netwerk het installeren op een server(van Wederpartij) benaderbaar vanaf in dat netwerk aangesloten lokale computers(van Wederpartij).

\*Onderhoud:

Het ONDERHOUDEN van de REKENBLADEN bij veranderde inzichten, fouten, wijzigingen in eurocode of NB; Aankoop onderhoud geeft tevens recht op verlenging gebruiksrecht onder oorspronkelijke Licentie-vorm met EEN JAAR.

\*Onderhoudsperiode:

Zie gebruikstermijn.

\*Opslaanbaar:

Opslaan door middel van opslaan van het excel bestand(onder een andere naam) óf exporteren van invoergegevens.

\*Pakket:

Rekenblad(en) in één Taal en volgens één Nationale Bijlage. Door Qec worden afzonderlijke pakketten aangeboden.

\*Printen:

Door gebruiker van de REKENBLADEN (Wederpartij) uitgeoefende handeling met tot doel te komen tot een afdruk, al dan niet op papier, van de REKENBLADEN. Qec stelt uitdrukkelijk dat ook opslaan in PDF of opslaan als afbeelding of maken van een printscreen wordt gerekend tot printen.

\*Programma's:

## EULA\_Qec\_1\_11\_2010

Qec gebruikt ook de term (reken-)programma voor de afzonderlijk opgeslagen REKENBLADEN in programmatuur/software van derden.

**\*Referentie"lever" datum:**

Dit is de door Qec vastgestelde datum van ingang van het eerste contract met Wederpartij. (Deze is opgenomen in de klantcode van Wederpartij).

**\*REKENBLADEN ofwel spreadsheets:**

afzonderlijke bestanden opgeslagen in software van derden in dit geval Excel. In deze voorwaarden verwijzen REKENBLADEN ook naar elke andere vorm van software geleverd en ontwikkeld door Qec.

**\*Startbestand:**

afzonderlijk bestand nodig voor werking van overige bestanden(REKENBLADEN) en beheersing van de Gebruikslicentie en aangekochte pakketten.

**\*Support:**

Leveren van hulp (in welke vorm dan ook) door Qec aan Wederpartij bij gebruik van REKENBLADEN.

**\*Thuiskopie:**

Het maken van een thuiskopie door Wederpartij voor niet-commerciële eigen oefening, studie of gebruik.

**\*Validatie:**

de door Qec intern uitgevoerde steekproefsgewijze controle van een rekenblad aan de hand van de norm of een uit literatuur of vakblad bekend zijnd rekenvoorbeeld.

**\*Versie:**

Stand van programmacode, opmaak en inhoud. Deze wordt aangeduid met een versienummer.

**\*Verveelvuldigen:**

het installeren en laden in het geheugen bij gebruik, kopiëren, overnemen van formules of tekst, overnemen van (delen van) het programma of programmeercode, vertalen in welke taal dan ook.

**\*Vervolgpakket:**

Alle aanvullende of later aangekochte pakket(ten) door Wederpartij.

**\*VISUAL-BASIC for APPLICATIONS ofwel VBA:**

programmeertaal voor excel, word, enzovoort.

**\*VISUAL-BASIC ofwel VB:**

programmeertaal.

**\*Watermerk:**

Afbeelding of tekst op voor- of achtergrond gedrukt op of door elke pagina, met als doel commerciële bruikbaarheid voor andere dan COMMERCIELE-versies te beperken

**\*Wederpartij:**

Wederpartij is de klant van Qec. Dit kan een persoon zijn, instantie, overheid of bedrijf. Bij een bedrijf met meerdere vestigingen dient per vestiging per standplaats een licentie worden aangeschaft. In dat geval is de Wederpartij één vestiging op één standplaats. Alle werknemers of anderszins bij Wederpartij werkzame personen vallen onder de voorwaarden als gesteld voor Wederpartij.

+

B. COPYRIGHT/AUTEURSRECHT:

(c)Qec

Alle rechten van intellectuele of industriële eigendom op alle krachtens de overeenkomst ontwikkelde of ter beschikking gestelde programmatuur, REKENBLADEN, STARTbestanden, Licentiebestanden, software, programmacode, apparatuur,

## EULA\_Qec\_1\_11\_2010

datadrager of andere materialen zoals analyses, ontwerpen, documentatie, rapporten, offertes, website, Grafisch ontwerp, afbeeldingen, handleidingen, validaties, inhoud, formules, opmaak, alsmede voorbereidend materiaal daarvan en uiteindelijke resultaten in de vorm van afdrucken uit REKENBLADEN berusten uitsluitend bij Qec of diens licentiegevers. Wederpartij verkrijgt uitsluitend de gebruiksrechten en bevoegdheden die bij deze voorwaarden of anderszins uitdrukkelijk worden toegekend en voor het overige zal hij de programmatuur of andere materialen niet verveelvoudigen of daarvan kopien vervaardigen. Elke vorm van verveelvoudiging: dus het installeren en laden in het geheugen bij gebruik, afdrucken, kopiëren, vertalen, IS een auteursrechtelijke relevante verveelvoudiging. Hiervoor is toestemming nodig van auteursrechthebbende.

Bij de levering van REKENBLADEN verleent Qec aan Wederpartij het niet-exclusief, niet-overdraagbaar gebruiksrecht van REKENBLADEN. Het is niet toegestaan de REKENBLADEN te verveelvoudigen, aan derden ter beschikking te stellen, te wijzigen, te combineren met andere producten, of er afgeleide producten van te maken, in welke taal dan ook in welke norm dan ook in welke Nationale Bijlage dan ook.

+

### C. ALGEMEEN:

#### C. 1. LICENTIES EN GEBRUIKSTERMIJNEN:

De duur van gebruiksrecht in vorm van alle Licenties is beperkt in tijd. Per pakket dient een Eindgebruikerslicentie aangekocht te worden. Bij aankoop van een pakket komt ook de verplichting tot aankoop ONDERHOUD en eventueel administratiekosten per bedrijf per jaar vast te stellen door Qec.

U wordt jaarlijks uiterlijk twee maanden vóór afloop van de licentie door middel van factuur op hoogte gesteld van:

1. de geldende Eindgebruikerslicentie voorwaarden.
2. de inhoud van de afzonderlijke pakketten.
3. de jaarlijkse administratiekosten per klant (Wederpartij)
4. de jaarlijkse ONDERHOUDskosten per pakket.
5. de nieuwe gebruikstermijn (Jaarlijks)

Met betaling van de factuur geeft U aan accoord te gaan met de geldende (nieuwe) voorwaarden en (nieuwe) pakketinhouden.

Bij niet of niet tijdig betalen van de factuur geeft Wederpartij aan niet accoord te gaan en vervallen alle rechten op ONDERHOUD en gebruik na afloop van (betaalde) gebruikstermijn.

Tevens dienen bij niet of niet tijdig betalen reeds aangekochte pakketten OPNIEUW aangekocht te worden. Wederpartij is feitelijk geen klant meer en dient opnieuw offerte aan te vragen.

Qec behoudt zich het recht voor om bruikbaarheid van REKENBLADEN te beperken of geheel onbruikbaar te maken tot betaling heeft plaatsgevonden, omdat het Gebruiksrecht feitelijk pas na betaling wordt gegeven.

#### C. 2. LICENTIEVORMEN:

Auteursrechthebbende, Qec, biedt mogelijkheid tot aankoop van volgende Licenties:

##### C. 2. 1. COMMERCIELE-Licentie:

Geeft gebruiksrecht van de COMMERCIELE-versie van REKENBLADEN onder COMMERCIELE-Licentie. COMMERCIELE-Licentie is alleen van kracht als Wederpartij de COMMERCIELE-Licentie heeft aangekocht en betaald van auteursrechthebbende. De Licentie wordt verleend aan Wederpartij na overleggen KVK-nummer en toetsing door Qec aan leveringsvoorwaarden. Qec biedt voor deze Licentie een pakket aan REKENBLADEN in een door Qec vastgestelde vorm qua bestandtype (.xls/.exe/download/overig) en uiterlijk (beveiliging, benadering cellen, opmaak, kop- en voet- teksten) Er worden geen verzoeken ingewilligd tot afzonderlijke op Wederpartij toegespitste opmaak in de vorm van kop-voetteksten, anders dan door Qec bepaald, of logo's van Wederpartij. Qec biedt Wederpartij voor de duur van de gebruikstermijn (maximaal een jaar, zie Gelidigheidsduur Licenties) toestemming voor commercieel gebruik van de REKENBLADEN. De commerciële-versie van het pakket dat wordt geleverd bij de

COMMERCIELE-Licentie, is printbaar, opslaanbaar, tenzij anders aangegeven.

-Wederpartij is niet bevoegd Qec REKENBLADEN in te zetten in opdracht van derden.

-Wederpartij ziet erop toe dat individuen werkend bij Wederpartij de REKENBLADEN NIET zal gebruiken voor eigen commerciële of niet commerciële doeleinden anders dan eigen oefening, studie.

#### THUISKOPIE:

Het maken van een thuiskopie voor niet-commerciële eigen oefening, studie of gebruik is toegestaan, onder gelijkblijvende bovenstaande voorwaarden.

#### C. 2. 2. CONTROLE-Licentie:

Onder gereduceerd tarief en met beperkingen in Bruikbaarheid wordt CONTROLE-Licentie aangeboden aan controlerende instanties. Geeft gebruiksrecht van de CONTROLE-versie van REKENBLADEN onder CONTROLE-Licentie. CONTROLE-Licentie is alleen van kracht als Wederpartij de CONTROLE-Licentie heeft aangekocht en betaald van auteursrechthebbende. De Licentie wordt verleend aan Wederpartij na overleggen KVK-nummer (alleen bij commerciële controlerende instantie) en toetsing door Qec aan leveringsvoorwaarden. Qec biedt voor deze Licentie een pakket aan REKENBLADEN in een door Qec vastgestelde vorm qua bestandtype (.xls/.exe/download/overig) en uiterlijk (beveiliging, benadering cellen, opmaak, kop- en voet- teksten) Er worden geen verzoeken ingewilligd tot afzonderlijke op Wederpartij toegespitste opmaak in de vorm van kop- voetteksten, anders dan door Qec bepaald, of logo's van Wederpartij. Qec biedt Wederpartij voor de duur van de gebruikstermijn (maximaal een jaar, zie Geldigheidsduur Licenties) toestemming voor door Wederpartij controlerend gebruik van de REKENBLADEN van werk van derden. De CONTROLE-versie van het pakket dat wordt geleverd bij de CONTROLE-Licentie is opslaanbaar maar niet printbaar zonder beperkende watermerken of Kop- en voetteksten, tenzij anders aangegeven.

-Wederpartij is niet bevoegd Qec REKENBLADEN in te zetten in opdracht van derden.

-Wederpartij is niet bevoegd Qec REKENBLADEN in te zetten voor commercieel gebruik van Wederpartij.

-Wederpartij ziet erop toe dat individuen werkend bij Wederpartij de REKENBLADEN NIET zal gebruiken voor eigen commerciële of niet commerciële doeleinden anders dan eigen oefening, studie.

#### THUISKOPIE:

Het maken van een thuiskopie voor niet-commerciële eigen oefening, studie of gebruik is toegestaan, onder gelijkblijvende bovenstaande voorwaarden.

#### C. 2. 3. PROEF-Licentie ofwel DEMO-Licentie:

Deze Licentie geldt zowel voor downloads van DEMO-versies als geleverde pakketten onder DEMO-licentie;

Onder gereduceerd tarief wordt beperkte trial in tijd mogelijk gemaakt. Geeft mogelijkheid tot controle van Wederpartij voor werking en inhoud van de REKENBLADEN.

Geeft gebruiksrecht van de DEMO-versie van REKENBLAD(EN) onder DEMO-Licentie. DEMO-Licentie is alleen van kracht als Wederpartij de DEMO-Licentie heeft aangevraagd bij en eventuele administratiekosten en verzendkosten heeft betaald aan auteursrechthebbende. De Licentie wordt verleend aan Wederpartij na acceptatie en toetsing door Qec aan leveringsvoorwaarden. Qec biedt voor deze Licentie een pakket aan REKENBLADEN of los(se) REKENBLAD(EN) in een door Qec vastgestelde vorm qua bestandtype (.xls/.exe/download/overig) en uiterlijk (beveiliging, benadering cellen, opmaak, kop- en voet- teksten) Er worden geen verzoeken ingewilligd tot afzonderlijke op Wederpartij toegespitste opmaak in de vorm van kop- voetteksten, anders dan door Qec bepaald, of logo's van Wederpartij. Qec biedt Wederpartij voor de duur van de gebruikstermijn (maximaal een jaar, zie Geldigheidsduur Licenties) toestemming voor NIET-commerciële en NIET-controlerend gebruik van de/het REKENBLAD(EN) voor eigen werk(zaamheden) of werk(zaamheden) van derden. Gebruik is slechts bedoeld voor onderwijsdoeleinden, testdoeleinden voor de controle van de REKENBLADEN, testdoeleinden voor gebruiksmogelijkheden bij/door Wederpartij. De DEMO-versie van het pakket of de losse REKENBLADEN dat wordt geleverd bij de DEMO-Licentie is niet opslaanbaar, noch printbaar zonder beperkende watermerken of Kop- en voetteksten, tenzij

anders aangegeven.

- Wederpartij is niet bevoegd Qec REKENBLADEN in te zetten in opdracht van derden.
- Wederpartij is niet bevoegd Qec REKENBLADEN in te zetten voor commercieel gebruik van Wederpartij.
- Wederpartij is niet bevoegd Qec REKENBLADEN in te zetten voor commercieel controle gebruik door Wederpartij.
- Wederpartij is niet bevoegd Qec REKENBLADEN in te zetten voor niet-commercieel controle gebruik door Wederpartij van werk van derden.
- Wederpartij ziet erop toe dat individuen werkend bij Wederpartij de REKENBLADEN NIET zal gebruiken voor eigen commerciële of niet commerciële doeleinden anders dan eigen oefening, studie.

#### THUISKOPIE:

Het maken van een thuishkopie voor niet-commerciële eigen oefening, studie of gebruik is toegestaan, onder gelijkblijvende bovenstaande voorwaarden.

#### C.3.1. GELDIGHEIDSDUUR VAN DE LICENTIES:

De geldigheidsduur ofwel gebruikstermijn wordt beperkt tot maximaal één jaar voor het eerste pakket. Daarna wordt jaarlijks ONDERHOUD per pakket in rekening gebracht voor verlenging van het gebruiksrecht voor steeds een jaar. Dit is per definitie een geheel aantal jaren na referentie"lever"datum van het eerste pakket, opgenomen in klantcode van Wederpartij. Om te voorkomen dat termijnen van vervolgpakketten uit de pas gaan lopen, worden afloopdata van gebruikstermijnen van vervolgpakketten gelijkgesteld aan die van het eerste pakket. Dit kan dus betekenen dat gebruikstermijnen korter worden dan een jaar. Hiervoor zal de prijs van het betreffende vervolgpakket worden gereduceerd afhankelijk van de vermindering van de gebruikstermijn.

#### C.3.2. GELDIGHEIDSDUUR VAN DOWNLOADS ONDER DEMO-Licentie:

De geldigheidsduur ofwel gebruikstermijn wordt door Qec vastgesteld maar is nooit meer dan één jaar.

+

#### D. ACCEPTATIE EN LEVERINGSVOORWAARDEN

##### D.1. VOORWAARDEN VOOR ACCEPTATIE van Wederpartij door Qec

Qec gaat ervan uit dat Wederpartij zich op de hoogte heeft gesteld van onze doelgroep en behoort tot onze doelgroep. Als Wederpartij een COMMERCIELE-Licentie wenst aan te schaffen, dient KVK-nummer van Wederpartij te worden doorgegeven. Per vestigingsplaats en per vestiging dient offerte te worden aangevraagd.

##### D.2. UITSLUITING van ACCEPTATIE van Wederpartij door Qec

Qec behoudt zich het recht voor, zonder opgaaf van reden niet over te gaan tot het uitbrengen van een offerte of om bij overtreden van de voorwaarden, niet (op tijd) betalen, niet behoren tot de doelgroep of misbruik over te gaan tot UITSLUITING EN/OF OPZEGGING OVEREENKOMST zonder teruggaaf van betalingen. Qec behoudt zich het recht voor om bij vermoeden ontduiking van betaling door overkoepelende (holding) tenaamstelling of Plaatsnaam de te factureren bedragen te vermenigvuldigen met het aantal vestigingen van de betreffende holding. Bij niet overhandigen KVK-nummer voor COMMERCIELE-Licentie aanvraag wordt geen offerte uitgebracht.

##### D.3. UITSLUITING van ACCEPTATIE van Wederpartij door Qec bij DEMO-Licentie

Qec behoudt zich het recht voor, zonder opgaaf van reden niet over te gaan tot levering van DEMO-Licentie voor pakketten of DOWNLOADS niet toe te staan.

+

#### E. WIJZIGINGEN IN VOORWAARDEN EN PAKKETINHOUD / OPZEGGING

##### E.1. WIJZIGING PAKKETINHOUD, VERWIJDEREN REKENBLAD(EN)

Indien Qec het noodzakelijk acht is Qec gerechtigd een of meerdere afzonderlijke rekenbladen terug te trekken uit een pakket en het ONDERHOUD van deze REKENBLADEN stop te zetten. Dit zal niet leiden tot restitutie van reeds betaalde bedragen, maar gezien worden als een Wijziging in deze overeenkomst.

E. 2. WIJZIGING PAKKETINHOUD, TOEVOEGING REKENBLAD(EN)

Indien Qec het noodzakelijk acht is Qec gerechtigd een of meerdere afzonderlijke rekenbladen toe te voegen in een pakket of bij het ONDERHOUD van desbetreffend pakket. Dit zal niet leiden tot prijsverhoging van bestaande contracten, en niet gezien worden als een Wijziging in deze overeenkomst.

E. 3 PAKKETNAAM

Qec behoudt zich het recht voor tenaamstelling van pakketten en/of rekenbladen te wijzigen. Dit zal niet gezien worden door wederpartij als wijziging in voorwaarden.

E. 4. TUSSENTIJDSE WIJZIGING VOORWAARDEN

Wederpartij is gerechtigd bij tussentijdse wijziging (niet samenvallend met afloop van de jaarlijkse termijnen, jaarlijks na referentie"lever"datum) van voorwaarden het contract te ontbinden. Gedane betalingen worden niet terugbetaald. Facturen voor geleverde REKENBLADEN, startbestanden of licentiebestanden dienen betaald te worden.

E. 5. WIJZIGING VOORWAARDEN BIJ OVERGANG (VOLGENDE) ONDERHOUDSTERMIJN

Wederpartij is gerechtigd bij wijziging (ingaaud op afloopdatum van de jaarlijkse termijnen, jaarlijks na referentie"lever"datum) van voorwaarden, zoals gecommuniceerd door middel van ONDERHOUDSfactuur, af te zien van betaling van de ONDERHOUDSfactuur. Er dient binnen 7 dagen na verzenddatum ONDERHOUDSfactuur, schriftelijk bevestigd te worden dat Wederpartij het contract opzegt ten gevolge van gewijzigde voorwaarden. Gedane betalingen worden niet terugbetaald. Indien nieuwe REKENBLADEN, startbestanden of licentiebestanden geleverd zijn, dient betaald te worden.

E. 6. OPZEGGING/ANNULERING

Wederpartij en Qec zijn gerechtigd schriftelijk gedurende de loop van een contract/ONDERHOUDSperiode de verbintenissen per volgende afloop van de gebruikslicentie op te zeggen. Dit dient uiterlijk drie maanden voor afloop te gebeuren.

E. 7. AFLOOP DEMO-LICENTIE

Een Demo-Licentie loopt automatisch af na afloop van de gebruikstermijn, tenzij anders overeengekomen.

+

F. PRIJS EN BETALING

F. 1 BTW

Alle prijzen zijn exclusief omzetbelasting (BTW) en andere heffingen welke van overheidswege worden opgelegd.

F. 2 PRIJSWIJZIGING

In geval van een overeenkomst waarin sprake is van door Wederpartij te betalen periodiek vervallende bedragen (ONDERHOUD), geldt dat Qec gerechtigd is door middel van een schriftelijke kennisgeving op een termijn van tenminste twee maanden de geldende prijzen en tarieven aan te passen. Zie C.1. en E.2

F. 3 ATTESTEN / EXTERNE CONTROLES

Indien Qec kosten maakt voor algehele acceptatie van haar rekenbladen door de markt door middel van verkrijging KOMO-productcertificaat of anderszins, is Qec gerechtigd dit in aanschafprijzen nieuwe pakketten en ONDERHOUDskosten van reeds uitgegeven pakketten te verrekenen. In dat geval zal voor bestaande aangekochte pakketten het ONDERHOUD per pakket nooit 30% van de oorspronkelijke, voor dat pakket geldende aankooprijzen behorende bij een commerciële-licentie overtreffen.

F. 4 ONDERHOUDSKOSTEN EN ADMINISTRATIEKOSTEN

Jaarlijks ONDERHOUD per pakket zal nooit 30% van de in dat jaar, voor dat pakket geldende aankooprijzen behorende bij een commerciële-licentie overtreffen.

F. 5 ADMINISTRATIEKOSTEN

Jaarlijkse administratiekosten per Wederpartij (klant) voor alle pakketten van Wederpartij per vestigingsplaats per naam zullen nooit € 25,- overtreffen.

F. 6 PRIJSWIJZIGING NIET ACCOORD

Indien Wederpartij niet akkoord wenst te gaan met een door Qec kenbaar gemaakte aanpassing van prijzen en tarieven, is Wederpartij gerechtigd binnen zeven werkdagen de overeenkomst schriftelijk op te zeggen, dan wel de overeenkomst te annuleren.

#### F. 7 TIJDIGE BETALING

Alle facturen zullen door Wederpartij worden betaald overeenkomstig de op de factuur vermelde betalingscondities. Bij gebreke van specifieke condities zal Wederpartij binnen dertig dagen na factuurdatum betalen. Betaling binnen termijnen is noodzakelijk om continue bruikbaarheid van de REKENBLADEN te blijven garanderen.

#### F. 8 OPZEGGING DOOR ONTIJDIGE BETALING

Indien Wederpartij, zonder melding vooraf, zonder geldige reden van overmacht, de verschuldigde bedragen niet binnen de gestelde termijn betaalt, zal Wederpartij, zonder dat enige ingebrekestelling nodig is, uit ons actieve klantenbestand verwijderd worden en dient Wederpartij bij hernieuwde belangstelling opnieuw offerte aan te vragen en opnieuw pakketten aan te kopen. Er kan geen aanspraak worden gemaakt op een gereduceerd ONDERHOUDstarief. Wij wijzen er UITDRUKKELIJK op dat gebruik van REKENBLADEN na afloop van de betreffende licentie verboden is.

#### F. 9 MAXIMAAL AANTAL GEBRUIKERS

De Licenties mogen gebruikt worden door maximaal 20 constructeurs per Licentie. Voor gebruik door méér constructeurs dient U per veelvoud van 20 constructeurs steeds één extra pakket en onderhoud te betalen. Dus U dient de prijs te vermenigvuldigen voor 21-40 constructeurs: prijs maal 2. 41-60 constructeurs: prijs maal 3, enzovoort

+

#### G. LEVERING, BRUIKBAARHEID EN EIGENDOM

##### G. 1 OVERSCHRIJDING LEVERINGSTERMIJN

Alle (leverings)termijnen zullen zoveel mogelijk door Qec in acht worden genomen, zodat gebruik door Wederpartij gegarandeerd is. Qec is echter afhankelijk van tijdige betaling door Wederpartij en levering post door derden. Neemt U bij door U vermeende te late levering door Qec contact op om na te gaan of de levering is verzonden. Bij overschrijding van Leveringstermijn wegens omstandigheden die zich na het aangaan van een overeenkomst hebben voorgedaan, worden deze termijnen met een redelijke termijn verlengd van EEN MAAND. Werking van bestaande geleverde REKENBLADEN blijven tot één maand ná afloop termijn intact. Deze verlenging schort de verplichtingen van de Wederpartij niet op en schept voor Qec niet de verplichting enige schade, van welke aard ook, van de Wederpartij te vergoeden. Indien overschrijding van termijn langer dan EEN MAAND dreigt, zullen Qec en de Wederpartij zo spoedig mogelijk in overleg treden.

##### G. 2 VORM VAN LEVERING

Of door Qec vervaardigde REKENBLADEN, startbestanden, Licentiebestanden, programmatuur en/of overige software benodigd voor werking van de REKENBLADEN fysiek geleverd worden in de vorm van een fysieke datadrager of downloadbaar wordt gesteld of per e-mail worden verzonden, wordt door Qec bepaald. Qec zal Wederpartij altijd via een tweede, andere vorm van communicatie op de hoogte stellen van gemaakte levering, en verzoekt Wederpartij Qec op de hoogte te stellen van eventuele leveringsproblemen.

##### G. 3 VOORBEHOUD VAN EIGENDOM EN RECHTEN

Alle inhoud van geleverde REKENBLADEN blijven intellectueel eigendom van Qec. Alle aan Wederpartij geleverde zaken blijven eigendom van Qec, totdat alle bedragen die Wederpartij verschuldigd is voor de krachtens de overeenkomst geleverde of te leveren zaken of verrichtte of te verrichten werkzaamheden volledig aan Qec zijn voldaan. Rechten worden aan Wederpartij steeds verleend of, in het voorkomend geval, overgedragen onder de voorwaarde dat Wederpartij de daarvoor overeengekomen vergoedingen tijdig en volledig betaalt.

+

#### H. WIJZIGING GEGEVENS Wederpartij

H1.



Wijzigingen van plaatsnaam in REKENBLADEN worden alleen uitgevoerd bij overgang naar een volgende ONDERHOUDstermijn. Bij tussentijdse (binnen een ONDERHOUDSperiode) wijziging van de tenaamstelling of plaatsnaam dient door Wederpartij worden aangetoond dat het om éénzelfde bedrijf en éénzelfde vestiging gaat. Qec behoudt zich het recht voor niet over te gaan tot wijziging van tenaamstelling.

+

## I. INSTALLATIE:

### I.1. VERSIES SOFTWARE

De REKENBLADEN zijn getest in windows XP en excel 2003 en 2007 op een lokale computer. Qec garandeert werking alleen in deze versies. Eerdere versies worden uitgesloten van gebruik. Dat wil zeggen dat de REKENBLADEN niet werken in Excel-versies van voor 2003. Bij niet accuraat werken in latere versies verzoeken wij U ons de foutmeldingen door te geven.

### I.2. INSTALLATIE

Wederpartij dient de REKENBLADEN na ontvangst lokaal of op netwerk te kopiëren. Het startbestand moet OP computer worden gekopieerd en daarna pas worden geopend. (Start is gecompileerd en zal na opening de (lokale)computerdatum opslaan). Qec mag een mappenstructuur voorschrijven om juiste werking van de REKENBLADEN te garanderen. Bij een eerste pakketlevering zal na ontvangst betaling een nieuw (licentie-)startbestand worden geleverd met aangepaste bruikbaarheidsstermijnen. Deze moet over de oude worden geplaatst.

### I.3. STARTBESTAND

Voor gebruik van REKENBLADEN moet eerst het startbestand worden geopend. Zonder (ge)open(d) startbestand zal werking niet gegarandeerd zijn.

### I.4. MACROBEVEILIGING

REKENBLADEN werken alleen bij MACROBEVEILIGING "laag" in excel. Of bij het accepteren van de macro's bij het openen in excel. Indien U de MACROBEVEILIGING niet "laag" wenst te zetten of U accepteert niet dat de macro's worden geopend bij opening van de REKENBLADEN of startbestand, dan werken de REKENBLADEN NIET.

### I.5. LICENTIES DERDEN

Wederpartij is zelf verantwoordelijk voor geldige licenties derden (zoals bijvoorbeeld windows en excel-licenties). Deze worden uitdrukkelijk niet meegeliefert bij Qec REKENBLADEN maar zijn wel benodigd voor juiste werking van Qec REKENBLADEN.

### I.6. HANDLEIDINGEN

Wederpartij stelt zich op de hoogte van de handleidingen behorende bij Qec REKENBLADEN. Deze zijn te vinden op via onze website.

+

## J. VALIDATIES en ONTWIKKELING PROGRAMMATUUR

Qec voert intern validaties uit van door Qec uitgegeven programma's. Deze worden niet openbaar gemaakt noch verstrekt aan Wederpartij. De broncode van de Programmatuur en de bij de ontwikkeling van de Programmatuur voortgebrachte technische documentatie worden niet aan Wederpartij ter beschikking gesteld.

+

## K. SUPPORT

### K.1. ONLINE BEREIKBAARHEID Qec

Qec verleent online support. Dat wil zeggen dat Qec per e-mail of contact-formulier op de website bereikbaar is voor vragen over haar REKENBLADEN, het gebruik daarvan, of administratieve vragen. We verzoeken U bij problemen of vragen eerst de handleidingen, veelgestelde vragen en/of overige informatie die we via de website beschikbaar stellen te raadplegen.

### K.2. EUROCODE(S)

Voor inhoudelijke of interpretatie vragen van de Eurocode verwijzen we naar het NNI: [www.nen.nl](http://www.nen.nl)

+

## L. ONDERHOUD

### L. 1. AANKOOP

Bij aankoop stemt Wederpartij in met de verplichting tot aankoop van jaarlijks ONDERHOUD van desbetreffend pakket. ONDERHOUD is een onlosmakelijk geheel met een betreffend pakket. ONDERHOUD kan ook gedefinieerd worden als verlenging van gebruiksrecht van het betreffende pakket met steeds een jaar.

### L. 2. WERKZAAMHEDEN TEN BEHOEVE VAN ONDERHOUD

Gedurende het jaar zal Qec ONDERHOUD plegen aan bestaande REKENBLADEN in de vorm van foutenverwijderen, verwerken van aanpassingen in de norm, verwerken van wijzigingen in (algeheel geaccepteerde) interpretatie van de norm, verwerken van door Qec geaccepteerde verzoeken van klanten, verbetering in opmaak, verbetering van bruikbaarheid. Telkens met levering van het ONDERHOUDspakket (Na afloop van gebruikstermijn) worden de nieuwe, op dat moment geldende versies van, REKENBLADEN ter beschikking gesteld, in een door Qec te bepalen leveringsvorm.

### L. 3. MELDINGSPLICHT Wederpartij

Qec legt Wederpartij een meldingsplicht op om gevonden of vermeende fouten direct te melden via onze website of e-mail.

### L. 4. MELDINGSPLICHT Qec

Qec neemt meldingsplicht op zich om bij door Qec geaccepteerde foutmelding van een willekeurige gebruiker, die leidt tot onveilige situaties, direct Wederpartij op de hoogte te stellen, en toestemming voor gebruik door Wederpartij van betreffend rekenblad op te schorten. Qec is NIET AANSPRAKELIJK voor enige vorm van schade, gederfde inkomsten of andere kosten bij Wederpartij of derden.

### L. 5. HerLEVERING van VERBETERD ONVEILIG REKENBLAD

Qec zal het betreffende rekenblad met een door Qec geaccepteerde foutmelding, die leidt tot een onveilige situatie, zo snel mogelijk verbeteren en aan Wederpartij ter beschikking stellen, in een door Qec te bepalen leveringsvorm.

### L. 6. HerLEVERING van VERBETERD REKENBLAD

Qec zal REKENBLADEN met wijzigingen in de norm, opmaak, interpretatie of anderszins, zo snel mogelijk verbeteren en leveren bij levering van het volgende ONDERHOUDspakket.

### L. 7. VERSIEBELEID

Alle Qec REKENBLADEN wordt voorzien van een driecijferig versienummer, bijvoorbeeld: 1.1.1. Waarbij de laatste gebruikt wordt voor VBA-programmeercode, de eerste voor (onveilige) fouten of normwijzigingen, de tweede voor overig.

+

## M. DATUMBEVEILIGING

### M. 1. DATUM

Alle interne computerklokken van Wederpartij in een netwerk of de lokale computerklok bij installatie op een computer dienen gelijklopend en juist te zijn.

### M. 2. WIJZIGEN COMPUTERKLOK

Na wijziging van een computerdatum door Wederpartij kan het zijn dat de gecompileerde REKENBLADEN niet meer opstarten. U dient dan eerst de installatie opnieuw uit te voeren vanaf oorspronkelijke CD en bij blijvende weigering contact op te nemen met Qec

+

## N. OVERIGE BEVEILIGINGSBEPERKINGEN

### N. 1. SAVE

Qec behoudt zich het recht voor save al dan niet toe te staan. (Noot: gewichtsberekening kan opgeslagen worden als excel bestand)

### N. 2. PRINT

Qec behoudt zich het recht voor om bij andere dan commerciële licenties, printen al dan niet toe te staan.

N. 3. VISUAL BASIC (for APPLICATIONS)

Het is niet toegestaan de VISUAL BASIC (for APPLICATIONS) te benaderen noch de broncode in VISUAL BASIC (for APPLICATIONS) aan te passen, kopiëren of gebruiken voor andere doeleinden dan Qec REKENBLADEN.

N. 4. OPMAAK

Het is niet toegestaan de opmaak in breedste zin van het woord van REKENBLADEN aan te passen.

N. 5. FORMULES

Het is niet toegestaan formules of delen van REKENBLADEN aan te passen noch gebruiken voor andere doeleinden dan het betreffende Qec rekenblad.

N. 6. INHOUD

Het is niet toegestaan inhoud of delen van REKENBLADEN aan te passen noch gebruiken voor andere doeleinden dan het betreffende Qec rekenblad.

N. 7. BENAMING Wederpartij

Het is niet toegestaan benaming van uw bedrijf of plaatsnaam op REKENBLADEN aan te passen.

N. 8. AFLOOP LICENTIE Wederpartij

Het is niet toegestaan de datum van afloop licentie/gebruikstermijn op REKENBLADEN of in startblad aan te passen.

N. 9. AANGEKOCHTE PAKKETTEN, TAAL en NB

Het is niet toegestaan uw KLANTGEGEVENS in LICENTIEBESTANDEN, STARTBESTANDEN, REKENBLADEN en/of overige programmatuur en correspondentie aan te passen.

N. 10. Kopie\_Rekenblad

Qec behoudt zich het recht voor om bij andere dan commerciële licenties, een kopie\_Rekenblad bij printen al dan niet aan te maken. (Noot: commerciële licentie maakt kopie\_Rekenbladen aan (dus kopiëren, plakken speciaal: waarden van sheet "Rekenblad".))

N. 11. Afbeelding\_Rekenblad

Qec behoudt zich het recht voor om bij andere dan commerciële licenties, een afbeelding\_Rekenblad bij printen al dan niet aan te maken. (Noot: commerciële én controle-licenties kunnen een kopie naar afbeelding maken bij printen.)

N. 12. Exporteren

Qec behoudt zich het recht voor om bij andere dan commerciële licenties, het exporteren van invoergegevens al dan niet toe te staan. (Noot1: uitgezonderd gewichtsberekening, deze zal niet exporteren maar opslaan als excelbestand) (Noot2: Het is ons doel om invoergegevens van elk Rekenblad óf door middel van opslaan, óf door middel van exporteren op te slaan.)

N. 13. Importeren

Qec behoudt zich het recht voor om bij andere dan commerciële licenties, het importeren van invoergegevens al dan niet toe te staan. (Noot1: gewichtsberekening: n.v.t.) (Noot2: in verband met wijzigingen tussen opvolgende versies van Rekenbladen, kan het zijn dat de import NIET slaagt.)

+

O. TOEPASSINGSGEBIED

Het toepassingsgebied van de EUROCODE is breed. Qec REKENBLADEN specialiseert zich in BOUW-constructies en niet in CIVIELE Techniek. Indien U twijfelt aan bruikbaarheid voor UW toepassingsgebied, neem dan contact op met Qec.

+

P. AANSPRAKELIJKHEID

P. 1. WERKING REKENBLADEN

Bij niet, niet-tijdige, of het niet meer werken van REKENBLADEN, is Qec NIET AANSPRAKELIJK voor enige vorm van schade, gederfde inkomsten of andere kosten bij Wederpartij of derden.

P. 2. SCHADE DOOR VIRUS

Het middel waarmee Qec rekenbladen beveiligt (programmacode in Visual Basic) kan door virusscans gezien worden als mogelijk virus. Qec zal een inspanningsverplichting aangaan haar REKENBLADEN virusvrij te leveren aan Wederpartij, maar is niet aansprakelijk voor enige vorm van schade of andere kosten welke voor Wederpartij of derden (mede) als gevolg van of in verband met het gebruik van REKENBLADEN ontstaan. Dit geldt ook, doch niet uitsluitend voor schaden en kosten (mede) als gevolg van of in verband met gebreken in de REKENBLADEN.

P. 3. OVERIGE

Wederpartij is te allen tijde verantwoordelijk voor het gebruik van REKENBLADEN, resultaten verkregen met REKENBLADEN, en het gebruik van met REKENBLADEN verkregen resultaten door Wederpartij, alsmede de gevolgen daarvan. Qec is niet aansprakelijk voor enige vorm van schade of andere kosten welke voor Wederpartij of derden (mede) als gevolg van of in verband met het gebruik van REKENBLADEN en/of de resultaten daarvan ontstaan. Dit geldt ook, doch niet uitsluitend voor schaden en kosten (mede) als gevolg van of in verband met gebreken in de REKENBLADEN.

+

Q. GARANTIE

Q. 1. HERSTEL

Qec garandeert voor een periode van 3 maanden vanaf het moment van ontvangst van REKENBLADEN dat REKENBLADEN in hoofdzaak in overeenstemming met de documentatie, website en de beperkingen in deze overeenkomst zal functioneren. Indien binnen de genoemde periode mocht blijken dat er toch significante afwijkingen zijn, mag en zal Qec in overleg met Wederpartij, doch naar eigen inzicht en keuze:

- a. of voor eigen rekening herstelwerkzaamheden uitvoeren totdat de afwijkingen zijn opgeheven en de afwijkende kopieën van files kosteloos vervangen door de aldus herstelde;
- b. en/of deze overeenkomst eenzijdig beëindigen en de volledige gebruiksvergoeding aan Wederpartij terugbetalen.

Q. 2. BEPERKINGEN

Verdergaande garantie op de deugdelijkheid van het door Qec geleverde zal op geen enkele wijze uit de overeenkomst danwel gedragingen of mededelingen van Qec kunnen worden afgeleid. Qec garandeert met name niet dat onder alle omstandigheden juiste resultaten met REKENBLADEN worden verkregen noch dat deze in alle gevallen correct werkt.

Q. 3. BESTURING

Iedere garantie vervalst bij gebruik van REKENBLADEN op andere hardware, software of met behulp van andere besturingsprogrammatuur dan genoemd in I.1.

+

R. TOEPASSELIJK RECHT EN GESCHILLEN

Op deze overeenkomst is Nederlands recht van toepassing. Alle geschillen tussen partijen worden beslecht door de bevoegde rechter in Haarlem (Nederland).

+

S. RECHTEN VAN DERDEN

(c) Excel copyright Microsoft

+

T. CONTACT

Wij verzoeken U om voordat U contact opneemt op onze website te kijken of Uw vraag eventueel daar al beantwoord wordt. Voor overige vragen kunt U contact opnemen:

Qec V.O.F.  
Ritmeesterstraat 18  
2023 GJ HAARLEM

ingeschreven in de KVK van AMSTERDAM onder nummer 34368232

EULA\_Qec\_1\_11\_2010

Tel efoon:  
023-8440824 (antwoordapparaat, spreek duidelijk uw  
naam, telefoonnummer, email-adres in en eventueel klantcode)

Web site:  
<http://www.qec.nu/>

Contact us:  
<http://www.qec.nu/>

email:  
[info@qec.nu](mailto:info@qec.nu)

++++  
++++  
(c)Qec ; alle rechten voorbehouden.