

Werk **Controle zonnecollectoren a/d Apothekersdijk 25 te Leiden**

Opdrachtgever **Apothekersdijk Leiden Exploitatie BV**

Betreft **Statische berekening**

Gezien door de constructeurs
van de gemeente Leiden
gezien N.Breuer
d.d. 27/07/2022



Behoort bij beschikking van
Burgemeester en Wethouders
van Leiden

Wabo Z/22/3402059



Werknummer **10163**
Plaats **Sassenheim**
Datum **18-3-2022**
Constructeur **L. van Steen BSc**

Inhoud

Inhoud
Projectomschrijving
Normen, belastingcombinaties en materialen
Overzichten belastingen
Sneeuw- en windbelasting

Blad 2
Blad 3
Blad 4
Blad 5
Blad 6

Bijlagen

Overzichten constructie
CPU constructie

Blad A1
Blad C1 t/m C6

Projectomschrijving

Dit rapport betreft de controle van de bestaande platte daken aan de Apothekersdijk 25 te Leiden ten behoeve van de te plaatsen zonnecollectoren.

Constructie

Voor de controle van de bestaande dakvlakken wordt verwezen naar blad A1. In het werk dienen de opgegeven minimale maten en de overspanningsrichtingen te worden gecontroleerd. Tevens is per dakvlak de maximale belasting van de zonnecollectoren, inclusief ballast en systeembelasting, beschreven.

Uitgangspunten berekening

Algemeen

Alle door derden vervaardigde stukken dienen ter controle aangeboden te worden aan ons bureau. Pas na goedkeuring zijn de stukken akkoord voor uitvoering.

Normen en voorschriften

Berekening volgens de Constructieve Eurocodes.

Deze omvat de volgende normen:

- EN 1990 Eurocode : Grondslagen van het constructief ontwerp
- EN 1991 Eurocode 1: Belastingen op constructies
- EN 1992 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies
- EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies
- EN 1994 Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies
- EN 1995 Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies
- EN 1996 Eurocode 6: Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk
- EN 1997 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp
- EN 1998 Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies
- EN 1999 Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies

Belastingcombinaties

Gevolgklasse: CC1
Servicecategorie: SC1
Executiecategorie: EXC1

Ontwerplevensduurklasse: 50 jaar
 K_{FI} : 0.9

Voor gevolgklasse CC1:

Vgl 6.10a $1,22 * G_{kj,sup} + 1,35 * \Psi_{0,1} * Q_{k,1} + 1,35 * \Psi_{0,i} * Q_{k,i}$

Vgl 6.10b $1,08 * G_{kj,sup} + 1,35 * Q_{k,1} + 1,35 * \Psi_{0,i} * Q_{k,i}$

Algemene gegevens constructie materialen

Houtconstructie

Sterkteklasse C18, tenzij anders aangegeven

Staalconstructie

Staalkwaliteit standaard I profielen S 235, tenzij anders aangegeven

Staalkwaliteit kokers S 275

Behandeling oppervlak volgens bestek

Fundering

Betonkwaliteit C20/25

Milieuklasse XC2

Staalkwaliteit B-500

Controle zonnecollectoren a/d Apothekersdijk 25
te Leiden

werk: 10163
blad: 5

BELASTINGEN

Plat dak: hout (excl. zonnecollectoren)

		g_k	q_k	ψ_o	ψ_1	ψ_2
afwerking	=	0,20				
eigen gewicht balken	=	0,30				
plafond	=	0,10				
lichte scheidingswanden	=		0,00			
variabele belasting	=		1,00			
		-----	-----			
		0,60 kN/m ²	1,00 kN/m ²	0,0	0,2	0,0

Wanden en gevels

Kozijnen en hsb-wanden	=	0,50 kN/m ²	Spouwmuur	=	2,50 kN/m ²
Halfsteens metselwerk	dikte in mm 100 =	2,00 kN/m ²	Spouwmuur	=	4,00 kN/m ²
Steens metselwerk	dikte in mm 210 =	4,00 kN/m ²			
Kalkzandsteen	dikte in mm 100 =	2,00 kN/m ²	Spouwmuur	=	4,00 kN/m ²
Betonwanden	dikte in mm 200 =	5,00 kN/m ²	Spouwmuur	=	7,00 kN/m ²

Controle zonnecollectoren a/d Apothekersdijk 25 te Leiden

werk: 10163

blad: 6

Sneeuwbelasting, conform NEN-EN 1991-1-3+C1;2011/NB:2011

ref.periode 50 jaar

 Sneeuwbelasting op grond: $s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$
 $\psi_0 = 0 ; \psi_1 = 0,2$
 $\mu_i = 0,80$
 $C_t = 1$
 $C_e = 1$
 $C_{\text{prob}} = 1,00$
 $s_n =$
 $0,7 \times 0,8 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Windbelasting, conform NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2011

Gebouwafmeting :

 $d = 6,0 \text{ m}$ (kopgevel)

 $b = 12,0 \text{ m}$ (langsgevel)

Gebouwhoogte :

 $h = 12 \text{ m}$

NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2011, Tabel NB.5:

Leiden

Windgebied: II

 $V_{b;0} = 27,0 \text{ m/s}^1$

bebouwd

 $V_{b(p)} = 27,0 \text{ m/s}^1$
 $C_{\text{prob}} = 1,00$
 $q_{w;k} = 0,728 \text{ kN/m}^2$

Wind op kopgevel

 $C_{\text{cor};B} = 0,850$

Wind op langsgevel

 $C_{\text{cor};L} = 0,888$

Windwrijving: gevel

 $C_{fr} = 0,04$

dak

 $C_{fr} = 0,04$

Bouwwerkfactor

 $C_s C_d = 1,00$

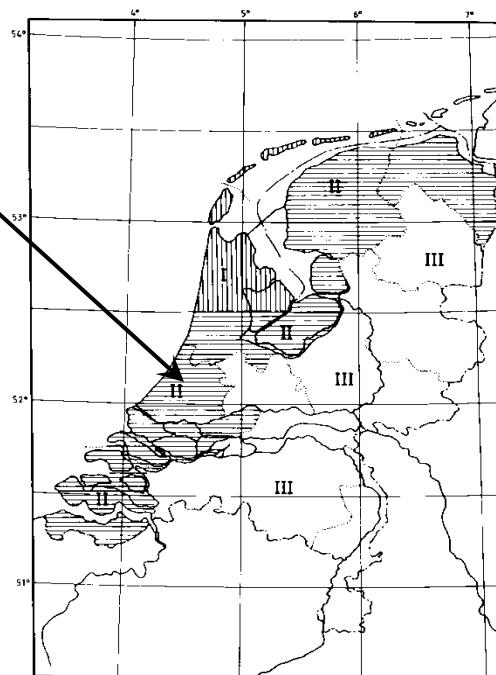
Vormfactoren t.b.v. over- en onderdruk

Gesloten gebouw (kantoor)

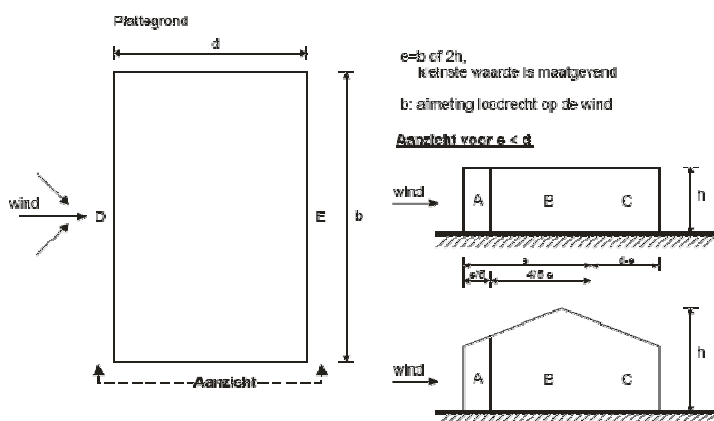
 $C_{pi} = +0,2 \text{ en } -0,3$
 $C_{pe} = \pm 0,5 \text{ of } 0,8$

Open gebouw (hal)

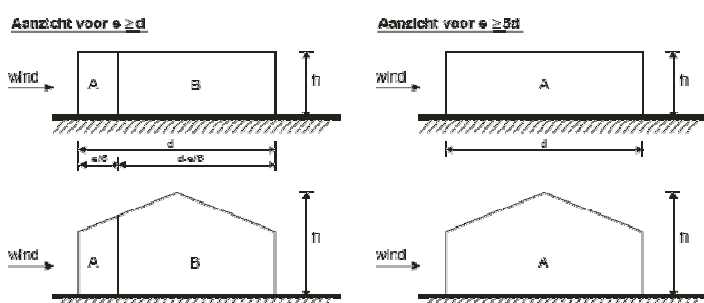
 $C_{pi} = +0,72 \text{ en } -0,72$
 $C_{pe} = \pm 0,5 \text{ of } 0,8$
 $h/d = 2,00$
 $e_d = 6,00 \text{ m}$

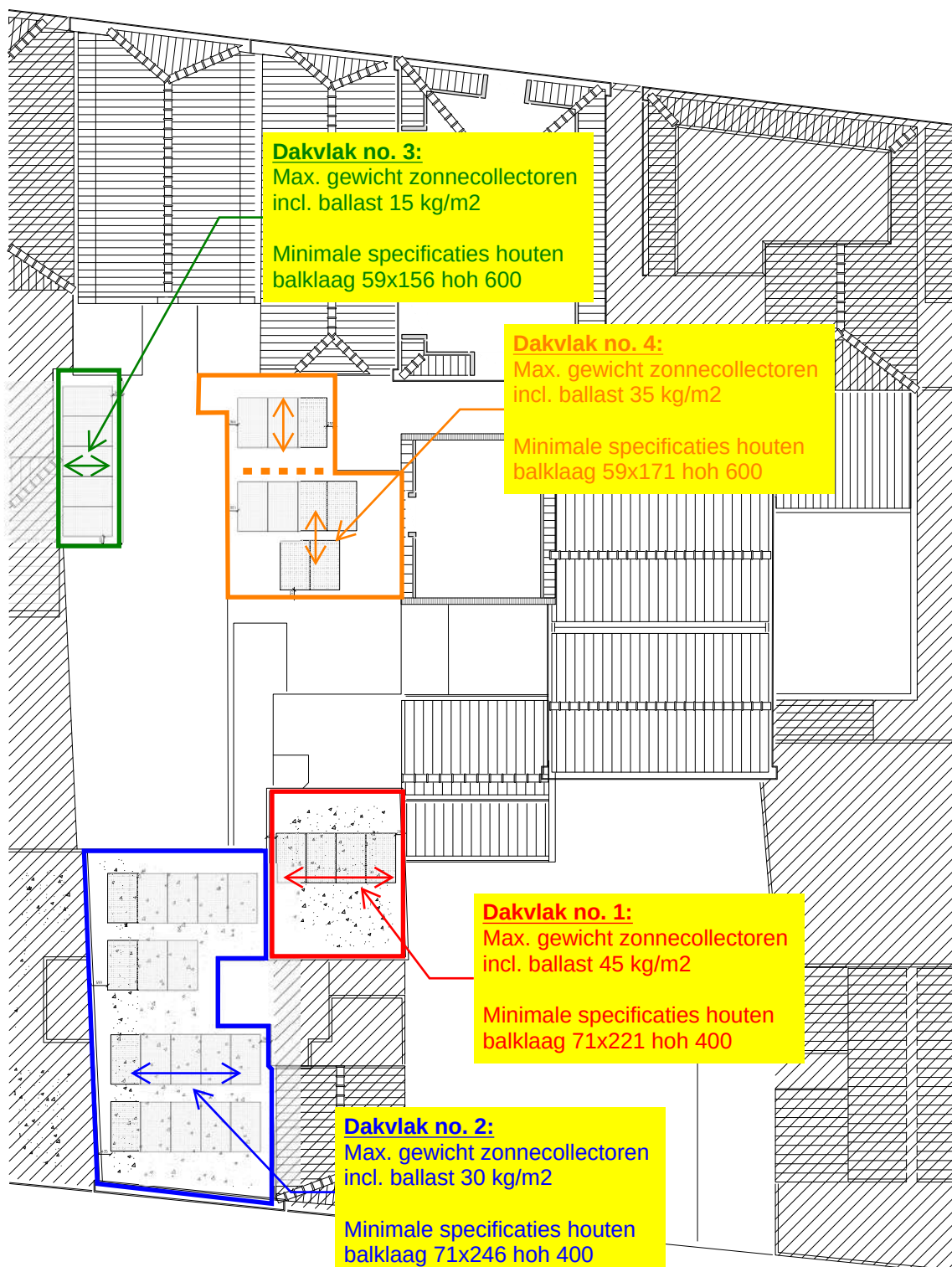
 gecorr. $h/d = 2,00$
 $e_b = 12,00 \text{ m}$


Windbelasting op zone's gevelelementen

 oppervlak = $1,00 \text{ m}^2$
 $C_{pe;A} = -1,40$
 $W_{e;k} = -1,02 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pe;B} = -1,10$
 $W_{e;k} = -0,80 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pe;D} = 1,00$
 $W_{e;k} = 0,73 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pe;E} = -0,70$
 $W_{e;k} = -0,51 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pi} = -0,3$
 $W_{e;k} = -0,22 \text{ kN/m}^2$


Windbelasting op zone's constructie-elementen

 oppervlak = $10,00 \text{ m}^2$
 $C_{pe;A} = -1,20$
 $W_{e;k} = -0,87 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pe;B} = -0,80$
 $W_{e;k} = -0,58 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pe;D} = 0,80$
 $W_{e;k} = 0,58 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pe;E} = -0,55$
 $W_{e;k} = -0,40 \text{ kN/m}^2$
 $C_{pi} = -0,30$
 $W_{e;k} = -0,22 \text{ kN/m}^2$




Nieuwe situatie
3e verdieping

Let op, controleren overspanningsrichting

Project : 10163
 Datum : 18/03/2022
 Eenheden : kN/m/rad

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)
	NEN-EN 1991-1-3:2003	C1:2009	NB:2011 (nl)
	NEN-EN 1991-1-4:2005	C2:2011	NB:2011 (nl)
Hout	NEN-EN 1995-1-1:2005	A1:2011, C1:2006	NB:2013 (nl)
	NEN-EN 14080:2013		

Balklaag dakvlak no. 1 (H)

platdak

Algemene gegevens

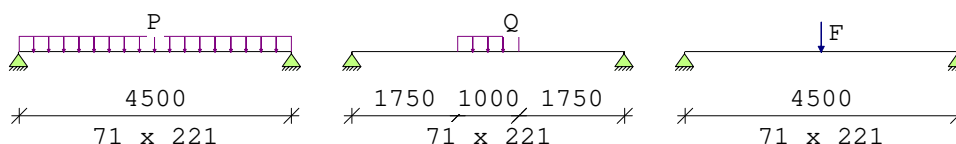
B x H	[mm]	:	71 x 221	Sterkteklasse	:	C24
Overspanning	[mm]	:	4500	Klimaatklasse	:	I
Aantal zijdl. steunen	:		-	Referentie periode [j]	:	50
Opleglengte	[mm]	:	100			
Hoh in het dakvlak	[mm]	:	400			
Helling	:		0.00			
Beschot sterkteklasse	:		C18			
Dikte beschot	[mm]	:	22	$E_{0,mean} \times I$	[Nm ² /m]	: 7986.0
Windgebied	:		2	Terrein	:	Bebouwd
Gebouw L x B x H	[m]	:	15.00 x 6.00 x 12.00			

Permanente belastingen G_{rep}

EG balklaag	:	0.60
Isolatie	:	0.00
Extra gewicht	:	0.44
Totaal [kN/m ²]	:	1.04

Veranderlijke belastingen

q_k	[kN/m ²] :	1.00
Q_k	[kN/m] :	2.00
Q_k	[kN] :	2.00
Q_k oppervlak	[m ²] :	0.10 x 0.10
Reductiefactor	:	0.53
Wind $Q_{p,prob}$	[kN/m ²] :	0.73 (= $C_{prob}^2 \times Q_p = 1.00^2 \times 0.73$)
Sneeuw vormfactor μ_1	:	1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990 - Bijlage A1.3)

Formule 6.10a: γ_G : 1.22 γ_Q : 1.35

Formule 6.10b: $\xi \gamma_G$: 1.08 γ_Q : 1.35

Perm.bel. gunstig : 0.90

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

γ_M [-]: 1.30

Project : 10163
 Datum : 18/03/2022
 Eenheden : kN/m/rad

Stabiliteit

1.Toetsing kipstabiliteit m.b.t. montagefase volgens par.6.3.3. is n.v.t.:
 - u hebt het belastingsgeval 'Uitvoering' niet toegepast.

2.Factoren t.b.v. toetsing kipstabiliteit m.b.t. gebruiksfase volgens par.6.3.3:
 Belastingcombinatie wind omhoog (opbuigend moment):

$K_{crit,y}$ [-] : 0.92 frm(6.34)

Resultaten (maatgevende combinaties)		eis	u.c.
Geconc. belasting	frm(6.13) $\tau_{v,d}$	= 0.31 < 2.46 [N/mm ²]	0.13
Geconc. belasting	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 = 0.14 / 1.54 + 0.38 / 2.31 =	0.26
Lijnlast	frm(6.11) $\sigma_{m,y,d}$	= 6.64 < 14.77 [N/mm ²]	0.45
Let op: bij 1 of meerdere belastingcombinaties wind treedt een opwaartse oplegreactie op. Houdt hiermee rekening in het ontwerp van de oplegverbinding.			
Lijnlast	u_{bij}	= 7.18 < 18.00 [mm]	0.40
Lijnlast	$u_{net,fin}$	= 10.34 < 18.00 [mm]	0.57

Balklaag dakvlak no. 2 (H)

plattendak

Algemene gegevens

B x H	[mm] : 71 x 246	Sterkteklasse	:	C24
Overspanning	[mm] : 6000	Klimaatklasse	:	I
Aantal zijdl. steunen	:	Referentie periode [j]	:	50
Opleglengte	[mm] : 100			
Hoh in het dakvlak	[mm] : 400			
Helling	:	0.00		
Beschot sterkteklasse	:	C18		
Dikte beschot	[mm] : 22	$E_{0,mean} \times I$ [Nm ² /m]	:	7986.0
Windgebied	:	2 Terrein	:	Bebouwd
Gebouw L x B x H	[m] : 15.00 x 6.00 x 12.00			

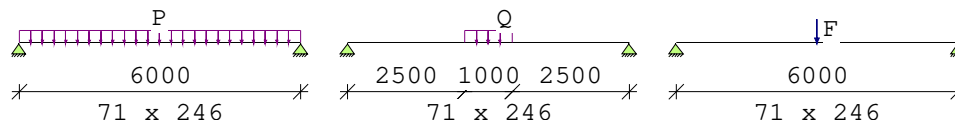
Permanente belastingen G_{rep}

EG balklaag	:	0.60
Isolatie	:	0.00
Extra gewicht	:	0.30
Totaal [kN/m ²]	:	0.90

Veranderlijke belastingen

q_k	[kN/m ²] :	1.00
Q_k	[kN/m] :	2.00
Q_k	[kN] :	2.00
Q_k oppervlak	[m ²] :	0.10 x 0.10
Reductiefactor	:	0.53
Wind $Q_{p,prob}$	[kN/m ²] :	0.73 (= $C_{prob}^2 * Q_p = 1.00^2 * 0.73$)
Sneeuw vormfactor μ_1	:	1.00

Project : 10163
 Datum : 18/03/2022
 Eenheden : kN/m/rad



Belastingfactoren (NEN-EN 1990 - Bijlage A1.3)

Formule 6.10a: γ_G : 1.22 γ_Q : 1.35

Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.08 γ_Q : 1.35

Perm.bel. gunstig : 0.90

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

$\gamma_M[-]$: 1.30

Stabiliteit

1.Toetsing kipstabiliteit m.b.t. montagefase volgens par.6.3.3. is n.v.t.:
 - u hebt het belastingsgeval 'Uitvoering' niet toegepast.

2.Factoren t.b.v. toetsing kipstabiliteit m.b.t. gebruiksfase volgens par.6.3.3:
 Belastingcombinatie wind omhoog (opbuigend moment):

$\kappa_{crit,y} [-]$: 0.78 frm(6.34)

Resultaten (maatgevende combinaties)			eis	u.c.
Geconc. belasting	frm(6.13)	$\tau_{v,d} = 0.30 < 2.46$ [N/mm ²]		0.12
Geconc. belasting	frm(6.3)	$\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} \cdot f_{c,90,d}) + \sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} \cdot f_{c,90,d}) < 1.00$ $= 0.16 / 1.54 + 0.38 / 2.31 = 0.27$		
Lijnlast	frm(6.11)	$\sigma_{m,y,d} = 7.63 < 14.77$ [N/mm ²]		0.52
Let op: bij 1 of meerdere belastingcombinaties wind treedt een opwaartse oplegreactie op. Houdt hiermee rekening in het ontwerp van de oplegverbinding.				

Lijnlast	u_{bij}	$= 12.93 < 24.00$	[mm]	0.54
Lijnlast	$u_{net,fin}$	$= 19.20 < 24.00$	[mm]	0.80

Balklaag dakvlak no. 3 (H)

plattendak

Algemene gegevens

B x H	[mm]	:	59 x 156	Sterkteklasse	:	C24	
Overspanning	[mm]	:	2000	Klimaatklasse	:	I	
Aantal zijdl. steunen	:	:	-	Referentie periode [j]	:	50	
Opleglengte	[mm]	:	100				
Hoh in het dakvlak	[mm]	:	600				
Helling	:	:	0.00				
Beschot sterkteklasse	:	:	C18				
Dikte beschot	[mm]	:	22	$E_{0,mean} \times I$	[Nm ² /m]	:	7986.0
Windgebied	:	:	2	Terrein	:	Bebouwd	
Gebouw L x B x H	[m]	:	15.00 x 6.00 x 12.00				

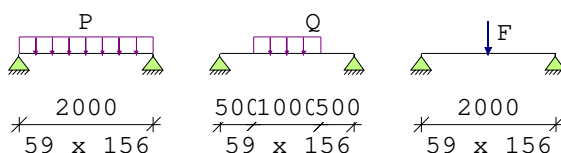
Permanente belastingen G_{rep}

EG balklaag	:	0.60
Isolatie	:	0.00
Extra gewicht	:	0.15
Totaal [kN/m ²]	:	0.75

Project : 10163
 Datum : 18/03/2022
 Eenheden : kN/m/rad

Veranderlijke belastingen

q_k [kN/m²] : 1.00
 Q_k [kN/m] : 2.00
 Q_k [kN] : 2.00
 Q_k oppervlak [m²] : 0.10 x 0.10
 Reductiefactor : 0.69
 Wind $Q_{p,prob}$ [kN/m²] : 0.73 (= $C_{prob}^2 * Q_p = 1.00^2 * 0.73$)
 Sneeuw vormfactor μ_1 : 1.00



Belastingfactoren (NEN-EN 1990 - Bijlage A1.3)

Formule 6.10a: γ_G : 1.22 γ_Q : 1.35

Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.08 γ_Q : 1.35

Perm.bel. gunstig : 0.90

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

$\gamma_M[-]$: 1.30

Stabiliteit

1.Toetsing kipstabiliteit m.b.t. montagefase volgens par.6.3.3. is n.v.t.:
 - u hebt het belastingsgeval 'Uitvoering' niet toegepast.

2.Factoren t.b.v. toetsing kipstabiliteit m.b.t. gebruiksfase volgens par.6.3.3:
 Belastingcombinatie wind omhoog (opbuigend moment):

$\kappa_{crit,y}$ [-] : 1.00 frm(6.34)

Resultaten (maatgevende combinaties)

eis **u.c.**

Geconc. belasting frm(6.13) $\tau_{v,d}$ = 0.42 < 2.46 [N/mm²] 0.17

Geconc. belasting frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 = 0.08 / 1.54 + 0.46 / 2.31 = 0.25

Lijnlast frm(6.11) $\sigma_{m,y,d}$ = 5.25 < 14.77 [N/mm²] 0.36

Let op: bij 1 of meerdere belastingcombinaties wind treedt een opwaartse oplegreactie op. Houdt hiermee rekening in het ontwerp van de oplegverbinding.

Lijnlast u_{bij} = 1.72 < 8.00 [mm] 0.21

Lijnlast $u_{net,fin}$ = 2.18 < 8.00 [mm] 0.27

Project : 10163
 Datum : 18/03/2022
 Eenheden : kN/m/rad

Balklaag dakvlak no. 4 (H)

platdak

Algemene gegevens

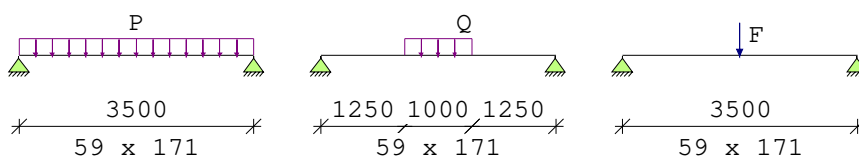
B x H	[mm]	: 59 x 171	Sterkteklasse	:	C24
Overspanning	[mm]	: 3500	Klimaatklasse	:	I
Aantal zijdl. steunen	:	-	Referentie periode [j]	:	50
Opleglengte	[mm]	: 100			
Hoh in het dakvlak	[mm]	: 600			
Helling	:	0.00			
Beschoot sterkteklasse	:	C18			
Dikte beschoot	[mm]	: 22	$E_{0,mean} \times I$	[Nm ² /m]	: 7986.0
Windgebied	:	2	Terrein	:	Bebouwd
Gebouw L x B x H	[m]	: 15.00 x 6.00 x 12.00			

Permanente belastingen G_{rep}

EG balklaag	:	0.60
Isolatie	:	0.00
Extra gewicht	:	0.35
Totaal [kN/m ²]	:	0.95

Veranderlijke belastingen

q_k	[kN/m ²]	:	1.00
Q_k	[kN/m]	:	2.00
Q_k	[kN]	:	2.00
Q_k oppervlak	[m ²]	:	0.10 x 0.10
Reductiefactor	:	0.69	
Wind $Q_{p,prob}$	[kN/m ²]	:	0.73 (= $C_{prob}^2 \times Q_p = 1.00^2 \times 0.73$)
Sneeuw vormfactor μ_1	:	1.00	



Belastingfactoren (NEN-EN 1990 - Bijlage A1.3)

Formule 6.10a: γ_G : 1.22 γ_Q : 1.35Formule 6.10b: $\xi\gamma_G$: 1.08 γ_Q : 1.35

Perm.bel. gunstig : 0.90

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

 $\gamma_M[-]$: 1.30**Stabiliteit**

1.Toetsing kipstabiliteit m.b.t. montagefase volgens par.6.3.3. is n.v.t.:
 - u hebt het belastingsgeval 'Uitvoering' niet toegepast.

2.Factoren t.b.v. toetsing kipstabiliteit m.b.t. gebruiksfase volgens par.6.3.3:
 Belastingcombinatie wind omhoog (opbuigend moment):

 $\kappa_{crit,y} [-]$: 0.96 frm(6.34)

Project : 10163
 Datum : 18/03/2022
 Eenheden : kN/m/rad

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

Geconc. belasting frm(6.13) $\tau_{v,d}$ = 0.49 < 2.46 [N/mm²] 0.20

Geconc. belasting frm(6.3) $\sigma_{c,90,q,d} / (k_{c,90,q} * f_{c,90,d}) +$
 $\sigma_{c,90,F,d} / (k_{c,90,F} * f_{c,90,d}) < 1.00$
 = 0.18 / 1.54 + 0.46 / 2.31 = 0.32

Lijnlast frm(6.11) $\sigma_{m,y,d}$ = 10.32 < 14.77 [N/mm²] 0.70

Let op: bij 1 of meerdere belastingcombinaties wind treedt een opwaartse oplegreactie op. Houdt hiermee rekening in het ontwerp van de oplegverbinding.

Lijnlast u_{bij} = 8.83 < 14.00 [mm] 0.63

Lijnlast $u_{net,fin}$ = 12.95 < 14.00 [mm] 0.92