

# Berekening Staalplaat-berekening

## ComFlor 100


 Dutch Engineering Raadgevend Ingenieursbureau BV  
Zoeterwoude - Tel/Fax: 071-5418923 / -5419670
**Projectgegevens**
 Project : Bungehuis - Amsterdam  
 Omschrijving : Basisberekening ComFlor 100  
 Opdrachtgever : Companjen Constructies B.V.  
 Kontaktpersoon :  
 Telefoon : 020 2750004  
 Fax / Email :

 4927  
 Datum: 2 oktober 2017  
 Ber: F
**Algemeen**

Overspanning - stramienmaat	$L_i =$	Veld1	Veld2	Veld3	
		3600	nvt	nvt	mm
Vloerdikte			$H_t =$	150	mm
Staalplaat over $V_u$ velden in uitvoeringsfase			$V_u =$	1	veld
Staalplaat-betonvloeren over $V_{sb}$ velden in gerede toestand			$V_{sb} =$	1	veld
Aantal stempelrijen per veld in uitvoeringsfase			$N =$	0	stempelrijen

**Belasting:** Aangehouden gebruiksklasse: B - Kantoorruimten - Gevolgklasse: CC2 - Kantoorgebouwen

Eigen gewicht vloer		$q_{eg} =$	2,36	kN/m <sup>2</sup>
<b>Rustende belasting</b>		$q_{rb} =$	1,50	kN/m <sup>2</sup>
Afwerklaag 50 mm	1,00	kN/m <sup>2</sup>		
Plafond en leidingen	0,50	kN/m <sup>2</sup>		
Equivalent belasting	0,00	kN/m <sup>2</sup>		
<b>Veranderlijke belasting</b>		$q_{nb} =$	3,00	kN/m <sup>2</sup>
Combinatiefactor v/h momentaanfactor		$\Psi_0 =$	0,50	-
Netto veranderlijke belasting	3,00	kN/m <sup>2</sup>		
Lichte scheidingswanden	0,00	kN/m <sup>2</sup>		
Equivalent belasting	0,00	kN/m <sup>2</sup>		

**Puntlasten**

Puntlast 03 kN (Opp.: 50x50mm) in plaats van veranderlijke belasting (belastinggeval 5 =BG5).  
 Geen punt- of lijnlasten op veld 1 (BG4)  
 Geen punt- of lijnlasten op veld 2 (BG4)

Voor grootte en locatie puntlasten zie ook Gerede toestand (BG4 en BG5 op blad 5/10).

**Brandwerendheid** 30 minuten

**Staalplaat:** ComFlor 100 / 0,90 mm - S280**Beton:** C20/25 - XC1

Soortelijk gewicht	$G_b =$	2400	kg/m <sup>3</sup>
Totaal betonvolume	$=$	100	l/m <sup>2</sup>

**Wapening:**

Staalsoort	B 500 B	diameter - h.o.h. [mm - mm]	lengte [mm]	dekking [mm]
Bovenwapening - kruisnet		#Ø8-150	kruisnet	19 op bovenzijde
Extra kruisnet boven staalplaat		geen		
Afstand tussen kruisnet en staalplaat				15 mm
Bovenwapening steunpunten bijleg wap.		geen	nvt	nvt
Onderwapening 1-velde vloer		Ø8-233	3340	40 op staalplaat
Onderwapening tussenvelden		nvt	nvt	40 op staalplaat
Afstand hart onderwapening tot onderzijde				49 mm
Extra onderwapening eindsteunpunt		NVT		
Extra onderwapening tussensteunpunt		NVT		
Verdeelwapening		geen	-	
Gewicht wapening	$= \text{ca. } 8 \text{ kg/m}^2$			

**Sparingen**

Geen sparingen met een grootste afmeting groter dan 200mm beschouwd in berekening.

**Resultaat**

	Ontwerpfactor		Blad
Beloopbaarheid Staalplaat	0,40	Voldoet	2/9
Uitvoeringsfase	0,71	Voldoet	3-4/9
Gerede toestand	0,99	Voldoet	5-8/9
Brandwerendheid	0,33	Voldoet	9/9

## Beloopbaarheid Staalplaat

De staalplaat moet tijdens de uitvoering, voor het plaatsen van eventueel aan te brengen stempels, beloopbaar zijn.

### Vaststellen Effectieve overspanning voor de beoordeling van de beloopbaarheid

De staalplaten worden enkelvelds gelegd. Voor de beloopbaarheid worden 1 overspanningen beschouwd.

De overspanningen voor de beoordeling van de beloopbaarheid (Lb1-Lb2-Lb3) zijn gebaseerd op de overspanningen voor de gerede toestand (L1-L2-L3).

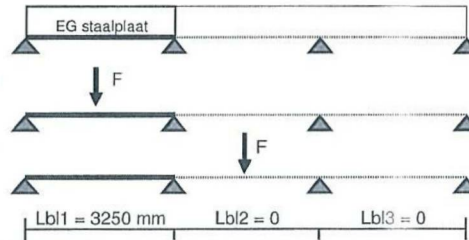
Eind- resp. tussenoplegging van dagmaat tot stramien

	Veld 1	Veld 2	Veld 3	
	200	100	mm	
Overspanning - stramienmaat	3600	0	0	mm
Vrije overspanning	3200	0	0	mm
Basis voor overspanning beloopbaarheid	L1	x	x	
Effectieve overspanning = vrije overspanning + 50 mm	3250	0	0	mm

### Belastinggevallen

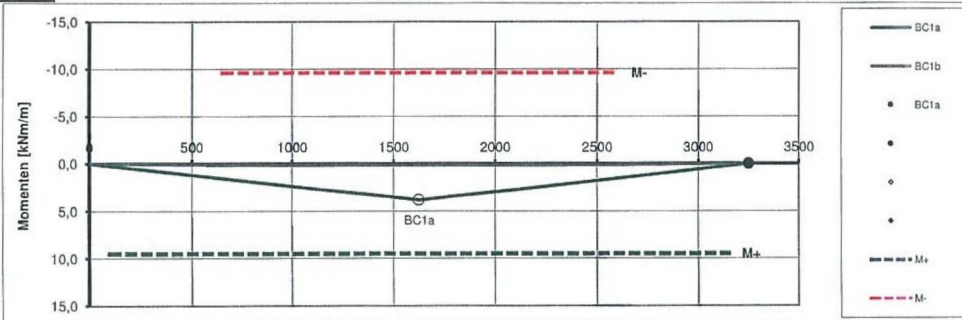
BG1 EG staalplaat factor 1,20 belasting  $q_{EGs} = 0,12 \text{ kN/m}^2$  BG1

BG2 Montagebelasting factor 1,50  $F = 3,0 \text{ kN/m}$  BG2a  
 Standaard: Lijnlast van 3,0 kN/m1 dwars op de ribben. Indien de uitvoeringswijze hiertoe aanleiding geeft kan van de gegeven waarde worden afgeweken.



Belastingcombinaties		BG1	BG2a	BG2b
Sterkte	BC1a - eindveld	1,20	1,50	
	BC1b - 2e veld	1,20		1,50
Stijfheid	BC2a - eindveld	1,00	1,00	
	BC2b - 2e veld	1,00		1,00

### Sterkte



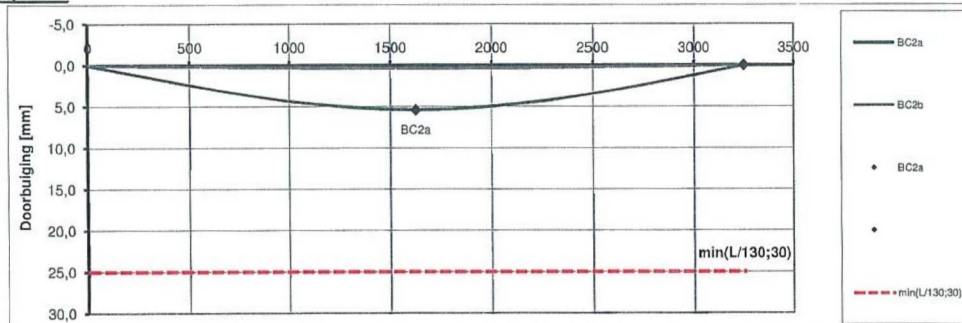
#### BL1. Positief buigend moment

Maximaal positief moment BC1a 3,85 kNm/m  
 Positief momentweerstand staalplaat 9,50 kNm/m  
 Controle 0,40 < 1,00 OK

#### BL2. Negatief buigend moment

Maximaal negatief moment 0,00 kNm/m  
 Negatief momentweerstand staalplaat -9,64 kNm/m  
 Controle 0,00 < 1,00 OK

### Stijfheid



#### BL3. Doorbuiging

Maximale doorbuiging Veld 1 5,40 mm Veld 2 0,00 mm  
 Maximaal toelaatbare doorbuiging min(L/130;30) 25,00 mm 25,00 mm  
 Controle 0,22 0,00 < 1,00 OK

## Uitvoeringsfase

De vloervelden dienen tijdens het aanbrengen van het beton ondersteund te worden.

Elke staalplaat dient boven alle opleggingen in elk dal bevestigd te worden. De langsoverlap tussen de staalplaten en de langszijde van vloervelden dient h.o.h. 500 mm te worden bevestigd.

### Belasting - Eigen gewicht

Eigen gewicht staalplaat	$G_s$	0,12	kN/m <sup>2</sup>	5,1%
Netto gewicht beton - excl. doorbuiging staalplaat	$G_{b-netto}$	2,12	kN/m <sup>2</sup>	89,6%
Extra gewicht beton door doorbuigen staalplaat tijdens uitvoering (8,0 mm)	$G_{b-extra}$	0,13	kN/m <sup>2</sup>	5,3%
Totaal eigen gewicht	$G_{sb}$	2,36	kN/m <sup>2</sup>	100,0%

### Vaststellen effectieve overspanningen tijdens uitvoering

De staalplaten worden enkelvelds gelegd. De vloer wordt ongestempeld uitgevoerd.

De overspanningen voor de beoordeling van de uitvoeringsfase (Luit1-Luit2-Luit3) zijn gebaseerd op de overspanningen voor de gereede toestand (L1-L2-L3). Voor de uitvoeringsfase worden 1 overspanningen beschouwd.

Eind- resp. tussenoplegging van dagmaat tot stramien	200	100	mm
Minimale breedte stempels	200	200	mm
	Veld 1	Veld 2	Veld 3
Overspanning - stramienmaat - L1-L2-L3	3600	0	0
Vrije overspanning	3200	0	0
Basis voor overspanning uitvoeringsfase	L1	x	x
Effectieve overspanning = vrije overspanning + 50 mm	3250	0	0

### Belastinggevallen

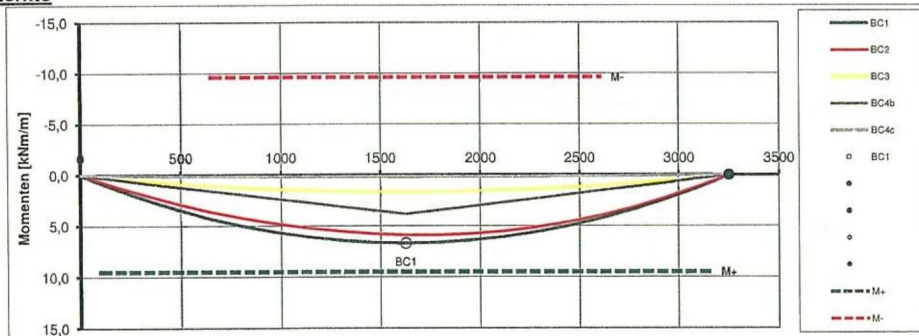
	factor	belasting	
BG1 EG staalplaat	1,20	$q_{EGs} = 0,12$ kN/m <sup>2</sup>	BG1
BG2 EG beton	1,20	$q_{EGb} = 2,24$ kN/m <sup>2</sup>	BG2a
Gewicht beton = incl. accumulatie			BG2b
			BG2c
BG3 Montagebelasting	1,50	$q_{max} = 1,50$ kN/m <sup>2</sup> $q_{min} = 0,75$ kN/m <sup>2</sup>	BG3a
Gelijkmatig verdeelde belasting van 1.50 kN/m <sup>2</sup> over een oppervlak van 3*3 m in de meest ongunstige situatie en een gelijkmatig verdeelde belasting van 0.75 kN/m <sup>2</sup> over het resterend oppervlak. Deze waarden zijn niet toereikend voor gevallen waarbij grote opeenhoping van beton ontstaat of grote stootbelastingen optreden, zoals onder meer op kan treden bij onoordeelkundig aanbrengen van het beton. Indien de uitvoeringswijze hiertoe aanleiding geeft kan van de gegeven waarden worden afgeweken.			BG3b
			BG3c
BG4 Montagebelasting	1,50	$F = 3,0$ kN/m	BG4a
Standaard: Lijnlast van 3.0 kN/m1 dwars op de ribben, aangebracht op de meest ongunstige positie. Indien de uitvoeringswijze hiertoe aanleiding geeft kan van de gegeven waarde worden afgeweken.			BG4b
			BG4c

Effectieve overspanning Luit*i*  $i=1..3$

Luit1 = 3250 mm    Luit2 = 0    Luit3 = 0

Belastingcombinaties		BG1	BG2a	BG2b	BG2c	BG3a	BG3b	BG3c	BG4a	BG4b	BG4c
Sterkte	BC1 - eindveld maximaal belast	1,20	1,20			1,50					
	BC2 - tussensteunpunt maximaal belast	1,20		1,20		1,50		1,50	1,50		
	BC3 - 2e veld maximaal belast	1,20			1,20						
	BC4a - montage - BG4a	1,20								1,50	
	BC4b - montage - BG4b	1,20									1,50
Stijfheid	BC5 - eigen gewicht - eindveld	1,00	1,00								
	BC6 - eigen gewicht - vol	1,00		1,00							
	BC7 - eigen gewicht - 2e veld	1,00			1,00						
	BC8 - uitvoering - eindveld	1,00	1,00			1,00					
	BC9 - uitvoering - 2e veld	1,00			1,00			1,00			

### Sterkte

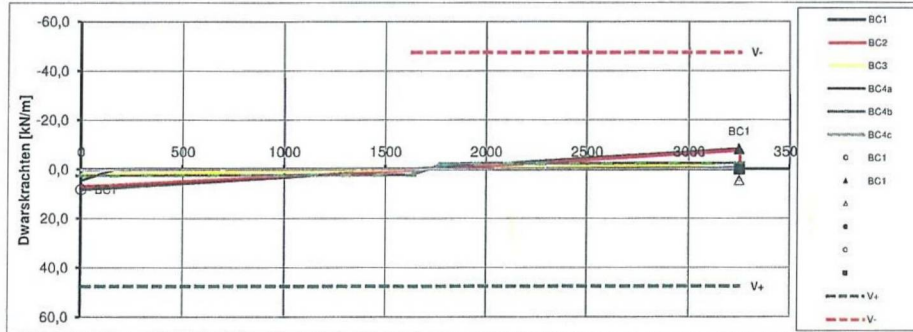


Uit1. Positief buigend moment

Maximaal positief moment	BC1	6,71	kNm/m
Positief momentweerstand staalplaat		9,50	kNm/m
Controle		0,71	< 1.00 OK

**Uit2. Negatief buigend moment**

Maximaal negatief moment	BC1	0,00	kNm/m
Negatief momentweerstand staalplaat		-9,64	kNm/m
Controle		0,00	< 1.00 OK



**Uit3. Dwarskracht**

Maximale dwarskracht	BC1 BC1	8,13	-8,13	kN/m
Dwarskrachtweerstand staalplaat		47,58	-47,58	kN/m
Controle		0,17	0,17	< 1.00 OK

**Uit4. Oplegreactie eindoplegging**

Maximale oplegreactie		8,13	kN/m
Oplegweerstand eindoplegging		20,48	kN/m
Controle		0,40	< 1.00 OK

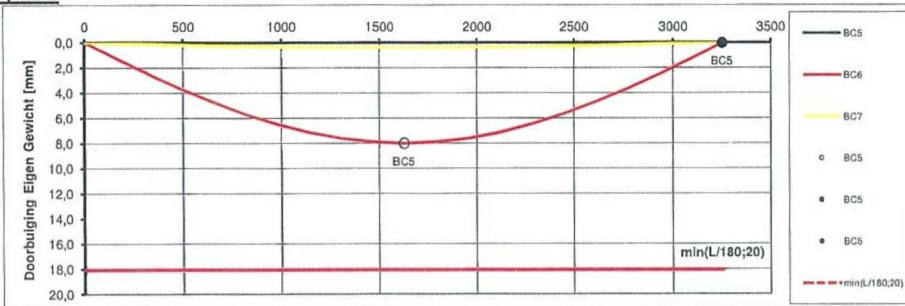
**Uit5. Oplegreactie tussenoplegging**

Maximale oplegreactie	BC4c	8,13	kN/m
Oplegweerstand tussenoplegging		40,95	kN/m
Controle		0,20	< 1.00 OK

**Uit6. Oplegreactie + Negatief moment**

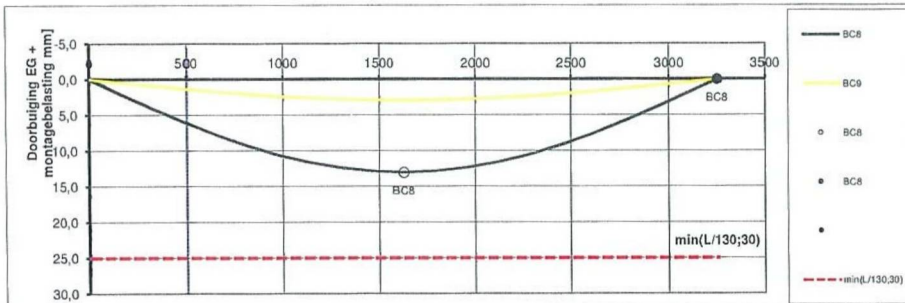
Maximale oplegreactie / negatief moment	BC1 - Steunpunt 1	8,13	0,00	kN/m
Oplegweerstand tussenoplegging / negatief moment		40,95	-9,64	kN/m
Controle		0,20	< 1.25 OK	

**Stijfheid**



**Uit7. Doorbuiging Eigen Gewicht**

Maximale doorbuiging	Veld 1	Veld 2	Veld 3	
	7,99	nvt	nvt	mm
Maximaal toelaatbare doorbuiging	18,06	nvt	nvt	mm
Controle	0,44	0,00	0,00	< 1.00 OK



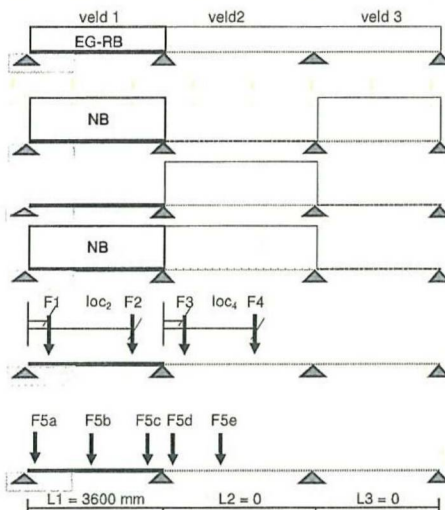
**Uit8. Doorbuiging Eigen Gewicht + Montagebelasting**

Maximale doorbuiging	Veld 1	Veld 2	Veld 3	
	13,04	nvt	nvt	mm
Maximaal toelaatbare doorbuiging	25,00	nvt	nvt	mm
Controle	0,52	0,00	0,00	< 1.00 OK

## Gerede Toestand

### Belastinggevallen

	factor	belasting	
BG1 EG = Eigen Gewicht	1,20	$q_{EG} = 2,36 \text{ kN/m}^2$ BG1	
BG2 RB = Rustende belasting	1,20	$q_{RB} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ BG2	
BG3 Nuttige belasting	1,50	$q_{NB} = 3,00 \text{ kN/m}^2$ BG3a	
<i>Belast of onbelast</i>			
BG3a = veld 1 belast			BG3b
BG3b = veld 1 onbelast			BG3c
BC3c = veld 1 belast (gelijk aan BG3a)			
BG4 Set Puntlasten	1,50	$F_1 = 0,0 \text{ kN}$ BG4	
<i>Nuttige belasting</i>			
		$F_2 = 0,0 \text{ kN}$	
		$F_3 = 0,0 \text{ kN}$	
		$F_4 = 0,0 \text{ kN}$	
BG5 Puntlast i.p.v. nuttige belasting	1,50	$F_5 = 3,0 \text{ kN}$ BG5a-e	
<i>Moment: be = 0 - 250 mm</i>			
<i>Dwarskracht: be = 0 - 250 mm</i>			



Check: Belasting combinatie  $1,35 \cdot (EG+RB) + 1,5 \cdot \psi \cdot NB$  is niet maatgevend

Belastingcombinaties		BG1	BG2	BG3a	BG3b	BG3c	BG4	BG5a	BG5b	BG5c	BG5d	BG5e	
Sterkte	BC1 veld 1 belast	1,20	1,20	1,50			1,50						
	BC2 veld 1 onbelast	1,20	1,20		1,50		1,50						
	BC3 veld 1 belast (gelijk aan BC1)	1,20	1,20			1,50	1,50						
	BC4a Puntlast ipv NB - loc 1	1,20	1,20					1,50					
	BC4b Puntlast ipv NB - loc 2	1,20	1,20						1,50				
	BC4c Puntlast ipv NB - loc 3	1,20	1,20							1,50			
BC4d Puntlast ipv NB - loc 4	1,20	1,20								1,50			
BC4e Puntlast ipv NB - loc 5	1,20	1,20									1,50		
Stijfheid	Totaal	BC5 veld 1 belast	1,00	1,00	1,00		1,00						
		BC6 veld 1 onbelast	1,00	1,00		1,00	1,00						
		BC7 veld 1 belast (gelijk aan BC5)	1,00	1,00			1,00	1,00					
		BC8a Puntlast ipv NB - loc 2	1,00	1,00					1,00				
		BC8b Puntlast ipv NB - loc 5	1,00	1,00						1,00			
		BC8c Puntlast ipv NB - loc 1	1,00	1,00							1,00		
	Bijkomend	BC9 veld 1 belast	0,00		1,00			1,00					
		BC10 veld 1 onbelast	0,00			1,00		1,00					
		BC11 veld 1 belast (gelijk aan BC9)	0,00				1,00	1,00					
		BC12a Puntlast ipv NB - loc 2	0,00						1,00				
		BC12b Puntlast ipv NB - loc 5	0,00							1,00			
		BC12c Puntlast ipv NB - loc 1	0,00								1,00		

$\alpha = \text{bijdrage verwijderden stempels aan bijkomende doorbuiging (BG1)} = (EIkort-EI)/EIkort = 0$

### Equivalenten lijnlasten bij puntlasten BG4 en BG5

Voor puntlasten BG4 en BG5 is per locatie een meewerkende breedte  $b_e$  bepaald,  $b_e$  is voor momenten/doorbuiging in eind- en tussenvelden en voor dwarskrachten verschillend.

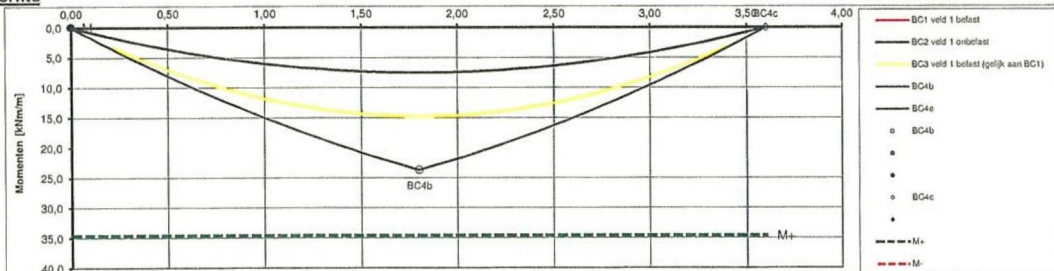
#### Momenten & Doorbuiging

	F1	F2	F3	F4	F5a	F5b	F5c	F5d	F5e	
$F_i =$	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	kN
$loc_i =$	900	0	0	0	425	1800	3175	0	0	mm
$b_{dM} =$	300	0	0	0	250	250	250	0	0	mm
$F_{eq,M,i} =$	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	12,0	12,0	0,0	0,0	kN/m

#### Dwarskrachten

	F1	F2	F3	F4	F5a	F5b	F5c	F5d	F5e	
$F_i =$	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	kN
$b_{dV} =$	300	0	0	0	250	250	250	0	0	mm
$F_{eq,V,i} =$	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	12,0	12,0	0,0	0,0	kN/m

### Sterkte

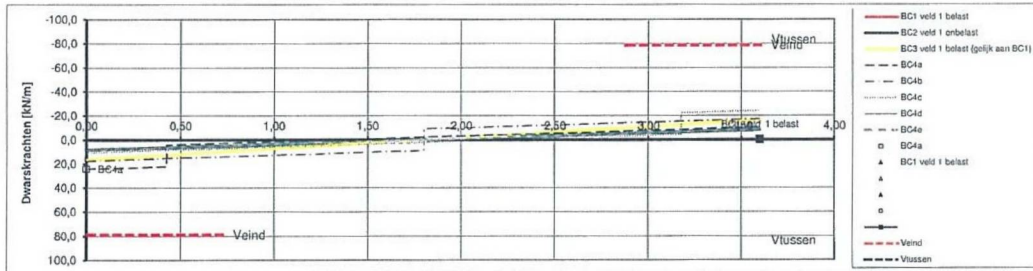


**G1-2. Positief buigend moment eind- en tussenvelden**

Vloerdikte	$H_f$	:	eind	tussen	
Effectief oppervlak staalplaat	$A_{se}$	:	1364,5	NVT	mm
Onderwapening	$d-c/c$	:	Ø8-233	NVT	mm-mm
	$A_{roev} / A_{rolv}$	:	215,4	NVT	mm <sup>2</sup> /m
Afstand zwpt staalplaat tot bovenzijde vloer	$h_a = H_f - e$		92,0	NVT	mm
Afstand hart onderwap. tot bovenzijde vloer	$h_r = H_f - d_{ov}$		101,0	NVT	mm
Maximale trekkracht staalplaat	$A_{se} \cdot f_y$	:	382,1	NVT	kN/m
Maximale trekkracht onderwapening	$A_{roev/rovl} \cdot f_y$	:	93,7	NVT	kN/m
Maximale trekkracht		:	475,7	NVT	kN/m
Maximale dikte betonplaat boven staalplaat	$h_b + d_{ult}$	:	58,0	NVT	mm
Hoogte betonruimte	$X_b$	:	42,0	NVT	mm
Controle hoogte betonruimte door onderwapening:	$X_b / (h_b + d_{ult})$	:	0,72	NVT	< 1,00 OK
Momentweerstand	$M_{Rd,s} = A_s \cdot f_y \cdot (h_s - X_b/2) + A_{roev} \cdot f_y \cdot (h_r - X_b/2)$		34,62	NVT	kNm/m
Maximaal moment eind/tussen velden	$M_{Sd,e} / M_{Sd,v}$		23,71	NVT	kNm/m
Controle positief moment	$M_{Sd,e} / M_{Rd,e}$		0,68	0,00	< 1,00 OK

**G3. Negatief buigend moment**

Kruisnet loopt niet door over tussensteunpunten	d-c/c	:	#Ø8-150	nvt	mm-mm
Extra bovenwapening tussensteunpunten	d-c/c	:	nvt	Ø0-150	mm-mm
Totaal bovenwapening	$A_{rb}$	:	335,1	0,0	mm <sup>2</sup> /m
Geen bovenwapening boven tussensteunpunt	$A_{roast}$	:	0,0	0,0	mm <sup>2</sup> /m
Effectieve onderwapening tussensteunpunt	$h_{bt}$	:	127,0	127,0	mm
Afstand zwaartepunt bovenwap. tot onderzijde	$X_{su}$	:	63,5	63,5	mm
Maximale hoogte betonruimte in betonrib	$N_{s,max}$	:	145,7	0,0	kN/m
Maximale trekkracht bovenwapening	$N_{b,max}$	:	0,0	0,0	kN/m
Maximale drukkracht onderwapening	$N_{b,max}$	:	-254,4	-254,4	kN/m
Maximale drukkracht betonrib	$N_{s,max}$	:	145,7	0,0	kN/m
Maximale trek/drukkracht wapening/wapening maatgevend	$N_b$	:	-145,7	0,0	kN/m
Drukkracht in beton	$X$	:	39,9	0,0	mm
Hoogte betonruimte	$X/X_{su}$	:	0,63	0,00	< 1,00 OK
Controle hoogte betonruimte	$X^*$	:	21,0	0,0	mm
Afstand zwaartepunt betonruimte (incl. onderwapening) tot onderzijde	$M_{Rd}$	:	-15,44	0,00	kNm/m
Momentweerstand	$M_{Rd}$	:		0,00	kNm/m
Maximaal moment	$M_{Sd}$	:		0,00	kNm/m
Controle negatief moment niet van toepassing bij 1-velds overspanning	$M_{Sd,e} / M_{Rd,e}$			0,00	< 1,00 OK



**G4. Horizontale Afschuiving**

Weerstand horizontale afschuiving:  $V_{l,Rd} = b_w \cdot d^* [ m \cdot A_{sd} / (b_w \cdot L_s) + k ] / \gamma_c$

Parameters m-k in m-k methode	m	:	112,9	k	:	0,039 N/mm <sup>2</sup>	Eindveld	Middenveld
Effectieve overspanning voor horizontale afschuiving	$L_{ef}$	:	3600	NVT	mm			
Afschuiflengte	$L_s$	:	1367	NVT	mm			
Weerstand horizontale afschuiving	$V_{l,Rd}$	=	11,14	NVT	kN/m			
Bijdrage onderwapening	$V_{a,Rd} = A_{roev} / (A_{roev} + A_{sb}) \cdot M_{REv} / L_s$		6,30	NVT	kN/m			
Maximale dwarskracht	eindveld $V_{s,Rd}$		17,35	NVT	kN/m			
Controle horizontale afschuiving	$V_{Sd} / (V_{l,Rd} + V_{a,Rd})$		0,99	NVT				

**G5. Dwarskracht**

Weerstand zonder dwarskrachtwapening:  $V_{Rd} = V_{Rd;c1} + V_{Rd;c2} + \beta \cdot V_{Rd,p}$  met:  $V_{Rd;c1} = b_w \cdot d^* \cdot \max(v_c; v_{min})$  en  $V_{Rd;c2} = b_w \cdot d^* \cdot \max(v_c; v_{min})$

**G5a. Weerstand eindoplegging**

Gemiddelde breedte betonrib / breedte bovenflens	$b_w / b_{w2}$	:	401,43	467,14	mm/m
Onderwapening			Ø8-233	geen 2e net	mm-mm
Geen extra onderwapening bij eindoplegging			NVT	-	mm-mm-mm
Afstand hart wapening tot bovenzijde vloer	$d = h_f$	:	101,0	nvt	mm
Effectiviteit onderwapening gebaseerd op verankeringslengte	volledige/aanwezige verankering		291	200	mm-mm
			68,7%	0,0%	
Effectiviteit extra onderwapening	volledige/aanwezige verankering		nvt	0	mm-mm
			0,0%		
Effectiviteit staalplaat als onderwapening gebaseerd op TauRd			1528	50	mm-mm
			3,3%		
Effectiviteit staalplaat door wrijving boven oplegging en bevestiging staalplaat			382	25	kN- kN
			6,5%		
Asl-rib = 68,7% * A <sub>roev</sub> + 0% * A <sub>rextra</sub> + 9,8% * A <sub>se</sub>	Asl-plaat = 0% * Ark2		A <sub>sl</sub>	:	281,9
	$\rho = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0,020$		$\rho$	:	0,0070
	$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2,00$		k	:	2,000
Schuifspanning beton $v_c = 0,12 \cdot k^* (100 \cdot \rho \cdot f_{t,d})^{1/3}$			$v_c$	:	0,577
Minimale schuifspanning $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$			$v_{min}$	:	0,443
Dwarskrachtweerstand beton zonder dwarskrachtwapening	$V_{Rd;c1} \cdot V_{Rd;c2}$	=	23,4	0,0	kN/m
Bijdrage staalplaat gebaseerd op onderzoeksrapport:	$V_{Rd,p}$	=	110,7		kN/m
T09.161/R3 "Vertical shear resistance of composite floors with ComFlor 60" Stark Partners	$\beta$	:	50%		
Dwarskracht weerstand staalplaat $V_{Rd,p} = 2Bd \cdot \cos(\alpha) \cdot (h_{ijf} \cdot t_p \cdot f_y / \sqrt{3})$	$\beta \cdot V_{Rd,p}$	=	55,4		kN/m
Dwarskrachtweerstand betonrib, betonspiegel, staalplaat:	$V_{Rd}$	=		78,77	kN/m
Extern bepaald dwarskrachtweerstand eindoplegging	$V_{Rd,ext}$	=		NVT	kN/m
Maximale dwarskracht eindoplegging BC4a	$V_{Sd}$	=		24,22	kN/m
Controle dwarskracht eindoplegging	$V_{Sd} / V_{Rd}$	=		0,31	< 1,00 OK

**G5b. Weerstand tussenoplegging**

Gemiddelde breedte betonrib / breedte bovenflens	$b_w / b_{w2}$	:	401,43	467,14	mm/m
Afstand hart bovenwapening tot onderzijde vloer/spiegel	$d = h_r$	:	127,0	27,0	mm
Verdeling bovenwapening Arbot over rib en spiegel naar rato $b_w \cdot d$			80,2%	19,8%	
Effectief deel bovenwapening rib-plaat	$A_{st}$	:	0,0	0,0	mm <sup>2</sup> /m
	$\rho = A_{st} / (b_w \cdot d) \leq 0.020$		$\rho$	0,000	-
	$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.00$		$k$	2,000	-
Schuifspanning beton $v_c = 0,12 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ctk})^{1/3}$	$v_c$	:	0,000	0,000	N/mm <sup>2</sup>
Minimale schuifspanning $v_{min} = 0,035 \cdot k \cdot f_{ctk}^{1/2}$	$v_{min}$	:	0,443	0,443	N/mm <sup>2</sup>
Dwarskrachtweerstand beton zonder dwarskrachtwapening	$V_{Rd,c1} \cdot V_{Rd,c2}$	=	22,5	5,6	kN/m
Bijdrage staalplaat aan dwarskrachtcapaciteit	$\beta \cdot V_{Rd,p}$	=	55,4	-	kN/m
Dwarskrachtweerstand betonrib, betonspiegel, staalplaat:	$V_{Rd}$	=	83,53		kN/m
Extern bepaalde dwarskrachtweerstand tussenoplegging	$V_{Rd,ext}$	=	NVT		kN/m
Maximale dwarskracht tussenoplegging	$V_{sd}$	=	0,00		kN/m/m
Controle dwarskracht tussenoplegging	$V_{sd} / V_{Rd}$	=	0,00		< 1.00 OK

**G6. Pons**

Weerstand pons zonder ponswapening:	$v_c$	:	0,577		N/mm <sup>2</sup>
Schuifspanning door pons: $v_{Ed} = \beta V_{Ed} / u \cdot d_{eff}$					
Puntlast: $V_{Ed} = \gamma_F \cdot F =$ maximale puntlast uit BG4 en BG5	$V_{Ed}$	:	4,50		kN
Bij puntlasten op vloeren geen effect buigende momenten	$\beta$	:	1,0		-
Afstand bovenzijde afgewerkte vloer tot (onderste) kruisnet	$d_k$	:	73,0		mm
Gemiddelde dikte vloer onder puntlast	$d_{eff} = \{d_k + (h_x + h_y)\} / 2$		$d_{eff}$		82,5 mm
Perimeter rond puntlast	$u = 4 \cdot \{b_x + (h_x - h_c) + \pi \cdot 2 \cdot h_c\}$		$u$		882 mm
Schuifspanning rond puntlast	$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / u \cdot d_{eff}$		$v_{Ed}$		0,062 N/mm <sup>2</sup>
Controle pons	$v_{Ed} / v_c$	=	0,11		< 1.00 OK

**G7. Verdeelwapening**

Minimaal wapeningspercentage verdeelwapening	$\omega_{min}$	=	0,20%		
Verhouding vloerhoogte tot staalplaathoogte	$h_p / h$	=	0,67		incorrecte verhouding !
Aanwezige puntlast	$F$	=	3,00		kN

De totale verdeelde belasting is kleiner dan 5 kN/m<sup>2</sup> en de maximale puntlast is kleiner dan 7.5 kN dus minimum wapeningspercentage voldoet.

Uniforme tegendruk:	$p_{ij} = \gamma \cdot F / b_{em}$	=	nvt		kN/m
Moment in plaat	$M = 1/2 \cdot p_{ij} \cdot (b_{em}/2)^2$	=	nvt		kNm
Nuttige hoogte	$d = c + 1.5 \cdot \emptyset$	=	nvt		mm
Maat relatieve drukspanning bij bulging	$K = M / b \cdot d^2 \cdot \sigma_{ct}$	=	nvt		
Hefbooms arm snede	$z = d/2 + v \cdot (1.3 \cdot K)$	=	nvt		mm
Benodigde wapening	$A_s$	=	nvt		mm <sup>2</sup>

Minimaal benodigde verdeelwapening	$A_{verdeelmin}$	=	100		mm <sup>2</sup> /m
Aanwezige verdeelwapening	Kruisnet 1	#8-150	=	335	mm <sup>2</sup> /m
	Totaal	$A_{verdeel}$	=	335	mm <sup>2</sup> /m

Min. afstand in overspanningsrichting waarover min. verdeelwapening aanwezig moet zijn l.p.v.grootste Puntlast = nvt mm  
 Min. afstand dwars op overspanningsrichting waarover min. verdeelwapening aanwezig moet zijn l.p.v.grootste Puntlast = nvt mm

Controle verdeelwapening  $A_{verdeelmin} / A_{verdeel} = 0,30 < 1.0 OK$

**Stijfheid**

<b>Bepaling buigstijfheid gescheurde doorsnede <math>EI_{og}^* / EI_{og}^*</math> - korte en lange duur</b>	$EI_{og}^*$	$EI_{og}^*$	$EI_{og}^*$ kort	$EI_{og}^*$ kort
Afstand uiterste vezel drukzone tot hart wapening	$h$	:	93,2	127,0 mm
Verhouding rekestijfheid staal/beton - incl. correctie drukzone EI	$n \cdot n'$	:	14,00	34,88
	$n_p^* = n \cdot (A_{st} + A_{oc}) / (b \cdot h)$ $n_p' = n \cdot A_{sp} / (b \cdot h)$	:	0,237	0,000
Hoogte betondrukzone	$X^*$	:	45,80	0,00
	$X^* = h \cdot (\sqrt{(n_p \cdot 2 + 2 \cdot n_p)} - n_p)$			35,68 mm
Buigstijfheid gescheurde doorsnede	$EI_{og}^* / EI_{og}^*$	=	1,657	0,000
			1,983	0,000
				$\cdot 10^{12} Nmm^2/m$

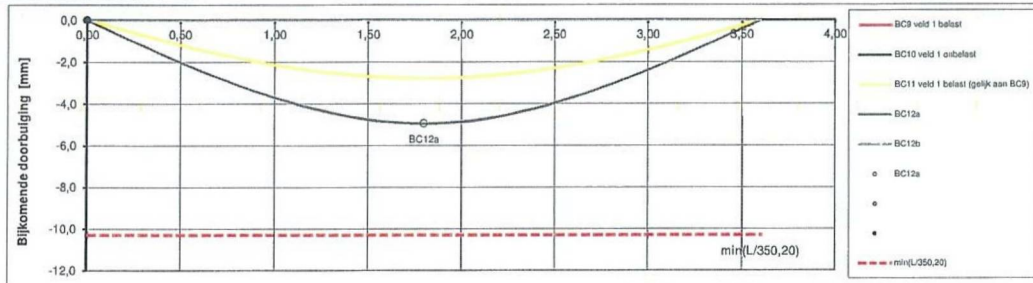
**Bepaling buigstijfheid ongescheurde doorsnede  $EI_{og}^* / EI_{og}^*$  - korte en lange duur**

Elog	EA *10 <sup>6</sup> N/m	Z mm	ES = EA*Z *10 <sup>6</sup> Nmm/m	a = Z-Z <sub>sb</sub> mm	El <sub>1</sub> = EA*a <sup>3</sup> *10 <sup>12</sup> Nmm <sup>2</sup> /m	El <sub>2</sub> = EI <sub>ogjen</sub>	
Beton	1352	94,0	127143	7,3	0,073	+	2,255
Wapening	45,2	49,0	2217	-37,7	0,064	+	0,000
Staalplaat	286,5	58,0	16620	-28,7	0,236	+	0,430
Totaal	1683,9		145979				3,058
			Z <sub>sb</sub> = ES/EA =	86,7 mm			

Buigstijfheid ongescheurde betondoorsnede	$El_b$	:	2,255	4,511	$\cdot 10^{12} Nmm^2/m$
Buigstijfheid ongescheurde doorsnede staalplaat-betonvloer	$El_{og}$	=	3,058	5,354	$\cdot 10^{12} Nmm^2/m$
Buigstijfheid positieve en negatieve bulging	$El^{*+} = (El_g^{*+} + El_{og}^{*+}) / 2 =$		2,357	1,529	$\cdot 10^{12} Nmm^2/m$
Buigstijfheid staalplaat-betonvloer lange-korte duur	$El_{sb} = 100\% El^{*+} + 0\% El^{*-} =$		2,357	3,669	$\cdot 10^{12} Nmm^2/m$

Totale doorbuiging door verwijderen stempels nvt mm  
 Direct optredende doorbuiging bij verwijderen stempels nvt mm -  
 Bijkomende doorbuiging na verwijderen stempels nvt mm -

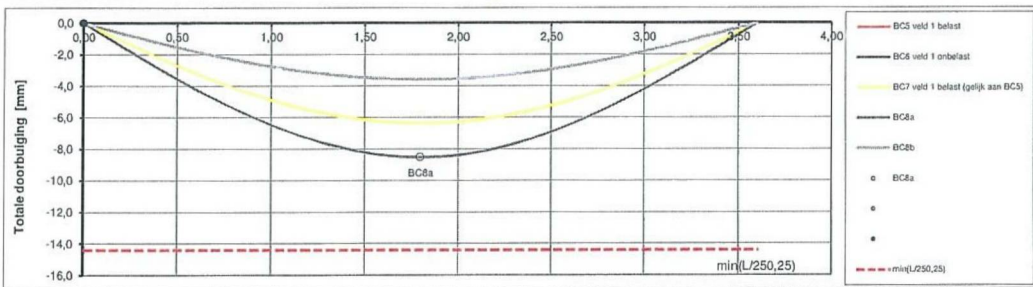
**G8. Bijkomende doorbuiging**



Maximale doorbuiging  
 Maximaal toelaatbare doorbuiging  
 Controle bijkomende doorbuiging

Veld 1	Veld 2	Veld 3	
4,95	nvt	nvt	mm
10,29	nvt	nvt	mm
<b>0,48</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>&lt; 1.00 OK</b>

**G9. Totale doorbuiging**



Maximale doorbuiging  
 Maximaal toelaatbare doorbuiging  
 Controle totale doorbuiging

Veld 1	Veld 2	Veld 3	
8,53	nvt	nvt	mm
14,40	nvt	nvt	mm
<b>0,59</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>&lt; 1.00 OK</b>

**G10. Eigenfrequentie**

$\delta_{ef}$  gebaseerd op  $q_{eq} + q_{lv} + 10\% \cdot q_{ne}$  en korte duur buigstijfheid

Eigenfrequentie  $f = 18 / \sqrt{\delta_{ef}}$

Minimale eigenfrequentie

Controle eigenfrequentie

$\delta_{ef}$ :	3,86	mm
$f$ :	9,16	Hz
$f_{min}$ :	3,00	Hz
$f_{min}/f =$	<b>0,33</b>	<b>&lt; 1.00 OK</b>

**G11. Controle scheurwijdte**

Maximaal moment gebruikstoestand

Kromming bij maximaal moment

$$\chi_{st} = M_{st} / EI_g$$

Staalspanning bovenwapening

$$\sigma_s = E_a \cdot \chi_{st} \cdot (h^* - X^*)$$

Maximale scheurwijdte

Equivalente diameter bovenwapening

Maximale staafdiameter bovenwapening gebaseerd op  $\sigma_s$ - Tabel 7.2N EN1992-1-1:2004

11a. Controle staafdiameter

Equivalente staafafstand bovenwapening

Maximale staafafstand bovenwapening gebaseerd op  $\sigma_s$ - Tabel 7.3N EN1992-1-1:2004

11b. Controle staafafstand

$M_{st}$ :	0,00	kNm/m
$\chi_{st}$ :	nvt	1/mm
$\sigma_s$ :	nvt	N/mm <sup>2</sup>
$s_{wmax}$ :	0,40	mm
$\phi_{eq}$ :	nvt	mm
$\phi_{max}$ :	6,0	mm
$\phi_{eq} / \phi_{max} =$	<b>0,00</b>	<b>&lt; 1.00 OK</b>
$s_{eq}$ :	nvt	mm
$s_{max}$ :	nvt	mm
$s_{eq} / s_{max} =$	<b>0,00</b>	<b>&lt; 1.00 OK</b>

## Brand R30

### Achtergrond berekening staalplaat-betonvloer bij brand R30

De vloer is berekend conform Eurocode 4: EN1994-1-2. Daarbij worden de thermische isolatie en de sterkte van de vloer bij brand getoetst.

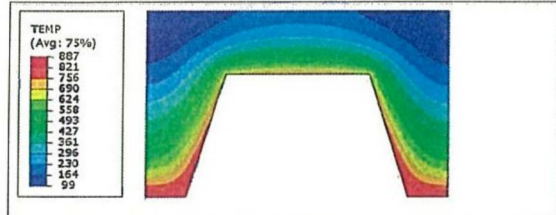
Voor de thermische isolatie geldt dat bij de gegeven brandwerendheid de maximale temperatuursverhoging aan de bovenzijde van de vloer niet groter dan 180 ° en de gemiddelde verhoging niet groter dan 140 ° mag zijn.

Voor de sterkte geldt, dat bij de gegeven brandwerendheid de door de verhoogde temperaturen in de doorsnede gereduceerde weerstand, voldoende moet zijn om de bij brand gereduceerde belasting te dragen.

De EN1994-1-2 staat toe bij de berekening van de vloeren gebruik te maken van resultaten uit eindige elementen berekeningen of experimentele resultaten uit ware grootte brandproeven. Bij de onderstaande brandwerendheid berekeningen voor thermische isolatie en mechanisch weerstand is gebruik gemaakt van eindige elementen berekeningen.

De berekening zoals hier onder is gepresenteerd in gebaseerd op:

Calculation of the thermal response to standard fire conditions of the ComFlor 100 composite steel concrete floor - rapport: 3055.305 -Juli 2013



Resultaat FE-berekening: contourplot emperaturen in doorsnede.

### Basisparameters bij brand

<i>Basis</i>	Vereiste brandwerendheid		30 minuten
	Betonsoort in berekening brand: Grindbeton=NWC Lichtbeton=LWC		NWC
<i>Materiaal</i>	Vloeispanning staal	fab	500 N/mm <sup>2</sup>
	Beton drukspanning:	fcdb	20 N/mm <sup>2</sup>
<i>Geometrie</i>	totale vloer dikte (Ht)		150 mm
	hoogte beton (htfl)		50 mm
	Werkende breedte		233 mm

### B1. Thermische isolatie - R30

	Thermische isolatie gebaseerd op thermische respons analyse	ti :	90,0	minuten
B1. Controle thermische isolatie		ti /F30 =	<b>0,33</b>	<b>&lt; 1.00 OK</b>

### B2. Sterkte - R30

EN1994-1-2 geeft aan dat bij een brandwerendheid van 30 minuten alleen de thermische isolatie gecontroleerd hoeft te worden. De sterkte van de vloer bij brand hoeft niet gecontroleerd te worden, mits de vloer bij kamertemperatuur voldoet aan de eisen zoals gesteld in EN1994-1-1. Dat betekent dat bij brand na 30 minuten de reductie van de capaciteit kleiner is dan de bij brand aangehouden reductie van de belastingen.

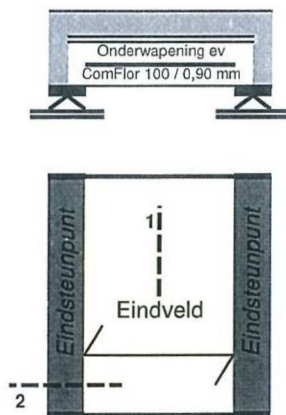
Geen controle sterkte bij R30 = **0,00** **< 1.00 OK**

## Details Overzicht

### Terminologie:

<i>Eindveld:</i>	Alle veldvelden die <b>niet</b> zijn ingesloten door staalplaat-betonvloer velden in de overspanning richting, waar kruisnet over steunpunten kan doorlopen.
<i>Eindsteunpunt:</i>	Steunpunten met aan een zijde een staalplaat-beton vloerveld
<i>Kruisnet:</i>	Kruisnet over alle velden en tussensteunpunten tenzij anders aangegeven
<i>Extra kruisnet:</i>	Kruisnet vlak boven de staalplaat
<i>Bovenwapening:</i>	Losse staven wapening over tussensteunpunten
<i>Onderwapening:</i>	Losse staven wapening in de ribben van staalplaten

### Vloervelden en steunpunten:



### Wapening: B 500 B

Schatting gewicht wapening ca. 8 kg/m<sup>2</sup>  
*N.B.: Gewicht wapening gebaseerd op gegeven overspanning en aantal vloervelden*

### Beton: C20/25 - XC1

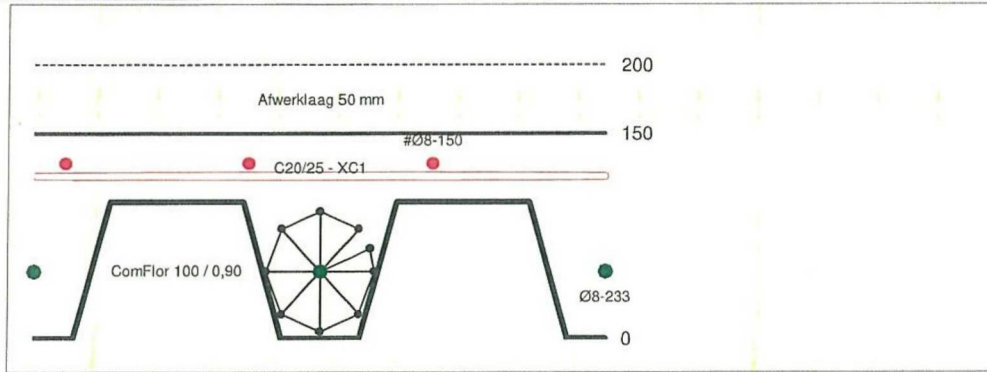
Vloerdikte	150 l/m <sup>2</sup>
Reductie door profielvorm	-60 l/m <sup>2</sup>
Extra beton door doorbuiging staalplaat	5 l/m <sup>2</sup>
Betonvulling tussensteunpunten	2 l/m <sup>2</sup>
Totaal betonvolume (naar boven afgerond op 5 l/m <sup>2</sup> )	100 l/m <sup>2</sup>

*N.B.: Exclusief doorbuiging liggers en betonvulling in projectgebonden (rand)details*

### Maximale kracht op stempelrij:

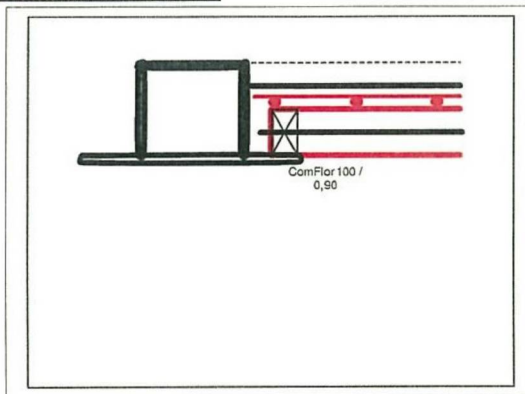
Aantal stempels per overspanning:	0 stempels
Maximale belasting per stempelrij:	0 kN /m <sup>1</sup>

### Detail 1: Dwarsdoorsnede eindveld.



- Kruisnet:* #Ø8-150 mm - dekking 19 mm op bovenzijde - NIET doorgaand over tussensteunpunten.  
*Extra kruisnet:* geen  
Afstand tussen kruisnet en staalplaat 15 mm.  
*Onderwapening:* Ø8-233 mm - 1 staaf in elke rib - L = 3340 mm.  
Dekking op staalplaat 40 mm - afstand hart onderwapening-onderzijde 49 mm

### Detail 2: Eindsteunpunt.



- Kruisnet:* #Ø8-150 mm - dekking 19 mm op bovenzijde - NIET doorgaand over tussensteunpunten.  
*Extra kruisnet:* geen  
*Oplegging:* THQ-200\*10-400\*15-190\*10  
*Onderwapening:* Ø8-233 mm. Staven lopen 70 mm door over dagmaat oplegging.  
*Extra onderwapening:* geen  
*Deuvels:* geen

