WFI BOUWKUNDIG INGENIEURSBUREAU TEKENBUREAU
Leggeloo 1e 7991 PW Dwingeloo

Werknummer:	3383
Project:	Dorpsstraat 29 te Emmen
Betreft:	stat. ber. verbouw monumentale schuur
Opdrachtgever:	Bureau Siemer Bezembinderstraat 4, 9403 VT Assen
Datum:	27-05-2026

WFI bouwkundig ingenieursburo
T. 0521 591630
Mob. 0612624442
@. info@wfibouwburo.nl
I. www.wfibouwburo.nl

Adres:
Leggeloo 1e
7991 PW Dwingeloo

Al onze diensten van bouwkundige aard worden standaard uitgevoerd onder de algemene voorwaarden omschreven in de DNR 2011.
Voor alle projecten wordt verondersteld dat onze opdrachtgever een gebruikelijke CAR verzekering laat afsluiten

Inhoud

Samenvattend ... 3
Tekeningen ... 4
Balklaag zolder ... 4
Begane grondvloer ... 5
Fundering ... 6
Constructie beschrijving ... 7
Algemeen ... 7
Onderbouw ... 7
Bovenbouw ... 7
Ontwerpuitgangspunten ... 8
Normen en Voorschriften ... 8
Gevolgsklasse, Functie en Referentie periode ... 9
Belastingen en gewichten ... 12
Balklagen ... 14
Overzicht balklagen ... 14
Balklaag 1 ... 14
Balklaag 2 ... 17
Balklaag 3 ... 20
Balklaag 4 ... 23
Balklaag 5 ... 26
Balklaag 6 ... 29
Houten ligger 1 ... 32
Balk A ... 38
Beton ... 38
Staal ... 45
Fundering ... 52
Overzicht stroken ... 52
Lasten op stroken ... 52
Stroken ... 53

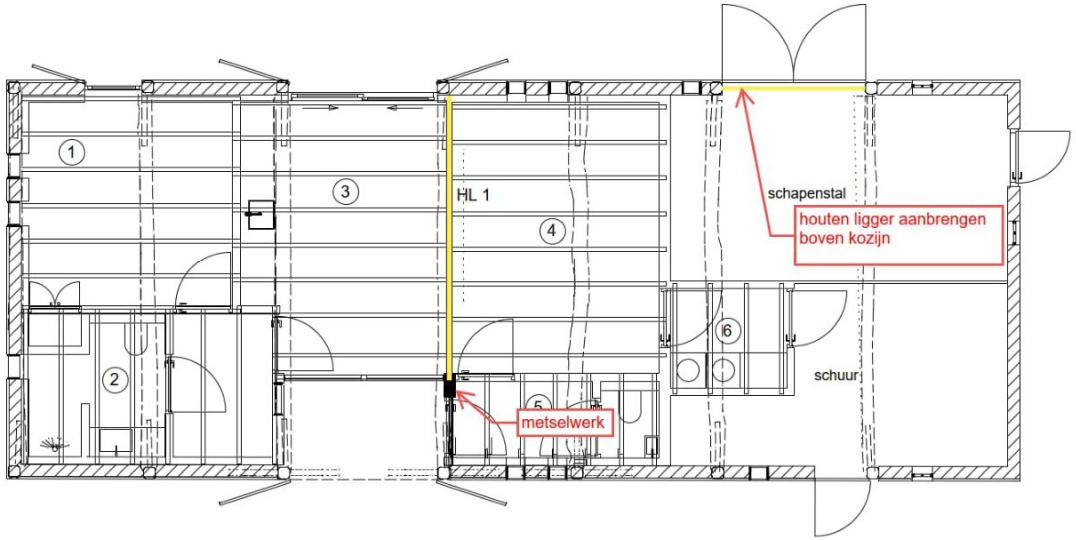
Samenvattend

Balklagen

-	1	70x195 C24, h.o.h. 610 mm		
-	2	70x156 C24, h.o.h. 610 mm		
-	3	70x195 C24, h.o.h. 610 mm		
-	4	70x195 C24, h.o.h. 610 mm		
-	5	58x120 C24, h.o.h. 610 mm		
-	6	58x120 C24, h.o.h. 610 mm		
-	Houten ligger 1	140x320 gelam. GL26c		
-	Balk A	beton 20/25, 200x250, wap:	boven:	2Ø12
			Onder:	2Ø16
			Bgls:	Ø6-125
		Staal: HE140A		
-	Fundering	zie blz 6		

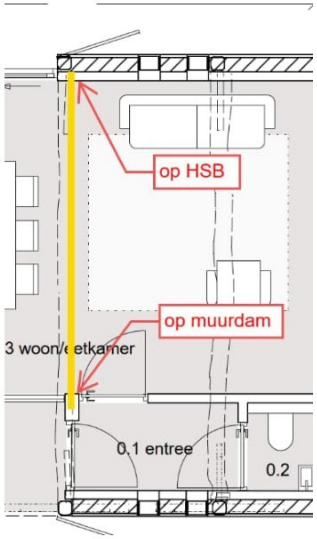
- De bestaande houten hoofddraagconstructie blijft bestaan, HL 1 wordt extra aangebracht.
- De zolder wordt niet afgedragen aan de bestaande gebinten, maar komen op de hsb wanden en HL 1.
- Bij de gemetselde muren op de keldervloer worden de lasten direct overgebracht naar de vaste grond onder de keldervloer.
- De reactiekracht uit HL1 wordt afgedragen aan de HSB wand en hierdoor gespreid. De gespreide last wordt opgevangen door de PS comb. vloer en naar de fundering overgebracht.

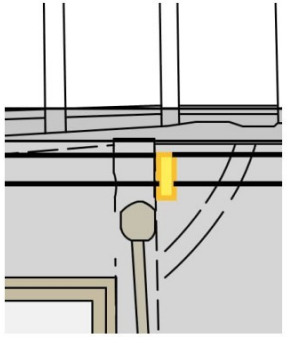
Tekeningen



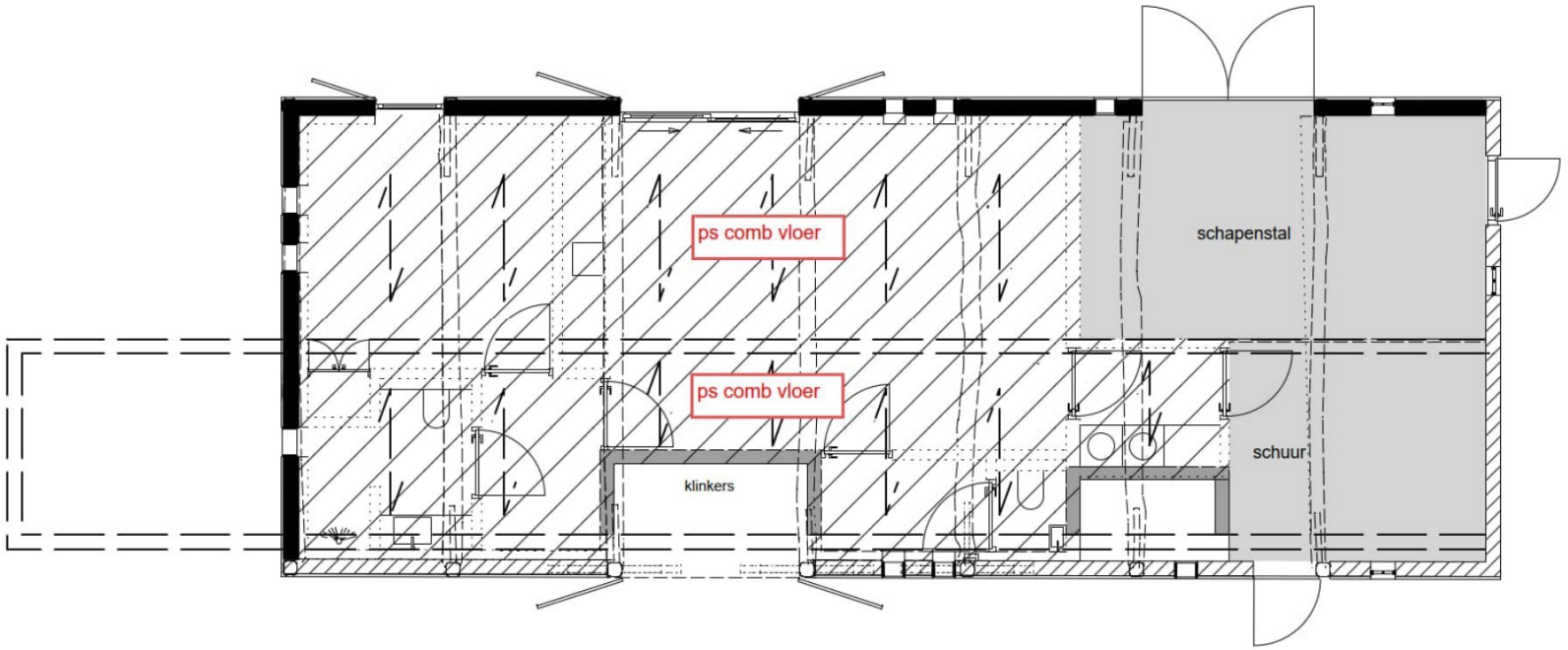
Houten balklagen verdieping:
1: 70x195 h.o.h. 610mm C24
2: 70x156 h.o.h. 610mm C24
3: 70x195 h.o.h. 610mm C24
4: 70x195 h.o.h. 610mm C24
5: 70x120 h.o.h. 610mm C24
6: 70x120 h.o.h. 610mm C24

Houten liggers:
HL1: 140x320 gelam GL26c

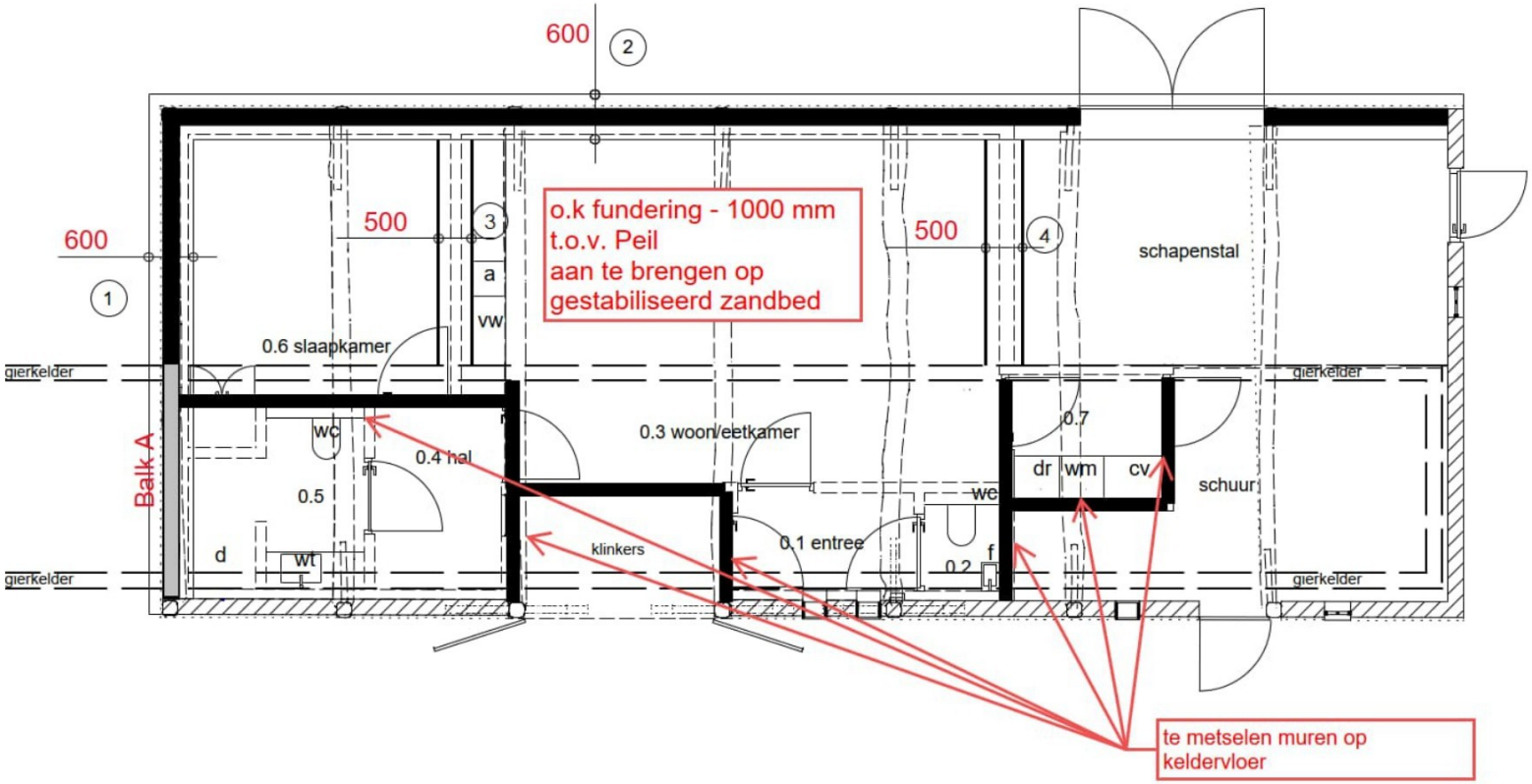




Balklaag zolder



Begane grondvloer


600
2
600
1
500
3
a
vw
o.k fundering - 1000 mm
t.o.v. Peil
aan te brengen op
gestabiliseerd zandbed
500
4
schapenstal
0.6 slaapkamer
gierkelder
gierkelder
Balk A
wc
0.4 hal
0.3 woon/eetkamer
0.7
dr
wm
cv
schuur
0.5
wc
d
wt
klinkers
0.1 entree
0.2
f
gierkelder
te metselen muren op
keldervloer

Fundering

Constructie beschrijving

Algemeen

Het project omvat het verbouwen van een monumentale schuur, Dorpsstraat 29 te Emmen.

Het gebouw:	windgebied	3	onbeb
	gebouwhoogte	8000	
	q_{pz}	0.65	kN/m²

Voor de gehanteerde belastingen wordt verwezen hoofdstuk Belastingen.



Onderbouw

Fundering

Fundering op stroken.

Begane grond vloer

PS combinatievloer.

Bovenbouw

Dragende wanden

Metselwerk.

1e verdiepingsvloer en zoldervloer

Houten balklaag voorzien van een laag underlayment 18mm t.b.v. schijfwerking van de vloer.

Hellend dak

Sporenkap met riet/pannen.

Ontwerpuitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de ontwerpuitgangspunten vermeld die de basis vormen voor het constructief ontwerp van het project. De informatie is gebaseerd op het programma van eisen en het Besluit Bouwwerken en Leefomgeving (BBL) hoofdstukken 3,4 en 5, paragraaf 'Constructieve veiligheid' verwijst naar de voorschriften in de NEN-EN-1990 serie: de Eurocodes met bijbehorende Nationale Bijlagen.

Normen en Voorschriften

Algemeen

Besluit Bouwwerken en Leefomgeving (BBL) Compendium Aanpak Constructieve Veiligheid

Normen

Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp.

NEN-EN 1990 Grondslagen van het constructief ontwerp.

Eurocode 1: Belastingen op constructies.

NEN-EN 1991-1-1 Volumieke gewichten

NEN-EN 1991-1-2 Belastingen bij brand

NEN-EN 1991-1-3 Sneeuwbelasting

NEN-EN 1991-1-4 Windbelasting

NEN-EN 1991-1-7 Buitengewone belastingen

Eurocode 2: Betonconstructies.

NEN-EN 1992-1-1 Algemene regels voor gebouwen

NEN-EN 1992-1-2 Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Eurocode 3: Staalconstructies.

NEN-EN 1993-1-1 Algemene regels voor gebouwen

NEN-EN 1993-1-2 Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Eurocode 5: Houtconstructies.

NEN-EN 1995-1-1 Algemene regels voor gebouwen

NEN-EN 1995-1-2 Ontwerp en berekening van constructies bij brand

Eurocode 6: Steenconstructies.

NEN-EN 1996-1-1 Gemeenschappelijke regels voor constructies

NEN-EN 1996-1-2 Gemeenschappelijke regels voor constructies

Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp.

NEN-EN 1997-1-1 Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels.

Gevolgsklasse, Functie en Referentie periode

Toegepaste norm:	NEN-EN 1990 eurocode nieuwbouw
Gebouwsfunctie:	eengezinswoning
Gevolgsklasse:	CC1
Omschrijving:	geringe gevolgen t.a.v. verlies van mensenlevens
Betrouwbaarheidsklasse:	RC1
Executieklasse:	EXC1
Referentieperiode:	50 jaar
Ontwerplevensduurklasse:	3
Ontwerplevensduur:	50 jaar

BELASTING FACTOREN	***blijvende belasting***		***overheersend***		***gelijktijdige***			
	ongunstig	gunstig	ver. belasting		ver. belasting			
formules van belastingcombinaties	$\gamma \times G_{kj;sup}$	$\gamma \times G_{kj;inf}$	γ		$\gamma \times Q_{k,i}$		γ	
tabel A1.2(A) (groep A) formule 6.10 - EQU	1,10	0,90	1,50	$Q_{k,1}$	0,00		1,50	$\psi_{0,i}\ Q_{k,i}$
tabel A1.2(B) (groep B) formule 6.10a - STR/GEO	1,22	0,90			0,00		1,35	$\psi_{0,i}\ Q_{k,i}$
tabel A1.2(B) (groep B) formule 6.10b - STR/GEO	1,08	0,90	1,35	$Q_{k,1}$	0,00		1,35	$\psi_{0,i}\ Q_{k,i}$
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.11b (brand,schok,herstel)	1,00	1,00	1	A_d	1,00	$\psi_{1,1}\ Q_{k,1}$	1,00	$\psi_{2,1}\ Q_{k,i}$
tabel A1.3 buitengewone sit. form. 6.12b (aardbeving)	1,00	1,00	1	A_{ek}	0,00		1,00	$\psi_{2,1}\ Q_{k,i}$
tabel A1.4 bruikbaarheidsgrenstoestand form. 6.14b	1,00	1,00	1	$Q_{k,1}$	0,00		1,00	$\psi_{0,1}\ Q_{k,i}$
tabel A1.4 frequente waarde formule 6.15b	1,00	1,00	1	$y_{1,1}\ Q_{k,1}$	0,00		1,00	$\psi_{2,1}\ Q_{k,i}$
tabel A1.4 quasi blijvend formule 6.16b	1,00	1,00	1	$y_{2,1}\ Q_{k,1}$	0,00		1,00	$\psi_{2,1}\ Q_{k,i}$

Maatvoering

Maatvoering gebaseerd op tekeningen van de architect.

Maatvoering van de architect gaat boven maatvoering constructeur. Verschillen in maatvoering melden.

Bij aansluiting op bestaand maatvoering in het werk controleren.

Behandeling staalconstructie

- staalwerk in beton onbehandeld
- staalwerk binnen gemenied
- staalwerk in de spouw thermisch verzinkt + polyester poedercoating
- verankeringen in de spouw RVS, bouten klasse 70
- staalwerk buiten in het zicht thermisch verzinkt + poedercoating

Uitvoeringsfase

Belastingen op constructieve onderdelen voortkomend uit de wijze van uitvoeren zijn conform opgave aannemer, die dit in samenspraak met leveranciers moet afstemmen. Hierin wordt onder andere stortbelasting, stempelbelasting, opperbelasting en tijdelijke afstempeling mee bedoeld.

Reken methode

Lineair Elastisch tenzij anders aangegeven.

Materialen

Staal

Walsprofielen	S235	fy	=	235	N/mm²
Koker/buisprofielen	S235	fy	=	235	N/mm²

Bouten en moeren sterktekl.	8.8
Fundatie-ankers sterktekl.	4.6

Constructiehout

Sterkteklasse	C24
Sterkteklasse	C18 (bestaande constructies)
Sterkteklasse	D50 (hardhout constructies, of nader aan te geven)
Sterkteklasse	GL24 (gelamineerde constructies)

Beton

Sterkteklasse	C30/37 (in het werk gestort)
Sterkteklasse	C35/45 (prefab)
Milieuklasse	XC3
Betonstaal	B500A

Steen

baksteen gemetseld 15 N/mm²	fk = 5.2 N/mm²
kalkzandsteen gemetseld stenen CS 16	fk = 5.4 N/mm²
kalkzandsteen gelijmd blokken CS 12	fk = 6.6 N/mm²
kalkzandsteen gelijmd blokken CS 20	fk = 10.2 N/mm²
kalkzandsteen gelijmd blokken CS 28	fk = 13.6 N/mm²

Voor materiaalkwaliteiten wordt tevens verwezen naar renvooien op de betreffende tekeningen. De renvooien op tekening zijn leidend boven de berekening.

Geotechnische uitgangspunten

Het definitief ontgravingniveau / aanlegniveau dient in het werk worden vastgesteld.
In het algemeen geldt dat ontgraven moet worden tot draagkrachtige ondergrond en dat geroerde, vervuilde en sterk humeus lagen moeten worden verwijderd.

Uitgangspunten	
Minimaal	minimaal 800 mm -Peil
Grondspanning	97.22 kN/m² minimaal
Controle	middels handsondeerapparaat te meten grondspanning Op het ontgravingniveau / aanlegniveau dient een de grond een conusweerstand te bezitten van, bij een conus van 1 cm² minimaal: 400N/cm² op 200mm diepte 500N/cm² op 400mm diepte

Indien het ontgravingniveau lager ligt dan het aanlegniveau van de fundering, dient schoon, goed te verdichten zand te worden aangebracht in lagen van maximaal 0.30 m. De aanvulling met zand moet zover buiten de fundatie worden doorgezet, dat een spreiding van de funderingsdruk onder 45 graden binnen het verdichte pakket mogelijk is. Iedere laag dient in 2 tot 4 gangen overlappend en kruiselings te worden verdicht met een voldoende zware trilplaat.
Voorwaarde voor een goede verdichting is een grondwaterstand welke zich beneden de directe invloedsfeer van het verdichtingsapparaat bevindt. Bij te hoge grondwaterstanden zal een bemaling nodig zijn om aan deze voorwaarden te voldoen. De mate van verdichting dient in het werk te worden gecontroleerd m.b.v. een handsondeerapparaat.
Van een goede grondverbetering mag verwacht worden dat de gemeten conusweerstand gelijkmatig met de diepte toeneemt en dat op ca. 0.40 m. en dieper een waarde van minimaal 5N/mm² gemeten wordt.

Het ontgravingsniveau van de nieuw te plaatsen fundering mag in geen geval lager liggen dan het aanlegniveau van de bestaande fundering.

Belastingen en gewichten

Dak (hellend best.)			51,0°
momentaanfactor - BC =	Sn	Ψ0= 0,00	
Permanent:			
	riet		0,55 kN/m²
	latten		0,10 kN/m²
	sporen		0,08 kN/m²
	totaal:	in dakvlak	0,73 kN/m²
		in grondvlak	1,16 kN/m²
Veranderlijk:	personen		0,00 kN/m²
	sneeuw	μmax= 0,24	0,17 kN/m² art. 5.3.2/3

Dak (hellend best) 2			73,0°
momentaanfactor - BC =	H	Ψ0= 0,00	
Permanent:			
	riet		0,55 kN/m²
	latten		0,10 kN/m²
	sporen		0,08 kN/m²
	totaal:	in dakvlak	0,73 kN/m²
		in grondvlak	2,50 kN/m²
Veranderlijk:	personen		0,00 kN/m²
	sneeuw	μmax= 0,00	0,00 kN/m²

Dak (hellend best)3			41,0°
momentaanfactor - BC =	H	Ψ0= 0,00	
Permanent:			
	pannen		0,45 kN/m²
	latten		0,10 kN/m²
	sporen		0,08 kN/m²
	totaal:	in dakvlak	0,63 kN/m²
		in grondvlak	0,83 kN/m²
Veranderlijk:	personen		0,00 kN/m²
	sneeuw	μmax= 0,80	0,56 kN/m²

Zolder			
momentaanfactor - BC =	A	Ψ0= 0,40	
Permanent:			
	underlayment		0,15 kN/m²
	balklaag		0,10 kN/m²
	plafond		0,15 kN/m²
			0,40 kN/m²
Veranderlijk:	personen		1,75 kN/m²
	lsw		0,00 kN/m²
	totaal:		1,75 kN/m²

Begane grond vloer 2

	momentaanfactor - BC =	A	Ψ0= 0,40		Ψ0= 0,40
	Permanent:	afwerkvloer 70mm		1,40 kN/m²	
		ribcassettevloer		2,30 kN/m²	
		isolatieplaatvloer		3,20 kN/m²	
		PS-isolatievloer		2,00 kN/m²	
				8,90 kN/m²	
					8,90 kN/m²
	Veranderlijk:	personen		1,75 kN/m²	
		lsw		1,20 kN/m²	2,95 kN/m²
		totaal:		2,95 kN/m²	

Overig

x	gevels	HSB/puien	0,50 kN/m²	0,50 kN/m²
x		metselwerk 210	4,00 kN/m²	4,00 kN/m²
x		kalkzandsteen CS12 100mm	2,00 kN/m²	2,00 kN/m²
x		Fr uit HL1		0,00 kN/m²

Berekeningsmethode

Fundamentele combinatie 1 (6,10b) =

1,08 x P.B. + x (V.B. mom + V.B. max van rest)

Fundamentele combinatie 2 (6,10a) =

1,22 x P.B. + x (V.B. mom)

Fundamentele combinatie 3 (6,10) STR =

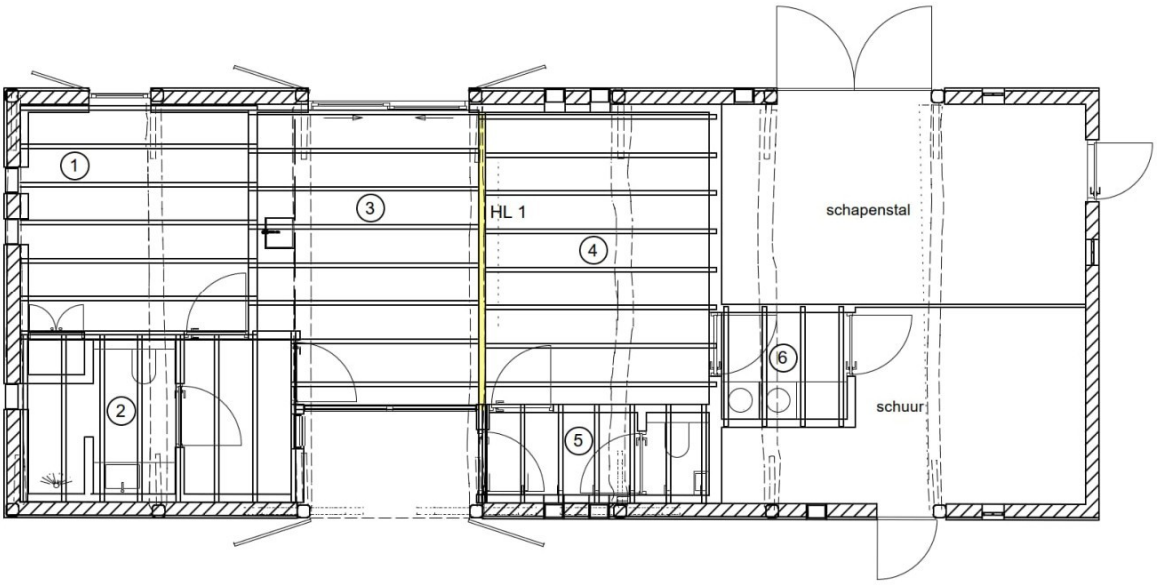
1,00 x P.B. + x (V.B.)

Fundamentele combinatie 4 (6,10) GEO + partiële factor 6,10b

pf 6,10b 1,08 x P.B. + x (V.B. mom + V.B. max van rest)

Balklagen

Overzicht balklagen

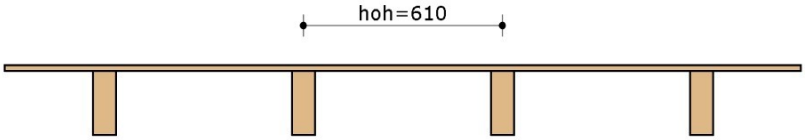


Balklaag 1

Gevolgklasse : CC1

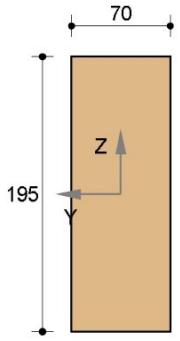
BALKLAAGBEREKENING: Balklaag

Geometrie



Dagmaat	3700	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	610	mm	Dikte vloerhout	18	mm

70 x 195



Materiaalgegevens

Sterkteklasse	C24	
Klimaatklasse	1	
Materiaaltype	Gezaagd hout; γ_M = 1,30; k_{def} = 0,60	
Elasticiteitsmodulus	E = 11000	N/mm²

		$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	
		24,00	14,00	0,40	21,00	2,50	4,00	N/mm²
Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,c}$	$f_{t,0,d}$	$f_{t,90,c}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,c}$	$f_{v,c}$	
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa	ρ_{mean} =	420 kg/m³	ρ_k =	350	kg/m³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$ =	11000 N/mm²	$E_{90,mean}$ =	370	N/mm²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$ =	6875 N/mm²	$E_{90,fin}$ =	231	N/mm²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$ =	7400 N/mm²	$E_{0,d}$ =	8462	N/mm²
Elasticiteitsmodulus	G_{mean} =	690 N/mm²	$G_{0,05}$ =	460	N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max} =	35,0 mm	z_{max} =	97,5	mm
Minimale coördinaat	y_{min} =	-35,0 mm	z_{min} =	-97,5	mm
Zwaartelijn	z_s =	0,0 mm	y_s =	0,0	mm
Oppervlak / Gewicht	A =	13650,0 mm²	G =	0,1	kg/m
Statisch moment	S_y =	332719 mm³	S_z =	119438	mm³
Traagheidsmoment	I_y =	43253438 mm⁴	I_z =	5573750	mm⁴
Traagheidsstraal	i_y =	56,3 mm	i_z =	20,2	mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$ =	443625 mm³	$W_{z,el}$ =	159250	mm³
Centrifugaalmoment	C_{yz} =	0 mm³	hoek =	-0,00	°
Traagheidsmoment	I_{max} =	43253438 mm⁴	I_{min} =	5573750	mm⁴
Traagheidsstraal	i_{max} =	56,3 mm	i_{min} =	20,2	mm

Belasting

Permanent

E.g. vloerplaat	0,150	kN/m²	E.g. scheidingswanden		0,000	kN/m²	
E.g. plafond	0,150	kN/m²	Overig	0,100	kN/m²		
g_k	0,400	kN/m²					

Veranderlijk

q_k	1,750	kN/m²	Q_k	2	kN

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 3700 + 2 \times \frac{75}{2} = 3775\,mm$$

Belastingsgeval 1 Permanent
$P_{g,k,par\,balk}$ = 0,610 x 0,400 + 0,075 = 0,32 kN/m

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0{,}32 \times 3{,}775^2 = 0{,}57\,kNm \quad V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0{,}32 \times 3{,}775 = 0{,}60\,kN$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0{,}32 \times 3775^4}{11000 \times 43253438} = 1{,}77\,mm$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk
$q_{q,k}$ = 0,610 x 1,75 = 1,07 kN/m

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1{,}07 \times 3{,}775^2 = 1{,}90\,kNm \quad V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1{,}07 \times 3{,}775 = 2{,}01\,kN$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1{,}07 \times 3775^4}{11000 \times 43253438} = 5{,}93\,mm$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0{,}37 + \frac{0{,}8\,a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0{,}37 + \frac{0{,}8 \times 0{,}610}{1{,}0} - \frac{3402}{50000} = 0{,}790$$

$F_{Q,k}$ = 2,00 x 0,790 = 1,58 kN

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1{,}58 \times 3{,}775 = 1{,}49\,kNm \quad V_{Q,k} = 2{,}00\,kN$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1{,}58 \times 3775^3}{11000 \times 43253438} = 3{,}72\,mm$$

Toetsing BGT
$w_{fin,y}$ = (1 + 0,60) x 1,77 + (1 + 0,60 x 0,30) x 5,93 = 9,84 mm < 0,004 x 3775 = 15,10 mm

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0{,}65 \leq 1{,}00\ voldoet$$

Toetsing UGT

Permanent + Veranderlijk
M_{yEd} = 1,08 x 0,57 + 1,35 x 1,90 = 3,18 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,60 + 1,35 x 2,01 = 3,37 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last
M_{yEd} = 1,08 x 0,57 + 1,35 x 1,49 = 2,63 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,60 + 1,35 x 1,58 = 2,78 kN

Permanent + Veranderlijk
Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{3{,}181 \times 10^6}{444 \times 10^3} = 7{,}2\,N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{7{,}2}{14{,}8} = 0{,}49 \leq 1.00 \qquad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk
Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed}\,S}{b\,Iy} = \frac{3370{,}6 \times 332719}{70 \times 43253438} = 0{,}37\,N/mm^2 \leq f_{v,d} = 2{,}5\,N/mm^2 \qquad (6.13)$$

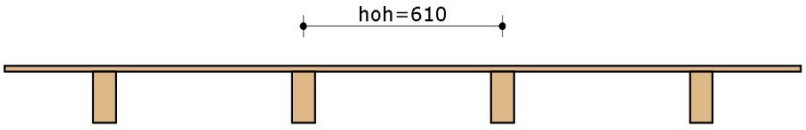
Conclusie: Balklaag voldoet.

Balklaag 2

Gevolgklasse : CC1

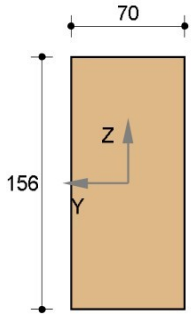
BALKLAAGBEREKENING: Balklaag

Geometrie



Dagmaat	2650	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	610	mm	Dikte vloerhout	18	mm

70 x 156



Materiaalgegevens

Sterkteklasse		C24	
Klimaatklasse		1	
Materiaaltype		Gezaagd hout; γ_M = 1,30; k_{def} = 0,60	
Elasticiteitsmodulus		E =	11000 N/mm^2

		$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	
		24,00	14,00	0,40	21,00	2,50	4,00	N/mm^2
Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,c}$	$f_{t,0,d}$	$f_{t,90,c}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,c}$	$f_{v,d}$	
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm^2
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m^3	ρ_k	=	350 kg/m^3
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$	=	11000 N/mm^2	$E_{90,mean}$	=	370 N/mm^2
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$	=	6875 N/mm^2	$E_{90,fin}$	=	231 N/mm^2
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm^2	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm^2
Elasticiteitsmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm^2	$G_{0,05}$	=	460 N/mm^2

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	35,0 mm	z_{max}	=	78,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-35,0 mm	z_{min}	=	-78,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	10920,0 mm^2	G	=	0,1 kg/m
Statisch moment	S_y	=	212940 mm^3	S_z	=	95550 mm^3
Traagheidsmoment	I_y	=	22145760 mm^4	I_z	=	4459000 mm^4
Traagheidsstraal	i_y	=	45,0 mm	i_z	=	20,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	283920 mm^3	$W_{z,el}$	=	127400 mm^3
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm^3	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	22145760 mm^4	I_{min}	=	4459000 mm^4
Traagheidsstraal	i_{max}	=	45,0 mm	i_{min}	=	20,2 mm

Belasting

Permanent

E.g. vloerplaat	0,150	kN/m²	E.g. scheidingswanden		0,000	kN/m²
E.g. plafond	0,150	kN/m²	Overig	0,100	kN/m²		
g_k	0,400	kN/m²					

Veranderlijk

q_k	1,750	kN/m²	Q_k	2	kN

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 2650 + 2 \times \frac{75}{2} = 2725\,mm$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$P_{g,k,par\,balk}$ = 0,610 x 0,400 + 0,060 = 0,30 kN/m

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0{,}30 \times 2{,}725^2 = 0{,}28\,kNm \quad V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0{,}30 \times 2{,}725 = 0{,}41\,kN$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0{,}30 \times 2725^4}{11000 \times 22145760} = 0{,}90\,mm$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$q_{q,k}$ = 0,610 x 1,75 = 1,07 kN/m

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1{,}07 \times 2{,}725^2 = 0{,}99\,kNm \quad V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1{,}07 \times 2{,}725 = 1{,}45\,kN$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1{,}07 \times 2725^4}{11000 \times 22145760} = 3{,}15\,mm$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0{,}37 + \frac{0{,}8\,a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0{,}37 + \frac{0{,}8 \times 0{,}610}{1{,}0} - \frac{3402}{50000} = 0{,}790$$

$F_{Q,k}$ = 2,00 x 0,790 = 1,58 kN

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1{,}58 \times 2{,}725 = 1{,}08\,kNm \quad V_{Q,k} = 2{,}00\,kN$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1{,}58 \times 2725^3}{11000 \times 22145760} = 2{,}73\,mm$$

Toetsing BGT

$w_{fin,y}$ = (1 + 0,60) x 0,90 + (1 + 0,60 x 0,30) x 3,15 = 5,15 mm < 0,004 x 2725 = 10,90 mm

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0{,}47 \leq 1{,}00\ voldoet$$

Toetsing UGT

Permanent + Veranderlijk

M_{yEd} = 1,08 x 0,28 + 1,35 x 0,99 = 1,64 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,41 + 1,35 x 1,45 = 2,41 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

M_{yEd} = 1,08 x 0,28 + 1,35 x 1,08 = 1,76 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,41 + 1,35 x 1,58 = 2,58 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{1{,}758 \times 10^6}{284 \times 10^3} = 6{,}2\,N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{6,2}{14,8} = 0,42 \leq 1.00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last
Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed}\, S}{b\, Iy} = \frac{2580,3 \times 212940}{70 \times 22145760} = 0,35\, N/mm^2 \leq f_{v,d} = 2,5\, N/mm^2 \quad (6.13)$$

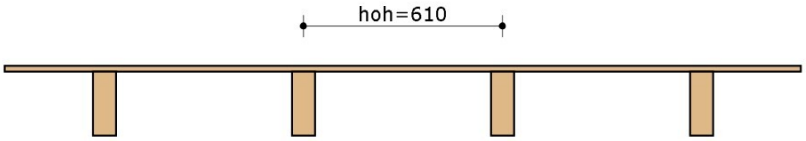
Conclusie: Balklaag voldoet.

Balklaag 3

Gevolgklasse : CC1

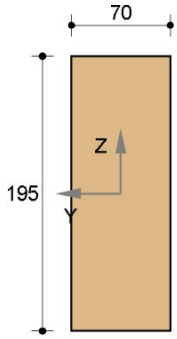
BALKLAAGBEREKENING: Balklaag

Geometrie



Dagmaat	3650	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	610	mm	Dikte vloerhout	18	mm

70 x 195



Materiaalgegevens

Sterkteklasse		C24	
Klimaatklasse		1	
Materiaaltype		Gezaagd hout; γ_M = 1,30; k_{def} = 0,60	
Elasticiteitsmodulus		E =	11000 N/mm²

		$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	
		24,00	14,00	0,40	21,00	2,50	4,00	N/mm²
Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,c}$	$f_{t,0,d}$	$f_{t,90,c}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,c}$	$f_{v,d}$	
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m³	ρ_k	=	350 kg/m³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$	=	11000 N/mm²	$E_{90,mean}$	=	370 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$	=	6875 N/mm²	$E_{90,fin}$	=	231 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	35,0 mm	z_{max}	=	97,5 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-35,0 mm	z_{min}	=	-97,5 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	13650,0 mm²	G	=	0,1 kg/m
Statisch moment	S_y	=	332719 mm³	S_z	=	119438 mm³
Traagheidsmoment	I_y	=	43253438 mm⁴	I_z	=	5573750 mm⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	56,3 mm	i_z	=	20,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	443625 mm³	$W_{z,el}$	=	159250 mm³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	43253438 mm⁴	I_{min}	=	5573750 mm⁴

Traagheidsstraal i_{max} = 56,3 mm i_{min} = 20,2 mm

Belasting

Permanent

E.g. vloerplaat	0,150	kN/m²	E.g. scheidingswanden	0,000	kN/m²
E.g. plafond	0,150	kN/m²	Overig	0,100	kN/m²
g_k	0,400	kN/m²			

Veranderlijk

q_k	1,750	kN/m²	Q_k	2	kN

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 3650 + 2 \times \frac{75}{2} = 3725\,mm$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$P_{g,k,par\,balk}$ = 0,610 x 0,400 + 0,075 = 0,32 kN/m

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0{,}32 \times 3{,}725^2 = 0{,}55\,kNm \quad V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0{,}32 \times 3{,}725 = 0{,}59\,kN$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0{,}32 \times 3725^4}{11000 \times 43253438} = 1{,}68\,mm$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$q_{q,k}$ = 0,610 x 1,75 = 1,07 kN/m

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1{,}07 \times 3{,}725^2 = 1{,}85\,kNm \quad V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1{,}07 \times 3{,}725 = 1{,}99\,kN$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1{,}07 \times 3725^4}{11000 \times 43253438} = 5{,}62\,mm$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0{,}37 + \frac{0{,}8\,a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0{,}37 + \frac{0{,}8 \times 0{,}610}{1{,}0} - \frac{3402}{50000} = 0{,}790$$

$F_{Q,k}$ = 2,00 x 0,790 = 1,58 kN

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1{,}58 \times 3{,}725 = 1{,}47\,kNm \quad V_{Q,k} = 2{,}00\,kN$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1{,}58 \times 3725^3}{11000 \times 43253438} = 3{,}58\,mm$$

Toetsing BGT

$w_{fin,y}$ = (1 + 0,60) x 1,68 + (1 + 0,60 x 0,30) x 5,62 = 9,33 mm < 0,004 x 3725 = 14,90 mm

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0{,}63 \leq 1{,}00\ voldoet$$

Toetsing UGT

Permanent + Veranderlijk

M_{yEd} = 1,08 x 0,55 + 1,35 x 1,85 = 3,10 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,59 + 1,35 x 1,99 = 3,33 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

M_{yEd} = 1,08 x 0,55 + 1,35 x 1,47 = 2,58 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,59 + 1,35 x 1,58 = 2,77 kN

Permanent + Veranderlijk

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{3{,}097 \times 10^6}{444 \times 10^3} = 7\,N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{7{,}0}{14{,}8} = 0{,}47 \leq 1.00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk
Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed}\, S}{b\, Iy} = \frac{3325{,}9 \times 332719}{70 \times 43253438} = 0{,}37\, N/mm^2 \leq f_{v,d} = 2{,}5\, N/mm^2 \quad (6.13)$$

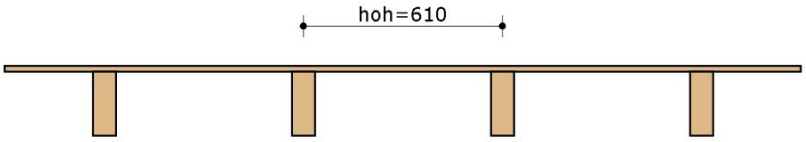
Conclusie: Balklaag voldoet.

Balklaag 4

Gevolgklasse : CC1

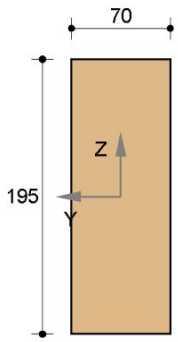
BALKLAAGBEREKENING: Balklaag

Geometrie



Dagmaat	3650	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	610	mm	Dikte vloerhout	18	mm

70 x 195



Materiaalgegevens

Sterkteklasse		C24	
Klimaatklasse		1	
Materiaaltype		Gezaagd hout; γ_M = 1,30; k_{def} = 0,60	
Elasticiteitsmodulus		E =	11000 N/mm²

		$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	
		24,00	14,00	0,40	21,00	2,50	4,00	N/mm²
Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,c}$	$f_{t,0,d}$	$f_{t,90,c}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,c}$	$f_{v,c}$	
Blijvend	0,60(0,50)	11,08	6,46	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm²
Middellang	0,80(0,65)	14,77	8,62	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	16,62	9,69	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m³	ρ_k	=	350 kg/m³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$	=	11000 N/mm²	$E_{90,mean}$	=	370 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$	=	6875 N/mm²	$E_{90,fin}$	=	231 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	35,0 mm	z_{max}	=	97,5 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-35,0 mm	z_{min}	=	-97,5 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	13650,0 mm²	G	=	0,1 kg/m
Statisch moment	S_y	=	332719 mm³	S_z	=	119438 mm³
Traagheidsmoment	I_y	=	43253438 mm⁴	I_z	=	5573750 mm⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	56,3 mm	i_z	=	20,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	443625 mm³	$W_{z,el}$	=	159250 mm³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm³	hoek	=	-0,00 °

Traagheidsmoment		I_{max}	=	43253438 mm^4	I_{min}	=	5573750 mm^4
Traagheidsstraal		i_{max}	=	56,3 mm	i_{min}	=	20,2 mm

Belasting

Permanent

E.g. vloerplaat	0,150	kN/m^2	E.g. scheidingswanden		0,000	kN/m^2
E.g. plafond	0,150	kN/m^2	Overig	0,100	kN/m^2	
g_k	0,400	kN/m^2				

Veranderlijk

q_k	1,750	kN/m^2	Q_k	2	kN

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 3650 + 2 \times \frac{75}{2} = 3725\,mm$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$P_{g,k,par\,balk}$ = 0,610 x 0,400 + 0,075 = 0,32 kN/m

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0{,}32 \times 3{,}725^2 = 0{,}55\,kNm \quad V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0{,}32 \times 3{,}725 = 0{,}59\,kN$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0{,}32 \times 3725^4}{11000 \times 43253438} = 1{,}68\,mm$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$q_{q,k}$ = 0,610 x 1,75 = 1,07 kN/m

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1{,}07 \times 3{,}725^2 = 1{,}85\,kNm \quad V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1{,}07 \times 3{,}725 = 1{,}99\,kN$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1{,}07 \times 3725^4}{11000 \times 43253438} = 5{,}62\,mm$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0{,}37 + \frac{0{,}8\,a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0{,}37 + \frac{0{,}8 \times 0{,}610}{1{,}0} - \frac{3402}{50000} = 0{,}790$$

$F_{Q,k}$ = 2,00 x 0,790 = 1,58 kN

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1{,}58 \times 3{,}725 = 1{,}47\,kNm \quad V_{Q,k} = 2{,}00\,kN$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1{,}58 \times 3725^3}{11000 \times 43253438} = 3{,}58\,mm$$

Toetsing BGT

$w_{fin,y}$ = (1 + 0,60) x 1,68 + (1 + 0,60 x 0,30) x 5,62 = 9,33 mm < 0,004 x 3725 = 14,90 mm

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0{,}63 \leq 1{,}00\ voldoet$$

Toetsing UGT

Permanent + Veranderlijk

M_{yEd} = 1,08 x 0,55 + 1,35 x 1,85 = 3,10 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,59 + 1,35 x 1,99 = 3,33 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

M_{yEd} = 1,08 x 0,55 + 1,35 x 1,47 = 2,58 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,59 + 1,35 x 1,58 = 2,77 kN

Permanent + Veranderlijk

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{3{,}097 \times 10^6}{444 \times 10^3} = 7\,N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{7{,}0}{14{,}8} = 0{,}47 \leq 1.00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk
Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed}\, S}{b\, Iy} = \frac{3325{,}9 \times 332719}{70 \times 43253438} = 0{,}37\, N/mm^2 \leq f_{v,d} = 2{,}5\, N/mm^2 \quad (6.13)$$

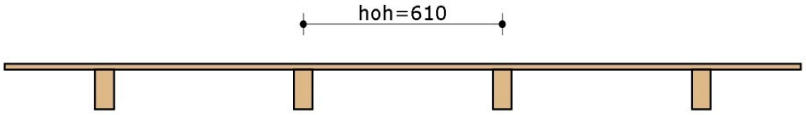
Conclusie: Balklaag voldoet.

Balklaag 5

Gevolgklasse : CC1

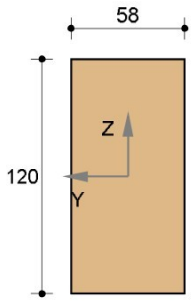
BALKLAAGBEREKENING: Balklaag

Geometrie



Dagmaat	1500	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	610	mm	Dikte vloerhout	18	mm

58 x 120



Materiaalgegevens

Sterkteklasse	C24	
Klimaatklasse	1	
Materiaaltype	Gezaagd hout; γ_M = 1,30; k_{def} = 0,60; k_h = 1,05	
Elasticiteitsmodulus	E = 11000	N/mm²

		$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	
		25,10	14,64	0,40	21,00	2,50	4,00	N/mm²
Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,c}$	$f_{t,0,c}$	$f_{t,90,c}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,c}$	$f_{v,c}$	
Blijvend	0,60(0,50)	11,58	6,76	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm²
Middellang	0,80(0,65)	15,44	9,01	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	17,37	10,13	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m³	ρ_k	=	350 kg/m³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$	=	11000 N/mm²	$E_{90,mean}$	=	370 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$	=	6875 N/mm²	$E_{90,fin}$	=	231 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	29,0 mm	z_{max}	=	60,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-29,0 mm	z_{min}	=	-60,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	6960,0 mm²	G	=	0,0 kg/m
Statisch moment	S_y	=	104400 mm³	S_z	=	50460 mm³
Traagheidsmoment	I_y	=	8352000 mm⁴	I_z	=	1951120 mm⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	34,6 mm	i_z	=	16,7 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	139200 mm³	$W_{z,el}$	=	67280 mm³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	8352000 mm⁴	I_{min}	=	1951120 mm⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	34,6 mm	i_{min}	=	16,7 mm

Belasting

Permanent

E.g. vloerplaat	0,150	kN/m²	E.g. scheidingswanden	0,000	kN/m²
E.g. plafond	0,150	kN/m²	Overig	0,100	kN/m²
g_k	0,400	kN/m²			

Veranderlijk

q_k	1,750	kN/m²	Q_k	2	kN

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 1500 + 2 \times \frac{75}{2} = 1575\,mm$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$P_{g,k,par\,balk}$ = 0,610 x 0,400 + 0,038 = 0,28 kN/m

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0{,}28 \times 1{,}575^2 = 0{,}09\,kNm \quad V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0{,}28 \times 1{,}575 = 0{,}22\,kN$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0{,}28 \times 1575^4}{11000 \times 8352000} = 0{,}25\,mm$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$q_{q,k}$ = 0,610 x 1,75 = 1,07 kN/m

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1{,}07 \times 1{,}575^2 = 0{,}33\,kNm \quad V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1{,}07 \times 1{,}575 = 0{,}84\,kN$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1{,}07 \times 1575^4}{11000 \times 8352000} = 0{,}93\,mm$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0{,}37 + \frac{0{,}8\,a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0{,}37 + \frac{0{,}8 \times 0{,}610}{1{,}0} - \frac{3402}{50000} = 0{,}790$$

$F_{Q,k}$ = 2,00 x 0,790 = 1,58 kN

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1{,}58 \times 1{,}575 = 0{,}62\,kNm \quad V_{Q,k} = 2{,}00\,kN$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1{,}58 \times 1575^3}{11000 \times 8352000} = 1{,}40\,mm$$

Toetsing BGT

$w_{fin,y}$ = (1 + 0,60) x 0,25 + (1 + 0,60 x 0,30) x 1,40 = 2,05 mm < 0,004 x 1575 = 6,30 mm

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0{,}32 \leq 1{,}00\ voldoet$$

Toetsing UGT

Permanent + Veranderlijk

M_{yEd} = 1,08 x 0,09 + 1,35 x 0,33 = 0,54 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,22 + 1,35 x 0,84 = 1,37 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

M_{yEd} = 1,08 x 0,09 + 1,35 x 0,62 = 0,93 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,22 + 1,35 x 1,58 = 2,37 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{0{,}934 \times 10^6}{139 \times 10^3} = 6{,}7\,N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{6,7}{15,4} = 0,43 \leq 1.00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last
Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving art. 6.1.7

$$\tau_d = \frac{V_{Ed}\, S}{b\, Iy} = \frac{2373,0 \times 104400}{58 \times 8352000} = 0,51\, N/mm^2 \leq f_{v,d} = 2,5\, N/mm^2 \quad (6.13)$$

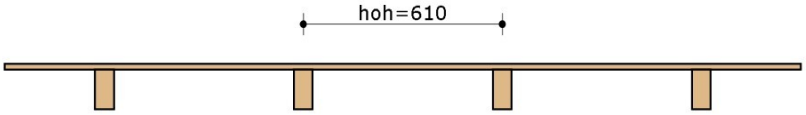
Conclusie: Balklaag voldoet.

Balklaag 6

Gevolgklasse : CC1

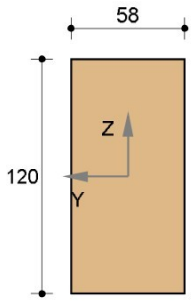
BALKLAAGBEREKENING: Balklaag

Geometrie



Dagmaat	1900	mm	Opleglengte	75	mm
H.o.h afstand	610	mm	Dikte vloerhout	18	mm

58 x 120



Materiaalgegevens

Sterkteklasse	C24	
Klimaatklasse	1	
Materiaaltype	Gezaagd hout; γ_M = 1,30; k_{def} = 0,60; k_h = 1,05	
Elasticiteitsmodulus	E = 11000	N/mm²

		$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	
		25,10	14,64	0,40	21,00	2,50	4,00	N/mm²
Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,c}$	$f_{t,0,c}$	$f_{t,90,c}$	$f_{c,0,d}$	$f_{c,90,c}$	$f_{v,c}$	
Blijvend	0,60(0,50)	11,58	6,76	0,15	9,69	1,15	1,85	N/mm²
Middellang	0,80(0,65)	15,44	9,01	0,20	12,92	1,54	2,46	
Kort	0,90(0,80)	17,37	10,13	0,25	14,54	1,73	2,77	

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	420 kg/m³	ρ_k	=	350 kg/m³
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$	=	11000 N/mm²	$E_{90,mean}$	=	370 N/mm²
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$	=	6875 N/mm²	$E_{90,fin}$	=	231 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	7400 N/mm²	$E_{0,d}$	=	8462 N/mm²
Elasticiteitsmodulus	G_{mean}	=	690 N/mm²	$G_{0,05}$	=	460 N/mm²

Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	29,0 mm	z_{max}	=	60,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-29,0 mm	z_{min}	=	-60,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	6960,0 mm²	G	=	0,0 kg/m
Statisch moment	S_y	=	104400 mm³	S_z	=	50460 mm³
Traagheidsmoment	I_y	=	8352000 mm⁴	I_z	=	1951120 mm⁴
Traagheidsstraal	i_y	=	34,6 mm	i_z	=	16,7 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y,el}$	=	139200 mm³	$W_{z,el}$	=	67280 mm³
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm³	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	8352000 mm⁴	I_{min}	=	1951120 mm⁴
Traagheidsstraal	i_{max}	=	34,6 mm	i_{min}	=	16,7 mm

Belasting

Permanent

E.g. vloerplaat	0,150	kN/m²	E.g. scheidingswanden	0,000	kN/m²
E.g. plafond	0,150	kN/m²	Overig	0,100	kN/m²
g_k	0,400	kN/m²			

Veranderlijk

q_k	1,750	kN/m²	Q_k	2	kN

BEREKENING volgens Eurocode 5

Gehanteerde normen: : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl

$$L_{th} = 1900 + 2 \times \frac{75}{2} = 1975\,mm$$

Belastingsgeval 1 Permanent

$P_{g,k,par\,balk}$ = 0,610 x 0,400 + 0,038 = 0,28 kN/m

$$M_{g,k} = \frac{1}{8} \times 0{,}28 \times 1{,}975^2 = 0{,}14\,kNm \quad V_{g,k} = \frac{1}{2} \times 0{,}28 \times 1{,}975 = 0{,}28\,kN$$

$$u_{g,k} = \frac{5}{384} \times \frac{0{,}28 \times 1975^4}{11000 \times 8352000} = 0{,}61\,mm$$

Belastingsgeval 2 Veranderlijk

$q_{q,k}$ = 0,610 x 1,75 = 1,07 kN/m

$$M_{q,k} = \frac{1}{8} \times 1{,}07 \times 1{,}975^2 = 0{,}52\,kNm \quad V_{q,k} = \frac{1}{2} \times 1{,}07 \times 1{,}975 = 1{,}05\,kN$$

$$u_{q,k} = \frac{5}{384} \times \frac{1{,}07 \times 1975^4}{11000 \times 8352000} = 2{,}30\,mm$$

Belastingsgeval 3 Veranderlijk Geconcentreerde last

$$k_r = 0{,}37 + \frac{0{,}8\,a}{a_{ref}} - \frac{E_{0;ser;rep} I}{E_{0;ser;rep} I_1} = 0{,}37 + \frac{0{,}8 \times 0{,}610}{1{,}0} - \frac{3402}{50000} = 0{,}790$$

$F_{Q,k}$ = 2,00 x 0,790 = 1,58 kN

$$M_{Q,k} = \frac{1}{4} \times 1{,}58 \times 1{,}975 = 0{,}78\,kNm \quad V_{Q,k} = 2{,}00\,kN$$

$$u_{Q,k} = \frac{1}{48} \times \frac{1{,}58 \times 1975^3}{11000 \times 8352000} = 2{,}76\,mm$$

Toetsing BGT

$w_{fin,y}$ = (1 + 0,60) x 0,61 + (1 + 0,60 x 0,30) x 2,76 = 4,23 mm < 0,004 x 1975 = 7,90 mm

$$\frac{w_{fin,y}}{w_{fin,y,max}} = 0{,}54 \leq 1{,}00\ voldoet$$

Toetsing UGT

Permanent + Veranderlijk

M_{yEd} = 1,08 x 0,14 + 1,35 x 0,52 = 0,85 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,28 + 1,35 x 1,05 = 1,72 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

M_{yEd} = 1,08 x 0,14 + 1,35 x 0,78 = 1,20 kNm V_{zEd} = 1,08 x 0,28 + 1,35 x 1,58 = 2,43 kN

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last

Belastingsduurklasse : Middellang

Buiging art. 6.1.6

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{1{,}202 \times 10^6}{139 \times 10^3} = 8{,}6\,N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{8,6}{15,4} = 0,56 \leq 1.00 \quad (6.11)$$

Permanent + Veranderlijk Geconcentreerde last
Belastingsduurklasse : Middellang

Afschuiving art. 6.1.7

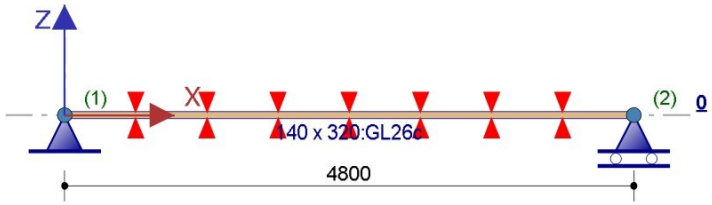
$$\tau_d = \frac{V_{Ed}\, S}{b\, Iy} = \frac{2433,9 \times 104400}{58 \times 8352000} = 0,52\, N/mm^2 \leq f_{v,d} = 2,5\, N/mm^2 \quad (6.13)$$

Conclusie: Balklaag voldoet.

Houten ligger 1

Gehanteerde normen : NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011/NB:2013 nl
Gevolgklasse : CC1
Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s^2

Invoergegevens



KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten		Opleggingen		
	X [mm]	Z [mm]	T_x	T_z	R_y
1	0	0	A	A	
2	4800	0		A	

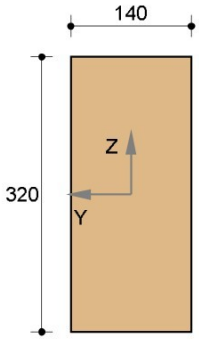
STAVEN

Staaf-nummer	Knoop		Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
	van	naar			
1	1	2		140 x 320	4800

PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm^2]	A [mm^2]	I_y [mm^4]	$W_{y;el_1}$ [mm^3]	$W_{y;el_2}$ [mm^3]
1	140 x 320	20,2	12000	4,48E4	3,8229E8	2,3893E6	2,3893E6

140 x 320



Materiaalgegevens

Sterkteklasse GL26c
Klimaatklasse 1
Materiaaltype Gelijmd gelamineerd hout; γ_M = 1,25; k_{def} = 0,60; k_h = 1,06
Elasticiteitsmodulus E = 12000 N/mm^2

		$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	
		27,69	20,23	0,50	23,50	2,50	3,50	N/mm^2
Belastingsduurklasse	k_{mod}	$f_{m,c}$	$f_{t,0,c}$	$f_{t,90,c}$	$f_{c,0,c}$	$f_{c,90,c}$	$f_{v,c}$	
Blijvend	0,60(0,50)	13,29	9,71	0,20	11,28	1,20	1,68	N/mm^2

Middellang	0,80(0,65)	17,72	12,95	0,26	15,04	1,60	2,24
Kort	0,90(0,80)	19,93	14,57	0,32	16,92	1,80	2,52

Volumieke massa	ρ_{mean}	=	450 kg/m^3	ρ_k	=	370 kg/m^3
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,mean}$	=	12000 N/mm^2	$E_{90,mean}$	=	300 N/mm^2
Elasticiteitsmodulus (kruip)	$E_{0,fin}$	=	7500 N/mm^2	$E_{90,fin}$	=	188 N/mm^2
Elasticiteitsmodulus	$E_{0,05}$	=	10000 N/mm^2	$E_{0,d}$	=	9600 N/mm^2
Elasticiteitsmodulus	G_{mean}	=	650 N/mm^2	$G_{0,05}$	=	540 N/mm^2

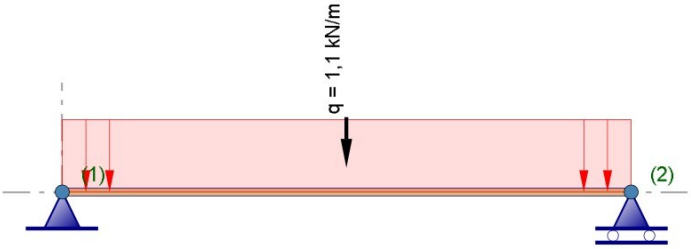
Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	70,0 mm	z_{max}	=	160,0 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-70,0 mm	z_{min}	=	-160,0 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	44800,0 mm^2	G	=	20,2 kg/m
Statisch moment	S_y	=	1792000 mm^3	S_z	=	784000 mm^3
Traagheidsmoment	I_y	=	382293333 mm^4	I_z	=	73173333 mm^4
Traagheidsstraal	i_y	=	92,4 mm	i_z	=	40,4 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	2389333 mm^3	$W_{z;el}$	=	1045333 mm^3
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm^3	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	382293333 mm^4	I_{min}	=	73173333 mm^4
Traagheidsstraal	i_{max}	=	92,4 mm	i_{min}	=	40,4 mm

BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ0	ψ1	ψ2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

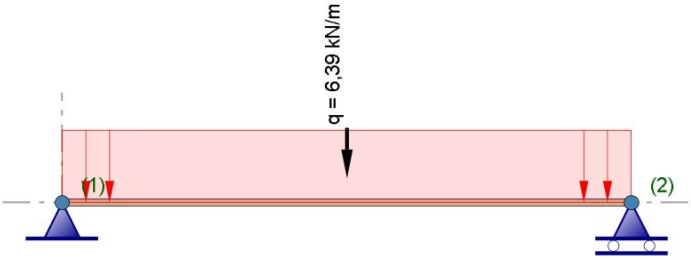


***) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!**
Totaal eigen gewicht: : 95 kg.

Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,198 kN/m	-0,198 kN/m	-0,0	1	0	4800
1	q	-1,100 kN/m	-1,100 kN/m	0,0	1	0	4800

BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-6,390 kN/m	-6,390 kN/m	0,0	1	0	4800

Berekeningsresultaten

BELASTINGSGEVALLEN

(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling

Reactiekrachten

Knoop-nummer	Belastings geval	F_x [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]
1	1		**3,115**	
	2		**15,336**	
2	1		**3,115**	
	2		**15,336**	
Minimale / maximale waarden				
1	1		**3,115**	
1	2		**15,336**	

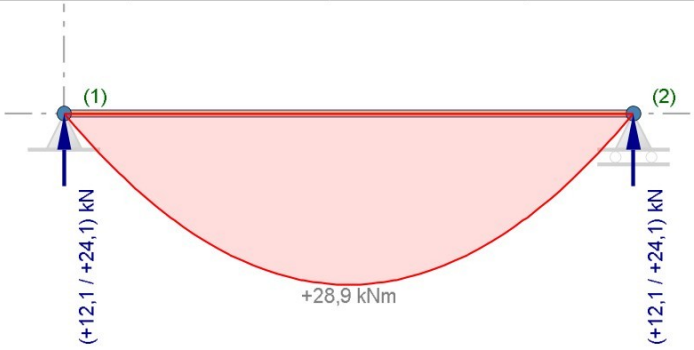
UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

Belastingscombinaties

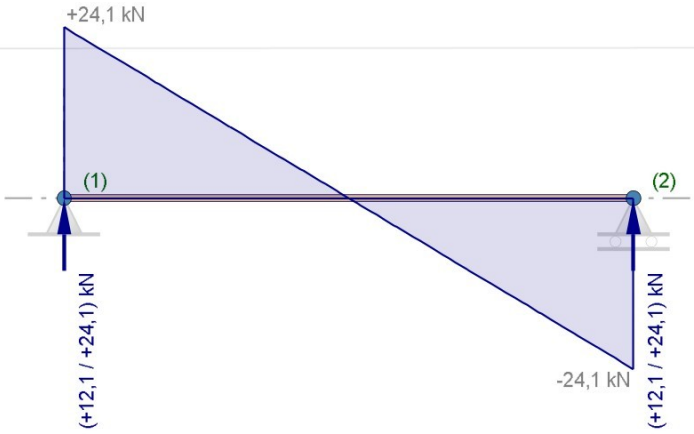
(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	Combinatie1 (6.10a)	UGT
2	Combinatie2 (6.10b)	UGT

Combinatie nummer	Belasting (ψ x γ)				
	1	2			
1	1,00x1,22	0,40x1,35			
2	1,00x1,08	1,00x1,35			



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	F_x [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]
1	1		**12,081**	
	2		**24,067**	
2	1		**12,081**	
	2		**24,067**	
Minimale / maximale waarden				
1	1		**12,081**	
1	2		**24,067**	

Omhullende staafkrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	**12,081**	-0,000
	2	1		0,000	**24,067**	0,000
	2		2400	0,000	0,000	**28,881**
	1	2		0,000	**12,081**	0,000
	2	2		0,000	**24,067**	0,000

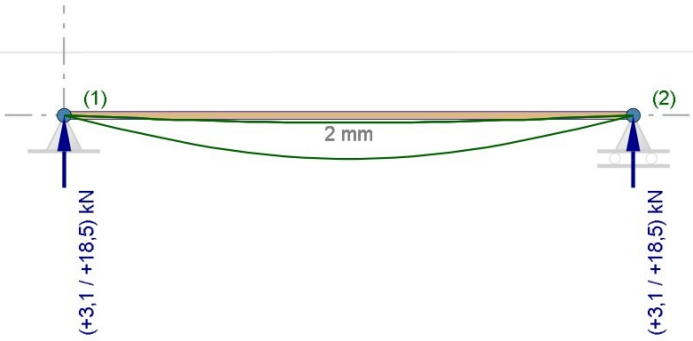
BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend (i.v.m. kruip)	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	Belasting (ψ x γ)				
	1	2			
3	1,00x1,00				
4	1,00x1,00	0,30x1,00			
5	1,00x1,00	1,00x1,00			



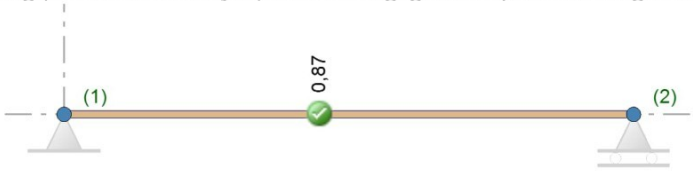
Omhullende verplaatsing

Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	d_x [mm]	d_z [mm]	d_r [mrad]
1	3	**0,0**	**-0,0**	**-1,3**
	5	0,0	**-0,0**	**-7,7**
2	3	**0,0**	**-0,0**	**1,3**
	5	0,0	**-0,0**	**7,7**
Minimale / maximale waarden				
1	3	**0,0**		
1	3	**0,0**		
1	5		**-0,0**	
1	3		**-0,0**	
1	5			**-7,7**
2	5			**7,7**

EN1995 TOETSINGEN

De toetsing van de houtprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1995-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.4.4.



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Artikel	U.C.
1	140 x 320	2	6.1.6	0,68
		2	6.1.7	0,36
		2	6.3.3	0,68
		5	Doorbuiging	0,75
		5	Doorbuiging	0,87

BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.5.1 Staaf 1 - 140 x 320 (GL26c Klimaatklasse:1)

Buiging art. 6.1.6

Combinatie : 2 x = 2400 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 28,881 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{28{,}881 \times 10^6}{2389 \times 10^3} = 12{,}1\ N/mm^2$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{12{,}1}{17{,}7} = 0{,}68 \leq 1.00 \qquad (6.11)$$

Afschuiving **art. 6.1.7**

Combinatie : 2 x = 0 mm Nx = 0 kN Vz = 24,067 kN My = -0 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang

$$\tau_d = \frac{V_{z,Ed}\, S}{b\, Iy} = \frac{24067{,}4 \times 1792000}{140 \times 382293333} = 0{,}8\ N/mm^2 \leq f_{v,d} = 2{,}2\ N/mm^2 \qquad (6.13)$$

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

Combinatie : 2 x = 2400 mm Nx = 0 kN Vz = 18,051 kN My = 28,881 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang

Aantal kipsteunen: 7
Afstanden kipsteunen: 600 600 600 600 600 600 600 600
Op twee steunpunten: Gelijkmatig verdeelde belasting
→ l_{ef} = 0,9 x l = 0,9 x 600 = 540 mm $l_{ef} = l_{ef} + 2h = 540 + 2 \times 320 = 600$ mm

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0{,}78\, b^2}{h\, l_{ef}} E_{0,05} = \frac{0{,}78 \times 140^2}{320 \times 600} \times 10000 = 796{,}3\ N/mm^2 \qquad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}\sigma m, crit}{}} = \sqrt{\frac{26}{796{,}3}} = 0{,}181 \leq 0.75 \rightarrow kcrit_\{ = 1{,}00 \qquad (6.30)(6.34)$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{28{,}881 \times 10^6}{2389 \times 10^3} = 12{,}1\ N/mm^2$$

$\sigma_{m,y,d}$ = 12,1 N/mm² < k_{crit} $f_{m,d}$ = 1,00 x 17,7 = 17,7 N/mm² (6.33)

Doorbuiging

Combinatie : 5 x = 2400 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 22,141 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang
Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm
$w_{eind,z} = w_z + k_{def}\, w_{BGT\ Quasi\ blijvend,z}$ = -11,6 + 0,6 x -4,8 = -14,5 mm

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-14{,}5|}{4800 / 250} = \frac{|-14{,}5|}{19{,}2} = 0{,}75 \leq 1{,}0$$

$w_{bijk.,z} = w_{eind,z} - w_{BGT\ Blijvend,z}$ = -14,5 +2 = -12,5 mm

$$\frac{|w_{bijk.,z}|}{w_{bijk.,z,max}} = \frac{|-12{,}5|}{4800 / 333} = \frac{|-12{,}5|}{14{,}4} = 0{,}87 \leq 1{,}0$$

Doorbuiging

Combinatie : 5 x = 2400 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 22,141 kNm
Belastingsduurklasse : Middellang
Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm
$w_{eind,z} = w_z + k_{def}\, w_{BGT\ Quasi\ blijvend,z}$ = -11,6 + 0,6 x -4,8 = -14,5 mm

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-14{,}5|}{4800 / 250} = \frac{|-14{,}5|}{19{,}2} = 0{,}75 \leq 1{,}0$$

$w_{bijk.,z} = w_{eind,z} - w_{BGT\ Blijvend,z}$ = -14,5 +2 = -12,5 mm

$$\frac{|w_{bijk.,z}|}{w_{bijk.,z,max}} = \frac{|-12{,}5|}{4800 / 333} = \frac{|-12{,}5|}{14{,}4} = 0{,}87 \leq 1{,}0$$

Beton

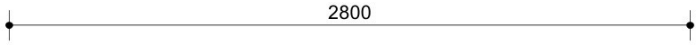
Belastingen

Lijnlast		lengte m1	BC	P.B. kN/m1	V.B. mom kN/m1	V.B. rest kN/m1
2	Dak (hellend best) 2	1,3	H	3,25	0,00	0,00
5	Zolder	1,8	A	0,72	1,26	1,89
9	Begane grond vloer 1	0,5	A	2,10	0,45	0,68
11	HSB/puien	3,1		1,55	0,00	0,00
12	metselwerk 210	1		4,00	0,00	0,00
Fund. / Kol.	Vl. / Det.			11,62	1,71	1,89
Rep	Rep				2 vloeren max belast ->	2,57
11,62	11,62		P.B.		dak max belast ->	0,00
4,28	3,60		V.B.			

Gehanteerde normen : NEN-EN 1992-1-1+C2:2011+A1:2015/NB+A1:2020+A2:2025
Gevolgklasse : CC1
Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s^2

Invoergegevens





KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten X [mm]	Coördinaten Z [mm]	Opleggingen T_x	Opleggingen T_z	Opleggingen R_y
1	0	0	A	A	
2	2800	0		A	

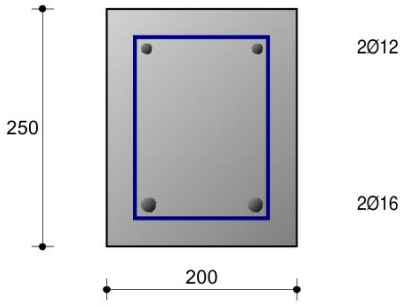
STAVEN

Staaf-nummer	Knoop van	Knoop naar	Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
1	1	2		Profiel 1	2800

PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm²]	A [mm²]	I_y [mm⁴]	$W_{y;el_1}$ [mm³]	$W_{y;el_2}$ [mm³]
1	Profiel 1	125,0	6748	5E4	2,6042E8	2,0833E6	2,0833E6

Profiel 1

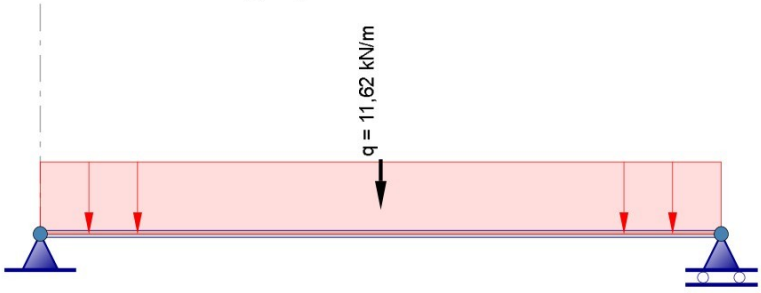


Elementtype	Balk	Constructieklasse S4
Prefab	nee	
Betonsterkteklasse	C20/25	Kruipcoëfficiënt 2,70
Betonstaalsoort	B500B	Korreldiameter 31,50 mm
Aantal beugelsneden	2	Hoek betondrukdiagonaal 40
	Bovenzijde	Onderzijde
Milieuklassen	XC3	XC3
Betonoppervlak	Controleerbaar	Controleerbaar
ΔC_{dev}	5 mm	
Dekking	30 mm	30 mm
Nominale dekking c_{nom}	30 mm	30 mm EN 1992-1-1 (4.1)
Flankwapening in berekening	nee	

BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ0	ψ1	ψ2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

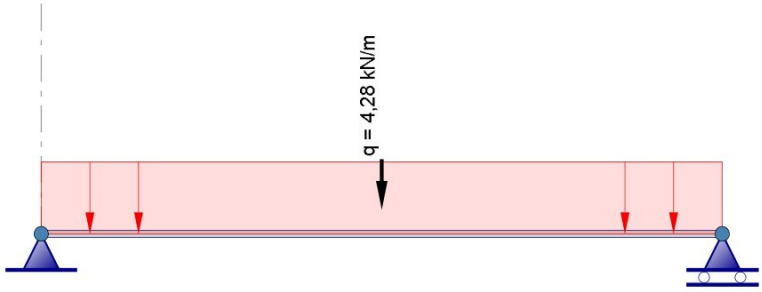


***) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!**
Totaal eigen gewicht: : 343 kg.

Staafbelastingen

Belasting				Afstand van		
Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
q	-1,226 kN/m	-1,226 kN/m	-0,0	1	0	2800
q	-11,620 kN/m	-11,620 kN/m	0,0	1	0	2800

BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



Staafbelastingen

Belasting				Afstand van		
Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
q	-4,280 kN/m	-4,280 kN/m	0,0	1	0	2800

Berekeningsresultaten

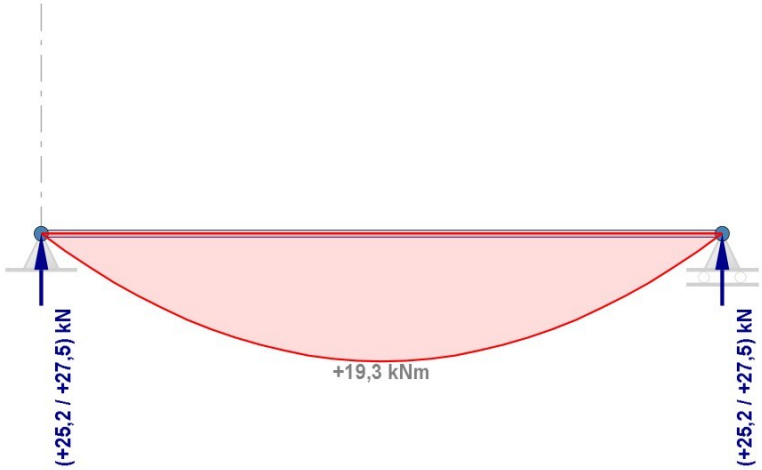
UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

Belastingscombinaties

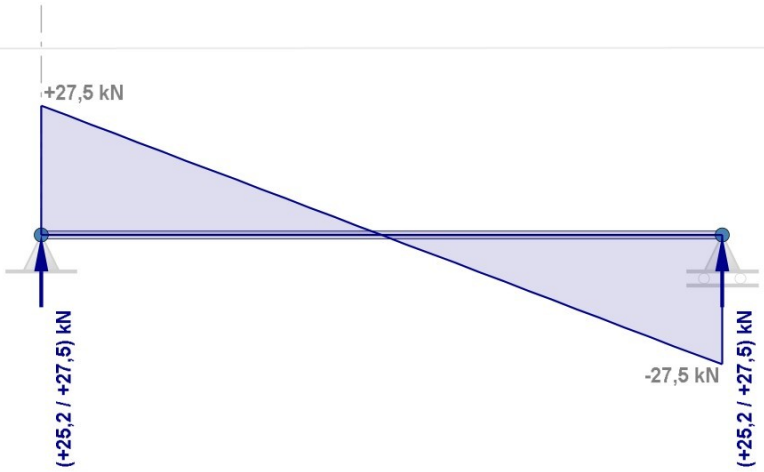
(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	Combinatie1 (6.10a)	UGT
2	Combinatie2 (6.10b)	UGT

Combinatie nummer	Belasting (ψ x γ)				
	1	2			
1	1,00x1,22	0,40x1,35			
2	1,00x1,08	1,00x1,35			



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	F_x [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]
1	1		**25,177**	
	2		**27,513**	
2	1		**25,177**	
	2		**27,513**	
Minimale / maximale waarden				
1	1		**25,177**	
1	2		**27,513**	

Omhullende staafkrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	**25,177**	0,000
	2	1		0,000	**27,513**	0,000
	2		1400	0,000	0,000	**19,259**
	1	2		0,000	**25,177**	0,000
	2	2		0,000	**27,513**	-0,000

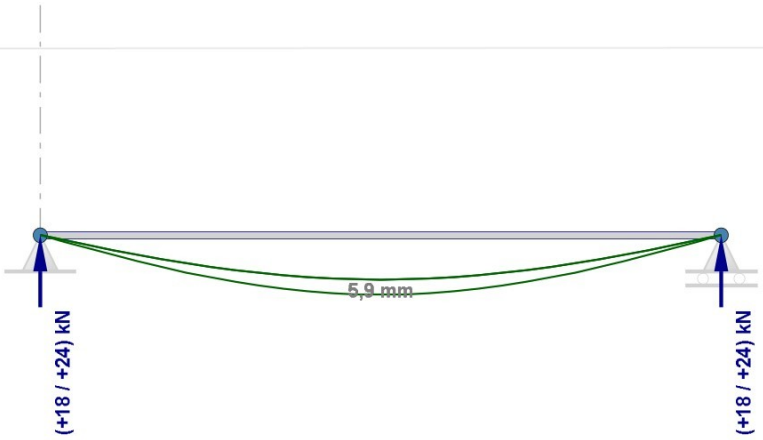
BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

Belastingscombinaties

(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	Belasting (ψ x γ)				
	1	2			
3	1,00x1,00				
4	1,00x1,00	0,30x1,00			
5	1,00x1,00	1,00x1,00			



Omhullende verplaatsing

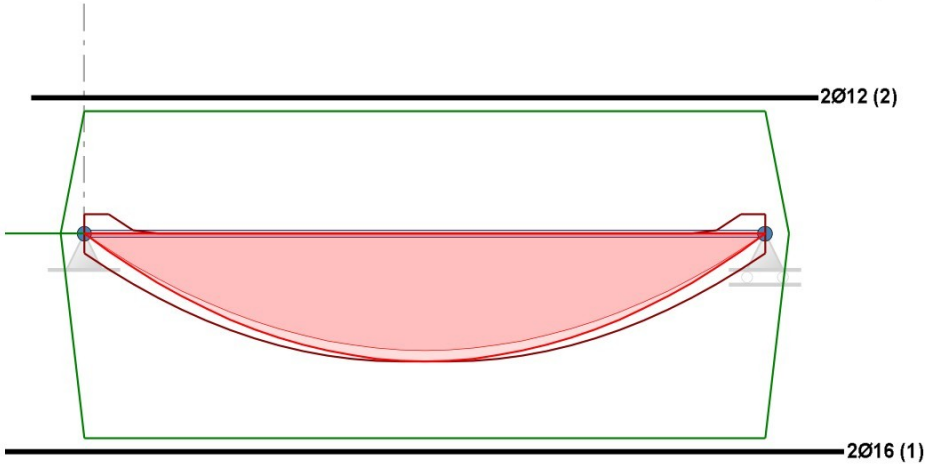
Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	d_x [mm]	d_z [mm]	d_r [mrad]
1	3	**0,0**	**-0,0**	**-6,7**
	5	0,0	**-0,0**	**-8,9**
2	3	**0,0**	**-0,0**	**6,7**
	5	0,0	**-0,0**	**8,9**
Minimale / maximale waarden				
1	3	**0,0**		
1	3	**0,0**		
2	5		**-0,0**	
1	3		**-0,0**	
1	5			**-8,9**
2	5			**8,9**

WAPENING

Langswapening

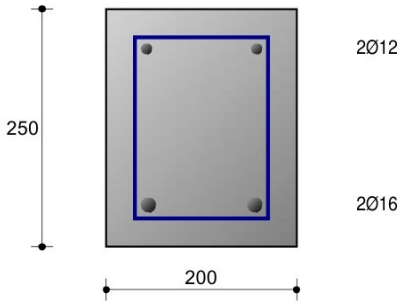
Nr.	van x [mm]	tot x [mm]	Lengte [mm]	Zijde	Wapening	z [mm]	Ld begin [mm]	Ld eind [mm]	Gewicht [kg]
1	-325	3125	3450	Onder	2Ø16	-214	214	214	10,9
2	-218	3018	3236	Boven	2Ø12	-36	120	120	5,7
								Totaal	16,6



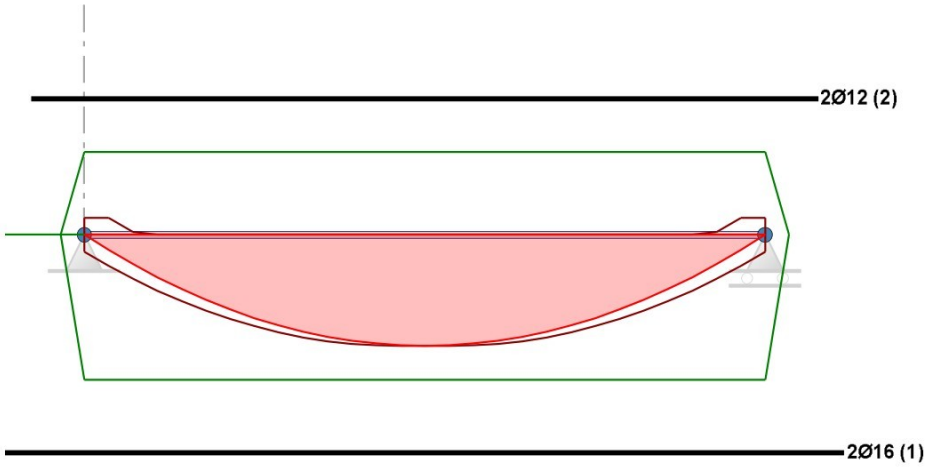
Omhullende verschoven M-lijn (UGT)

Langswapening - Uiterste grenstoestand (UGT)

x [mm]	Drsn.	M_{Ed} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	x_u [mm]	$x_{u,max}$ [mm]	Zijde	Wapening	Opmerkingen
0	1	-2,9	-18,5	45,3	111,3	Boven	2Ø12	
0	1	3,0	30,9	61,9	110,2	Onder	2Ø16	
1400	1	19,3	30,9	61,9	110,2	Onder	2Ø16	



Doorsnede 1



Omhullende verschoven M-lijn (BGT)

Langswapening - Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT)

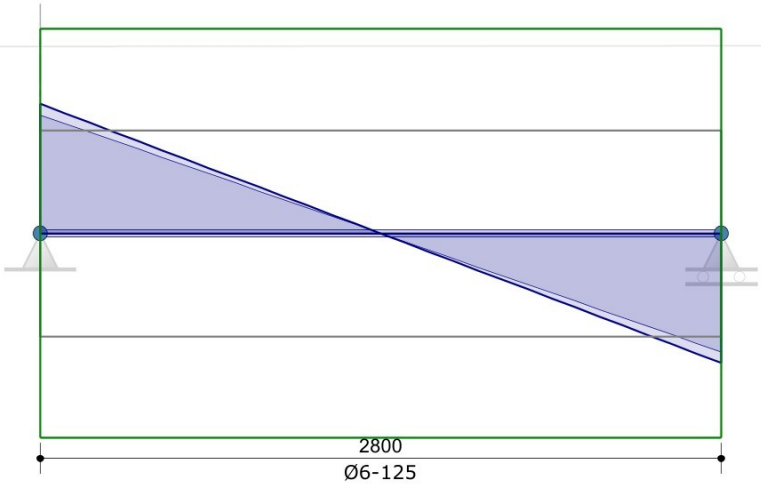
Scheurbeheersing zonder directe berekening

...NEN-EN 1992-1-1 art.7.3.3

x [mm]	Drsn.	M_k [kNm]	M_{Rk} [kNm]	s [mm]	s,max [mm]	Ø [mm]	Ø,max [mm]	Opmerkingen
1400	1	16,8	21,9	112,0	112,0	16,0	4,5	

Beugels

van x [mm]	tot x [mm]	Lengte [mm]	Beugels
0	2800	2800	Ø6-125 (2sn.)



Omhullende D-lijn (UGT)

Dwarskrachtwapening - Uiterste grenstoestand (UGT)

...NEN-EN 1992-1-1 art.6.2.1

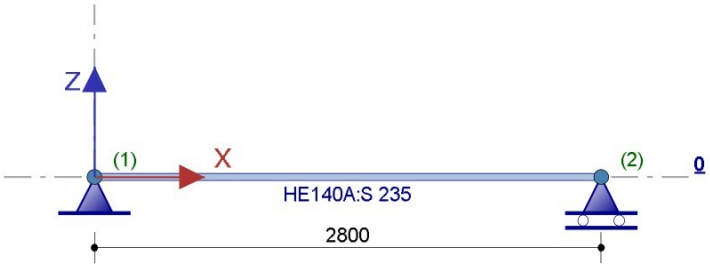
x [mm]	V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	Zijde	Beugels	Opmerkingen
2800	-27,5	-21,9	-43,5	-146,1	Boven	Ø6-125 (2sn.)	
0	27,5	21,9	43,5	146,1	Onder	Ø6-125 (2sn.)	

Belastingen

Lijnlast		lengte m1	BC	P.B. kN/m1	V.B. mom kN/m1	V.B. rest kN/m1
2	Dak (hellend best) 2	1,3	H	3,25	0,00	0,00
5	Zolder	1,8	A	0,72	1,26	1,89
9	Begane grond vloer 1	0,5	A	2,10	0,45	0,68
11	HSB/puien	3,1		1,55	0,00	0,00
12	metselwerk 210	1		4,00	0,00	0,00
Fund. / Kol.	Vl. / Det.			11,62	1,71	1,89
Rep	Rep				2 vloeren max belast ->	2,57
11,62	11,62		P.B.		dak max belast ->	0,00
4,28	3,60		V.B.			

Gehanteerde normen : NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl
Gevolgklasse : CC1
Zwaartekrachtversnelling g : 9,81 m/s^2

Invoergegevens



KNOPEN

Knoop-nummer	Coördinaten X [mm]	Coördinaten Z [mm]	Opleggingen T_x	Opleggingen T_z	Opleggingen R_y
1	0	0	A	A	
2	2800	0		A	

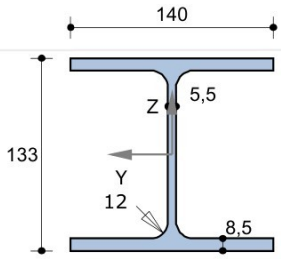
STAVEN

Staaf-nummer	Knoop van	Knoop naar	Staaf-type	Profiel	Lengte [mm]
1	1	2		HE140A	2800

PROFIELEN

Profiel-nummer	Naam	Gewicht [kg/m]	E [N/mm^2]	A [mm^2]	I_y [mm^4]	$W_{y;el_1}$ [mm^3]	$W_{y;el_2}$ [mm^3]
1	HE140A	24,7	210000	3,1439E3	1,0338E7	1,5546E5	1,5546E5

HE140A



Materiaalgegevens

Staalsoort	S 235 Warmgewalst		
Elasticiteitsmodulus	E	=	210000 N/mm^2

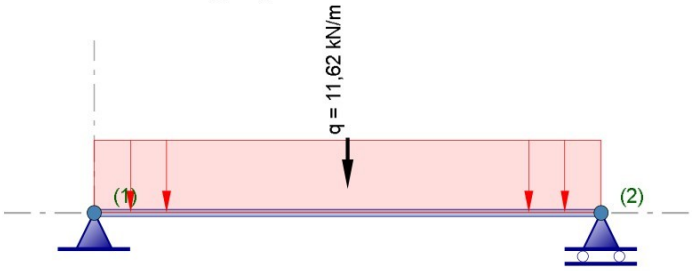
Doorsnedegegevens

Maximale coördinaat	y_{max}	=	70,0 mm	z_{max}	=	66,5 mm
Minimale coördinaat	y_{min}	=	-70,0 mm	z_{min}	=	-66,5 mm
Zwaartelijn	z_s	=	0,0 mm	y_s	=	0,0 mm
Oppervlak / Gewicht	A	=	3143,9 mm^2	G	=	24,7 kg/m
Statisch moment	S_y	=	86809 mm^3	S_z	=	42432 mm^3
Traagheidsmoment	I_y	=	10337922 mm^4	I_z	=	3893360 mm^4
Traagheidsstraal	i_y	=	57,3 mm	i_z	=	35,2 mm
Elastisch weerstandsmoment	$W_{y;el}$	=	155457 mm^3	$W_{z;el}$	=	55619 mm^3
Centrifugaalmoment	C_{yz}	=	0 mm^3	hoek	=	-0,00 °
Traagheidsmoment	I_{max}	=	10337922 mm^4	I_{min}	=	3893360 mm^4
Traagheidsstraal	i_{max}	=	57,3 mm	i_{min}	=	35,2 mm
Halveringslijn	z_h	=	0,0 mm	y_h	=	0,0 mm
Plastisch weerstandsmoment	$W_{y;pl}$	=	173618 mm^3	$W_{z;pl}$	=	84865 mm^3

BELASTINGSGEVALLEN

Nr.	Omschrijving	Type	ψ0	ψ1	ψ2
1	Permanent	Permanent incl. eigen gewicht	1,00	1,00	1,00
2	Veranderlijk	A:Woonfunctie en logiesfunctie	0,40	0,50	0,30

BELASTINGSGEVAL 1 Permanent INCL. eigen gewicht

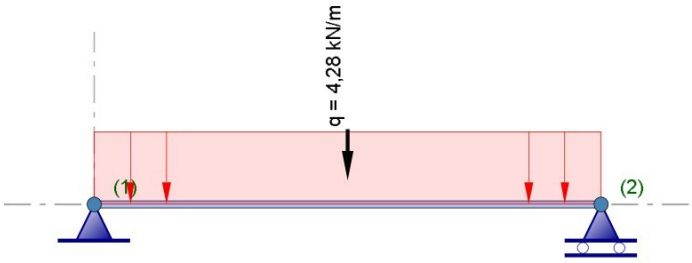


***) Belastingen a.g.v. eigen gewicht worden niet getekend!**
Totaal eigen gewicht: : 68 kg.

Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-0,242 kN/m	-0,242 kN/m	-0,0	1	0	2800
1	q	-11,620 kN/m	-11,620 kN/m	0,0	1	0	2800

BELASTINGSGEVAL 2 Veranderlijk



Staafbelastingen

Staaf-nummer	Belasting				Afstand van		
	Type	q1	q2	Hoek	Knoop	a [mm]	L [mm]
1	q	-4,280 kN/m	-4,280 kN/m	0,0	1	0	2800

Berekeningsresultaten

BELASTINGSGEVALLEN

(GL) Geometrisch lineaire krachtsverdeling

Reactiekrachten

Knoop-nummer	Belastings geval	F_x [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]
1	1		**16,607**	
	2		**5,992**	
2	1		**16,607**	
	2		**5,992**	
Minimale / maximale waarden				
1	2		**5,992**	
2	1		**16,607**	

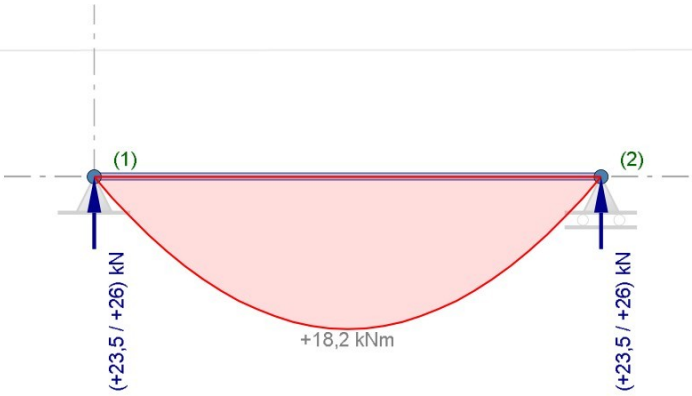
UITERSTE GRENSTOESTANDEN (UGT)

Belastingscombinaties

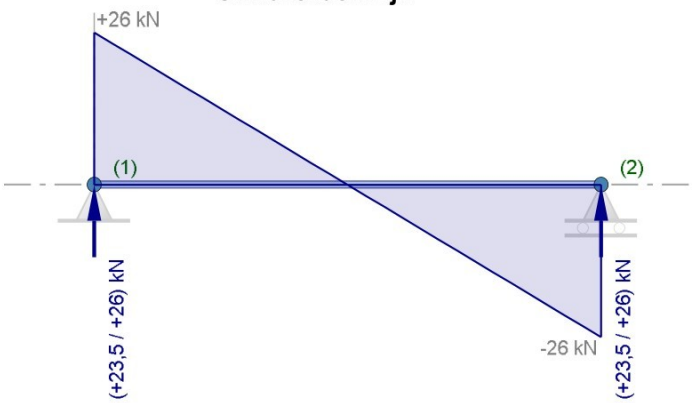
(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
1	Combinatie1 (6.10a)	UGT
2	Combinatie2 (6.10b)	UGT

Combinatie nummer	Belasting (ψ x γ)				
	1	2			
1	1,00x1,22	0,40x1,35			
2	1,00x1,08	1,00x1,35			



Omhullende M-lijn



Omhullende D-lijn

Omhullende reactiekrachten

Knoop-nummer	Combinatie nummer	F_x [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]
1	1		**23,496**	
	2		**26,025**	
2	1		**23,496**	
	2		**26,025**	
Minimale / maximale waarden				
1	1		**23,496**	
1	2		**26,025**	

Omhullende staafkrachten

Staaf-nummer	Combinatie nummer	Knoop-nummer	x-lokaal [mm]	Nx-lokaal [kN]	Vz-lokaal [kN]	My-lokaal [kNm]
1	1	1		0,000	**23,496**	0,000
	2	1		0,000	**26,025**	0,000
	2		1400	0,000	0,000	**18,217**
	1	2		0,000	**23,496**	0,000
	2	2		0,000	**26,025**	-0,000

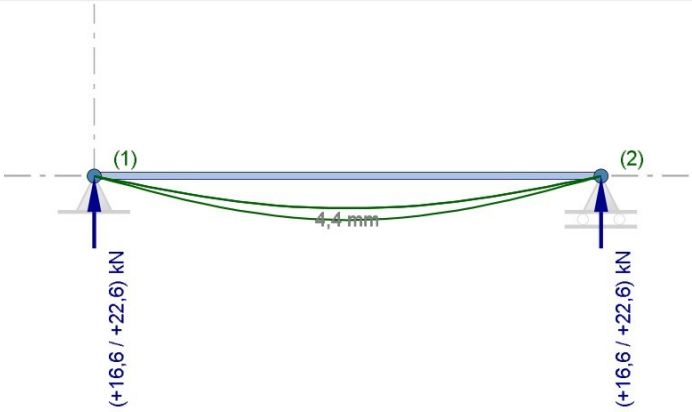
BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESTANDEN (BGT)

Belastingscombinaties

(GNL) Geometrisch niet-lineaire krachtsverdeling

Combinatie nummer	Omschrijving	Type
3	BGT Blijvend	BGT Blijvend
4	BGT Quasi blijvend	BGT Quasi blijvend
5	Combinatie	BGT

Combinatie nummer	Belasting (ψ x γ)				
	1	2			
3	1,00x1,00				
4	1,00x1,00	0,30x1,00			
5	1,00x1,00	1,00x1,00			



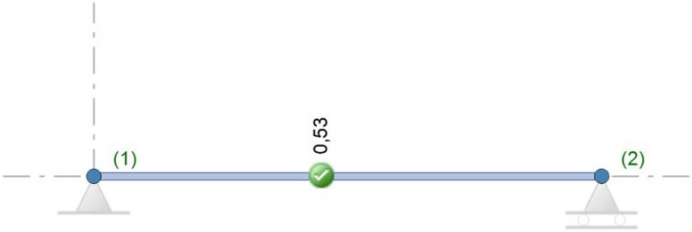
Omhullende verplaatsing

Omhullende knoopverplaatsingen

Knoop-nummer	Combinatie nummer	d_x [mm]	d_z [mm]	d_r [mrad]
1	3	**0,0**	**-0,0**	**-5,0**
	5	0,0	**-0,0**	**-6,8**
2	3	**0,0**	**-0,0**	**5,0**
	5	0,0	**-0,0**	**6,8**
Minimale / maximale waarden				
1	3	**0,0**		
1	3	**0,0**		
1	5		**-0,0**	
1	3		**-0,0**	
1	5			**-6,8**
2	5			**6,8**

EN1993 TOETSINGEN

De toetsing van de staalprofielen in de uiterste grenstoestand volgens EN 1993-1-1 is gebaseerd op een geometrische niet-lineaire krachtsverdeling (tweede orde analyse) inclusief de gegeven imperfecties volgens art.5.3.2. (a) algemene initiële scheefstanden, volgens figuur 5.2)



Staaf-nummer	Profiel	Combinatie nummer	Klasse	Artikel	U.C.
1	HE140A	2	1	6.2.5	0,45
		2	1	6.2.6	0,19
		2	1	6.2.8	0,45
		2	1	6.3.2.1	0,49
		5		Doorbuiging	0,53
		5		Doorbuiging	0,19

BEREKENING VAN UNITY CHECKS

2.5.1 Staaf 1 - HE140A (S 235)

Buigend moment art. 6.2.5

Combinatie: 2 x = 1400 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 18,217 kNm

$$M_{y,c,Rd} = M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y}\, f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{173618 \times 235}{1,00} \times 10^{-6} = 40,8\, kNm \quad (6.13)$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} = \frac{18,217}{40,800} = 0,45 \leq 1,0 \quad (6.12)$$

Dwarskracht (afschuiving) art. 6.2.6

Combinatie: 2 x = 0 mm Nx = 0 kN Vz = 26,025 kN My = -0 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v\, (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235/\sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7\, kN \quad (6.18)$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{c,z,Rd}} = \frac{26,0}{137,7} = 0,19 \leq 1,0 \quad (6.17)$$

Buiging en dwarskracht art. 6.2.8

Combinatie: 2 x = 1400 mm Nx = 0 kN Vz = -0 kN My = 18,217 kNm

$$V_{c,z,Rd} = V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v\, (f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{1015 \times (235/\sqrt{3})}{1,00} \times 10^{-3} = 137,7\, kN \quad (6.18)$$

$V_{z,Ed}$ = 0,000 kN < $V_{z,pl,Rd}$ / 2 = 137,666 /2 = 68,833 kN

Het effect van de dwarskracht op de momentweerstand hoeft niet in rekening te worden gebracht. (2)

Kipstabiliteit art. 6.3.2.1

Combinatie: 2 x = 1400 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 18,217 kNm

Aantal kipsteunen: 0

$$d' = h - t = 133 - 8,5 = 124,5\, mm \quad I_w = \frac{(d')^2\, b^3\, t}{24} = \frac{124,5^2 x 140^3 x 8,5}{24} = 15x10^9\, mm^6$$

torsiestijfheid volgens Roark geval 26 I_t = 81643 mm^4

volgens NEN-EN 1993-1-1+C2+A1/NB:2016 nl figuren NB.33 en NB.34:

L_g = 2800 mm L_{st} = 2800 mm

$M_{y,1,Ed}$ = 0 kNm $M_{y,2,Ed}$ = 0 kNm M_{yEd} (x=L_{st}/2= 1400 mm) = 18,217 kNm

Berekende equivalente belasting q = 18,589 kN/m

$$B^* = \frac{8\, M}{8\, |M| + q\, L_{st}^2} = \frac{8 \times 0 \times 10^6}{8 \times |0 \times 10^6| + 18,589 \times 2800^2} = 0 \quad D.4.3\ (3)$$

$$\beta = \frac{M_{y,1,Ed}}{M_{y,2,Ed}} = \frac{0}{0} = 1 \quad C_1 = 1{,}13 \quad C_2 = -0{,}461$$

aangrijpingspunt belasting op z = 67 mm
$L_{kip} = L_{st} = 2800$ mm

$$S = \frac{h}{2} \times \sqrt{\frac{E \times I_z}{G \times I_t}} = \frac{133}{2} \times \sqrt{\frac{210000 \times 3893360}{80769 \times 81643}} = 740\,mm \qquad \text{(NB.159)}$$

$$C = \frac{\pi \times C_1 \times L_g}{L_{kip}} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times S^2}{L_{kip}^2} \times (C_2^2 + 1)\right)} + \frac{\pi \times C_2 \times S}{L_{kip}} \right) = \qquad \text{(NB.157)}$$

$$= \frac{\pi \times 1{,}13 \times 2800}{2800} \times \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\pi^2 \times 740^2}{2800^2} \times (-0{,}461^2 + 1)\right)} + \frac{\pi \times -0{,}461 \times 740}{2800} \right) = 3{,}449$$

$h / t_w = 133 / 5{,}5 = 24{,}2 < 75 \quad \rightarrow k_{red} = 1$ (NB.153)

$$M_{cr} = k_{red} \times \frac{C}{L_g} \times \sqrt{E \times I_z \times G \times I_t} = \qquad \text{(NB.148)}$$

$$= 1 \times \frac{3{,}449}{2800} \times \sqrt{210000 \times 3893360 \times 80769 \times 81643} \times 10^{-6} = 90{,}455\,kNm$$

$$\lambda_{Lt} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{173618 \times 235}{90455022}} = 0{,}672 \geq \lambda_{Lt,0} = 0{,}4$$

Kipkromme b $\alpha_{Lt} = 0{,}34$
$\Phi_{Lt} = 0{,}5\,[1 + \alpha_{Lt}\,(\lambda_{Lt} - \lambda_{Lt,0}) + \beta\lambda_{Lt}^2] = 0{,}5 \times [1 + 0{,}34 \times (0{,}672 - 0{,}4) + 0{,}75 \times 0{,}672^2] = 0{,}715$

$$\chi_{Lt} = min\left(\frac{1}{\Phi_{Lt} + \sqrt{\Phi_{Lt}^2 - \beta\lambda_{Lt}^2}}; 1{,}0; \frac{1}{\lambda_{Lt}^2} \right) \qquad \text{(6.57)}$$

$$= min\left(\frac{1}{0{,}715 + \sqrt{0{,}715^2 - 0{,}75 \times 0{,}672^2}}; 1{,}0; \frac{1}{0{,}672^2} \right) = 0{,}884$$

$k_c = 0{,}94$
$f = 1 - 0{,}5\,(1 - k_c)\,[1 - 2{,}0\,(\lambda_{Lt} - 0{,}8)^2] = 1 - 0{,}5 \times (1 - 0{,}94) \times [1 - 2{,}0 \times (0{,}672 - 0{,}8)^2] = 0{,}971$

$$\chi_{Lt,mod} = \frac{\chi_{Lt}}{f} = \frac{0{,}884}{0{,}971} = 0{,}91 \qquad \text{(6.58)}$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{Lt}\, W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0{,}91 \times 173618 \times \frac{235}{1{,}00} \times 10^{-6} = 37{,}1\,kNm \qquad \text{(6.55)}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{18{,}2}{37{,}1} = 0{,}49 \leq 1{,}0 \qquad \text{(6.54)}$$

Doorbuiging

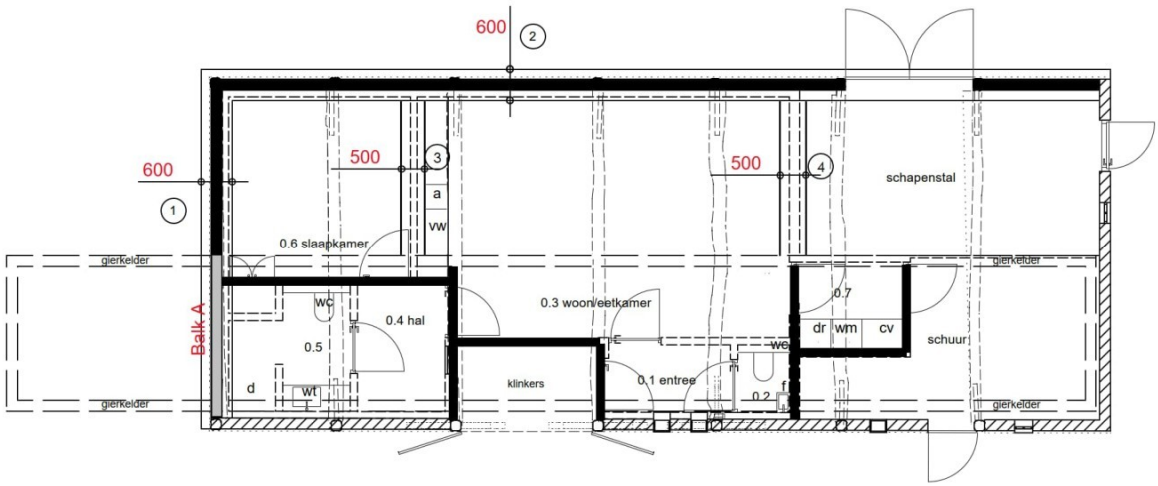
Combinatie: 5 x = 1400 mm Nx = 0 kN Vz = 0 kN My = 15,819 kNm
Lokale knoopverplaatsingen d_{z1} = -0 mm d_{z2} = -0 mm
$w_{eind,z} = w_z - w_{Zeeg,z} = -6 + 0 = -6$ mm

$$\frac{|w_{eind,z}|}{w_{eind,z,max}} = \frac{|-6|}{2800 / 250} = \frac{|-6|}{11{,}2} = 0{,}53 \leq 1{,}0$$

$w_{bijk.,z} = w_{eind,z} - w_{BGT\ Blijvend,z} = -6 + 4{,}4 = -1{,}6$ mm

$$\frac{|w_{bijk.,z}|}{w_{bijk.,z,max}} = \frac{|-1{,}6|}{2800 / 333} = \frac{|-1{,}6|}{8{,}4} = 0{,}19 \leq 1{,}0$$

Overzicht stroken



Lasten op stroken

Strook	1			lengte m1	BC	P.B. kN/m1	V.B. mom kN/m1	V.B. rest kN/m1	exc fund
2	Dak (hellend best) 2			1,5	H	3,75	0,00	0,00	
5	Zolder			1,8	A	0,72	1,26	1,89	
9	Begane grond vloer 1			0,5	A	2,10	0,45	0,68	
11	HSB/puien			3,1		1,55	0,00	0,00	
12	metselwerk 210			1		4,00	0,00	0,00	
eigen gewicht						3,00			
						15,12	1,71	1,89	
Rep		FC1	FC2				2 vloeren max belast ->	2,57	
15,12		16,32	18,37		P.B.		dak max belast ->	0,00	
4,28		5,77	2,31		V.B.		**rekenwaarde**	**22,10**	
19,39		22,10	20,67				**FC1**	**is maatgevend**	

Strook	2			lengte m1	BC	P.B. kN/m1	V.B. mom kN/m1	V.B. rest kN/m1	exc fund
1	Dak (hellend best.)			3,5	Sn	4,06	0,00	0,59	
9	Begane grond vloer 1			1,7	A	7,14	1,53	2,30	
11	HSB/puien			3,1		1,55	0,00	0,00	
12	metselwerk 210			1		4,00	0,00	0,00	
14	Fr uit HL1			1		3,11	15,34	0,00	
eigen gewicht						3,00			
						22,86	16,87	2,30	
Rep		FC1	FC2				2 vloeren max belast ->	2,30	
22,86		24,69	27,77		P.B.		dak max belast ->	0,59	
19,17		25,87	22,77		V.B.		**rekenwaarde**	**50,56**	
42,02		50,56	50,55				**FC1**	**is maatgevend**	

Strook	3			lengte m1	BC	P.B. kN/m1	V.B. mom kN/m1	V.B. rest kN/m1	exc fund
5	Zolder			3,7	A	1,48	2,59	3,89	
11	HSB/puien			3		1,50	0,00	0,00	
13	kalkzandsteen CS12 100mm			0,8		1,60	0,00	0,00	
eigen gewicht						2,50			
						7,08	2,59	3,89	
Rep		FC1	FC2				2 vloeren max belast ->	3,89	
7,08		7,65	8,60		P.B.		dak max belast ->	0,00	
6,48		8,74	3,50		V.B.		**rekenwaarde**	**16,39**	
13,56		16,39	12,10				**FC1**	**is maatgevend**	

Strook	4			lengte m1	BC	P.B. kN/m1	V.B. mom kN/m1	V.B. rest kN/m1	exc fund
5	Zolder			3,7	A	1,48	2,59	3,89	
11	HSB/puien			3		1,50	0,00	0,00	
13	kalkzandsteen CS12 100mm			0,8		1,60	0,00	0,00	
eigen gewicht						2,50			
						7,08	2,59	3,89	
Rep		FC1	FC2				2 vloeren max belast ->	3,89	
7,08		7,65	8,60		P.B.		dak max belast ->	0,00	
6,48		8,74	3,50		V.B.		**rekenwaarde**	**16,39**	
13,56		16,39	12,10				**FC1**	**is maatgevend**	

Stroken

betonkwaliteit = C20/25
staalkwaliteit = B500
milieuklasse = XC3
dekking = 38 mm

gronddruk:
type grond boven strook: *zand, schoon los*
γ;rep = 18kN/m3 , γ'sat;rep = 20kN/m3
type grond onder strook: *zand, schoon matig vast*
γ;rep = 18kN/m3 , γ'sat;rep = 20kN/m3 , φ'gem;rep = 32,5°
gronddekking: 0,20 m

Er moet een homogene laag, zand, schoon matig vast, onder de fundering van minimaal 1,5 maal de strookbreedte aanwezig zijn!!

str.nr.	str.br	dikte	qEd	gr.dr.	d	MEd	MRd	vEd,c	vRd,c	wapening		Exc L1
nr.	mm	mm	kN/m1	kPa	mm	kNm	kNm	N/mm²	N/mm²	R hoh (mm² per m)	plaats	mm
1	**600**	**200**	22,10	36,8	158	1,66	22,20	0,07	0,39	**#R8 - 150 (335mm²)**	onder	**c**
2	**600**	**200**	50,56	84,3	158	3,79	22,20	0,16	0,39	**#R8 - 150 (335mm²)**	onder	**c**
3	**500**	**200**	16,39	32,8	158	1,02	22,20	0,05	0,39	**#R8 - 150 (335mm²)**	onder	**c**
4	**500**	**200**	16,39	32,8	158	1,02	22,20	0,05	0,39	**#R8 - 150 (335mm²)**	onder	**c**