

STATISCHE BEREKENING

Project: Zonnepanelen + dakisolatie Dampten 26 Hoorn

Onderdeel: Controleberekening dakconstructie

Architect: TPAHG Architecten B.V.
Schuijteskade 13
1621 De Hoorn

Aangehouden normen: NEN-EN 1991 (EC 1) Belastingen op constructies
NEN-EN 1992 (EC 2) Ontwerp en berekening van betonconstructies
NEN-EN 1993 (EC 3) Ontwerp en berekening van staalconstructies
NEN-EN 1994 (EC 5) Ontwerp en berekening van houtconstructies
NEN-EN 1996 (EC 6) Ontwerp en berekening van metselwerkconstructies
NEN-EN 1997 (EC 7) Geotechnisch ontwerp

Windbelasting: gebied 1, terreincategorie 2 (onbebouwd)

Gevolgklasse: CC2

Versie: 0

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Belastingaannames	3
3	Controleberekening dakconstructie	4
3.1	Vergelijking belastingen	4
3.2	Controle TT elementen.....	4
3.3	Controle dakliggers	4
4	Conclusie uit de berekening	11

1 Inleiding

Op de bestaande dakconstructie wordt nieuwe dakisolatie, dakbedekking en PV elementen aangebracht. In dit document wordt gecontroleerd of de dakconstructie in staat is de extra belasting te dragen.

De gegevens van het bestaande dak zijn uit het archief van de gemeente Hoorn afkomstig. De dakconstructie bestaat uit TT-elementen opgelegd op prefab betonnen liggers.

2 Belastingaannames

uit de oorspronkelijke berekening:

<u>Belastingen</u>		Adres: Dampden 024-026
Alle belastingen in de berekening worden gebaseerd op ond.		Verg.Nr.: 20020678 Bouwjaar: 2004
<u>Dak (TT platen)</u>		
$\alpha = 5^\circ$		kantoor bedrijfshal
<u>Permanente belasting: G_{rep}</u>		statische berekening
		343
p_{rep} :	e.g. prefab betonnen dakplaten type TT-355 (incl. dakbedekking en isolatie) =	2,20 kN/m ²
<u>Veranderlijke belasting: Q_{rep}</u>		
-T.g.v. sneeuwbelasting: $\psi = 0,00$		
p_{rep} :	$C_1 = 0,8 \Rightarrow C_1 * p_{sn,rep}$	= 0,56 kN/m ²
-T.g.v. sneeuwbelasting: $\psi = 0,00$		
p_{rep} :	$C_1 = \text{Sneeuwophoging} = 4,0 \Rightarrow C_1 * p_{sn,rep}$	= 2,80 kN/m ²
-T.g.v. reparatie en onderhoud: $\psi = 0,00$		
p_{rep} :		= 1,00 kN/m ²
F_{rep} :	Bouwfase	= 2,00 kN

Doorsnede TT-elementen:

A	= 36975 + 21300 mm ² per 0.80 m breedte.	
q_G	= 0.058275 x 25 / 0.80	= 1.82 kN/m ²

dakbelasting in de nieuwe situatie:

e.g. TT-elementen	:	= 1.82 kN/m ²
isolatie 142 mm PIR	: 0.32 x 0.142	= 0.05 "
PV elementen	:	= 0.30 "
systeemplafond	:	= 0.20 "
		q_G = 2.37 kN/m ²
v.b. 10 m ²	:	q_Q = 1.00 "
sneeuw	:	q_Q = 0.56 "

3 Controleberekening dakconstructie

3.1 Vergelijking belastingen

De dakconstructie is destijds uitgerekend volgens de TGB1990 / VBC 1990 en geplaatst in veiligheidsklasse 3.

$$\begin{aligned}\gamma_G &= 1.2 \\ \gamma_Q &= 1.5 \\ \text{rekenwaarde dakbelasting} &= 1.2 \times 2.20 + 1.5 \times 0.56 &= 3.48 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

In de nieuwe toestand wordt het dak gecontroleerd volgens NEN 8700 bestaande bouw verbouw niveau

$$\begin{aligned}\gamma_G &= 1.15 \\ \gamma_Q &= 1.30 \\ \text{rekenwaarde dakbelasting} &= 1.15 \times 2.37 + 1.3 \times 0.56 &= 3.45 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

De rekenwaarde van de belasting neemt niet toe, de dakconstructie kan de extra belasting met de vereiste veiligheid dragen. Omdat de TGB1990 niet zonder meer mag worden vergeleken met de Eurocode controleren we enkel maatgevende constructie delen.

3.2 Controle TT elementen

Gegevens uit de bestaande berekeningen"

$$\begin{aligned}M_d &= 15.47 \text{ kNm (uit belasting + voorspanning)} \\ M_u &= 48.03 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$V_d = 15.34 \text{ kN}$$

$V_{Rd,c}$ volgens EC2 art. 6.2:
beton C45/55

$$\begin{aligned}f_{ctd} &= 1.77 \text{ N/mm}^2 \\ S &= 1.87^{e6} \text{ mm}^3 \text{ (zie oorspronkelijke berekening)} \\ b_w &= 91 \text{ mm} \\ I &= 4.25^{e8} \text{ mm}^4 \text{ (zie oorspronkelijke berekening)} \\ V_{Rd,c} &= \sqrt{1.77^2 \times 4.25^{e8} \times 91 / 1.85^{e6}} \text{ (formule 6.4, geen druksp.)} = 36607 \text{ N}\end{aligned}$$

3.3 Controle dakliggers

Maatgevend is de dakligger in as C en J, deze heeft de laagste over dimensionering ($A_{s,req} = 805 \text{ mm}^2$, $A_{s,p[rov]} = 830 \text{ mm}^2$). We maken van deze ligger een berekening volgens EC2.

$$\begin{aligned}\text{belastingbreedte} &= 6.30 \text{ m} \\ q_G &= 2.37 \times 6.30 &= 14.93 \text{ kN/m} \\ q_Q &= 0.56 \times 6.30 &= 3.53 \text{ "}\end{aligned}$$

Technosoft Liggers release 6.60b

16 nov 2020

Project.....: 7200744 - Dampden 26
Onderdeel.....: dakligger as C en J
Constructeur.: M. van Zelm
Dimensies.....: kN/m/rad
Datum.....: 16/11/2020
Bestand.....: P:\2020\7200744\berekeningen\ligger as C en J.dlw

Betrouwbaarheidsklasse	: 2	Referentieperiode	: 50
Toevallige inklemmingen begin	: 15%	Toevallige inklemming eind	: 15%
Herverdelen van momenten	: nee	Maximale deellengte	: 0.000
Ouderdom bij belasten	: 28	Relatieve vochtigheid	: 50%

Doorbuigingen(beton) zijn dmv gecorrigeerde stijfheden berekend.

Fysisch lineair : Er is gerekend met de e-modulus uit de materiaaltabel.
Fys.NLE.kort : Er is gerekend met een gecorrigeerde e-modulus (korte duur).
Deze e-mod. is berekend mbv de krachten uit de fysisch lineair berekening.

Belastingfactoren zijn bepaald conform NEN8700:2011
Tabel A1.2(B) en (C): Factoren bij verbouw.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

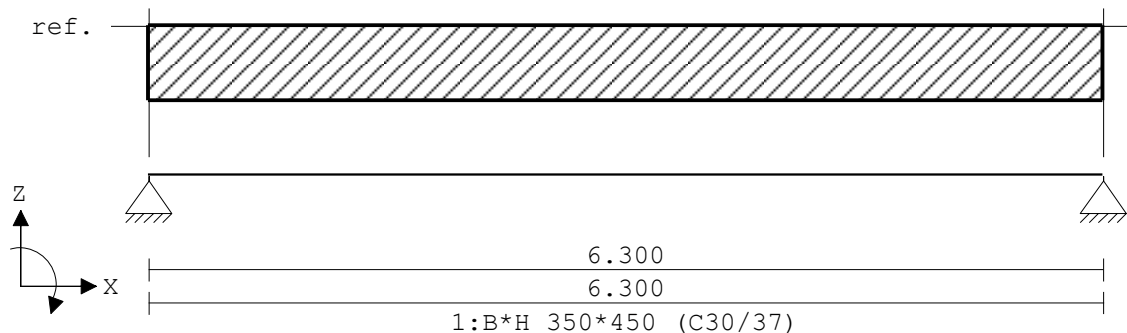
Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010	NB:2011(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1:2009	NB:2011(nl)
	NEN 8700:2011		
Beton	NEN-EN 1992-1-1:2011(nl)	C2/A1:2015(nl)	NB:2016(nl)



Project.....: 7200744 - Dampden 26
Onderdeel.....: dakligger as C en J

GEOMETRIE

Ligger:1



VELDLENGTEN

Ligger:1

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	6.300	6.300

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	C30/37	9465	25.0	0.20	1.0000e-05

MATERIALEN vervolg

Mt	Omschrijving	Cement	Kruipfac.
1	C30/37	N	2.47

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 350*450	1:C30/37	1.5750e+05	2.6578e+09	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	350	450	225.0	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1	B*H 350*450
---	-------------



BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	ψ_0	ψ_1	ψ_2	e.g.
1	Permanent	2:Permanent EN1991				-1.00
2	Veranderlijk	0:Alles tegelijk	0.00	0.20	0.00	0.00

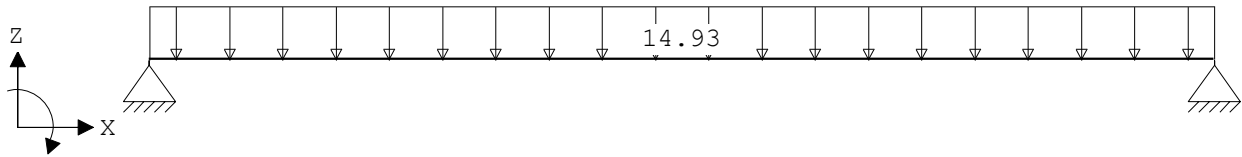
BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type
1	Permanent	1 Permanente belasting
2	Veranderlijk	22 Sneeuw A

Project.....: 7200744 - Dampden 26
Onderdeel.....: dakligger as C en J

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 Permanent



VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:1 Permanent

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-14.930	-14.930		0.000	6.300

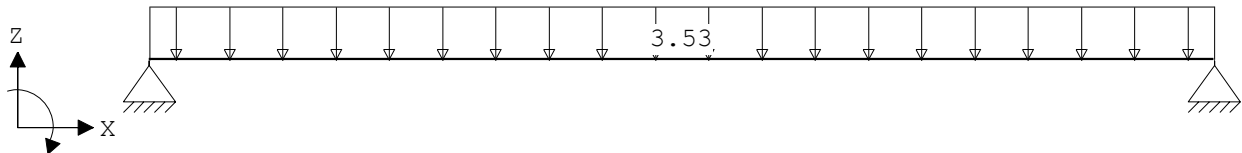
REACTIES Fysisch lineair

Ligger:1 B.G:1 Permanent

Stp	F	M
1	59.43	0.00
2	59.43	0.00
118.87 : (absoluut) grootste som reacties		
-118.87 : (absoluut) grootste som belastingen		

VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk



VELDBELASTINGEN

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

Last Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1	1:q-last		-3.530	-3.530		0.000	6.300

REACTIES Fysisch lineair

Ligger:1 B.G:2 Veranderlijk

Stp	F	M
1	11.12	0.00
2	11.12	0.00
22.24 : (absoluut) grootste som reacties		
-22.24 : (absoluut) grootste som belastingen		

BELASTINGCOMBINATIES

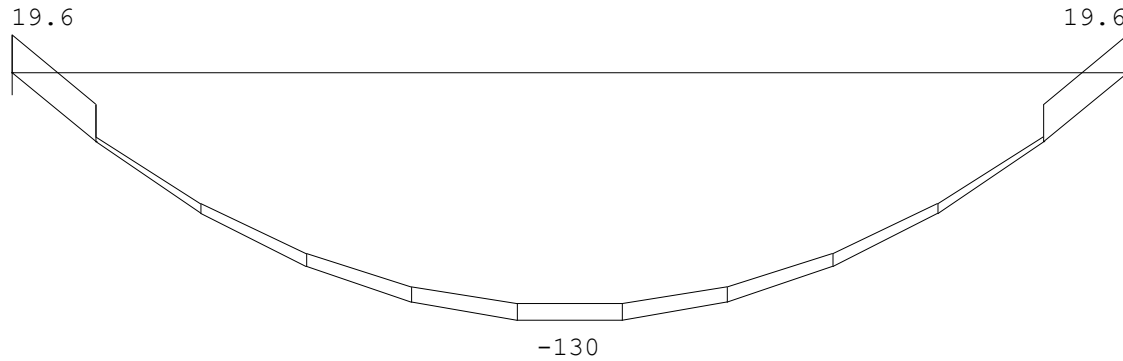
BC Type	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor	BG Gen.	Factor
1 Fund.	1 Perm	1.30						
2 Fund.	1 Perm	1.15	2 Extr	1.30				
3 Freq.	1 Perm	1.15						
4 Freq.	1 Perm	1.00	2 psi1	1.00				
5 Blij.	1 Perm	1.00						

Project.....: 7200744 - Dampden 26
Onderdeel.....: dakligger as C en J

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

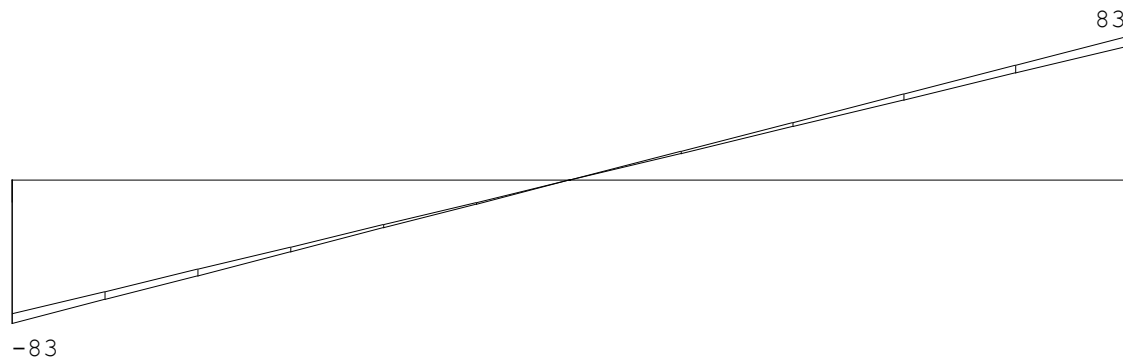
MOMENTEN Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN Fysisch lineair

Ligger:1 Fundamentele combinatie



Fmin:77

77

Fmax:83

83

PROFIELGEGEVENS Balk

[N] [mm]

t.b.v. profiel:1 B*H 350*450

Algemeen

Materiaal : C30/37

Oppervlak : 1.575000e+05

Staaftype : 0:normaal

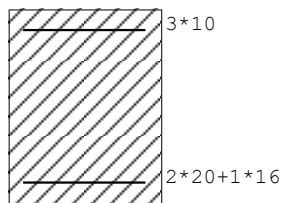
Traagheid : 2.6578e+09

Vormfactor : 0.00

Doorsnede

breedte : 350 hoogte : 450 zwaartepunt tov onderkant : 225

Referentie : Boven



Project.....: 7200744 - Dampden 26

Onderdeel....: dakligger as C en J

Fictieve dikte	:	196.9							
Gedrongen inwendige hefboomsarm	:	Automatisch berekend							
Breedte lastvlak a_b 6.1(10)	:	200							
Betonkwaliteit element	:	C30/37	Kruipcoëf.	:	2.470				
Treksterkte $f_{ct,eff}$ art. 7.1(2)	:	$f_{ctm,fl}$ (3.33 N/mm ²)							
Soort spanningsrekdiagram	:	Parabolisch - rechthoekig diagram							
Doorbuiging volgens art.7.3.4(3)	:	Ja							
Langeduur scheurmoment begrensd	:	Ja							
Staalkwaliteit hoofdwapening	:	500	ϵ_{uk}	:	2.50				
Soort spanningsrekdiagram	:	Bi-lineair diagram met klimmende tak							
Staalkwaliteit beugels	:	500							
Beugelwapening boven steunpunten:	:	Ja							
Bundels toepassen	:	Nee	Breedte stortstleuf:	:	50				
Geprefabriceerd element	:	Nee							
Betondekking									
Milieu	:		Boven		Onder				
	:		XC1		XC1				
Gestort tegen bestaand beton	:		Nee		Nee				
Element met plaatgeometrie	:		Nee		Nee				
Specifieke kwaliteitsbeheersing	:		Nee		Nee				
Oneffen beton oppervlak	:		Nee		Nee				
Ondergrond	:		Glad / N.v.t.		Glad / N.v.t.				
Constructieklasse	:		S3		S3				
Grootste korrel	:		31.5						
Hoofdwapening	:		2de laag		2de laag				
Nominale dekking	:		15		25				
Toegepaste dekking	:		43		43				
Toegepaste zijdekking	:		43						
Gelijkwaardige diameter	:		10		20				
$C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ ΔC_{dur}	:	10	10	0	20	10	0		
C_{min} ΔC_{dev} C_{nom}	:	10	5	15	20	5	25		
Beugel / Verdeelwapening	:		1ste laag		1ste laag				
Nominale dekking	:		15		15				
Toegepaste dekking	:		35		35				
Toegepaste zijdekking	:		35						
Gelijkwaardige diameter	:		8		8				
$C_{min,b}$ $C_{min,dur}$ ΔC_{dur}	:	8	10	0	8	10	0		
C_{min} ΔC_{dev} C_{nom}	:	10	5	15	10	5	15		
Wapening									
Basiswapening buitenste laag	:		Boven		Onder				
	:		3*10		2*20+1*16				
H.o.h.afstand 2e laag	:		0		0				
Automatisch verhogen basiswap.	:		Nee		Nee				
Art. 7.3.2 minimum wapening	:		Ja		Ja				
Bijlegdiameters	:		12;16;20;25		12;16;20;25				
Diameter nuttige hoogte	:		10.0		20.0				
Min.tussenruimte	:		50		50				
Aanhechting	:		Automatisch		Automatisch				
Beugels									
Voorkeur h.o.h. afstand	:	300;275;250;225;150;100;75;60;50							
Beugeldiameter	:	8							
Betonkwaliteit	:	C30/37							
Breedte t.b.v. dwarskracht	:	350	Hoogte t.b.v. dwarskr:	:	450				
Aantal beugelsneden per beugel	:	2 Ontwerpen							
Min. hoek betondrukdiagonaal θ	:	21.8	z berekenen via:	:	MRd				

Hoofdwapening

Ligger:1

Geb.	Pos.	M_{Ed}	M_{Rd}	z B/O	A_b	A_a	Basiswapening	Opm.
	[mm]	[kNm]	[kNm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]	+Bijlegwapening	
1	S1+0	19.56	45.26	207 Bov	164*	236	3x10	54
2	S1+3150	-130.41	-168.80	365 Ond	780	830	2x20 + 1x16	
				Ond		202	+1x16	

Opmerkingen

Project.....: 7200744 - Dampden 26

Onderdeel.....: dakligger as C en J

[54] * = Eisen met betrekking tot minimum wapening ten behoeve van gecontroleerde scheurvorming zijn toegepast volgens art. 7.3.2.

Scheurvorming volgens artikel 7.3.3

Ligger:1

Geb.	Pos.	$M_{E; f_{req}}$	B/O	σ_s	art.	s	s	ϕ_{km}	ϕ_{km}	σ_b	σ_b	Opm.
		[kNm]		[N/mm ²]		opt.	max.	opt.	max.	opt.	max.	
		[mm]				[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
2	S1+3150	-107.65	Ond	288.6	7.3.3	82	189	20.0	13.0			

Dwarskrachtwapening

Ligger:1

Geb.	Vanaf	Tot	Beugels	Lengte	A_{sw}	V_{Ed}	A_{opg}	Opm.
	[mm]	[mm]		[mm]	[mm ² /m]	[kN]	[mm ²]	
1	S1+0	S1+600	Ø8-275	600	307	83	6	
2	S1+600	S2-600	Ø8-300	5100	307	67		
3	S2-600	S2+0	Ø8-275	600	307	83	6	

Opmerkingen

[6] 9.2.2 (4) 50% van de dwarskrachtwapening moet uit beugels bestaan.

Schuifspanningen

Ligger:1

Geb.	Vanaf	Tot	θ	V_{Ed}	$V_{Rd,C}$	$V_{Rd,S}$	$V_{Ed} < V_{Rd,C}$	$V_{Rd,C} < V_{Rd,S}$	$V_{Rd,S} < V_{Rd,Max}$	Opm.
	[mm]	[mm]	[°]	[kN]			[N/mm ²]			
1	S1+0	S1+600	21.8	82.72	0.54	1.06	0.59	1.06	3.39	6
2	S1+600	S2-600	21.8	66.95	0.54	0.97	0.48	0.97	3.39	
3	S2-600	S2+0	21.8	82.72	0.54	1.06	0.59	1.06	3.39	6

Opmerkingen

[6] 9.2.2 (4) 50% van de dwarskrachtwapening moet uit beugels bestaan.

De hoofdwapening voldoet.

Dwarskrachtwapening:

 beugels Ø8, A_s = 101 mm² per beugel.

 V_{Ed} = 0.59 N/mm²

max. beugelafstand = 101 x 979 / (0.59 x 350) = 479 mm

de toegepast afstand van 300 mm voldoet hier aan, maar niet aan art. 9.2.2 formule 9.6:

 $\cot \alpha$ = 0

 d = 450 - 35 - 8 - 10 = 397 mm

max. beugelafstand = 0.75 x 397 = 298 mm

toegepast is 300 mm, dit is akkoord.

4 Conclusie uit de berekening

In dit document is de controle berekening gepresenteerd van de dakconstructie i.v.m. het toepassen van nieuwe dakisolatie en zonnepanelen.

Uit de berekening wordt geconcludeerd dat dit mogelijk is.

Het is hierbij van belang dat er geen wateraccumulatie op het dak kan optreden, dus er dienen voldoende noodafvoeren aanwezig te zijn. Dit is overigens in de bestaande toestand ook het geval.