statischeberekening.nl

● VOORBEELD — geen geldige berekening

bij levering goedgekeurd door de constructeur

1. Dynamische wind: $C_S \cdot C_D$, piekversnelling, wervelafschudding

VOORBEELDBEREKENING MET FICTIEVE WAARDEN — geen geldige berekening voor een echte situatie; elke geleverde berekening wordt door de constructeur gecontroleerd en goedgekeurd.

Toepassing: (NEN-EN 1991-1-4) — voorbeeld met fictieve waarden

Aannames

- **Windklimaat:** windgebied III, terrein bebouwd (z0 = 0,500 m, z_{min} = 7 m). v_m en I_v uit de q_p-tabel van alle windberekeningen (windbelasting.windprofiel: $I_v = 1/\ln(z/z0)$, $v_m = \sqrt{(2 \cdot q_p/(rho \cdot (1 + 7 \cdot I_v)))}$, rho = 1,25 kg/m³). Op $z_s = 0{,}6 \cdot h$ = 24,0 m (fig. 6.1a): q_p 0,788 kN/m², v_m 21,19 m/s, I_v 0,2583; $L(z_s) = 300 \cdot (z_s/200)^{(0{,}67 + 0{,}05 \cdot \ln z0)}$ = 78,0 m (B.1). Eén windrichting: de wind loodrecht op b; voor de andere richting de tool opnieuw met b en d verwisseld en de eigenfrequentie in die richting.
- **Constructie:** h = 40,00 m, b = 1,200 m, d = 1,200 m, m_e = 500 kg/m (F.4: bij een wisselende massa het gemiddelde over het bovenste derde), n1 = 1,000 Hz langs de wind (uit het model, bv. de eigenfrequenties van frame3d of fem3d), trillingsvorm parabolisch (toren, schoorsteen, mast; zeta 2).
- **Demping (F.15):** delta = δ_s 0,012 (tab. F.2: gelaste stalen schoorsteen zonder voering en zonder isolatie; benaderingswaarde, NL NB niet geverifieerd) + δ_a 0,0254 (F.18: $c_f \cdot rho \cdot b \cdot v_m/(2 \cdot n1 \cdot m_e)$, c_f = 0,80) + δ_d 0,000 = 0,0374.
- **Constructiefactor met BIJLAGE C (procedure 2:** in Nederland de voorgeschreven procedure volgens twee NL-rekenbladen, NB-tekst niet ingezien): $f_L = n1 \cdot L/v_m$ = 3,681, S_L = 0,0569 (B.2); B^2 = 0,565 (C.1); φ_y = 0,651, φ_z = 21,710, K_s = 0,1395 (C.3, G_y = 1/2, G_z = 0,278); $R^2 = pi^2/(2 \cdot delta) \cdot S_L \cdot K_s$ = 1,047 (C.2); nu = 0,806 Hz (B.5), k_p = 3,687 (B.4) → c_s = 0,840, c_d = 1,449, $c_s \cdot c_d$ = 1,217 (6.1). Voorwaarde 6.3.1(2)P: de vorm van fig. 6.1 en alleen de eerste buigvorm langs de wind (één teken) telt.
- Piekversnelling in de top (C.4, K_y = 1, K_z = 1,667, $\mu_{ref} = m_e/b$ = 416,7 kg/m², k_p = 3,745 met nu = n1): karakteristiek (v_m 50 jaar) σ_a = 0,4747 m/s2, a_{piek} = 1,777 m/s2; bij een herhalingstijd van 1 jaar (c_{prob} = 0,749, (4.2) met K = 0,2 en n = 0,5: aanbevolen waarden, NL NB niet geverifieerd) v_m = 15,88 m/s, R^2 = 0,806, a_{piek} = 0,876 m/s2.
- WERVELAFSCHUDDING TREEDT OP (bijlage E, benadering 1 E.1.5.2): $v_{crit} = b \cdot n1,y/St$ = 6,67 m/s ≤ $1{,}25 \cdot v_m(h)$ = 29,92 m/s (n1,y = 1,000 Hz, gelijk aan n1 aangenomen, St = 0,180). $Sc = 2 \cdot \delta_s \cdot m_e/(rho \cdot b^2)$ = 6,67 (E.4); $Re = b \cdot v_crit/nu = 5{,}33 \cdot 10^{\wedge}5$ (E.5) → $c_{lat,0}$ = 0,200 (fig. E.2); c_{lat} = 0,200 (tab. E.3, v_m in het midden van L_j); L_j = 7,20 m (tab. E.4), K_w = 0,4486 (E.8), K = 0,1326 (E.9, zeta 2) → $y_{F,max} = b \cdot K \cdot K_w \cdot c_lat/(St^2 \cdot Sc)$ = 66,1 mm (y/b = 0,0551, E.7). Traagheidskracht $F_w(s) = m \cdot (2 \cdot pi \cdot n1,y)^2 \cdot Phi(s) \cdot y_{F,max}$ = 1,305 kN/m in de top, naar beneden met $(z/h)^2$ (E.6); $N = 2{,}68 \cdot 10^{\wedge}8$ wisselingen in 50 jaar (E.10, eps0 = 0,3, $v0 = 0{,}2 \cdot v_m(h)$; ondergrens 10^4 aanbevolen, NL NB niet geverifieerd).
- **NIET BESCHOUWD:** het comfort (de versnelling in de top) — er is geen grens opgegeven. AANDACHTSPUNT constructeur: verblijven er mensen, geef dan de grens uit de NB-grafiek bij n1 (wonen of werken; die grens geldt eens per jaar, dus herhalingstijd 1 jaar).
- **NIET BESCHOUWD:** wat de dwarstrilling door wervels met de sterkte en de vermoeiing van de constructie doet. AANDACHTSPUNT constructeur: zet $F_w(s)$ als statische dwarslast in het model (fem3d of frame3d) en toets de vermoeiing met het aantal wisselingen N (tool vermoeiing); verlaag de amplitude zo nodig met demping of spiraalstrips (E. 1.6).

VOORBEELD

- **NIET BESCHOUWD:** galloping, interferentie, divergentie en flutter (E.2-E.4), het ovaliseren van een dunwandige schaal, cilinders in een rij of groep (E.1.5.2.7), benadering 2 (E.1.5.3) en de zogturbulentie van een naburige constructie (6.3.3). AANDACHTSPUNT constructeur: beoordeel die bij een lichte of rechthoekige doorsnede, een groep schoorstenen of een hoger buurgebouw; de NL-keuze tussen de benaderingen van E.1.5 is niet ingezien.

Toetsing

$c_s \cdot c_d$ = 1,217 (c_s 0,840, c_d 1,449; B^2 0,565, R^2 1,047, k_p 3,69; demping delta 0,037).

Toets	Optredend	Weerstand / grens / methode	UC	Oordeel
Wervelafschudding (bijlage E)	$y_{F,max}$ 66,1 mm	v_{crit} 6,67 m/s		zie aannames

Resultaat: bepaald — geen toets in dit onderdeel VOLDOET

Aandachtspunten

Onderwerp	Te bevestigen bij de goedkeuring
Aandachtspunt	De oplegging en de aansluiting van dit onderdeel op de ondersteunende constructie zijn in deze berekening niet getoetst; controleer ze bij de uitvoering.

VOORBEELD