

Kantelberekening

Inflatable Lampenkap

Project en opdrachtgever

Project: Inflatable Lampenkap
Projectnr: 2429
Versie / datum: 01 / 23-05-2024
Opdrachtgever: Kultlab
Textielweg 15A
3812 RV, Amersfoort
Ingenieur: ir. Ate Snijder
Controle: ir. Peter Eigenraam

ENS engineers

Adres: C. Fockstraat 86
2613 DH Delft
Tel.: +31(6)48462284
Email: a.snijder@ens-engineers.com
Website: www.ens-engineers.com
K.v.K. nr.: 90874781

Copyright ©

Niets uit dit document mag worden gekopieerd en/of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming door ENS engineers of de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

1	Samenvatting.....	4
2	Uitgangspunten.....	5
3	Informatie eigenaar	6
4	Tekeningen constructie.....	7
5	Doorsneden en materialen	8
6	Toelaatbare windsnelheden.....	9
6.1	Limiet waarden in opgeblazen toestand.....	9
6.2	Limiet waarden in leeggelopen toestand.....	9
6.3	Beschrijving.....	9
7	Belastingen	11
7.1	Eigen gewicht	11
7.2	Gebruiksbelasting.....	11
7.3	Sneeuw belasting.....	11
7.4	Wind belasting.....	11
7.4.1	Windsnelheden.....	11
7.4.2	Wind krachtcoëfficiënt (c_f) in opgeblazen toestand	15
7.4.3	Wind krachtcoëfficiënt (c_f) in leeggelopen toestand.....	16
7.4.4	Windbelasting op het object.....	17
8	Belasting combinaties	18
9	Constructieve toets.....	19
9.1	Voorschriften.....	19
9.2	Methode.....	19
10	Toets stabiliteit tegen kantelen	20
10.1	Stabiliserend moment	20
10.2	Toets in opgeblazen toestand	20
10.3	Toets in leeggelopen toestand.....	20

1 Samenvatting

De kantelberekening is uitgevoerd conform van toepassing zijnde normen. Beschreven is bij welke windsnelheid de opblaasbare lampenkap leeg moet worden gelaten (luchtdruk er af en ontluuchtingsgat open) en bij welke windsnelheid de lampenkap neergelegd dient te worden.

Algemene informatie van het object:

Omschrijving	
Afmetingen	Lengte: 2,0 meter Breedte: 2,0 meter Hoogte: 6,00 meter
Bedekking	Doek Propes HS 55121100
Constructie	Een verzwaarde basis met mast met daar omheen een opblaasconstructie (inflatable).
Sneeuwbelasting	Conform NEN-EN 13782 (7.4.3) is er geen rekening gehouden met sneeuwbelasting.
Windbelasting	Er is gerekend met een stuwdruk van $p_w = 0,192 \text{ kN/m}^2$ voor de opgeblazen toestand en $p_w = 0,300 \text{ kN/m}^2$ voor de leeggelopen toestand. Beide op 6 meter hoogte.
Ballast	Het vat is gevuld met water en staat op een voet met diameter van 1,1 meter.

2 Uitgangspunten

- De geometrie van het object is zoals omschreven in de tekeningen in Hfdst. 5.
- De materialen, onderdelen en doorsneden zijn zoals omschreven in de tabel in Hfdst. 6.
- De lucht wordt uit het object gelaten bij windsnelheden hoger dan de limieten omschreven in Hfdst. 7 **opgeblazen toestand**.
- Het object wordt neergelegd bij windsnelheden hoger dan de limieten omschreven in Hfdst. 7 **leeggelopen toestand**

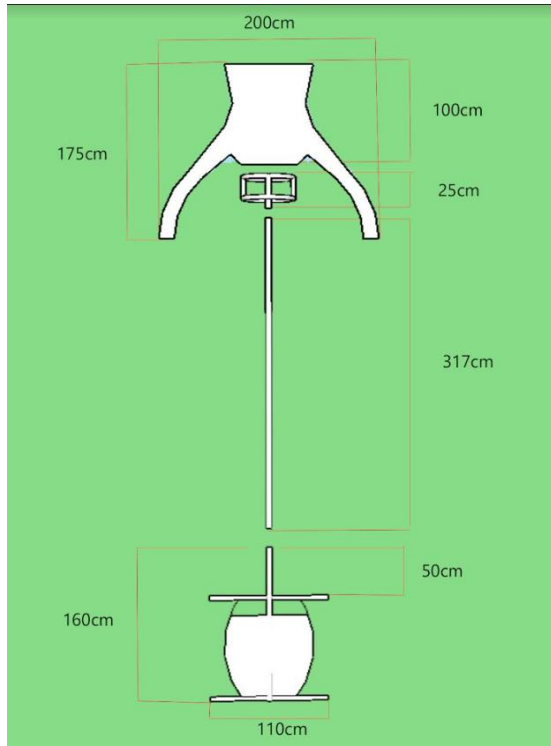
3 Informatie eigenaar

Het object is eigendom van:

Omschrijving	
Naam	Jump verhuur
Adres	Galemaleane 12 8491 BB
Plaats	Akkrum
Contactpersoon	Rik van Raak
Email	info@jumpverhuur
Telefoon	0031 639194959

4 Tekeningen constructie

Lampenkap en de paal zijn opblaasbaar. Binnen het opgeblazen doek is een constructie geplaatst. Zie onderstaande tekening en foto.



Figuur 1 – Aanzicht van het object met maatvoering

5 Doorsneden en materialen

Omschrijving	Materiaal	Afmetingen	Opmerking
Wijnvat statafel	Glasvezelmatten met polyester	110 x 110 x 160 cm	
Frame (rondje):	Aluminium	50 x 50 x 25 cm	
Paal	Aluminium	317 x 5 mm	
Beschermingspijp	PVC	100 x 32 x 32 cm	
Doek	Propes HS55121100		225 gr/m ²

6 Toelaatbare windsnelheden

In overleg met de opdrachtgever is conform de EN13782 een basis stuwdruk aangehouden van 192 N/m² in opgeblazen toestand en 300 N/m² in leeggelopen toestand. Beide op 6 meter hoogte. De berekening van de windsnelheden is beschreven in Hfdst. 8.3.

6.1 Limiet waarden in opgeblazen toestand

Voor windsnelheden **hoger** dan de limiet windsnelheden in onderstaande tabel is de sterkte en/of stabiliteit van de constructie in opgeblazen toestand niet meer gewaarborgd en dient de luchtdruk uit de lamp gelaten te worden.

Limiet windsnelheden:

Omschrijving	Bebouwd NL: cat. III	Onbebouwd NL: cat. II	Zee of kust NL: cat. 0
A Beaufort (indicatief)	6 Bft	6 Bft	5 Bft
B 10 min. gemiddelde windsnelheid	15,6 m/s	14,1 m/s	10,8 m/s
C Piekwindsnelheid (windvlaag)	17,5 m/s	17,5 m/s	17,5 m/s

6.2 Limiet waarden in leeggelopen toestand

Voor windsnelheden **hoger** dan de limiet windsnelheden in onderstaande tabel is de sterkte en/of stabiliteit van de constructie niet meer gewaarborgd en dient de lamp neergelegd te worden.

Limiet windsnelheden:

Omschrijving	Bebouwd NL: cat. III	Onbebouwd NL: cat. II	Zee of kust NL: cat. 0
A Beaufort (indicatief)	7 Bft	7 Bft	6 Bft
B 10 min. gemiddelde windsnelheid	19,5 m/s	17,6 m/s	13,6 m/s
C Piekwindsnelheid (windvlaag)	21,9 m/s	21,9 m/s	21,9 m/s

6.3 Beschrijving

Met terreincategorieën:

Omschrijving	
Bebouwd NL: cat. III	Gebied met regelmatige begroeiing of gebouwen of vrijstaande obstakels met een tussenruimte van ten hoogste 20 obstakelhoogtes (zoals dorpen, voorstedelijk terrein, blijvend bos).
Onbebouwd NL: cat. II	Gebied met lage begroeiing zoals gras en vrijstaande obstakels (bomen, gebouwen) met een tussenruimte van ten minste 20 obstakelhoogtes.
Zee of kust NL: cat. 0	Zee of kustgebied met wind aanstromend over open zee.

Met waarden:

Omschrijving	
A Beaufort (indicatief)	Dit is een indicatieve Beaufort schaal welke hoort bij de 10 minuten gemiddelde windsnelheid. Deze waarde moet afkomstig zijn van het dichtstbijzijnde meteostation.
B 10 min. gemiddelde windsnelheid	10 min gemiddelde windsnelheid op 10 meter hoogte in een open terrein. Deze waarde moet afkomstig zijn van het dichtstbijzijnde meteostation. Deze limietwaarde is de fundamentele basiswindsnelheid $v_{b,0}$, berekend conform de NEN-EN1991-1-4 op basis van de fundamentele stuwdruk in Hfdst. 7.4.
C Piekwindsnelheid (windvlaag)	Windvlaagsnelheid, deze waarde moet gemeten zijn ter plaatse van de tent op 10m hoogte.

De Beaufort schaal:

Kracht	Benaming KNMI	Snelheid [km/u]	Snelheid [m/s]	Beschrijving
0	Stil	0-1	0-0,2	Rook stijgt recht of bijna recht omhoog.
1	Zwak	1-5	0,3-1,5	Windrichting goed af te leiden uit rookpluimen.
2	Zwak	6-11	1,6-3,3	Wind merkbaar in gezicht.
3	Matig	12-19	3,4-5,4	Stof waait op.
4	Matig	20-28	5,5-7,9	Haar in de war, kleding flappert.
5	Vrij krachtig	29-38	8,0-10,7	Opwaaiend stof hinderlijk voor de ogen, gekuifde golven op meren en kanalen en vuilcontainers waaien om.
6	Krachtig	39-49	10,8-13,8	Paraplu's met moeite vast te houden.
7	Hard	50-61	13,9-17,1	Lastig tegen de wind in te lopen of fietsen.
8	Stormachtig	62-74	17,2-20,7	Voortbewegen zeer moeilijk.
9	Storm	75-88	20,8-24,4	Schoorsteenkappen en dakpannen waaien weg, kinderen waaien om.
10	Zware storm	89-102	24,5-28,4	Grote schade aan gebouwen, volwassenen waaien om.
11	Zeer zware storm	103-117	28,5-32,6	Enorme schade aan bossen.
12	Orkaan	>117	>32,6	Verwoestingen.

7 Belastingen

7.1 Eigen gewicht

Het gewicht van de statafel inclusief blad en onderblad, de PVC paal en het vat volledig gevuld met water: 340kg

7.2 Gebruiksbelasting

Leunen of in extreem geval staan op de tafel, levert een kantelmoment van $100 \text{ kg} \cdot 0,6 \text{ m} = 0,6 \text{ kNm}$ op. Dit is significant minder dan het kantelmoment door de windbelasting en wordt als niet relevant beschouwd voor de toets.

7.3 Sneeuw belasting

Conform NEN-EN 13782 (7.4.3) wordt er wordt geen rekening gehouden met sneeuwbelasting.

7.4 Wind belasting

7.4.1 Windsnelheden

In opgeblazen toestand

In overleg met de opdrachtgever is voor de opgeblazen toestand een basis stuwdruk aangehouden van 192 N/m^2 op 6 meter hoogte. De basis windbelasting is conform Hfdst. 4 van de NEN-EN 1991-1-4 omgerekend naar de windsnelheden.

10 min. gemiddelde windsnelheid **bebouwd gebied** NL: cat. III:

Omschrijving	Vergelijking
Terreinfactor Vergelijking 4.5	$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,11}} \right)^{0,07}$ $z_0 = 0,5 \text{ m}$ $z_{0,11} = 0,05 \text{ m}$ $k_r = 0,223$
Ruwheidsfactor Vergelijking 4.4	$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$ $z = 6 \text{ m}$ $c_r = 0,589$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$ $c_0 = 1$
Standaardafwijking van de turbulentie Vergelijking 4.6	$\sigma_v = k_r \cdot v_b$
Turbulentie intensiteit Vergelijking 4.7	$l_v = \frac{\sigma_v}{v_m}$ $l_v = 0,379$
Extreme stuwdruk Vergelijking 4.8	$q_p = (1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2$ Herschrijven geeft de karakteristieke windsnelheid:
Karakteristieke windsnelheid	$v_m = \sqrt{\frac{q_p}{(1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho}}$

	$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
	$v_m = 9,2 \text{ m/s}$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_b = \frac{v_m}{c_r}$
	$v_b = 15,6 \text{ m/s}$

10 min. gemiddelde windsnelheid **onbebouwd** gebied NL: cat. II:

Omschrijving	Vergelijking
Terreinfactor Vergelijking 4.5	$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,11}} \right)^{0,07}$ $z_0 = 0,2 \text{ m}$ $z_{0,11} = 0,05 \text{ m}$ $k_r = 0,209$
Ruwheidsfactor Vergelijking 4.4	$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$ $z = 6 \text{ m}$ $c_r = 0,712$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$ $c_0 = 1$
Standaardafwijking van de turbulentie Vergelijking 4.6	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \sigma$
Turbulentie intensiteit Vergelijking 4.7	$l_v = \frac{\sigma_v}{v_m}$ $l_v = 0,294$
Extreme stuwdruk Vergelijking 4.8	$q_p = (1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2$

Herschrijven geeft de karakteristieke windsnelheid:

Karakteristieke windsnelheid	$v_m = \sqrt{\frac{q_p}{(1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho}}$ $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ $v_m = 10,0 \text{ m/s}$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_b = \frac{v_m}{c_r}$ $v_b = 14,1 \text{ m/s}$

10 min. gemiddelde windsnelheid Zee of **kust gebied** NL: cat. 0:

Omschrijving	Vergelijking
Terreinfactor Vergelijking 4.5	$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,11}} \right)^{0,07}$ $z_0 = 0,005 \text{ m}$ $z_{0,11} = 0,05 \text{ m}$ $k_r = 0,162$
Ruwheidsfactor Vergelijking 4.4	$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$ $z = 6 \text{ m}$ $c_r = 1,147$

Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$ $c_0 = 1$
Standaardafwijking van de turbulentie Vergelijking 4.6	$\sigma_v = k_r \cdot v_b$
Turbulentie intensiteit Vergelijking 4.7	$l_v = \frac{\sigma_v}{v_m}$ $l_v = 0,141$
Extreme stuwdruk Vergelijking 4.8	$q_p = (1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2$ Herschrijven geeft de karakteristieke windsnelheid:
Karakteristieke windsnelheid	$v_m = \sqrt{\frac{q_p}{(1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho}}$ $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ $v_m = 12,4 \text{ m/s}$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_b = \frac{v_m}{c_r}$ $v_b = 10,8 \text{ m/s}$

Piekwindsnelheid:

Omschrijving	Vergelijking
Vergelijking 4.10:	$q = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2$ Herschrijven geeft de piekwindsnelheid:
Oplossen v →	$v = \sqrt{\frac{q_p}{0,5 \cdot \rho}}$ $v = 17,5 \text{ m/s}$

In leeggelopen toestand

In overleg met de opdrachtgever is voor de leeggelopen toestand een basis stuwdruk aangehouden van 300 N/m² op 6 meter hoogte. De basis windbelasting is conform Hfdst. 4 van de NEN-EN 1991-1-4 omgerekend naar de windsnelheden.

10 min. gemiddelde windsnelheid **bebouwd gebied** NL: cat. III:

Omschrijving	Vergelijking
Terreinfactor Vergelijking 4.5	$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,11}}\right)^{0,07}$ $z_0 = 0,5 \text{ m}$ $z_{0,11} = 0,05 \text{ m}$ $k_r = 0,223$
Ruwheidsfactor Vergelijking 4.4	$c_r = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$ $z = 6 \text{ m}$ $c_r = 0,589$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte	$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$

Vergelijking 4.3	$c_0 = 1$
Standaardafwijking van de turbulentie Vergelijking 4.6	$\sigma_v = k_r \cdot v_b$
Turbulentie intensiteit Vergelijking 4.7	$l_v = \frac{\sigma_v}{v_m}$ $l_v = 0,379$
Extreme stuwdruk Vergelijking 4.8	$q_p = (1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2$ Herschrijven geeft de karakteristieke windsnelheid:
Karakteristieke windsnelheid	$v_m = \sqrt{\frac{q_p}{(1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho}}$ $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ $v_m = 11,5 \text{ m/s}$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_b = \frac{v_m}{c_r}$ $v_b = 19,5 \text{ m/s}$

10 min. gemiddelde windsnelheid **onbebouwd** gebied NL: cat. II:

Omschrijving	Vergelijking
Terreinfactor Vergelijking 4.5	$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,11}}\right)^{0,07}$ $z_0 = 0,2 \text{ m}$ $z_{0,11} = 0,05 \text{ m}$ $k_r = 0,209$
Ruwheidsfactor Vergelijking 4.4	$c_r = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$ $z = 6 \text{ m}$ $c_r = 0,712$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$ $c_0 = 1$
Standaardafwijking van de turbulentie Vergelijking 4.6	$\sigma_v = k_r \cdot v_b \sigma$
Turbulentie intensiteit Vergelijking 4.7	$l_v = \frac{\sigma_v}{v_m}$ $l_v = 0,294$
Extreme stuwdruk Vergelijking 4.8	$q_p = (1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2$ Herschrijven geeft de karakteristieke windsnelheid:
Karakteristieke windsnelheid	$v_m = \sqrt{\frac{q_p}{(1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho}}$ $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ $v_m = 17,6 \text{ m/s}$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_b = \frac{v_m}{c_r}$ $v_b = 17,6 \text{ m/s}$

10 min. gemiddelde windsnelheid Zee of **kust gebied** NL: cat. 0:

Omschrijving	Vergelijking
Terreinfactor Vergelijking 4.5	$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,11}} \right)^{0,07}$ $z_0 = 0,005 \text{ m}$ $z_{0,11} = 0,05 \text{ m}$ $k_r = 0,162$
Ruwheidsfactor Vergelijking 4.4	$c_r = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)$ $z = 6 \text{ m}$ $c_r = 1,147$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_m = c_r \cdot c_0 \cdot v_b$ $c_0 = 1$
Standaardafwijking van de turbulentie Vergelijking 4.6	$\sigma_v = k_r \cdot v_b$
Turbulentie intensiteit Vergelijking 4.7	$l_v = \frac{\sigma_v}{v_m}$ $l_v = 0,141$
Extreme stuwdruk Vergelijking 4.8	$q_p = (1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2$ Herschrijven geeft de karakteristieke windsnelheid:
Karakteristieke windsnelheid	$v_m = \sqrt{\frac{q_p}{(1 + 7 \cdot l_v) \cdot 0,5 \cdot \rho}}$ $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ $v_m = 15,5 \text{ m/s}$
Gemiddelde windsnelheid op hoogte Vergelijking 4.3	$v_b = \frac{v_m}{c_r}$ $v_b = 13,6 \text{ m/s}$

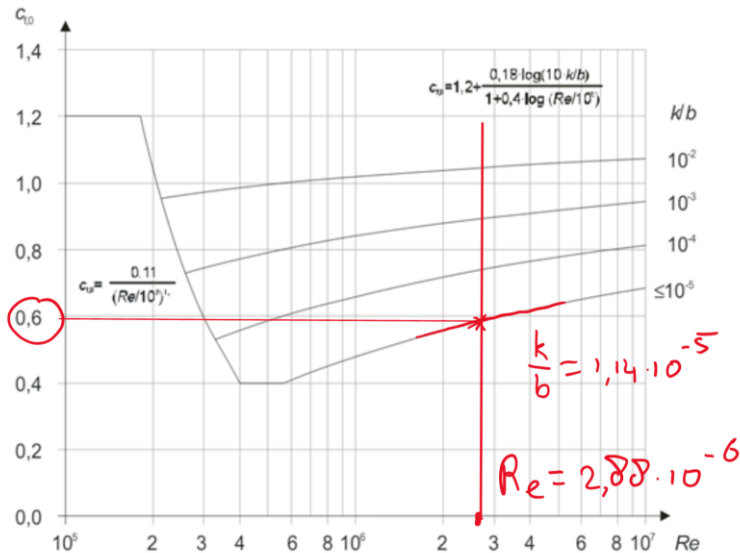
Piekwindsnelheid:

Omschrijving	Vergelijking
Vergelijking 4.10: Herschrijven geeft de piekwindsnelheid:	$q = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2$
Oplossen v →	$v = \sqrt{\frac{q_p}{0,5 \cdot \rho}}$ $v = 21,9 \text{ m/s}$

7.4.2 Wind krachtcoëfficiënt (c_f) in opgeblazen toestand

De coëfficiënten voor de cilindervormige delen zijn bepaald met NEN-EN 1991-1-4 artikel 7.9.2., zie Figuur 2.

De ruwheidshoogte * k van het membraan materiaal is aangenomen op 0,02 mm (equivalent van gespoten verflaag in NEN-EN 1991-1-4 tabel 7.13).



Figuur 2 - C_p factoren

Lampenkap

De diameter: $b = 1,75$ meter

De piekwind snelheid op hoogte z : $v_{ze} = 24,7$ m/s

De kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$ m²/s

Het Reynoldsgetal is: $Re = b \cdot v_{ze} / \nu = 1,75 \cdot 24,7 / 15 \cdot 10^{-6} = 2,88 \cdot 10^6$

De verhouding $k/b = 0,02 / 1750 = 1,14 \cdot 10^{-5}$

De krachtcoëfficiënt $C_{f,0} = 0,6$

Staander

De diameter: $b = 0,53$ meter

De piekwind snelheid op hoogte z : $v_{ze} = 24,7$ m/s

De kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$ m²/s

Het Reynoldsgetal is: $Re = b \cdot v_{ze} / \nu = 0,53 \cdot 24,7 / 15 \cdot 10^{-6} = 8,73 \cdot 10^6$

De verhouding $k/b = 0,02 / 530 = 3,77 \cdot 10^{-5}$

De krachtcoëfficiënt $C_{f,0} = 0,7$

Vat

De ruwheidshoogte k van hout is aangenomen op 0,5 mm conform NEN-EN 1991-1-4 tabel 7.13.

De diameter: $b = 1,10$ meter

De piekwind snelheid op hoogte z : $v_{ze} = 24,7$ m/s

De kinematische viscositeit van de lucht $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$ m²/s

Het Reynoldsgetal is: $Re = b \cdot v_{ze} / \nu = 1,10 \cdot 24,7 / 15 \cdot 10^{-6} = 1,81 \cdot 10^6$

De verhouding $k/b = 0,5 / 1100 = 4,55 \cdot 10^{-4}$

De krachtcoëfficiënt $C_{f,0} = 0,6$

7.4.3 Wind krachtcoëfficiënt (c_f) in leeggelopen toestand

Het doek zal als een vlag aan de staaf nog steeds onderhevig zijn aan windbelasting. De coëfficiënten zijn bepaald met NEN-EN 1991-1-4 artikel 7.12.

Lampenkap

De massa van het doek $m_f = 0,225 \text{ kg/m}^2$

De dichtheid van de lucht $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

De hoogte van de kap $h = 1,75 \text{ m}$

Het referentie oppervlak van de kap (als vlag) is $1,5 \cdot 1,75 = 2,63 \text{ m}^2$

De krachtcoëfficiënt $C_f = 0,02 + 0,7 \cdot (m_f / (\rho \cdot h)) \cdot (A_{ref}/h^2)^{-1,25} = 0,111$

Staander

Voor de staander is conservatief met dezelfde krachtcoëfficiënten gerekend omdat de vermindering van de krachtcoëfficiënt geen significant effect heeft op de kantelberekening.

Vat

De krachtcoëfficiënt voor het vat is onveranderd.

7.4.4 Windbelasting op het object

De windbelasting is bepaald als het product van de piekwindbelasting en de krachtcoëfficiënt.

Opgeblazen:

Omschrijving	c_p	$q_p [\text{kN/m}^2]$	$w_e [\text{kN/m}^2]$
Kap	0,6	0,192	0,115
Staander	0,7	0,192	0,134
Vat	0,6	0,192	0,115

Leeggelopen:

Omschrijving	c_p	$q_p [\text{kN/m}^2]$	$w_e [\text{kN/m}^2]$
Kap	0,111	0,300	0,033
Staander	0,7	0,300	0,210
Vat	0,6	0,300	0,180

8 Belasting combinaties

De combinaties en veiligheidsfactoren zijn gebaseerd op de NEN-EN 13782 artikel 7.5:

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_F \cdot Q_{k,1}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \sum \gamma_F \cdot Q_{k,i}$$

Belasting combinaties:

Beschrijving	γ_G Blijvende belastingen		γ_Q Veranderlijke belastingen	
	<i>Ongunstig</i>	<i>Gunstig</i>	<i>Overheersend</i>	<i>Gecombineerd</i>
Fundamentele grenstoestand	1,35	1,00	1,50	1,35
Stabiliteit tegen kantelen, schuiven en liften	1,10	1,00	1,20	-

Alleen een kantelberekening is beschouwd:

	BC	G	Wind
Stabiliteit	1	1,00	1,20

9 Constructieve toets

9.1 Voorschriften

De kantelberekening is volgens de NEN-EN 13782 uitgevoerd. Toegepaste normen (inclusief nationale bijlagen):

Basis:

NEN-EN 1990-serie (Eurocode 0): Grondslagen

NEN-EN 1991-serie (Eurocode 1): Belastingen op constructies

Tentconstructies:

NEN-EN 13782: (fire) safety of tents

9.2 Methode

Stabiliteit tegen kantelen, schuiven en liften

De resultante per oppervlak is bepaald. Het momenten evenwicht is gecontroleerd. De berekening is apart uitgevoerd voor de opgeblazen en leeggelopen variant.

10 Toets stabiliteit tegen kantelen

Kantelen wordt gecontroleerd met NEN-EN 13782 vergelijking 4.

10.1 Stabiliserend moment

Het gewicht van de constructie is gegeven in hoofdstuk 7:

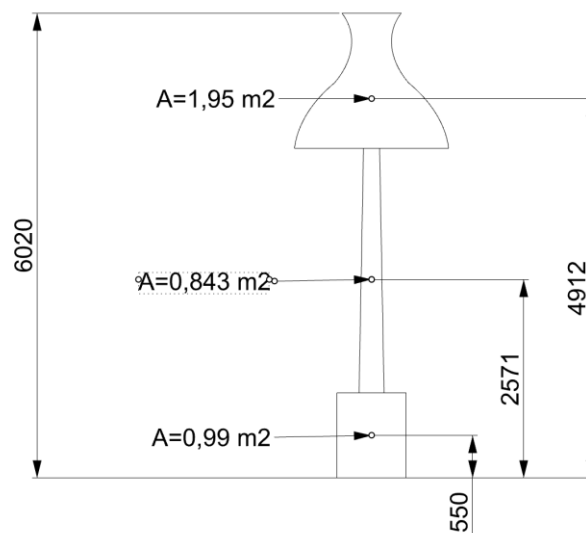
Gewicht inclusief ballast is $340 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10^{-3} = 3,335 \text{ kN}$

De basis is 1,10 meter breed en het zwaartepunt bevindt zich in het midden.

De rekenwaarde van het stabiliserend moment $M_R = \gamma \cdot G \cdot L_H = 1,0 \cdot 3,335 \cdot 0,55 = 1,83 \text{ kNm}$

10.2 Toets in opgeblazen toestand

Het zwaartepunt, waar de resultanten aangrijpen, bevindt zich zoals aangegeven in Figuur 3.



Figuur 3 - Afstanden tot zwaartepunt

Kantelmoment

De moment bijdrage per onderdeel $M_i = A_i \cdot w_{E,i} \cdot L_i$

Kap: $1,95 \cdot 0,115 \cdot 4,912 = 1,102 \text{ kNm}$

Staander: $0,843 \cdot 0,134 \cdot 2,571 = 0,29 \text{ kNm}$

Vat: $0,99 \cdot 0,115 \cdot 0,550 = 0,063 \text{ kNm}$

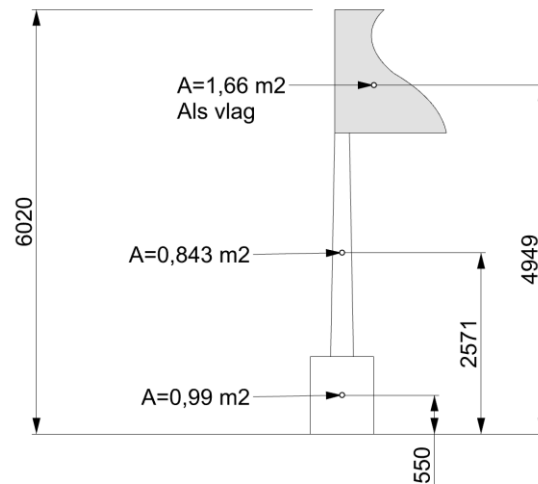
Som van de momenten = 1,455 kNm

Rekenwaarde van het kantelmoment $\gamma \cdot m = 1,20 \cdot 1,455 = 1,75 \text{ kNm}$

U.C. = $1,75 / 1,83 = 0,95 < 1,00$ Dit voldoet.

10.3 Toets in leeggelopen toestand

Na leeglopen flappert het doek als een vlag aan de mast. Het zwaartepunt, waar de resultanten aangrijpen, bevindt zich zoals aangegeven in Figuur 3.



Figuur 4 - Afstanden tot zwaartepunt

Kantelmoment

De moment bijdrage per onderdeel $M_i = A_i \cdot w_{E,i} \cdot L_i$

Kap: $1,66 \cdot 0,033 \cdot 4,949 = 0,27 \text{ kNm}$

Stander: $0,843 \cdot 0,210 \cdot 2,571 = 0,455 \text{ kNm}$

Vat: $0,99 \cdot 0,180 \cdot 0,550 = 0,098 \text{ kNm}$

Som van de momenten = $0,824 \text{ kNm}$

Rekenwaarde van het kantelmoment $y \cdot m = 1,20 \cdot 0,824 = 0,99 \text{ kNm}$

U.C. = $0,99 / 1,83 = 0,54 < 1,00$ Dit voldoet.