



SCHOORSTEENBEREKENING

Opdrachtgever : Sachem Europe B.V.
Project nr. Bos Nieuwerkerk : 18D22
Document nr. : 349662
Opgesteld door : ██████████
Revisie : 1
Datum : 6 oktober 2022

Inhoudsopgave

Pagina

1. Inleiding	3
2. Gebruikte software	3
3. Normen en veiligheidsfactoren	4
4. Technische gegevens	5
5. Locatie en winddata	10
6. Samenvatting van de berekening	11
Appendix I: Volledige uitvoer Chimney berekening	14

1. Inleiding

Deze rapportage bevat de sterkteberekening van een vrijstaande schoorsteen, Locatie Sachem Europe B.V. te Zaltbommel, Nederland; lengte 40m.

De schoorsteenberekening bevat statische controle op maatgevende windbelasting alsook een vermoeiingscontrole op vortex excitatie.

2. Gebruikte software

De gebruikte software voor deze berekening is Chimney 11.6.1. Deze software bevat alle normtechnisch vereiste controles op plaatinstabiliteit, flenzen, verankering, op statische in-wind belasting, seismische activiteit alsook vermoeiingscontrole op vortex excitatie.

De software heeft de mogelijkheid controles uit te voeren conform Eurocode, DIN 4133, CICIND en ASME STS-1.

3. Normen en veiligheidsfactoren

De berekening is gemaakt op consequentieklaas CC3 (hoog)

De berekening is uitgevoerd conform EN 13084-7 alsook EN 1993-3-1 en -2 voor gasvoerende constructieve schachten.

Niet-constructieve gasvoerende buizen (liners) zijn conform EN 13084-6 executieklaas 2

Niet-gasvoerende constructieve schachten conform EN 1090, Executieklaas 3

Controle van instabiliteit van gekromde schalen conform EN 1993-1-6

Windbelasting conform EN 1991-1-4 met nationale bijlage

Seismische activiteit, indien van toepassing, conform EN 1998

Controle op vermoeiing volgens EN 1993-1-9

Verankering voldoet aan EN 1992-4

VEILIGHEIDSFACTOREN

Betrouwbaarheidsklaas van de schoorsteen	:	Hoog
Veiligheidsfactor wind-belasting	:	1.60
Veiligheidsfactor permanente belasting	:	1.20
Veiligheidsfactor vloeigrens	:	1.10
Veiligheidsfactor vermoeiingsbelasting	:	1.00
Veiligheidsfactor vermoeiingsweerstand	:	1.15
Veiligheidsfactor verbindingen	:	1.25
Veiligheidsfactor tuikrachten	:	1.50
Veiligheidsfactor minimale breekkracht tuien	:	3.00

VERMOEIINGSDETAILS

Detailcategorie schacht	:	71
Detailcategorie schacht - flenzen of verstervigingsringen	:	40
Detailcategorie schacht - voetplaat	:	36
Vermoeiingsgrens schacht	:	12.49 N/mm ²
Vermoeiingsgrens schacht - flenzen of verstervigingsringen	:	7.04 N/mm ²
Vermoeiingsgrens schacht - voetplaat	:	6.33 N/mm ²

4. Technische gegevens

AFMETINGEN EN MASSA'S VAN DE SCHOORSTEEN

=====

Hoogte van de schoorsteen	:	40.00 m
Massa van de schacht	:	1.11E+04 kg
Massa van de isolatie + bekleding	:	0.00E+00 kg
Massa van de extra massa's (ladders, platforms, ringen, flenzen):	:	3.22E+03 kg
Massa van de massa-veer-demper	:	2.35E+02 kg
Totale massa van de schoorsteen	:	1.46E+04 kg

Ontwerp hoogte (m)	Ext.dia. schacht (m)	Plaat dikte (mm)	Corrosie dikte (mm)	Extra massas (kg)	Windbel. opperv. (m ²)	Staal soort	Vloei grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)
40.000	1.754	6.0	3.0	3.84E+02	0.30	1.0038	189.1	2.07E+05
38.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
37.000	1.754	6.0	3.0	2.05E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
35.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
34.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
32.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
31.000	1.754	6.0	3.0	1.32E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
29.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
28.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
26.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
25.000	1.754	6.0	3.0	1.32E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
23.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
22.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
20.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
19.000	1.754	6.0	3.0	2.41E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
17.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
16.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
14.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
13.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
11.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
10.000	1.754	6.0	3.0	1.16E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
9.000	1.754	8.0	3.0	7.98E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
7.500	1.754	8.0	3.0	4.79E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
6.000	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
4.500	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
3.000	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
1.500	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
0.200	1.754	8.0	3.0	1.39E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
0.000	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05

MATERIAAL

=====

De bouw is overeenkomstig bouwtoerantieklaasae	:	Excellent
Specifieke massa van het schachtmateriaal	:	7850.00 kg/m ³
Typering materiaal buitenwand (m.b.t. ruwheidslengte)	:	Sputverf
Ruwheidslengte van de buitenwand	:	2.00E-02 mm
Ontwerptemperatuur van de schacht	:	80.00 °C

APPENDAGES

=====

Isolatie	:	-
Liner	:	x
Spiralen	:	-
Tuidraden	:	-
Openingen	:	-
Verstevigingsringen	:	x
Flenzen	:	x
Massa-veer-demper	:	x

VOETPLAAT EN ANKERBOUTEN

=====

De schoorsteenvoet bestaat uit een dubbele ring met schotten. De schoorsteen wordt bevestigd aan de fundatie met een ankerkorf. De ankers zijn thermisch verzinkte draadstangen kwaliteit 8.8.

Diameter voetplaat	:	1995.00 mm
Steekcirkel ankerbouten	:	1875.00 mm
Staalsoort van de voetplaat	:	1.0038
Voetplaatconstructie is een dubbele ring met schetsplaatjes.		
Afstand tussen schetsplaatjes (ankerbout centraal)	:	153.065 mm
Hoogte dubbele ring	:	200.000 mm
Vloei-grens voetplaat	:	213.64 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus voetplaat	:	2.10E+05 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning voetplaat bij 2.E6 lastwisselingen	:	36.00 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning voetplaat, mode 1	:	6.33 N/mm ²
Stijfheid van de fundering	:	5.00E+08 Nm/rad
Dikte voetplaat opgeven in de invoer	:	25.000 mm
Aantal ankerbouten	:	36
Vloei-grens ankerbouten	:	512.00 N/mm ²
Uitwendige diameter ankerbouten opgegeven in de invoer	:	30.000 mm

VERSTEVIGINGSRINGEN

=====

Ontwerptemperatuur ringen	:	80.00 °C
Grens vermoeiingsspanning bij 2.E6 lastwisselingen	:	40.00 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning, mode 1	:	7.04 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning, mode 2	:	101.70 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning, mode 3	:	101.70 N/mm ²

Ringgegevens bij invoer

Ring hoogte (m)	Externe diameter (m)	Ring dikte (mm)	Staal soort	Vloei-grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)	Traaghe. moment (cm**4)
40.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	9.66E+01
31.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	1.20E+02
25.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	1.20E+02
10.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	1.20E+02

FLENZEN

=====

Flenzen zijn zonder schetsplaatjes.

Ontwerptemperatuur flenzen	:	80.00 °C
Grens vermoeiingsspanning bij 2.E6 lastwisselingen	:	40.00 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning, mode 1	:	7.04 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning, mode 2	:	101.70 N/mm ²
Grens vermoeiingsspanning, mode 3	:	101.70 N/mm ²

Flensgegevens bij invoer

Flens hoogte (m)	Externe diameter (m)	Flens dikte (mm)	Steek cirkel (m)	Staal soort	Vloei-grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)	Traaghe moment (cm ⁴)
37.000	1.915	15.0	1.785	1.0038	189.1	2.07E+05	127.7
19.000	1.915	20.0	1.785	1.0038	189.1	2.07E+05	156.3

Flensafstand voor vermijden ovalling (trillingsmode n=2)

Flens hoogte (m)	Afstand (invoer)		Advies max. afstand	
	boven (m)	onder (m)	statisch (m)	dynamisch (m)
37.000	3.0	6.0	16.8	19.0
19.000	6.0	9.0	16.8	20.4

Flensbouten (voorspanning 70% vloeigrens)

Flens hoogte (m)	Aantal bouten	Vloei-grens (N/mm ²)	Bout kracht (kN)	Voorspan kracht (kN)	----- Voorspanbouten -----		
					diameter (mm)	spanning (N/mm ²)	afstand (#d)
37.000	44	720.0	98.9	98.9	16.0	630.1	8.0
19.000	44	720.0	158.6	154.4	20.0	647.2	6.4

ROOKGATEN EN VERSTEVIJINGEN

=====

Hoogte (m)	Diameter (m)	Halve openingshoek (graden)
7.000	0.800	27.1
3.400	0.750	25.3

Aangehouden corrosietoeslag is 3,0mm. Wanddikte ter plaatse van de zijaansluitingen is 8,0mm. Benodigde minimale wanddikte is derhalve 5,0mm.

Bepaling versterking ter compensatie van de gatverzwakking (2 gaten op 1 niveau)

Uitwendige diameter schoorsteen	1754 mm
Wanddikte tpv gat	8 mm
Oppervlakte volle buis	43.882 mm ²
Traagheidsmoment volle buis	16.722.134.345 mm ⁴
Breedte uitsnijding	850 mm
Halve hoek uitsnijding 1	29,3 °
Aansluitingshoek op de schoorsteen	90 °
Hoogte kanaal	850 mm
Hoogte gat	850 mm
Uitsteeklengte strip boven het gat (...x gathoogte)	0,3
Oppervlakte uitsnijding 1	7.105 mm ²
Oppervlak niet versterigde buis	36.777 mm ²
Traagheidsmoment niet versterigde buis tov Z	10.841.561.865 mm ⁴

	Strip 1	Strip 2	
	Uitwendig	nvt	
positie			
aantal	2	0	
Hoek tussen strips	68,6	0,0	°
Diameter gat	850	0	mm
Hoogte	200	0	mm
Breedte	20	0	mm
Lengte	1.360	0	mm
Oppervlak	4.000	0	mm ²
Bijdrage aan I	4.227.797.829	0	mm ⁴

Traagheidsmoment volle buis	16.722.134.345 mm ⁴
Traagheidsmoment versterigde buis	16.027.170.489 mm ⁴
Weerstandsmoment volle buis (t=8mm)	19.067.428 mm ³
Weerstandsmoment volle buis (t=5mm)	11.978.523 mm ³
Weerstandsmoment ter plaatse van de uitsnijding	20.866.936 mm ³
Weerstandsmoment andere kant	18.339.945 mm ³

Gekozen versterking is voldoende voor t=5mm

5. Locatie en winddata

Locatie is Sachem Europe B.V. te Zaltbommel, Nederland.

- Windzone III
- Terreincategorie: II; onbebouwd gebied

De schoorsteen is geheel uitpanding geplaatst.

Het betreft een enkele vrijstaande schoorsteen zonder steunpunten en tuien. De schoorsteen heeft mogelijk interactie met een andere schoorsteen onderlinge afstand HoH / diameter van 5,0.

AFMETINGEN EN MASSA'S VAN DE SCHOORSTEEN

=====

Hoogte van de schoorsteen	:	40.00 m
Hoogte voet van de schoorsteen boven omgevingsniveau	:	0.000 m
Omgevingshoogte t.o.v. zeeniveau	:	4.00 m

STATISCHE WINDBELASTING

=====

Specifieke massa lucht	:	1.25 kg/m ³
Gemiddelde windherhalingsperiode	:	50.00 jaar
Windsnelheid is volgens zone	:	Windzone III
Referentie windsnelheid op 10m hoogte (10 minuten gemiddeld)	:	24.50 m/s
Verplaatsingshoogte i.v.m. omliggende bebouwing of bossen	:	0.000 m
Windsnelheid (top van de schoorsteen, 10 minuten gemiddeld)	:	27.18 m/s
Demping: Schoorsteen 2 or meer liners met isolatie		
Dempingsdecrement materiaal	:	4.00E-02
Dempingsdecrement aerodynamische demping	:	5.90E-02
Dempingsdecrement geleverd door massa-veer demper	:	5.24E-01
Totaal dempingsdecrement in windrichting (mat. + aerod. + TMD)	:	6.23E-01
Schoorsteen is over de volle hoogte belast.		
Afstand tot nabijgelegen gebouwen of schoorstenen	:	5.00 (a/D)
Terrein categorie II: onbebouwd gebied		
Terreinfactor, K_r	:	0.209
Terrein ruwheidslengte, Z_o	:	2.00E-01 m
Minimum hoogte, Z_{min}	:	4.00 m
Windrichtingsfactor, C_{dir}	:	1.00
Seizoensfactor, C_{season}	:	1.00
Hoogtefactor, C_{alt}	:	1.00
Topografische structuur	:	Geen
Reynoldsgetal gebaseerd op de pieksnelheid (top)	:	4.84E+06
Weerstandscoefficient ($C_s C_d$) op referentie hoogte (0.6H)	:	0.896
Windkrachtfactor (C_f) aan de top van de schoorsteen	:	0.556
Winddrukcoefficient (C_e) aan de top van de schoorsteen	:	2.86

6. Samenvatting van de berekening

=====

NB: vloeigrens, vermoeding, momenten, krachten, etc. zijn ONTWERP waarden!

=====

HOOFDKENMERKEN VAN DE BEREKENING

=====

Twee of meer vrijstaande of getuide schoorstenen op een rij.
Berekening met alleen windbelasting.
Vortex exitatie is berekend m.b.v. benadering 1 (DIN-benadering).
De schoorstenen zijn uitgerust met een massa-veer-demper.

AFMETINGEN EN MASSA VAN DE SCHOORSTEEN

=====

Massa van de schacht	:	1.11E+04 kg
Massa van de isolatie + bekleding	:	0.00E+00 kg
Massa van de extra massa's (ladders, bordessen, ringen, flenzen)	:	3.22E+03 kg
Massa van de massa-veer-demper	:	2.35E+02 kg
Totale massa van de schoorsteen	:	1.46E+04 kg
Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 1	:	3.76E+03 kg
Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 2	:	4.63E+03 kg
Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 3	:	5.13E+03 kg
Equivalentente massa per meter, mode 1	:	3.69E+02 kg/m
Equivalentente massa per meter, mode 2	:	3.67E+02 kg/m
Equivalentente massa per meter, mode 3	:	3.65E+02 kg/m
Eerste resonantiefrequentie schacht	:	0.657 c/s
Tweede resonantiefrequentie schacht	:	3.86 c/s
Derde resonantiefrequentie schacht	:	10.90 c/s
Werktemperatuur	:	80.00 °C
Damping: Schoorsteen 2 or meer liners met isolatie		
Totale dempingsdecrement in windrichting (mat. + aerod. + TMD)	:	6.23E-01
Totale dempingsdecrement dwars op windrichting, mode 1	:	5.64E-01
Totale dempingsdecrement dwars op windrichting, mode 2	:	4.00E-02
Totale dempingsdecrement dwars op windrichting, mode 3	:	4.00E-02
Windsnelheid aan de top (10 minuten gemiddeld)	:	27.18 m/s
Vortex exitatie is berekend m.b.v. benadering 1 (DIN-benadering).		
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 1	:	7.23 m/s
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 2	:	42.44 m/s
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 3	:	119.95 m/s
Kritische windsnelheid voor ovalsing (r=2)	:	11.12 m/s
Scrutongetal, mode 1	:	108.35
Scrutongetal, mode 2	:	7.63
Scrutongetal, mode 3	:	7.60
Aantal lastwisselingen in 30. jaar (minimum 1.E+4), mode 1	:	1.87E+08
Aantal lastwisselingen in 30. jaar (minimum 1.E+4), mode 2	:	1.00E+04
Aantal lastwisselingen in 30. jaar (minimum 1.E+4), mode 3	:	1.00E+04
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 1	:	8.45E+05
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 2	:	4.96E+06
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 3	:	1.40E+07
Maximale uitbuiging in de windrichting	:	2.25E-01 m
Maximale uitbuiging dwars op de windrichting, mode 1	:	1.29E-02 m
Maximale uitbuiging dwars op de windrichting, mode 2	:	0.00E+00 m
Maximale uitbuiging dwars op de windrichting, mode 3	:	0.00E+00 m

MAXIMUM SPANNINGEN EN BUIGMOMENTEN IN DE WAND
=====

Door in-windbelasting

Gecombineerde trekspanning / vloeigrens	:	0.537
Gecombineerde drukspanning / vloeigrens	:	0.620
Vertikale drukspanning / toelaatbare knikspanning	:	0.876
Gecombineerde verticale en omtrek knikspanningstoestand	:	0.799
Schuifkracht aan de voet	:	4.71E+04 N
Buigmoment aan de voet (incl. tweede orde mom.)	:	1.10E+06 Nm
Tweede orde moment aan de voet	:	1.34E+04 Nm

Door vortex excitatie

Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 1	:	0.488
Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 2	:	0.000
Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 3	:	0.000
Schuifkracht aan de voet	:	1.27E+03 N
Buigmoment aan de voet	:	3.70E+04 Nm

Eenheidscontroles op instabiliteit uit maximale in-wind belasting alle <1,0. => acceptabel

MINERSOM en VERWACHTE LEVENSDUUR
=====

Ontwerplevensduur	:	50.00 jaar
Minersom	:	0.00E+00
Verwachte levensduur (Minersom = 1.0; "worst case scenario")	> :	5.00E+01 jaar

Controle vortex excitatie:

Buigmoment aan de voet << buigmoment in wind richting =>acceptabel

Miner som <1,0. Levensduur van de schoorsteen > ontwerplevensduur. => acceptabel.

MAXIMUM SPANNING IN VOETPLAAT EN FLENZEN
=====

Door maximum van in-windbelasting en vortex excitatie

Spanning in de voetplaat / vloeigrens	:	0.204
Spanning in de ankerbouten / vloeigrens	:	0.283
Spanning in de flenzen / vloeigrens	:	0.131
Spanning in de flensbouten / vloeigrens	:	0.899

Eenheidscontroles voor flenzen, flensbouten, ankers en bovenste ring van de voetconstructie zijn alle <1,0 =>acceptabel

BEWEGINGEN VAN DE SCHACHT

Ontwerp hoogte	Ext.dia. schacht	Plaat dikte	Uitbuiging in de wind	---- Uitbuiging dwars ---- op de wind		
				mode 1	mode 2	mode 3
(m)	(m)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)
40.000	1.754	6.0	0.225	0.013	0.000	0.000
38.500	1.754	6.0	0.214	0.012	0.000	0.000
37.000	1.754	6.0	0.203	0.012	0.000	0.000
35.500	1.754	6.0	0.192	0.011	0.000	0.000
34.000	1.754	6.0	0.181	0.010	0.000	0.000
32.500	1.754	6.0	0.170	0.010	0.000	0.000
31.000	1.754	6.0	0.159	0.009	0.000	0.000
29.500	1.754	6.0	0.148	0.008	0.000	0.000
28.000	1.754	6.0	0.137	0.008	0.000	0.000
26.500	1.754	6.0	0.126	0.007	0.000	0.000
25.000	1.754	6.0	0.115	0.006	0.000	0.000
23.500	1.754	6.0	0.105	0.006	0.000	0.000
22.000	1.754	6.0	0.095	0.005	0.000	0.000
20.500	1.754	6.0	0.085	0.005	0.000	0.000
19.000	1.754	6.0	0.075	0.004	0.000	0.000
17.500	1.754	6.0	0.066	0.004	0.000	0.000
16.000	1.754	6.0	0.057	0.003	0.000	0.000
14.500	1.754	6.0	0.049	0.003	0.000	0.000
13.000	1.754	6.0	0.041	0.002	0.000	0.000
11.500	1.754	6.0	0.034	0.002	0.000	0.000
10.000	1.754	6.0	0.028	0.001	0.000	0.000
9.000	1.754	8.0	0.024	0.001	0.000	0.000
7.000	1.754	8.0	0.017	0.001	0.000	0.000
6.000	1.754	8.0	0.013	0.001	0.000	0.000
4.500	1.754	8.0	0.009	0.000	0.000	0.000
3.000	1.754	8.0	0.005	0.000	0.000	0.000
1.000	1.754	8.0	0.002	0.000	0.000	0.000
0.200	1.754	8.0	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	1.754	8.0	0.000	0.000	0.000	0.000

Controle op in wind uitbuiging van de schoorsteen:

Limiet = $H/50 \Rightarrow 40.000/50 = 800\text{mm}$. in-wind uitbuiging = 225mm \Rightarrow **acceptabel**

Controle op uitbuiging uit Vortex excitatie:

Aanbevolen grenswaarde is $0,1 \times$ schoorsteendiameter (aan de top) = $0,1 \times 1754 = 175\text{ mm}$. Uitbuiging dwars op de windrichting = 13mm \Rightarrow **acceptabel**

Appendix I: Volledige uitvoer Chimney berekening

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

=====
 NB: vloeigrens, vermoeiing, momenten, krachten, etc. zijn ONTWERP waarden!
 =====

HOOFDKENMERKEN VAN DE BEREKENING

Twee of meer vrijstaande of getuide schoorstenen op een rij.
 Berekening met alleen windbelasting.
 Vortex exitatie is berekend m.b.v. benadering 1 (DIN-benadering).
 De schoorstenen zijn uitgerust met een massa-veer-demper.

AFMETINGEN EN MASSA'S VAN DE SCHOORSTEEN

=====
 Hoogte van de schoorsteen : 40.00 m
 Hoogte voet van de schoorsteen boven omgevingsniveau : 0.000 m
 Omgevingshoogte t.o.v. zeeniveau : 4.00 m
 Massa van de schacht : 1.11E+04 kg
 Massa van de isolatie + bekleding : 0.00E+00 kg
 Massa van de extra massa's (ladders, platforms, ringen, flenzen): 3.22E+03 kg
 Massa van de massa-veer-demper : 2.35E+02 kg
 Totale massa van de schoorsteen : 1.46E+04 kg
 Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 1 : 3.76E+03 kg
 Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 2 : 4.63E+03 kg
 Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 3 : 5.13E+03 kg
 Equivalente massa per meter, mode 1 : 3.69E+02 kg/m
 Equivalente massa per meter, mode 2 : 3.67E+02 kg/m
 Equivalente massa per meter, mode 3 : 3.65E+02 kg/m

Ontwerp hoogte (m)	Ext.dia. schacht (m)	Plaat dikte (mm)	Corrosie dikte (mm)	Extra massas (kg)	Windbel. opperv. (m ²)	Staal soort	Vloei grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)
40.000	1.754	6.0	3.0	3.84E+02	0.30	1.0038	189.1	2.07E+05
38.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
37.000	1.754	6.0	3.0	2.05E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
35.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
34.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
32.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
31.000	1.754	6.0	3.0	1.32E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
29.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
28.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
26.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
25.000	1.754	6.0	3.0	1.32E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
23.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
22.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
20.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
19.000	1.754	6.0	3.0	2.41E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
17.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
16.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
14.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
13.000	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
11.500	1.754	6.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
10.000	1.754	6.0	3.0	1.16E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
9.000	1.754	8.0	3.0	9.58E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
7.000	1.754	8.0	3.0	3.19E+01	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
6.000	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05

Blz. 1 van 12

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

Ontwerp hoogte (m)	Ext.dia. schacht (m)	Plaat dikte (mm)	Corrosie dikte (mm)	Extra massas (kg)	Windbel. opperv. (m ²)	Staal soort	Vloei grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)
4.500	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
3.000	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
1.000	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
0.200	1.754	8.0	3.0	1.39E+02	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05
0.000	1.754	8.0	3.0	0.00E+00	0.00	1.0038	189.1	2.07E+05

MATERIAAL

De bouw is overeenkomstig bouwtoerantieklasse : Excellent
 Specifieke massa van het schachtmateriaal : 7850.00 kg/m³
 Typering materiaal buitenwand (m.b.t. ruwheidslengte) : Spuitverf
 Ruwheidslengte van de buitenwand : 2.00E-02 mm
 Ontwerptemperatuur van de schacht : 80.00 °C

VERMOEIINGSDETAILS

Detailcategorie schacht : 71
 Detailcategorie schacht - flenzen of verstevigingsringen : 40
 Detailcategorie schacht - voetplaat : 36
 Vermoeiingsgrens schacht : 12.49 N/mm²
 Vermoeiingsgrens schacht - flenzen of verstevigingsringen : 7.04 N/mm²
 Vermoeiingsgrens schacht - voetplaat : 6.33 N/mm²

VEILIGHEIDSFACTOREN

Betrouwbaarheidsklasse van de schoorsteen : Hoog
 Veiligheidsfactor wind-belasting : 1.60
 Veiligheidsfactor permanente belasting : 1.20
 Veiligheidsfactor vloeigrens : 1.10
 Veiligheidsfactor vermoeiingsbelasting : 1.00
 Veiligheidsfactor vermoeiingsweerstand : 1.15
 Veiligheidsfactor verbindingen : 1.25
 Veiligheidsfactor tuikrachten : 1.50
 Veiligheidsfactor minimale breekkracht tuien : 3.00

STATISCHE WINDBELASTING

Specifieke massa lucht : 1.25 kg/m³
 Gemiddelde windherhalingsperiode : 50.00 jaar
 Windsnelheid is volgens zone : Windzone III
 Referentie windsnelheid op 10m hoogte (10 minuten gemiddeld) : 24.50 m/s
 Verplaatsingshoogte i.v.m. omliggende bebouwing of bossen : 0.000 m
 Windsnelheid (top van de schoorsteen, 10 minuten gemiddeld) : 27.18 m/s
 Damping: Schoorsteen 2 or meer liners met isolatie
 Dampingsdecrement materiaal : 4.00E-02
 Dampingsdecrement aerodynamische damping : 5.90E-02
 Dampingsdecrement geleverd door massa-veer demper : 5.24E-01
 Totaal dampingsdecrement in windrichting (mat. + aerod. + TMD) : 6.23E-01

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

Schoorsteen is over de volle hoogte belast.

Afstand tot nabijgelegen gebouwen of schoorstenen	:	5.00 (a/D)
Terrein categorie II: onbebouwd gebied		
Terreinfoactor, Kr	:	0.209
Terrein ruwheidslengte, Zo	:	2.00E-01 m
Minimum hoogte, Zmin	:	4.00 m
Windrichtingsfactor, Cdir	:	1.00
Seizoensfactor, Cseason	:	1.00
Hoogtefactor, Calt	:	1.00
Topografische structuur	:	Geen
Reynoldsgetal gebaseerd op de pieksnelheid (top)	:	4.84E+06
Weerstandscoefficient (CsCd) op referentie hoogte (0.6H)	:	0.895
Windkrachtfactor (CF) aan de top van de schoorsteen	:	0.556
Winddrukcoëfficiënt (Ce) aan de top van de schoorsteen	:	2.86

DYNAMISCHE WINDBELASTING

De maximale uitbuiging is berekend m.b.v. benadering 1 (DIN-benadering).

De schoorsteen trilt in de eerste mode.

Eerste resonantiefrequentie van de schacht	:	0.657 c/s
Tweede resonantiefrequentie van de schacht	:	3.86 c/s
Derde resonantiefrequentie van de schacht	:	10.90 c/s
Demping: Schoorsteen 2 or meer liners met isolatie		
Dempingsdecrement materiaal	:	4.00E-02
Dempingsdecrement geleverd door massa-veer demper, mode 1	:	5.24E-01
Dempingsdecrement geleverd door massa-veer demper, mode 2	:	0.00E+00
Dempingsdecrement geleverd door massa-veer demper, mode 3	:	0.00E+00
Totaal dempingsdecrement dwars op windricht.(mat. + TMD), mode 1	:	5.64E-01
Totaal dempingsdecrement dwars op windricht.(mat. + TMD), mode 2	:	4.00E-02
Totaal dempingsdecrement dwars op windricht.(mat. + TMD), mode 3	:	4.00E-02
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 1	:	7.23 m/s
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 2	:	42.44 m/s
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 3	:	119.95 m/s
Scrutongetal, mode 1	:	108.35
Scrutongetal, mode 2	:	7.63
Scrutongetal, mode 3	:	7.60
Aantal lastwisselingen in 50. jaar (minimum 1.E+4), mode 1	:	1.87E+08
Kritische windsnelheid voor owalling (r=2)	:	11.12 m/s
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 1	:	8.45E+05
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 2	:	4.96E+06
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 3	:	1.40E+07
Strouhalgetal	:	0.159
Turbulentie intensiteit (top van de schoorsteen)	:	0.189
Mode shape factor, K, mode 1	:	0.125
Mode shape factor, K, mode 2	:	0.124
Mode shape factor, K, mode 3	:	0.119
Factor effectieve correlatielengte, Kw, mode 1	:	0.538
Factor effectieve correlatielengte, Kw, mode 2	:	0.600
Factor effectieve correlatielengte, Kw, mode 3	:	0.600
Lateral force coefficient, Clat, mode 1	:	0.300
Lateral force coefficient, Clat, mode 2	:	0.000
Lateral force coefficient, Clat, mode 3	:	0.000

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

MAXIMUM SPANNINGEN EN BUIGMOMENTEN IN DE WAND

Door in-windbelasting

Gecombineerde trekspanning / vloeigrens	:	0.537
Gecombineerde drukspanning / vloeigrens	:	0.620
Vertikale drukspanning / toelaatbare knikspanning	:	0.876
Gecombineerde verticale en omtrek knikspanningstoestand	:	0.799
Schuifkracht aan de voet	:	4.71E+04 N
Buigmoment aan de voet (incl. tweede orde mom.)	:	1.10E+06 Nm
Tweede orde moment aan de voet	:	1.35E+04 Nm

Door vortex excitatie

Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 1	:	0.488
Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 2	:	0.000
Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 3	:	0.000
Schuifkracht aan de voet	:	1.27E+03 N
Buigmoment aan de voet	:	3.70E+04 Nm

MAXIMUM SPANNING IN VOETPLAAT EN FLENZEN

Door maximum van in-windbelasting en vortex excitatie

Spanning in de voetplaat / vloeigrens	:	0.204
Spanning in de ankerbouten / vloeigrens	:	0.283
Spanning in de flenzen / vloeigrens	:	0.131
Spanning in de flensbouten / vloeigrens	:	0.899

MINERSOM en VERWACHT LEVENSDUUR

Ontwerplevensduur	:	50.00 jaar
Minersom	:	0.00E+00
Verwachte levensduur (Minersom = 1.0; "worst case scenario")	> :	5.00E+01 jaar

Hoogte (m)	Miner	Miner(1)
40.000	0.00E+00	0.00E+00
38.500	0.00E+00	0.00E+00
37.000	0.00E+00	0.00E+00
35.500	0.00E+00	0.00E+00
34.000	0.00E+00	0.00E+00
32.500	0.00E+00	0.00E+00
31.000	0.00E+00	0.00E+00
29.500	0.00E+00	0.00E+00
28.000	0.00E+00	0.00E+00
26.500	0.00E+00	0.00E+00
25.000	0.00E+00	0.00E+00
23.500	0.00E+00	0.00E+00
22.000	0.00E+00	0.00E+00
20.500	0.00E+00	0.00E+00
19.000	0.00E+00	0.00E+00
17.500	0.00E+00	0.00E+00

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

Hoogte (m)	Miner	Miner(1)
16.000	0.00E+00	0.00E+00
14.500	0.00E+00	0.00E+00
13.000	0.00E+00	0.00E+00
11.500	0.00E+00	0.00E+00
10.000	0.00E+00	0.00E+00
9.000	0.00E+00	0.00E+00
7.000	0.00E+00	0.00E+00
6.000	0.00E+00	0.00E+00
4.500	0.00E+00	0.00E+00
3.000	0.00E+00	0.00E+00
1.000	0.00E+00	0.00E+00
0.200	0.00E+00	0.00E+00
0.000	0.00E+00	0.00E+00

SPANNINGEN IN DE WINDRICHTING

Ontwerp hoogte (m)	Schacht ext.dia. (m)	Plaat dikte (mm)	Buig-moment (Nm)	Buigspanning		Normaal spanning (N/mm ²)	Ovalling spanning (N/mm ²)
				trek (N/mm ²)	druk (N/mm ²)		
40.000	1.754	6.0	0.00E+00	0.00	0.44	0.44	7.24
38.500	1.754	6.0	3.21E+03	0.00	1.23	0.79	-1.50
37.000	1.754	6.0	9.83E+03	0.15	2.57	1.21	-0.22
35.500	1.754	6.0	1.99E+04	1.20	4.31	1.55	4.17
34.000	1.754	6.0	3.32E+04	2.71	6.51	1.90	7.80
32.500	1.754	6.0	4.99E+04	4.67	9.16	2.25	9.41
31.000	1.754	6.0	6.98E+04	7.06	12.29	2.62	10.08
29.500	1.754	6.0	9.29E+04	9.91	15.83	2.96	11.61
28.000	1.754	6.0	1.19E+05	13.19	19.81	3.31	12.14
26.500	1.754	6.0	1.49E+05	16.90	24.20	3.65	10.63
25.000	1.754	6.0	1.81E+05	20.99	29.03	4.02	8.22
23.500	1.754	6.0	2.16E+05	25.50	34.24	4.37	6.84
22.000	1.754	6.0	2.55E+05	30.41	39.84	4.71	5.64
20.500	1.754	6.0	2.96E+05	35.71	45.83	5.06	4.67
19.000	1.754	6.0	3.40E+05	41.30	52.32	5.51	5.93
17.500	1.754	6.0	3.87E+05	47.42	59.12	5.85	11.30
16.000	1.754	6.0	4.36E+05	53.99	66.39	6.20	17.36
14.500	1.754	6.0	4.88E+05	61.08	74.16	6.54	21.06
13.000	1.754	6.0	5.43E+05	68.77	82.54	6.89	21.35
11.500	1.754	6.0	5.99E+05	77.18	91.64	7.23	18.96
10.000	1.754	6.0	6.58E+05	86.41	101.60	7.59	16.12
9.000	1.754	8.0	6.99E+05	93.10	108.79	7.84	15.20
7.000	1.754	8.0	7.82E+05	64.96	75.01	5.02	4.61
6.000	1.754	8.0	8.25E+05	69.86	80.20	5.17	3.69
4.500	1.754	8.0	8.91E+05	77.70	88.48	5.39	1.79
3.000	1.754	8.0	9.58E+05	85.94	97.16	5.61	-0.05
1.000	1.754	8.0	1.05E+06	96.77	108.58	5.91	-1.12
0.200	1.754	8.0	1.09E+06	100.64	112.81	6.08	-0.36
0.000	1.754	8.0	1.10E+06	101.56	113.79	6.11	0.00

Blz. 5 van 12

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
Modelcode : EURO (Nederland)
Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

Gecombineerde trek- en drukspanning

Ontwerp hoogte (m)	Schacht ext.dia. (m)	Plaat dikte (mm)	Gecombineerde sp.		Gecomb. trek	Gecomb. druk
			trek (N/mm ²)	druk (N/mm ²)	vloegrens	vloegrens
40.000	1.754	6.0	7.24	7.47	0.038	0.040
38.500	1.754	6.0	1.50	2.37	0.008	0.013
37.000	1.754	6.0	0.33	2.69	0.002	0.014
35.500	1.754	6.0	4.88	7.34	0.026	0.039
34.000	1.754	6.0	9.45	12.41	0.050	0.066
32.500	1.754	6.0	12.42	16.08	0.066	0.085
31.000	1.754	6.0	14.91	19.40	0.079	0.103
29.500	1.754	6.0	18.65	23.86	0.099	0.126
28.000	1.754	6.0	21.94	27.93	0.116	0.148
26.500	1.754	6.0	24.05	30.92	0.127	0.164
25.000	1.754	6.0	26.09	33.90	0.138	0.179
23.500	1.754	6.0	29.52	38.12	0.156	0.202
22.000	1.754	6.0	33.59	42.93	0.178	0.227
20.500	1.754	6.0	38.26	48.33	0.202	0.256
19.000	1.754	6.0	44.57	55.52	0.236	0.294
17.500	1.754	6.0	53.97	65.51	0.285	0.346
16.000	1.754	6.0	64.45	76.56	0.341	0.405
14.500	1.754	6.0	73.89	86.63	0.391	0.458
13.000	1.754	6.0	81.57	95.03	0.431	0.503
11.500	1.754	6.0	88.20	102.44	0.466	0.542
10.000	1.754	6.0	95.50	110.54	0.505	0.585
9.000	1.754	8.0	101.55	117.13	0.537	0.619
7.000	1.754	8.0	67.39	77.41	0.356	0.409
6.000	1.754	8.0	71.78	82.10	0.380	0.434
4.500	1.754	8.0	78.61	89.39	0.416	0.473
3.000	1.754	8.0	85.96	97.18	0.455	0.514
1.000	1.754	8.0	97.34	109.15	0.515	0.577
0.200	1.754	8.0	100.82	112.99	0.533	0.598
0.000	1.754	8.0	101.56	113.79	0.537	0.602

Knikspanning in Verticale Richting en Gecombineerde Spanningstoestand

Ontwerp hoogte (m)	Toelaatb. knikspan. (N/mm ²)	Vertikale druksp. (N/mm ²)	V.druksp.		Gecombineerde spannings-toestand
			-----	Toel.knik	
40.000	118.46	0.44	0.00	0.00	8.72E-05
38.500	118.46	1.23	0.01	0.01	4.09E-04
37.000	118.46	2.57	0.02	0.02	1.38E-03
35.500	118.47	4.31	0.04	0.04	3.55E-03
34.000	118.47	6.51	0.05	0.05	7.25E-03
32.500	118.47	9.16	0.08	0.08	1.28E-02
31.000	118.47	12.30	0.10	0.10	2.10E-02
29.500	118.47	15.86	0.13	0.13	3.22E-02
28.000	118.47	19.86	0.17	0.17	4.72E-02
26.500	118.47	24.31	0.21	0.21	6.63E-02
25.000	118.47	29.22	0.25	0.25	9.05E-02
23.500	118.47	34.53	0.29	0.29	1.20E-01
22.000	118.47	40.26	0.34	0.34	1.57E-01
20.500	118.47	46.39	0.39	0.39	2.00E-01
19.000	118.47	53.01	0.45	0.45	2.51E-01
17.500	116.35	59.86	0.51	0.51	3.22E-01
16.000	116.35	66.98	0.58	0.58	3.91E-01
14.500	116.35	74.30	0.64	0.64	4.67E-01

Blz. 6 van 12

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

Ontwerp hoogte (m)	Toelaatb. knikspan. (N/mm ²)	Vertikale druksp. (N/mm ²)	V.druksp. Toel.knik	Gecombineerde spannings-toestand
13.000	116.35	81.68	0.70	5.49E-01
11.500	116.35	89.00	0.76	6.34E-01
10.000	116.35	96.10	0.83	7.23E-01
9.000	114.91	100.63	0.88	7.98E-01
7.000	138.35	65.62	0.47	2.62E-01
6.000	138.35	67.90	0.49	2.78E-01
4.500	138.35	71.05	0.51	3.02E-01
3.000	138.35	74.06	0.54	3.25E-01
1.000	138.35	78.57	0.57	3.62E-01
0.200	138.35	80.95	0.59	3.81E-01
0.000	138.35	81.61	0.59	3.87E-01

 Knikspanning in Omtrek Richting

Ontwerp hoogte (m)	Toelaatb. knikspan. (N/mm ²)	Omtrek-druksp. (N/mm ²)	O.druksp. Toel.knik	Kritische kniksp. (N/mm ²)	Hoofdwaarde berek.span. (N/mm ²)	Hoofdwaarde Kritische
40.000	7.60	0.00	0.00	11.15	0.00	0.00
38.500	7.60	0.00	0.00	11.15	0.00	0.00
37.000	7.60	0.00	0.00	11.15	0.00	0.00
35.500	3.80	0.00	0.00	5.57	0.00	0.00
34.000	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
32.500	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
31.000	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
29.500	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
28.000	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
26.500	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
25.000	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
23.500	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
22.000	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
20.500	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
19.000	3.80	0.01	0.00	5.57	0.01	0.00
17.500	2.53	0.01	0.00	3.72	0.01	0.00
16.000	2.53	0.02	0.01	3.72	0.02	0.01
14.500	2.53	0.02	0.01	3.72	0.02	0.01
13.000	2.53	0.02	0.01	3.72	0.02	0.01
11.500	2.53	0.02	0.01	3.72	0.02	0.01
10.000	2.53	0.02	0.01	3.72	0.02	0.00
9.000	7.54	0.02	0.00	11.05	0.01	0.00
7.000	4.52	0.01	0.00	6.63	0.01	0.00
6.000	4.52	0.01	0.00	6.63	0.01	0.00
4.500	4.52	0.00	0.00	6.63	0.01	0.00
3.000	4.52	0.00	0.00	6.63	0.01	0.00
1.000	4.52	0.00	0.00	6.63	0.01	0.00
0.200	4.52	0.00	0.00	6.63	0.01	0.00
0.000	4.52	0.00	0.00	6.63	0.01	0.00

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

SPANNINGEN DWARS OP DE WINDRICHTING

Ontwerp hoogte (m)	Ext.dia. schacht (m)	Plaat dikte (mm)	Vermoelingsspanning			----- Buigspanning -----		
			mode 1 (N/mm ²)	mode 2 (N/mm ²)	mode 3 (N/mm ²)	mode 1 (N/mm ²)	mode 2 (N/mm ²)	mode 3 (N/mm ²)
40.000	1.754	6.0	7.04	101.70	101.70	0.00	0.00	0.00
38.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	0.03	0.00	0.00
37.000	1.754	6.0	7.04	101.70	101.70	0.07	0.00	0.00
35.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	0.14	0.00	0.00
34.000	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	0.24	0.00	0.00
32.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	0.34	0.00	0.00
31.000	1.754	6.0	7.04	101.70	101.70	0.47	0.00	0.00
29.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	0.61	0.00	0.00
28.000	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	0.76	0.00	0.00
26.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	0.93	0.00	0.00
25.000	1.754	6.0	7.04	101.70	101.70	1.11	0.00	0.00
23.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	1.30	0.00	0.00
22.000	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	1.51	0.00	0.00
20.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	1.72	0.00	0.00
19.000	1.754	6.0	7.04	101.70	101.70	1.94	0.00	0.00
17.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	2.17	0.00	0.00
16.000	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	2.40	0.00	0.00
14.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	2.64	0.00	0.00
13.000	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	2.88	0.00	0.00
11.500	1.754	6.0	12.49	180.53	180.53	3.13	0.00	0.00
10.000	1.754	6.0	7.04	101.70	101.70	3.39	0.00	0.00
9.000	1.754	8.0	12.49	180.53	180.53	3.56	0.00	0.00
7.000	1.754	8.0	12.49	180.53	180.53	2.35	0.00	0.00
6.000	1.754	8.0	12.49	180.53	180.53	2.45	0.00	0.00
4.500	1.754	8.0	12.49	180.53	180.53	2.61	0.00	0.00
3.000	1.754	8.0	12.49	180.53	180.53	2.76	0.00	0.00
1.000	1.754	8.0	12.49	180.53	180.53	2.97	0.00	0.00
0.200	1.754	8.0	12.49	180.53	180.53	3.06	0.00	0.00
0.000	1.754	8.0	6.33	91.53	91.53	3.08	0.00	0.00

BEWEGINGEN VAN DE SCHACHT

Ontwerp hoogte (m)	Ext.dia. schacht (m)	Plaat dikte (mm)	Uitbuiging in de wind (m)	---- Uitbuiging dwars ---- op de wind		
				mode 1 (m)	mode 2 (m)	mode 3 (m)
40.000	1.754	6.0	0.225	0.013	0.000	0.000
38.500	1.754	6.0	0.214	0.012	0.000	0.000
37.000	1.754	6.0	0.203	0.012	0.000	0.000
35.500	1.754	6.0	0.192	0.011	0.000	0.000
34.000	1.754	6.0	0.181	0.010	0.000	0.000
32.500	1.754	6.0	0.170	0.010	0.000	0.000
31.000	1.754	6.0	0.159	0.009	0.000	0.000
29.500	1.754	6.0	0.148	0.008	0.000	0.000
28.000	1.754	6.0	0.137	0.008	0.000	0.000
26.500	1.754	6.0	0.126	0.007	0.000	0.000
25.000	1.754	6.0	0.115	0.006	0.000	0.000
23.500	1.754	6.0	0.105	0.006	0.000	0.000
22.000	1.754	6.0	0.095	0.005	0.000	0.000
20.500	1.754	6.0	0.085	0.005	0.000	0.000
19.000	1.754	6.0	0.075	0.004	0.000	0.000

Blz. 8 van 12

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

Ontwerp hoogte	Ext.dia. schacht	Plaat dikte	Uitbuiging in de wind	---- Uitbuiging dwars ---- op de wind		
				mode 1	mode 2	mode 3
(m)	(m)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)
17.500	1.754	6.0	0.066	0.004	0.000	0.000
16.000	1.754	6.0	0.057	0.003	0.000	0.000
14.500	1.754	6.0	0.049	0.003	0.000	0.000
13.000	1.754	6.0	0.041	0.002	0.000	0.000
11.500	1.754	6.0	0.034	0.002	0.000	0.000
10.000	1.754	6.0	0.028	0.001	0.000	0.000
9.000	1.754	8.0	0.024	0.001	0.000	0.000
7.000	1.754	8.0	0.017	0.001	0.000	0.000
6.000	1.754	8.0	0.013	0.001	0.000	0.000
4.500	1.754	8.0	0.009	0.000	0.000	0.000
3.000	1.754	8.0	0.005	0.000	0.000	0.000
1.000	1.754	8.0	0.002	0.000	0.000	0.000
0.200	1.754	8.0	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	1.754	8.0	0.000	0.000	0.000	0.000

APPENDAGES

 Isolatie : -
 Liner : x
 Spiralen : -
 Tuidraden : -
 Openingen : x
 Verstevigingsringen : x
 Flenzen : x
 Massa-veer-demper : x

MASSA-VEER-DEMPER

 De demper is uitgerust met schokbrekers.
 Demper is gedimensioneerd voor mode 1.
 Betrouwbaarheidsklasse van de schoorsteen : Hoog
 Eis:uitwijking dwars op de windrichting mode 1 kleiner dan : 0.180 m
 Benodigde TMD dempingsDECREMENT x veiligheidsfactor mode 1 : 5.62E-04
 Benodigde TMD dempingsRATIO x veiligheidsfactor mode 1 : 8.95E-05
 Veiligheidsfactor vereiste extra demping : 1.20
 Montagehoogte van de demper : 40.00 m
 Massa van de demper : 235.00 kg
 Resonantie frequentie van de demper : 0.621 c/s
 DempingsDECREMENT van de demper : 9.34E-01
 DempingsRATIO van de demper : 1.49E-01
 Totale demping van de demper : 2.72E+02 Ns/m
 Demperuitwijking, mode 1. Windkracht gebaseerd op Vcrit(f1) : 37.139 mm
 Lengte van de kabel : 644.564 mm
 De extra demping wordt geleverd voor damper frequenties:
 minimum frequentie : 0.315 c/s
 maximum frequentie : 1.11 c/s

Blz. 9 van 12

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

DempingsDECREMENT geleverd aan de schoorsteen, mode 1 : 5.24E-01
 DempingsDECREMENT geleverd aan de schoorsteen, mode 2 : 0.00E+00
 DempingsDECREMENT geleverd aan de schoorsteen, mode 3 : 0.00E+00
 DempingsRATIO geleverd aan de schoorsteen, mode 1 : 8.34E-02
 DempingsRATIO geleverd aan de schoorsteen, mode 2 : 0.00E+00
 DempingsRATIO geleverd aan de schoorsteen, mode 3 : 0.00E+00

LINER TYPE 1

=====

Aantal toegepast : 1
 Liner is toegepast vanaf : 2.50 m
 tot : 40.00 m
 Externe diameter : 0.654 m
 Dikte linerwand : 3.00 mm
 Specifieke massa linerwand : 7900.00 kg/m³
 Liner isolatie is toegepast vanaf : 2.50 m
 tot : 40.00 m
 Dikte isolatie : 50.00 mm
 Specifieke massa isolatie : 37.00 kg/m³
 Dikte bekleding : 0.000 mm
 Specifieke massa bekleding : 0.000 kg/m³

LINER TYPE 2

=====

Aantal toegepast : 1
 Liner is toegepast vanaf : 6.50 m
 tot : 40.00 m
 Externe diameter : 0.804 m
 Dikte linerwand : 5.00 mm
 Specifieke massa linerwand : 970.00 kg/m³
 Liner isolatie is toegepast vanaf : 0.000 m
 tot : 0.000 m
 Dikte isolatie : 0.000 mm
 Specifieke massa isolatie : 0.000 kg/m³
 Dikte bekleding : 0.000 mm
 Specifieke massa bekleding : 0.000 kg/m³

ROOKGATEN EN VERSTEVIGINGEN

Hoogte (m)	Diameter (m)	Oppervlak verstergingsplaat			Halve openingshoek (graden)
		randen (cm ²)	of randen (cm ²)	+ midden (cm ²)	
7.000	0.800	42.91	17.54	35.07	27.1
1.000	0.750	38.56	16.25	32.50	25.3

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

VERSTEVIJGINGSRINGEN

Ontwerptemperatuur ringen : 80.00 °C
 Grens vermoeiingsspanning bij 2.E6 lastwisselingen : 40.00 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning, mode 1 : 7.04 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning, mode 2 : 101.70 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning, mode 3 : 101.70 N/mm²

Ringgegevens bij invoer

Ring hoogte (m)	Externe diameter (m)	Ring dikte (mm)	Staal soort	Vloei-grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)	Traag. moment (cm ⁴)
40.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	9.66E+01
31.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	1.20E+02
25.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	1.20E+02
10.000	1.915	10.0	1.0038	189.1	2.07E+05	1.20E+02

Ringafstand voor vermijden owalling (trillingsmode n=2)

Ring hoogte (m)	Afstand boven (m)	Afstand onder (m)	Advies statisch (m)	Advies dynamisch (m)
40.000	0.0	3.0	16.8	18.9
31.000	6.0	6.0	16.8	19.3
25.000	6.0	6.0	16.8	19.8
10.000	9.0	10.0	16.8	22.0

FLENZEN

Flenzen zijn zonder schetsplaatjes.
 Ontwerptemperatuur flenzen : 80.00 °C
 Grens vermoeiingsspanning bij 2.E6 lastwisselingen : 40.00 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning, mode 1 : 7.04 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning, mode 2 : 101.70 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning, mode 3 : 101.70 N/mm²

Flensgegevens bij invoer

Flens hoogte (m)	Externe diameter (m)	Flens dikte (mm)	Steek cirkel (m)	Staal soort	Vloei-grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)	Traag. moment (cm ⁴)
37.000	1.915	15.0	1.785	1.0038	189.1	2.07E+05	127.7
19.000	1.915	20.0	1.785	1.0038	189.1	2.07E+05	156.3

Flensafstand voor vermijden owalling (trillingsmode n=2)

Flens hoogte (m)	Afstand boven (m)	Afstand onder (m)	Advies statisch (m)	Advies dynamisch (m)
37.000	3.0	6.0	16.8	19.0
19.000	6.0	9.0	16.8	20.4

Blz. 11 van 12

UITVOERRAPPORT CHIMNEY, 11.6.1

Datum: 28-09-2022

Klant : Sachem
 Projektcode : 18D22
 Modelcode : EURO (Nederland)
 Berekeningsmodel : Ontwerpcontrole berekening
 Bestand : N:\Projecten\BN2022\D22\18D22 - Sachem Europe B.V\Berekeningen\18D22-schoorsteenberekening-Rev0.REP

Flensspanning en minimum flensdikte

Flens hoogte (m)	Dikte (invoer) (mm)	Spanning (N/mm ²)	Minimale dikte (mm)	Spanning toename in wand (N/mm ²)
37.000	15.0	0.2	0.2	0.0
19.000	20.0	24.7	6.8	5.1

Flensbouten (voorspanning 70% vloeigrens)

Flens hoogte (m)	Aantal bouten	Vloei-grens (N/mm ²)	Bout kracht (kN)	Voorspan kracht (kN)	----- Voorspanbouten ----- diameter (mm)	spanning (N/mm ²)	afstand (#d)
37.000	44	720.0	98.9	98.9	16.0	630.1	8.0
19.000	44	720.0	158.6	154.4	20.0	647.2	6.4

VOETPLAAT EN ANKERBOUTEN

 Diameter voetplaat : 1995.00 mm
 Steekcirkel ankerbouten : 1875.00 mm
 Staalsoort van de voetplaat : 1.0038
 Voetplaatconstructie is een dubbele ring met schetsplaatjes.
 Afstand tussen schetsplaatjes (ankerbout centraal) : 153.065 mm
 Hoogte dubbele ring : 200.000 mm
 Vloeigrens voetplaat : 213.64 N/mm²
 Elasticiteitsmodulus voetplaat : 2.10E+05 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning voetplaat bij 2.E6 lastwisselingen : 36.00 N/mm²
 Grens vermoeiingsspanning voetplaat, mode 1 : 6.33 N/mm²
 Stijfheid van de fundering : 5.00E+08 Nm/rad
 Dikte voetplaat opgeven in de invoer : 25.000 mm
 Spanning in de voetplaat : 43.62 N/mm²
 Hoekverdraaiing van de voetplaat : 1.37E-03 rad
 Minimaal vereiste dikte voetplaat (of bovenste ring) : 11.297 mm
 Aantal ankerbouten : 36
 Vloeigrens ankerbouten : 512.00 N/mm²
 Uitwendige diameter ankerbouten opgegeven in de invoer : 30.000 mm
 Belasting ankerbouten : 71.77 kN
 Spanning ankerbouten : 145.04 N/mm²
 Minimaal vereiste kerndiameter ankerbouten : 16.500 mm
 Minimaal vereiste uitwendige diameter ankerbouten : 20.000 mm

OPMERKINGEN

- 1. De externe diameter van de schacht is zonder externe isolatie en/of bekleding.
 2. De plaatdikte is inclusief de corrosiedikte.
 3. De vloeigrens geldt bij de ontwerptemperatuur en is gedeeld door de veiligheidsfactor voor materiaal (ontwerp waarde).
 4. De elasticiteitsmodulus geldt bij de ontwerptemperatuur.
 5. De toegestane knikspanning is gedeeld door de veiligheidsfactor voor materiaal.
 6. De belastingen (en spanningen) zijn vermenigvuldigd met de bijbehorende veiligheidsfactor.
 7. De toegestane (vermoeiings)spanning is gedeeld door de veiligheidsfactor voor materiaal (ontwerp waarde).



B O S NIEUWERKERK

**SCHOORSTEEN
TECHNIEK
...EN MEER**

Hoogeveenenweg 5, 2913 LV Nieuwerkerk a/d IJssel

Postbus 224, NL-2910 AE Nieuwerkerk a/d IJssel

TEL +31(0)180 312388

SITE www.schoorsteen.nl