

Green label Housing

Koelmalaan 330,
1812 PS Alkmaar

Tel: (0517) 380600

KvK: 52600335

constructeur ing. F.J. de Boer

BEREKENINGEN TEK paneel t.b.v platdak

Ontwerp: constr. Adviseur :

Opdrachtgever

Green label Housing

datum; mei 2013 Sexbierum

Inhoudsopgave

Algemeen	Algemeen van toepassing zijnde voorschriften	blz.	2
	Veiligheidsklasse, belastingfactoren en refentieperiode	blz.	3
	Materialen	blz.	4
	Belastingen	blz.	5
	Nood overstorten	blz.	n.v.t
	tekeningen	blz.	n.v.t

Algemeen

Algemeen van toepassing zijnde voorschriften

NEN-EN 1990 + NB Eurocode 0 Grondslagen van het constructief ontwerp

- uitgangspunten zijn:
- De keuze van het constructieve systeem en het ontwerp en de berekening van de constructie zijn gemaakt door terzake gekwalificeerd en ervaren personeel;
 - De uitvoering is gedaan door personeel met de juiste vakbekwaamheid en ervaring;
 - Degelijk toezicht en kwaliteitscontrole zijn voorzien gedurende ontwerp en gedurende het verrichten van het werk, d.w.z. in fabrieken, bedrijven en op de bouwplaats;
 - De bouwmaterialen en -producten zoals gespecificeerd in EN 1990 of in EN 1991 tot en met EN 1999 of in de desbetreffende uitvoeringsnormen, normatieve verwijzingen of productvoorschriften zijn gebruikt;
 - de constructie zal degelijk worden onderhouden;
 - De constructie zal worden gebruikt in overeenstemming met de ontwerp- en berekeningsaannamen.

NEN-EN 1991 + NB Eurocode 1 Belastingen op constructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|--------------------------|
| NEN-EN 1991 | 1-1 NB | Volumieke gewichten |
| NEN-EN 1991 | 1-2 NB | Belasting bij brand |
| NEN-EN 1991 | 1-3 NB | Sneeuwbelasting |
| NEN-EN 1991 | 1-4 NB | Windbelasting |
| NEN-EN 1991 | 1-6 NB | Algemene belasting |
| NEN-EN 1991 | 1-7 NB | Buitengewone belastingen |

NEN-EN 1992 + NB Eurocode 2 Betonconstructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|---|
| NEN-EN 1992 | 1-1 NB | Algemene regels en regels voor gebouwen |
| NEN-EN 1992 | 1-2 NB | Ontwerp en berekenen van constructies bij brand |

NEN-EN 1993 + NB Eurocode 3 Staalconstructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|---|
| NEN-EN 1993 | 1-1 NB | Algemene regels en regels voor gebouwen |
| NEN-EN 1993 | 1-2 NB | Ontwerp en berekenen van constructies bij brand |
| NEN-EN 1993 | 1-8 NB | Ontwerp en berekenen van verbindingen |

NEN-EN 1995 + NB Eurocode 5 Houtconstructies

- uitgangspunten zijn:
- | | | |
|-------------|--------|---|
| NEN-EN 1995 | 1-1 NB | Algemene regels en regels voor gebouwen |
| NEN-EN 1995 | 1-2 NB | Ontwerp en berekenen van constructies bij brand |

NEN-EN 1996 + NB	Eurocode 6	Constructies voor metselwerk	
uitgangspunten zijn:	NEN-EN 1996	1-1 NB	Gemeenschappelijke regels voor constructies
	NEN-EN 1991	1-2 NB	Gemeenschappelijke regels voor constructies
	NEN-EN 1991	1-3 NB	Ontwerp, materiaal keuze en uitvoering van constructies
	NEN-EN 1991	1-4 NB	Vereenvoudigde berekeningsmethode voor constructies
NEN-EN 1997 + NB	Eurocode 7	Geotechnisch ontwerp	
NEN 8700		Bestaande bouw	
SKH publicatie 09-01		praktische rekenmethode voor sandwichconstructie en ribpanelen	

Veiligheidsklasse, belastingfactoren en refentieperiode

Hoofdgebruiksfunctie	Categorie	:	woonhuis
Sub gebruiksfunctie	„		
Sub gebruiksfunctie	„		
Sub gebruiksfunctie	„		
Sub gebruiksfunctie	„		
Gevolgklasse	CC 1		
Betrouwbaarheidsklasse	RC 1	—————>	K_{FI} 0,9
Ontwerplevensduur	Klasse :	3	: uitgedrukt in jaren 50 jaar
	sneeuwbelasting in bijlage D NEN-EN 1991-1-3+C1		50 jaar
	windbelasting in opmerking 4 van 4.2 NEN-EN 1991-1-4+A1+C2;		50 jaar

NEN-EN 1991
$$F_t = F_{t_0} \left\{ 1 + \frac{1 - \psi_0}{9} \ln \left(\frac{t}{t_0} \right) \right\}$$

Belastingcombinatie

ULS (STR/GEO)
$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right.$$

SLS
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Partiële factoren	γ_G	1,35	ongunstig	$\gamma_{G,1}$	1,35
	„	0,9	gunstig	$\gamma_{G,2}$	1,20
	ζ	0,89	(NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011)		
	γ_q	1,5			

Materialen

Hout *zie opbouw paneel*

Hout soort	kwaliteit	$f_{m;0;rep}$	$f_{v;0;rep}$	$E_{o;ser;rep}$	
Naaldhout	C 18	18 N/mm^2	2,0 N/mm^2	9000 N/mm^2	standaard bouwhout
	C 24	24 N/mm^2	2,5 N/mm^2	11000 N/mm^2	constructie bouwhout
Gelamineerd hout	GL 24 h	24 N/mm^2	2,7 N/mm^2	11600 N/mm^2	
	GL 28 h	28 N/mm^2	3,2 N/mm^2	12600 N/mm^2	

Metselwerk *In de berekening wordt uitgegaan van de kwaliteit CS 12 gelijkmd tenzij anders staat vermeld.*

Dragende wanden	perforaties	steenkw.	Mortelkw.	Rekenwaarde druksterkte
baksteen	≤ 55 %	≥ 21 N/mm^2	$\geq 7,5$ N/mm^2	$f_d \geq 3,52$ N/mm^2
kalkzandsteen				
CS 12 gemetseld	≤ 25 %	≥ 12 N/mm^2	$\geq 7,5$ N/mm^2	$f_d \geq 2,93$ N/mm^2
CS 20 gemetseld	≤ 25 %	≥ 20 N/mm^2	$\geq 7,5$ N/mm^2	$f_d \geq 4,1$ N/mm^2
CS 12 gelijkmd	≤ 25 %	≥ 12 N/mm^2	lijm	$f_d \geq 3,89$ N/mm^2
CS 20 gelijkmd	≤ 25 %	≥ 20 N/mm^2	lijm	$f_d \geq 6$ N/mm^2

Staal

Staalkwaliteit	walsprofielen	Fe 360 B	S235 JR G2	
	kokerprofielen	Fe 430 B	S275JR	warmgewalst
	bouten	8.8		minimale afm M12
	ankers	4.6		minimale afm M12

De beschermingsduur volgens EN ISO 12944-1, afhankelijk van ontwerp levensduur.

Beton

in het werk gestort	C 20/25	milieuklasse	fundering	XC2, XA2
			Kelderwand	XC3, XD1, XF2
			bedrijfsvloer buiten	XC4, XD3, XA2, XF4
			bedrijfsvloer binnen	XC3, XA2
			wanden en binnen	XC1
gevels buiten	XC4, XF1			
prefab	C 53/65			
betonstaal	netten	B500A		
	staven	B500B		

Belastingen

Constructie opbouw

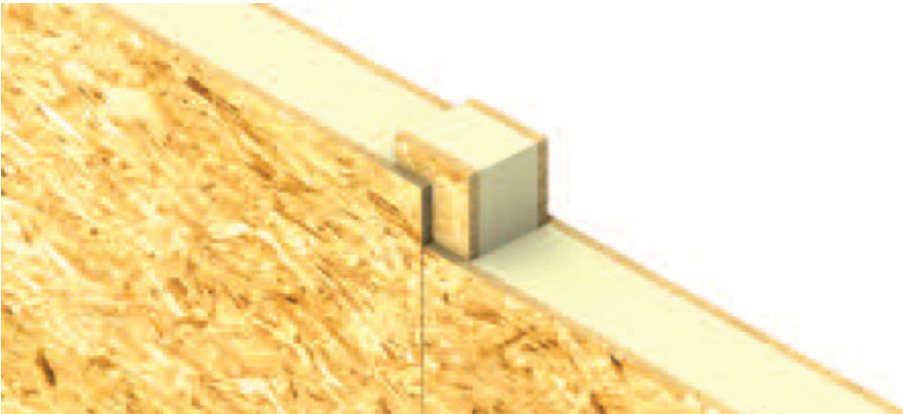
<i>kapconstructie</i>	:	plattendakconstructie
<i>vliering</i>	:	n.v.t
<i>verdiepingsvloer</i>	:	n.v.t
<i>begane grond</i>	:	n.v.t
<i>fundering</i>	:	n.v.t

stabiliteit : de stabiliteit wordt gewaarborgt door de schijfwerking van de dakpanelen en de verdiepingsvloer.

Belastingen op/van constructiedelen

Dak	dakplaten	0,25	kN/m ²	
	plafond	0,15	kN/m ²	
	PERMANENTE BELASTING:	$p_{g;rep}$	0,40	kN/m ²
	VERANDERLIJKE BELASTING:	$p_{q;rep}$	1,0	kN/m ² ($\psi = 0,0$) indien opp. ≤ 10 m ²
Wind	windgebied	II	onbebouwd	referentie tijd 50 jaar
	H_{gem}	n.v.t	m ¹	
	$Q_{w;rep}$	n.v.t	kN/m ²	
Sneeuw	type dak	zadeldak		
	dakhelling	0	°	
	$Q_{s;rep}$	0,7	kN/m ²	referentie tijd 50 jaar

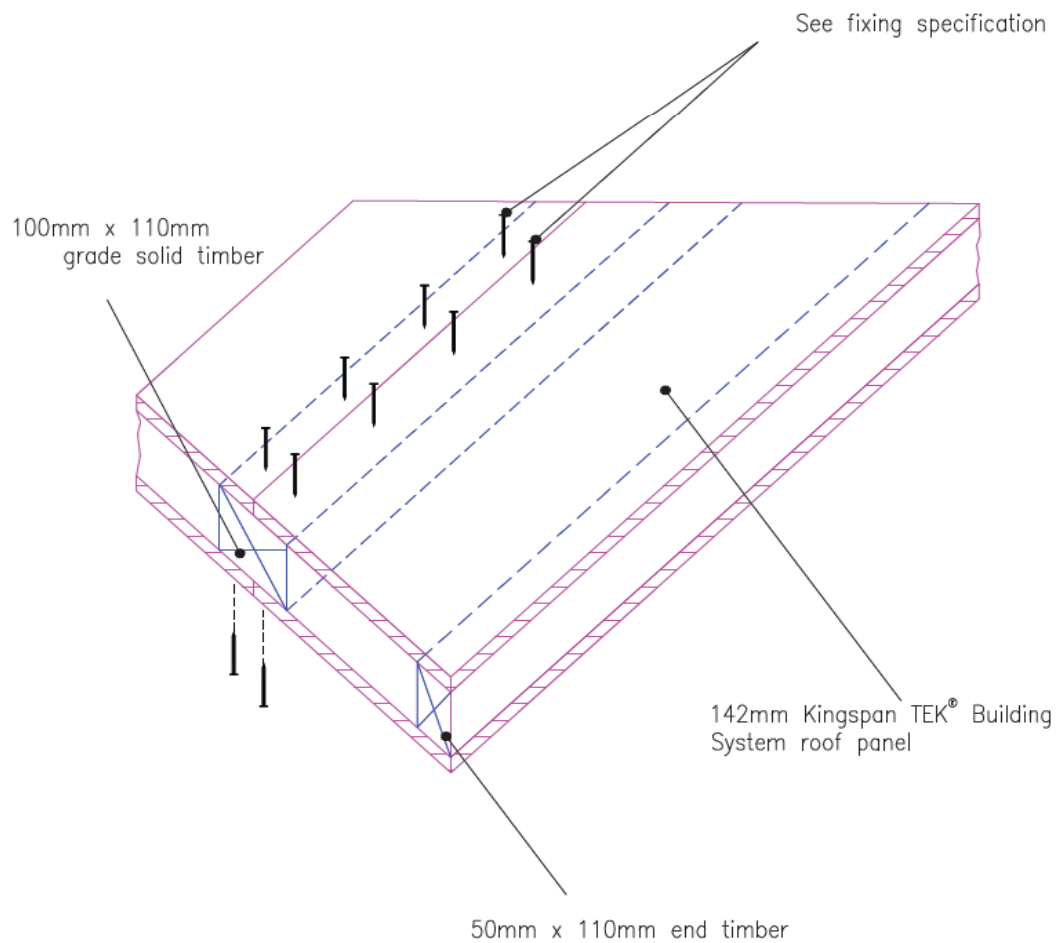
Tek-paneel



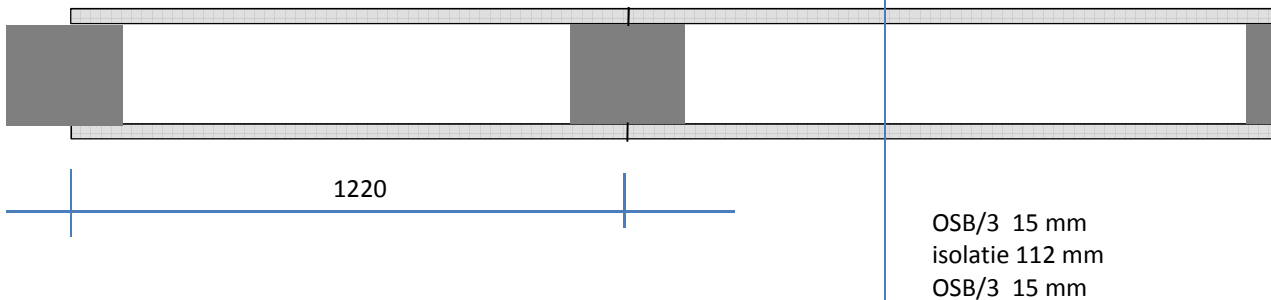
Opbouw

15 mm OSB/3
 Urethane drukvastheid 33 kg/m³
 15 mm OSB/3

dik	
15	mm
112	mm
15	mm
<hr/>	
142	mm



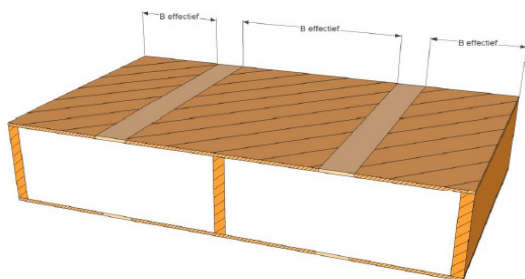
plattendakpaneel met C18 koppelstukken



Gegevens t.b.v berekening

eigenschappen		C18	OSB/3	PUR 110 mm	
sterkte					
buiging	$f_{m;k}$	18	18	0,2	N/mm^2
trek	$f_{t;k}$	11	9,9	0,1	N/mm^2
druk	$f_{c;90;k}$	2,2	10	0,1	N/mm^2
afschuif	$f_{v;k}$	2.7	6,8	0,15	N/mm^2
stijfheid					
E-modulus	E	9000	4930	7	N/mm^2
	$E_{x;gem}$	9000	3800	7	N/mm^2
Glijdingsmodulus	G	560	50	3,18	N/mm^2
	$G_{x;gem}$	560	1080	3,18	N/mm^2
dichtheid	ρ_k	420	720	33	kg/m^3

Meewerkende breedte



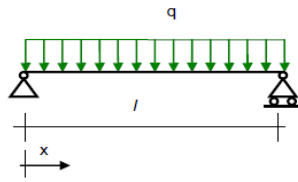
$$b_{eff} = \frac{\tanh\left(\frac{\pi}{2} \times \frac{a_r}{l} \times \sqrt{\frac{E_{tc//0d}}{G_{schijf,d}}}\right)}{\left(\frac{\pi}{2} \times \frac{1}{l} \times \sqrt{\frac{E_{tc//0d}}{G_{schijf,d}}}\right)}$$

Overspanning

2500	b_{eff}	630 mm	EI	392 kNm ²	GA	n.v.t	kN
2750	b_{eff}	675 mm	EI	412 kNm ²	GA		kN
3000	b_{eff}	716 mm	EI	431 kNm ²	GA		kN
3250	b_{eff}	753 mm	EI	449 kNm ²	GA		kN
3500	b_{eff}	785 mm	EI	463 kNm ²	GA		kN
3750	b_{eff}	814 mm	EI	477 kNm ²	GA		kN
4000	b_{eff}	841 mm	EI	489 kNm ²	GA		kN
4250	b_{eff}	864 mm	EI	500 kNm ²	GA		kN
4500	b_{eff}	885 mm	EI	509 kNm ²	GA		kN

Maximale overspanning enkelvelds plaat plaatbreedte 1220 mm

(Eigen gewicht 40 kg/m², Veranderlijke belasting 1 kN/m²)



Overspanning

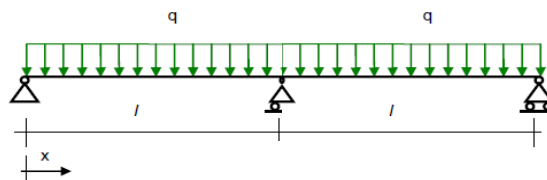
2500	EI	392 kNm ²	u_{eg}	1,98 mm	u_{vb}	1,6 mm	u_{eind}	3,6 mm	0,0014
2750	EI	412 kNm ²	u_{eg}	2,75 mm	u_{vb}	2,2 mm	u_{eind}	5,0 mm	0,0018
3000	EI	431 kNm ²	u_{eg}	3,73 mm	u_{vb}	3,0 mm	u_{eind}	6,7 mm	0,0022
3250	EI	449 kNm ²	u_{eg}	4,94 mm	u_{vb}	4,0 mm	u_{eind}	8,9 mm	0,0027
3500	EI	463 kNm ²	u_{eg}	6,43 mm	u_{vb}	5,1 mm	u_{eind}	11,6 mm	0,0033
3750	EI	477 kNm ²	u_{eg}	8,24 mm	u_{vb}	6,6 mm	u_{eind}	14,8 mm	0,0040
4000	EI	489 kNm ²	u_{eg}	10,4 mm	u_{vb}	8,3 mm	u_{eind}	18,7 mm	0,0047
4250	EI	500 kNm ²	u_{eg}	13 mm	u_{vb}	10,4 mm	u_{eind}	23,3 mm	0,0055
4500	EI	509 kNm ²	u_{eg}	16 mm	u_{vb}	12,8 mm	u_{eind}	28,8 mm	0,0064

eis $u_{eind} 1/250L$ = 0,004

maximale overspanning 3750 mm

Maximale overspanning tweevelds plaat (gelijke velden) plaatbreedte 1220 mm

(Eigen gewicht 40 kg/m², Veranderlijke belasting 1 kN/m²)

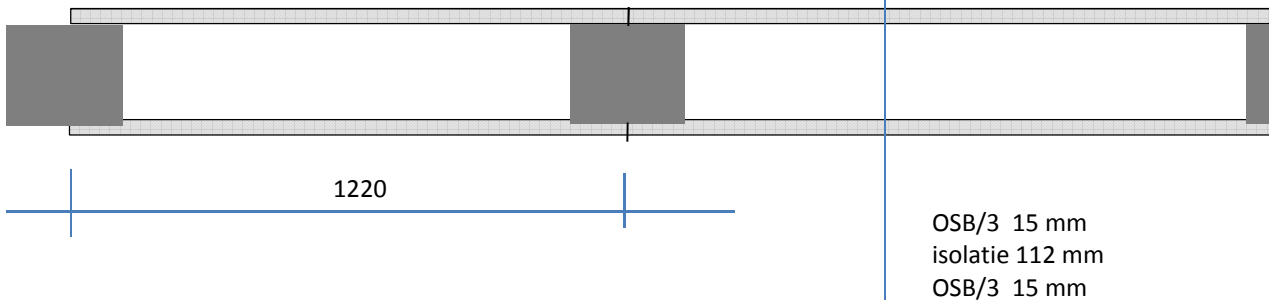


Overspanning

2500	EI	392 kNm ²	u_{eg}	0,79 mm	u_{vb}	1,1 mm	u_{eind}	1,8 mm	0,0007
2750	EI	412 kNm ²	u_{eg}	1,1 mm	u_{vb}	1,5 mm	u_{eind}	2,6 mm	0,0009
3000	EI	431 kNm ²	u_{eg}	1,49 mm	u_{vb}	2,0 mm	u_{eind}	3,5 mm	0,0012
3250	EI	449 kNm ²	u_{eg}	1,98 mm	u_{vb}	2,6 mm	u_{eind}	4,6 mm	0,0014
3500	EI	463 kNm ²	u_{eg}	2,57 mm	u_{vb}	3,4 mm	u_{eind}	6,0 mm	0,0017
3750	EI	477 kNm ²	u_{eg}	3,3 mm	u_{vb}	4,4 mm	u_{eind}	7,7 mm	0,0021
4000	EI	489 kNm ²	u_{eg}	4,16 mm	u_{vb}	5,5 mm	u_{eind}	9,7 mm	0,0024
4250	EI	500 kNm ²	u_{eg}	5,19 mm	u_{vb}	6,9 mm	u_{eind}	12,1 mm	0,0028
4500	EI	509 kNm ²	u_{eg}	6,39 mm	u_{vb}	8,5 mm	u_{eind}	14,9 mm	0,0033

maximale overspanning 4500 mm

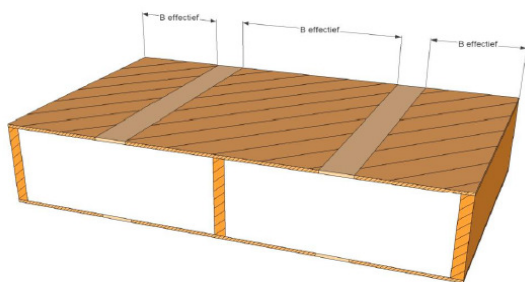
plattendakpaneel met GL 24 gelamineerde koppelstuk



Gegevens t.b.v berekening

eigenschappen		GL 24	OSB/3	PUR 110 mm	
sterkte					
buiging	$f_{m;k}$	24	18	0,2	N/mm^2
trek	$f_{t;k}$	16,5	9,9	0,1	N/mm^2
druk	$f_{c;90;k}$	2,7	10	0,1	N/mm^2
afschuif	$f_{v;k}$	2,7	6,8	0,15	N/mm^2
stijfheid					
E-modulus	E	11600	4930	7	N/mm^2
	$E_{x;gem}$	11600	3800	7	N/mm^2
Glijdingsmodulus	G	720	50	3,18	N/mm^2
	$G_{x;gem}$	720	1080	3,18	N/mm^2
dichtheid	ρ_k	420	720	33	kg/m^3

Meewerkende breedte

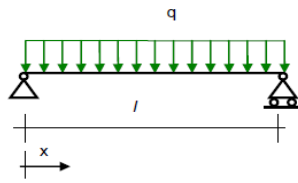


$$b_{eff} = \frac{\tanh\left(\frac{\pi}{2} \times \frac{a_r}{l} \times \sqrt{\frac{E_{tc} // 0d}{G_{schijf;d}}}\right)}{\left(\frac{\pi}{2} \times \frac{1}{l} \times \sqrt{\frac{E_{tc} // 0d}{G_{schijf;d}}}\right)}$$

Overspanning

2500	b_{eff}	630 mm	EI	421 kNm ²	GA	n.v.t	kN
2750	b_{eff}	675 mm	EI	441 kNm ²	GA		kN
3000	b_{eff}	716 mm	EI	460 kNm ²	GA		kN
3250	b_{eff}	753 mm	EI	477 kNm ²	GA		kN
3500	b_{eff}	785 mm	EI	492 kNm ²	GA		kN
3750	b_{eff}	814 mm	EI	506 kNm ²	GA		kN
4000	b_{eff}	841 mm	EI	518 kNm ²	GA		kN
4250	b_{eff}	864 mm	EI	529 kNm ²	GA		kN
4500	b_{eff}	885 mm	EI	538 kNm ²	GA		kN

Maximale overspanning enkelvelds plaat plaatbreedte 1220 mm
 (Eigen gewicht 40 kg/m², Veranderlijke belasting 1 kN/m²)



Overspanning

2500	EI	421 kNm ²	u_{eg}	1,48 mm	u_{vb}	1,5 mm	u_{eind}	3,0 mm	0,0012
2750	EI	441 kNm ²	u_{eg}	2,06 mm	u_{vb}	2,1 mm	u_{eind}	4,1 mm	0,0015
3000	EI	460 kNm ²	u_{eg}	2,8 mm	u_{vb}	2,8 mm	u_{eind}	5,6 mm	0,0019
3250	EI	477 kNm ²	u_{eg}	3,71 mm	u_{vb}	3,7 mm	u_{eind}	7,4 mm	0,0023
3500	EI	492 kNm ²	u_{eg}	4,84 mm	u_{vb}	4,8 mm	u_{eind}	9,7 mm	0,0028
3750	EI	506 kNm ²	u_{eg}	6,21 mm	u_{vb}	6,2 mm	u_{eind}	12,4 mm	0,0033
4000	EI	518 kNm ²	u_{eg}	7,85 mm	u_{vb}	7,9 mm	u_{eind}	15,7 mm	0,0039
4250	EI	529 kNm ²	u_{eg}	9,8 mm	u_{vb}	9,8 mm	u_{eind}	19,6 mm	0,0046
4500	EI	538 kNm ²	u_{eg}	12,1 mm	u_{vb}	12,1 mm	u_{eind}	24,2 mm	0,0054

eis $u_{eind} 1/250L$ = 0,004

maximale overspanning 4000 mm