

**MEMO 3913 Seeligkazerne:****Groot Arsenaal – Controle houten balklagen**

Datum: 16 Oktober 2015
 Kenmerk: 3913-M-01-A
 Opgesteld: Ir. S.C.B.L.M. van Hellenberg Hubar
 Vrijgegeven door: Ing. P.A. Noomen

Inleiding

Gezien de functiewijziging welke in het Groot Arsenaal plaatst vindt is aan IMd gevraagd of de houten balklagen in de nieuwe situatie voldoen. In de nieuwe situatie wordt het Groot Arsenaal als hotel/restaurant gebruikt. Zodoende heeft de begane grond als functie: lobby, opslag en conferentieruimte. De eerste verdieping fungeert als restaurant, de tweede verdieping als hotel en de 3^e verdieping als zolder/installatieruimte.

Houten balklagen

De in het pand aanwezige houten balklagen zijn op verschillende plaatsen ingemeten. Het resultaat van de inmeting is in onderstaande tabel gepresenteerd. De overspanning van de houten balklaag is 6.85m. Door IMd is uitgegaan van balken met een enkelvelds overspanning.*) Dit is een ongunstige aanname echter gezien de grootte van de overspanning is deze wel aannemelijk.

Verdieping	b	h	hoh	b-brand	h-brand
1 ^e Verdieping	240	320	840	178	289
2e verdieping	250	280	880	188	249
2e verdieping	240	300	895	178	269
3e verdieping	225	280	925	163	249
3e verdieping	240	280	890	178	249
	mm	mm	mm	mm	mm

Gezien de periode waarin het Groot Arsenaal is gebouwd mag worden aangenomen dat de houten balken gemaakt zijn van Europees Eiken.***) Conform de documentatie van centrum hout komt dit overeen met een sterkteklasse van D30.

*) Deze aanname dient in het werk gecontroleerd te worden

***). De type hout dient in het werk gecontroleerd te worden

Om de houten balken bij brand te kunnen toetsen dient de doorsnede met de inbranddiepte bij 30 minuten (31 mm per zijde) te worden verminderd. Een en ander is in bovenstaande tabel verwerkt in de laatste twee kolommen.

Berekening

Deze verschillende houten balklagen worden voor de nieuwe situatie gecontroleerd op de volgende belastingen:

Permanente belasting 1^e verdieping

Eigen gewicht houten balklaag:	0,40 kN/m ² ***)
Afwerking (30mm honingraat + 2*10 fermacell+10mm houtvezel)	0,75 kN/m ²
Plafond	0,25 kN/m ²
Totaal	1,40 kN/m²

Permanente belasting 2^e en 3^e verdieping

Eigen gewicht houten balklaag:	0,40 kN/m ² ***)
Afwerking (60mm honingraat + 2*10 fermacell+10mm houtvezel)	1,20 kN/m ²
Plafond	0,25 kN/m ²
Totaal	1,85 kN/m²

Veranderlijke belastingen

Begane grond (Type C3)	5,00 kN/m ² (lobby)
1e verdieping (Type C1)	4,00 kN/m ² (restaurant)
2e verdieping (Type A + lichte scheidingswanden 0,8)	2,55 kN/m ² (hotel)
3 ^e verdieping (Type B)	2,50 kN/m ²

Plaatselijk komen op de 3^e verdieping installaties, deze worden middels een ontkoppelde constructie op de bouwmuren opgevangen.

Voor de bestaande situatie wordt gerekend met een afwerking (houten delen en plafond) met een totaal gewicht van 0,5 kN/m² en een veranderlijke belasting van 2,5 kN/m² (school of kantoor).

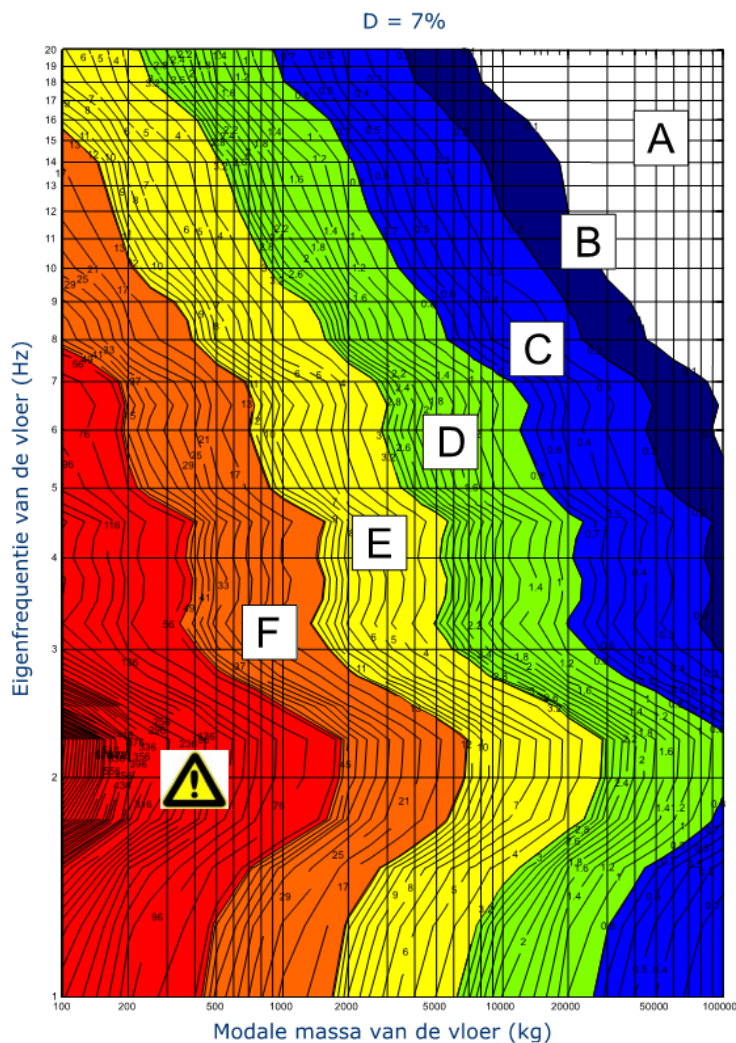
De controle berekening is uitgevoerd conform de Eurocode en met behulp van TS Construct. Om de brandsituatie te kunnen controleren worden de belastingfactoren handmatig op 1,0 gezet en wordt de momentaanfactor Ψ_2 handmatig verrekend in de veranderlijke belasting. Aan de hand van de hiervoor genoemde bestaande situatie is tevens de houten balklaag in de bestaande toestand getoetst.

Trillingen

Naast de doorbuiging en sterkte is het verstandig tevens te kijken naar het comfort m.b.t. trillingen volgens de richtlijn van Hivoss. Hiervoor is de volledige doorsende met representatieve belastingen beschouwd.

In deze analyse wordt een demping van 7% aangehouden (6% voor hout en 1% voor de zwevende dekvloer).

Verdieping	b	h	hoh	q	Mmod	f	EM-RMS
1 ^e verdieping	240	320	840	197	675	6,42	F
2e verdieping	250	280	880	217	743	5,11	F
2e verdieping	240	300	895	221	757	5,50	F
3e verdieping	225	280	925	220	754	4,82	F
3e verdieping	240	280	890	216	740	5,02	F
	mm	mm	mm	kg/m	kg	Hz	



Conclusie

In de berekeningsresultaten, opgenomen in de bijlage, is te zien dat de bestaande houten balklaag op sterkte voldoet en maar net voldoet op doorbuiging. Gezien de belastingtoename is het dan ook niet verwonderlijk dat voor de nieuwe situatie een overschrijding van de doorbuiging wordt gevonden. Op sterkte voldoen alle houten balklagen zowel in de UGT als bij brand (brandwerendheidseis: 30 minuten). In onderstaande tabel is aangegeven welke houten balklaag hoeveel overschrijding in de doorbuiging heeft.

Verdieping	b	h	hoh	u-tot	overschr	u-bij	overschr
1 ^e verdieping	240	320	840	28.16	0.76	22.60	2.05
2e verdieping	250	280	880	33.08	5.68	23.27	2.72
2e verdieping	240	300	895	28.54	1.14	20.06	0
3e verdieping	225	280	925	34.92	7.52	23.89	3.34
3e verdieping	240	280	890	31.90	4.5	21.70	1.15
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

Toelaatbare totale doorbuiging :27.40 mm. Toelaatbare bijkomende doorbuiging: 20.55 mm.

De doorbuiging is geen toetsingseis in het Bouwbesluit. Met de overschrijding van de doorbuiging kan op drie manieren worden omgegaan:

- De belasting op de houten balklaag verlagen door minder afwerking aan te brengen;
- De houten balklaag te versterken door opklampen of extra balken aan te brengen. Dit neemt echter de nodige kosten met zich mee;
- De overschrijding te accepteren. Een overschrijding op de doorbuiging is constructief veilig, echter bestaat wel de kans op visuele schade aan bouwkundige afwerking. In de bouwkundige afwerking dient hier dan ook rekening mee te worden gehouden.

Als naar de trillingen bij de eerste eigen frequentie wordt gekeken, volgt uit de TS berekening dat een enkele houten balklaag bij brand niet aan de eis van resonantie voldoet. Dit is echter acceptabel. Kijkende naar de comfort eis wordt het niveau van niet aanbevolen behaald. Met dit resultaat kan op twee manieren worden omgegaan:

- De houten balklaag te verstijven voor trillingen door het aanbrengen van andreaskruizen. Resultaat is meer samenwerking tussen de balken wat op zijn minst resulteert in niveau E.
- Geen voorzieningen treffen en de kans op enige last van trillingen accepteren.

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015
 Bestand : \\srv-imd-03\projecten-imd\3913\01-Berekeningen\
 TS-Reken\GA\3913 - SHH - GA - controle HB brand EC
 wijz A 20150908.cnw

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
Hout	NEN-EN 1995-1-1:2005	A1:2011, C1:2006	NB:2011(nl)
	NEN-EN 14080:2013		

Bestaand 250x280 hoh880

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 250 x 280	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Opleglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 880	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

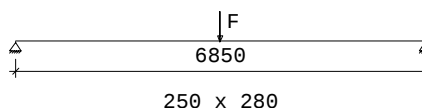
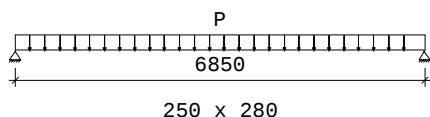
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag	:	0.51
Extra belasting	:	0.50
Totaal	[kN/m ²] :	1.01

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$	[kN/m ²] :	2.50 = 2.50 + 0.00
Ψ_0	[-] :	0.40
Ψ_2	[-] :	0.60
F_{rep}	[kN] :	7.00
F_{rep} oppervlak	[m ²] :	0.10 x 0.10
Reductiefactor	:	1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a:	γ_G :	1.35	γ_Q :	1.50
Formule 6.10b:	$\xi \gamma_G$:	1.20	γ_Q :	1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

 $\gamma_M[-] : 1.30$

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	$b_{ef}[mm]$	$k_{C,90,q}$	$k_{C,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	250	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	250	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	250	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	250	1.00	1.00

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

Resultaten (maatgevende combinaties)		eis	u.c.
Perm + qlast(6.10b) frm(6.11)	$\sigma_{m,y,d}$	$= 7.83 < 18.46 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	0.42
Perm + qlast(6.10b) frm(6.13)	$\sigma_{v,d}$	$= 0.29 < 2.46 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	0.12
Perm + qlast(6.10b) frm(6.3)	$\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d})$	< 1.00 $= 0.59 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.12$	
Verdeelde belasting	u_{bij}	$= 20.08 < 20.55 \text{ [mm]}$	0.98
Verdeelde belasting	$u_{net,fin}$	$= 25.12 < 27.40 \text{ [mm]}$	0.92
Resonantie : eerste eigen frequentie		$= 5.60 > 3.00 \text{ [Hz]}$	0.54

1e 240x320 hoh 840

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 240 x 320	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Opleglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 895	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

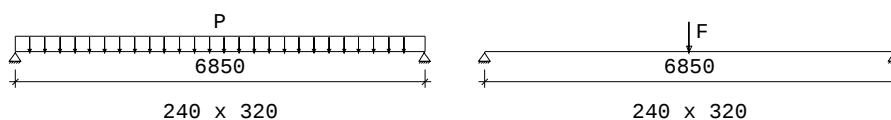
Permanente belastingen

G_{rep}

EG balklaag	:	0.55
Extra belasting	:	1.00
Totaal	[kN/m ²] :	1.55

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$	[kN/m ²] :	4.00 = 4.00 + 0.00
Ψ_0	[-] :	0.40
Ψ_2	[-] :	0.60
F_{rep}	[kN] :	7.00
F_{rep} oppervlak	[m ²] :	0.10 x 0.10
Reductiefactor	:	1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a:	γ_G :	1.35	γ_Q :	1.50
Formule 6.10b:	$\xi \gamma_G$:	1.20	γ_Q :	1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :		$k_{mod}[-]$	$b_{ef}[\text{mm}]$	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a)	$(G_{rep} + P_{rep})$	0.80	240	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b)	$(G_{rep} + P_{rep})$	0.80	240	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a)	$(G_{rep} + F_{rep})$	0.80	240	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b)	$(G_{rep} + F_{rep})$	0.80	240	1.00	1.00

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

Resultaten (maatgevende combinaties)**eis****u.c.**

Perm + qlast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 10.07 < 18.46$ [N/mm²] 0.55
 Perm + qlast(6.10b) frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.42 < 2.46$ [N/mm²] 0.17
 Perm + qlast(6.10b) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d}/(k_{c,90,q} \cdot f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d}/(k_{c,90,F} \cdot f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 1.00/4.92 + 0.00/4.92 = 0.20$

Verdeelde belasting $u_{bij} = 22.66 < 20.55$ [mm] **1.10**
 Verdeelde belasting $u_{net,fin} = 28.16 < 27.40$ [mm] **1.03**

Resonantie : eerste eigen frequentie = 5.30 > 3.00 [Hz] 0.57

1e brand 240x320**Algemene gegevens**

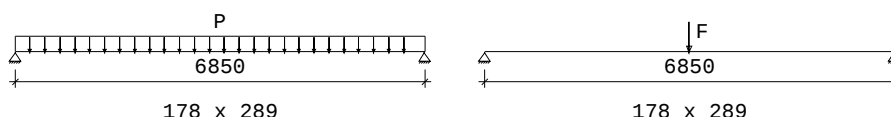
B x H	[mm] : 178 x 289	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Oplegglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 895	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

Permanente belastingen**G_{rep}**

EG balklaag : 0.37
 Extra belasting : 1.00
 Totaal [kN/m²] : 1.37

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 2.40 = 2.40 + 0.00
 Ψ_0 [-] : 1.00
 Ψ_2 [-] : 1.00
 F_{rep} [kN] : 4.20
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00

**Belastingfactoren (NEN-EN 1990)**

Formule 6.10a: $\gamma_G : 1.35$ $\gamma_Q : 1.50$
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G : 1.20$ $\gamma_Q : 1.50$

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-] : 1.30$

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	178	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	178	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	178	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	178	1.00	1.00

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

Resultaten (maatgevende combinaties)**eis****u.c.**

Perm + qlast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 11.53 < 18.46$ [N/mm²] 0.62
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.44 < 2.46$ [N/mm²] 0.18
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.93 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.19$

Verdeelde belasting $u_{bij} = 30.35 < 20.55$ [mm] **1.48**
 Verdeelde belasting $u_{net,fin} = 39.25 < 27.40$ [mm] **1.43**

Resonantie : eerste eigen frequentie = 3.58 > 3.00 [Hz] 0.84

2e 240*300 hoh 895**Algemene gegevens**

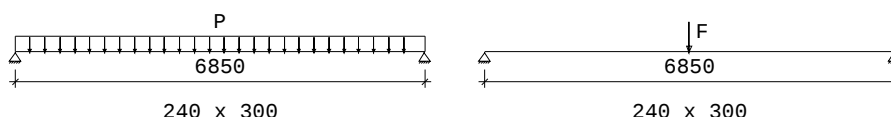
B x H	[mm] : 240 x 300	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Opleglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 895	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

Permanente belastingen**G_{rep}**

EG balklaag : 0.51
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.96

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 2.55 = 1.75 + 0.80
 Ψ_0 [-] : 0.40
 Ψ_2 [-] : 0.60
 F_{rep} [kN] : 3.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00

**Belastingfactoren (NEN-EN 1990)**

Formule 6.10a: $\gamma_G : 1.35$ $\gamma_Q : 1.50$
 Formule 6.10b: $\xi \gamma_G : 1.20$ $\gamma_Q : 1.50$

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-] : 1.30$

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	240	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	240	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	240	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	240	1.00	1.00

Tussenresultaten (per combinatie)**eis****u.c.**

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015
 Perm + plast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 4.71 < 18.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.26$
 frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.19 < 2.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.08$
 frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.34 / 4.92 + 0.07 / 4.92 = 0.08$
 Perm + plast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 5.56 < 18.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.30$
 frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.22 < 2.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.09$
 frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.30 / 4.92 + 0.19 / 4.92 = 0.10$

Tussenresultaten m.b.t. doorbuiging

Traagheidsmom. Y [mm ⁴]	: 54000.00e4	Traagheidsmom. Z [mm ⁴]	: 34560.00e4
E _{0,mean} [N/mm ²]	: 11000	Ψ ₂ [-]	: 0.60
u _{perm,ogenbl.} [mm]	: 8.47	k _{def} [-]	: 0.60
u _{c(zeeg)} [mm]	: 0.00		

Doorbuigingen [mm]

Belastingcombinatie		u _{inst}	u _{creep}	u _{bij}	u _{net,fin}
Permanent	:	8.47	5.08	5.08	13.56
Permanent + verdeeld	:	19.49	9.05	20.06	28.54
Permanent + geconc.	:	11.85	6.30	9.68	18.16

De doorbuiging is als volgt bepaald (art. 2.2.3(5) van NEN-EN 1995-1-1:2004):
 doorbuiging m.b.t. belastingscombinatie permanent

$u_{inst} = u_{perm,ogenblikkelijk}$
 $u_{net,fin} = u_{inst}(1 + k_{def})$
 $u_{creep} = w_{net,fin} - u_{inst}$
 $u_{bij} = u_{creep}$

doorbuiging m.b.t. belastingscombinatie veranderlijk

$u_{inst} = u_{perm,ogenblikkelijk} + u_{ver,ogenblikkelijk}$
 $u_{net,fin} = u_{inst,G}(1 + k_{def}) + u_{inst,Q}(1 + \Psi_2 k_{def})$
 $u_{creep} = u_{net,fin} - u_{inst}$
 $u_{bij} = u_{net,fin} - u_{inst,G}$

Te toetsen combinatie:

Mtg. doorbuiging : Permanent + verdeeld

Resultaten (maatgevende combinaties)**eis****u.c.**

Perm + qlast(6.10b) frm(6.11)	$\sigma_{m,y,d} = 9.01 < 18.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.49$
Perm + qlast(6.10b) frm(6.13)	$\sigma_{v,d} = 0.36 < 2.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.14$
Perm + qlast(6.10b) frm(6.3)	$\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$ $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$ $= 0.78 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.16$

Verdeelde belasting	u _{bij}	= 20.06 < 20.55	[mm]	0.98
Verdeelde belasting	u _{net,fin}	= 28.54 < 27.40	[mm]	<u>1.04</u>

Resonantie : eerste eigen frequentie = 4.95 > 3.00 [Hz] 0.61

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

2e brand 240x300

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 178 x 269	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Opleglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 895	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

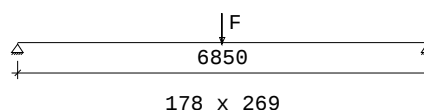
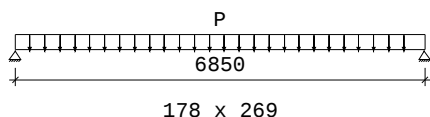
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag : 0.34
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.79

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 0.77 = 0.53 + 0.24
 Ψ_0 [-] : 1.00
 Ψ_2 [-] : 1.00
 F_{rep} [kN] : 1.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a: γ_G : 1.35 γ_Q : 1.50
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.20 γ_Q : 1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	178	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	178	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	178	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	178	1.00	1.00

Resultaten (maatgevende combinaties)

eis

u.c.

Perm + qlast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d}$ = 8.73 < 18.46 [N/mm²] 0.47
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.13) $\sigma_{v,d}$ = 0.31 < 2.46 [N/mm²] 0.13
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 = 0.61/ 4.92 + 0.00/ 4.92 = 0.12

Verdeelde belasting u_{bij} = 18.63 < 20.55 [mm] 0.91
 Verdeelde belasting $u_{net,fin}$ = 33.09 < 27.40 [mm] 1.21

Resonantie : eerste eigen frequentie = 3.90 > 3.00 [Hz] 0.77

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

2e 250x280 hoh880

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 250 x 280	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Opleglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 880	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

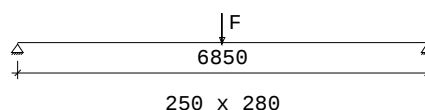
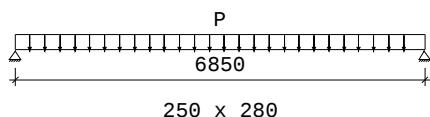
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag : 0.51
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.96

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 2.55 = 1.75 + 0.80
 Ψ_0 [-] : 0.40
 Ψ_2 [-] : 0.60
 F_{rep} [kN] : 3.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a: γ_G : 1.35 γ_Q : 1.50
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.20 γ_Q : 1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	250	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	250	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	250	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	250	1.00	1.00

Resultaten (maatgevende combinaties)

eis

u.c.

Perm + qlast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d}$ = 9.75 < 18.46 [N/mm²] 0.53
 Perm + qlast(6.10b) frm(6.13) $\sigma_{v,d}$ = 0.36 < 2.46 [N/mm²] 0.15
 Perm + qlast(6.10b) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 = 0.74 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.15

Verdeelde belasting u_{bij} = 23.27 < 20.55 [mm] 1.13
 Verdeelde belasting $u_{net,fin}$ = 33.08 < 27.40 [mm] 1.21

Resonantie : eerste eigen frequentie = 4.59 > 3.00 [Hz] 0.65

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

2e brand 250x280

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 188 x 249	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Oplegglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 880	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

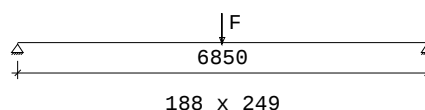
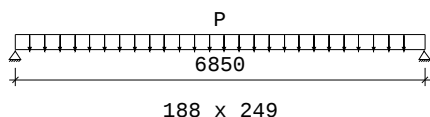
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag : 0.34
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.79

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 0.77 = 0.53 + 0.24
 Ψ_0 [-] : 1.00
 Ψ_2 [-] : 1.00
 F_{rep} [kN] : 1.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a: γ_G : 1.35 γ_Q : 1.50
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.20 γ_Q : 1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	188	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	188	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	188	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	188	1.00	1.00

Resultaten (maatgevende combinaties)

eis

u.c.

Perm + qlast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d}$ = 9.48 < 18.46 [N/mm²] 0.51
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.13) $\sigma_{v,d}$ = 0.32 < 2.46 [N/mm²] 0.13
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 = 0.57 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.12

Verdeelde belasting u_{bij} = 21.86 < 20.55 [mm] 1.06
 Verdeelde belasting $u_{net,fin}$ = 38.81 < 27.40 [mm] 1.42

Resonantie : eerste eigen frequentie = 3.60 > 3.00 [Hz] 0.83

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

3e 225*280 hoh 925

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 225 x 280	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Opleglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 925	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

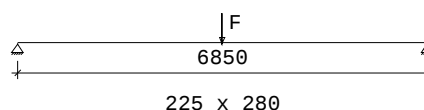
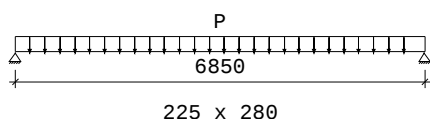
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag : 0.43
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.88

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 2.50 = 2.50 + 0.00
 Ψ_0 [-] : 0.50
 Ψ_2 [-] : 0.30
 F_{rep} [kN] : 3.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a: γ_G : 1.35 γ_Q : 1.50
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.20 γ_Q : 1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	225	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	225	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	225	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	225	1.00	1.00

Tussenresultaten (per combinatie)

eis

u.c.

Perm + qlast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 8.15 < 18.46$ [N/mm²] 0.44
 frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.30 < 2.46$ [N/mm²] 0.12
 frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.62 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.13$

Perm + qlast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 11.09 < 18.46$ [N/mm²] 0.60
 frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.41 < 2.46$ [N/mm²] 0.17
 frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.84 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.17$

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015
 Perm + plast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 5.99 < 18.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.32$
 frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.22 < 2.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.09$
 frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.36 / 4.92 + 0.10 / 4.92 = 0.09$
 Perm + plast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 6.77 < 18.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.37$
 frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.25 < 2.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.10$
 frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.32 / 4.92 + 0.20 / 4.92 = 0.10$

Tussenresultaten m.b.t. doorbuiging

Traagheidsmom. Y [mm ⁴]	: 41160.00e4	Traagheidsmom. Z [mm ⁴]	: 26578.12e4
E _{0,mean} [N/mm ²]	: 11000	Ψ ₂ [-]	: 0.30
u _{perm,ogenbl.} [mm]	: 11.03	k _{def} [-]	: 0.60
u _{c(zeeg)} [mm]	: 0.00		

Doorbuigingen [mm]

Belastingcombinatie	u _{inst}	u _{creep}	u _{bij}	u _{net,fin}
Permanent	: 11.03	6.62	6.62	17.65
Permanent + verdeeld	: 25.67	9.25	23.89	34.92
Permanent + geconc.	: 15.47	7.42	11.85	22.88

De doorbuiging is als volgt bepaald (art. 2.2.3(5) van NEN-EN 1995-1-1:2004):
 doorbuiging m.b.t. belastingscombinatie permanent

$u_{inst} = u_{perm,ogenblikkelijk}$
 $u_{net,fin} = u_{inst}(1 + k_{def})$
 $u_{creep} = w_{net,fin} - u_{inst}$
 $u_{bij} = u_{creep}$

doorbuiging m.b.t. belastingscombinatie veranderlijk

$u_{inst} = u_{perm,ogenblikkelijk} + u_{ver,ogenblikkelijk}$
 $u_{net,fin} = u_{inst,G}(1 + k_{def}) + u_{inst,Q}(1 + \Psi_2 k_{def})$
 $u_{creep} = u_{net,fin} - u_{inst}$
 $u_{bij} = u_{net,fin} - u_{inst,G}$

Te toetsen combinatie:

Mtg. doorbuiging : Permanent + verdeeld

Resultaten (maatgevende combinaties)

	eis	u.c.
Perm + qlast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 11.09 < 18.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.60$		
Perm + qlast(6.10b) frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.41 < 2.46 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad 0.17$		
Perm + qlast(6.10b) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$ $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$ $= 0.84 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.17$		

Verdeelde belasting	u _{bij}	= 23.89 < 20.55	[mm]	<u>1.16</u>
Verdeelde belasting	u _{net,fin}	= 34.92 < 27.40	[mm]	<u>1.27</u>

Resonantie : eerste eigen frequentie = 4.14 > 3.00 [Hz] 0.72

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

3e brand 225x280

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 163 x 249	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Oplegglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 925	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

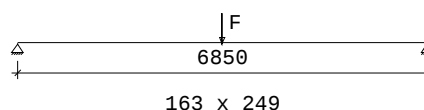
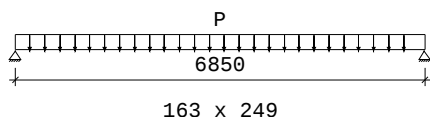
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag : 0.28
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.73

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 0.75 = 0.75 + 0.00
 Ψ_0 [-] : 1.00
 Ψ_2 [-] : 1.00
 F_{rep} [kN] : 1.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a: γ_G : 1.35 γ_Q : 1.50
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.20 γ_Q : 1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	163	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	163	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	163	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	163	1.00	1.00

Resultaten (maatgevende combinaties)

eis

u.c.

Perm + qlast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 11.14 < 18.46$ [N/mm²] 0.60
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.37 < 2.46$ [N/mm²] 0.15
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.67 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.14$

Verdeelde belasting $u_{bij} = 25.72 < 20.55$ [mm] 1.25
 Verdeelde belasting $u_{net,fin} = 45.60 < 27.40$ [mm] 1.66

Resonantie : eerste eigen frequentie = 3.32 > 3.00 [Hz] 0.90

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

3e 240x280 hoh890

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 240 x 280	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Oplegglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 890	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

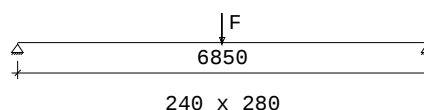
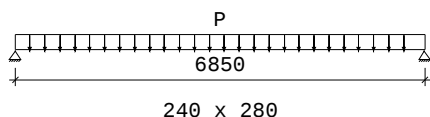
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag : 0.48
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.93

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 2.50 = 2.50 + 0.00
 Ψ_0 [-] : 0.50
 Ψ_2 [-] : 0.30
 F_{rep} [kN] : 3.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a: γ_G : 1.35 γ_Q : 1.50
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.20 γ_Q : 1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	240	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	240	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	240	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	240	1.00	1.00

Resultaten (maatgevende combinaties)

eis

u.c.

Perm + qlast(6.10b) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d} = 10.10 < 18.46$ [N/mm²] 0.55
 Perm + qlast(6.10b) frm(6.13) $\sigma_{v,d} = 0.37 < 2.46$ [N/mm²] 0.15
 Perm + qlast(6.10b) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 $= 0.77 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.16$

Verdeelde belasting $u_{bij} = 21.70 < 20.55$ [mm] 1.06
 Verdeelde belasting $u_{net,fin} = 31.90 < 27.40$ [mm] 1.16

Resonantie : eerste eigen frequentie = 4.33 > 3.00 [Hz] 0.69

Project : 3913 - GA
 Onderdeel : Controle houten balklagen
 Datum : kN/m/rad
 Eenheden : 01/09/2015

3e brand 240x280

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 178 x 249	Sterkteklasse	:	D30
Overspanning	[mm] : 6850	Klimaatklasse	:	I
Opleglengte	[mm] : 100	Belastingsduur [jaar]	:	50
H.o.h. afstand	[mm] : 890	Min. eigenfreq. [Hz]	:	3
Beschot sterkteklasse:	C18			
Dikte beschot	[mm] : 12	$E_{0,mean} \times I$	[Nm] :	1296

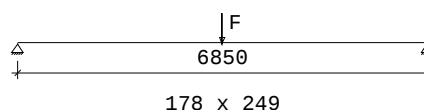
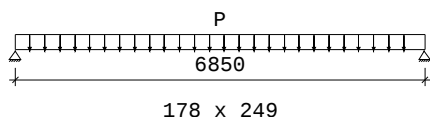
Permanente belastingen

 G_{rep}

EG balklaag : 0.32
 Extra belasting : 1.45
 Totaal [kN/m²] : 1.77

Veranderlijke belastingen

$P_{rep} + P_{wanden}$ [kN/m²] : 0.75 = 0.75 + 0.00
 Ψ_0 [-] : 1.00
 Ψ_2 [-] : 1.00
 F_{rep} [kN] : 1.00
 F_{rep} oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990)

Formule 6.10a: γ_G : 1.35 γ_Q : 1.50
 Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.20 γ_Q : 1.50

Partiële factor (Tabel 2.3 NEN-EN 1995-1-1)

$\gamma_M[-]$: 1.30

Meegenomen combinaties in de berekening :	$k_{mod}[-]$	b_{ef} [mm]	$k_{c,90,q}$	$k_{c,90,F}$
* Perm. + q-last (6.10a) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	178	1.00	
* Perm. + q-last (6.10b) ($G_{rep} + P_{rep}$)	0.80	178	1.00	
* Perm. + puntlast (6.10a) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	178	1.00	1.00
* Perm. + puntlast (6.10b) ($G_{rep} + F_{rep}$)	0.80	178	1.00	1.00

Resultaten (maatgevende combinaties)

eis

u.c.

Perm + qlast(6.10a) frm(6.11) $\sigma_{m,y,d}$ = 9.96 < 18.46 [N/mm²] 0.54
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.13) $\sigma_{v,d}$ = 0.33 < 2.46 [N/mm²] 0.13
 Perm + qlast(6.10a) frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 = 0.60 / 4.92 + 0.00 / 4.92 = 0.12

Verdeelde belasting u_{bij} = 22.89 < 20.55 [mm] 1.11
 Verdeelde belasting $u_{net,fin}$ = 40.79 < 27.40 [mm] 1.49

Resonantie : eerste eigen frequentie = 3.52 > 3.00 [Hz] 0.85