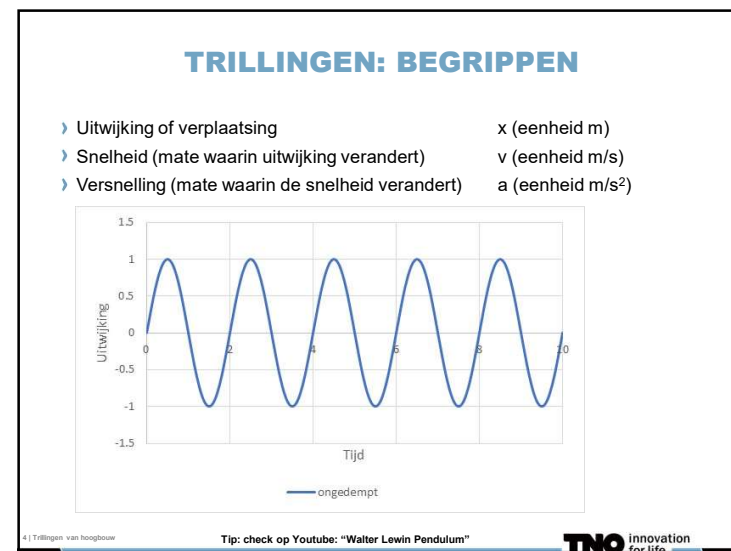
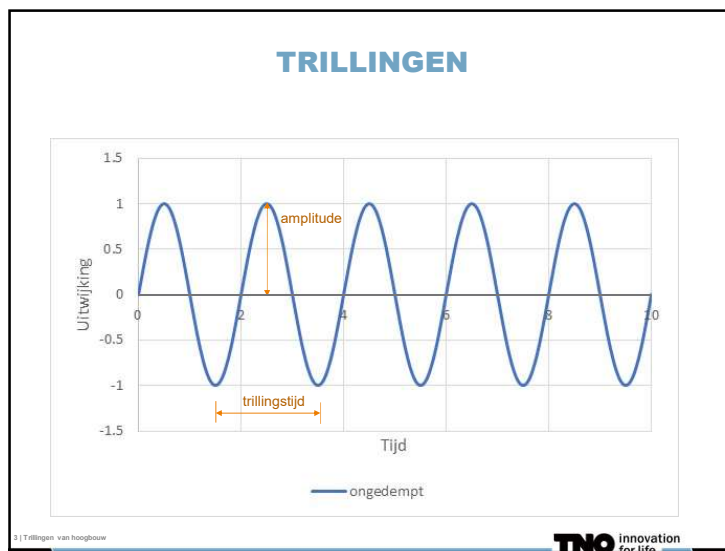
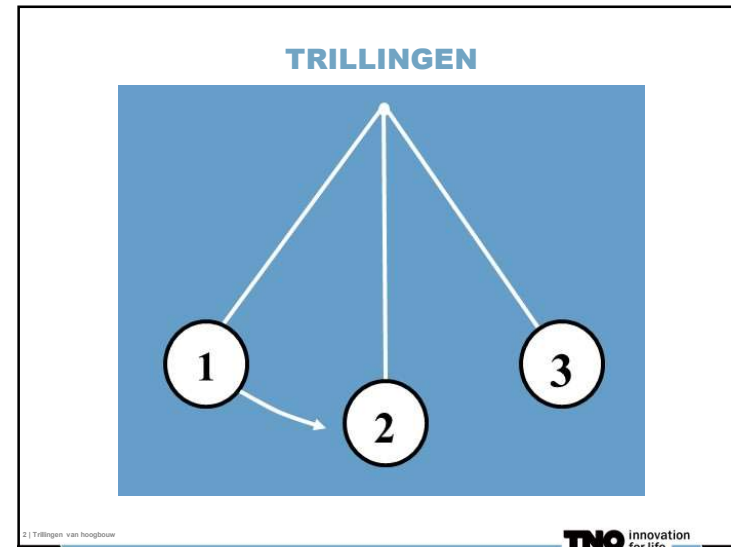
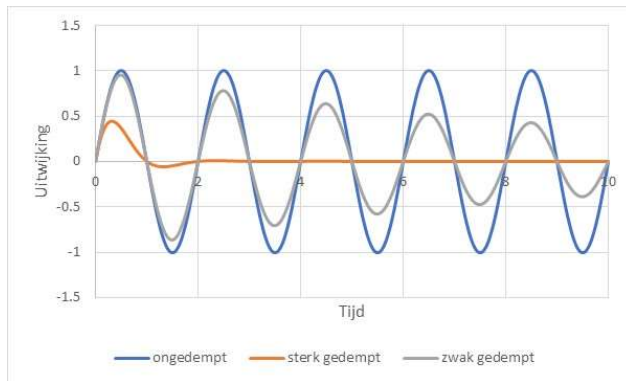




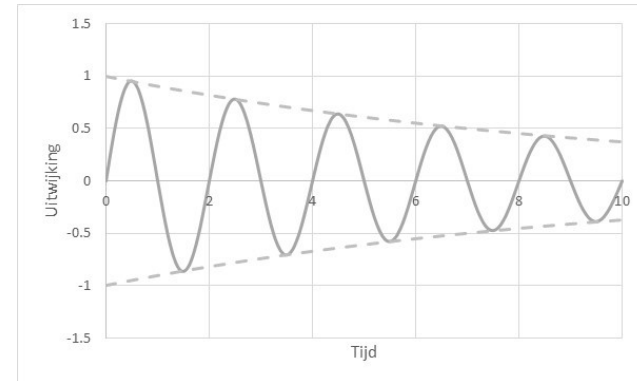
TRILLINGEN, DEMPING



5 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

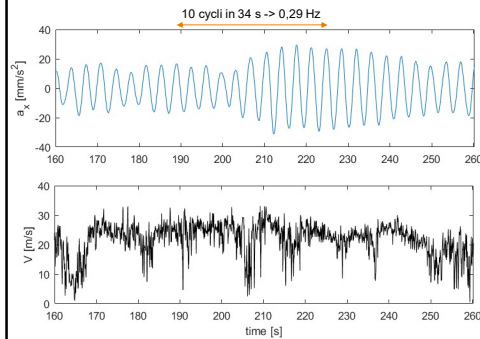
TRILLINGEN, DEMPING



6 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

TRILLINGEN DOOR WIND



7 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

TOETS OP WINDTRILLINGEN

› Toets op sterkte is verplicht (Bouwbesluit)

› NEN-EN 1990 serie

› Statische berekening met dynamische correctie

$$c_d c_d = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 I_v(z_s)}$$

› Toets op trillingsniveaus (private afspraak)

› Maximale versnelling in 1 jaar

$$\hat{a} = k_p \cdot \sigma_a$$

› Rekenmodel NEN-EN 1991-1-4

$$\sigma_{a,x}(y,z) = c_f \cdot \rho \cdot I_v(z_s) \cdot v_m^2(z_s) \cdot R \cdot \frac{K_y \cdot K_z}{\mu_{ref}} \cdot \frac{\Phi(y,z)}{\Phi_{max}}$$

› Criteria: NEN-EN 1990

Maar.... Ook rekenmodel in NEN-EN 1990

(uit NEN 6702)

$$a_{wind} = 1,6 \times \frac{\rho_z \rho_{vib} c_{pe} b_m}{\rho_l}$$

› Nodig Eigenfrequentie en Damping (dynamische gebouweigenschappen)

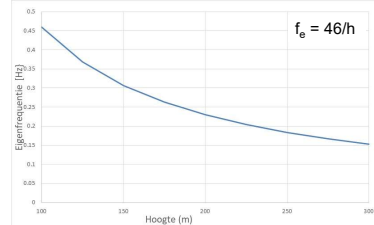
8 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

DYNAMISCHE EIGENSCHAPPEN

NEN-EN 1991-1-4

Constructietype	Constructieve demping δ
Gebouwen van gewapend beton	0,10
Stalen gebouwen	0,05



NEN-EN 1990/NB

D is de dempingsmaat van het gebouw

$= 0,01$ voor $m_{1,x} \leq 1 \text{ Hz}$;
 $= m_{1,x}/100$ voor $1 \text{ Hz} < m_{1,x} < 2 \text{ Hz}$;
 $= 0,02$ voor $m_{1,x} \geq 2 \text{ Hz}$;

$$\delta = 2 \pi D \text{ (factor 6 !)}$$

$$n_{1,x} = f_e = (1+20/h) \times 46/h$$

NEN 6702

De eigenfrequentie mag als volgt zijn bepaald:

$$f_e = \sqrt{\frac{g}{\delta}}$$

waarin:

f_e is de eerste eigenfrequentie van de cons

9 | Trillingen van hoogbouw

Meer achtergronden: Cursus Windbelastingen (www.bouwenmetstaal.nl)TNO innovation
for life

WINDTRILLINGEN; VERGELIJKING

- Woonstoren New Orleans Rotterdam
- H x B x D: 155 x 29 x 29
- Massa: 500 kg/m³
- Betonnen draagconstructie

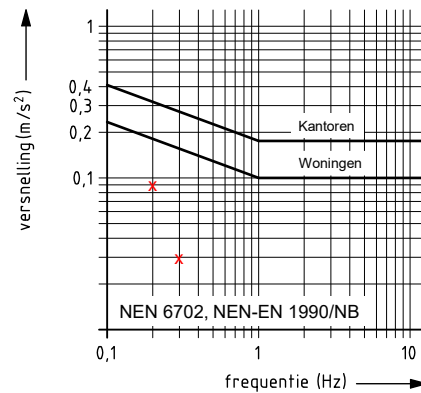
	NEN-EN 1991-1-4	NEN 6702	Meting
Eigenfrequentie [Hz]	0,30	0,19	0,28 / 0,29
Demping $[\delta]$	0,10	0,06	0,06 – 0,09
$a_{\max}$ [m/s ²]	0,03	0,09	0,03



99 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

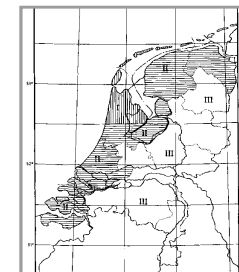
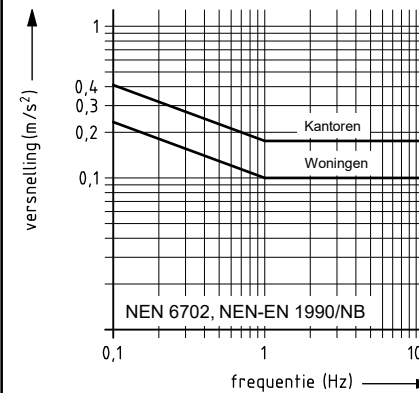
WINDTRILLINGEN; CRITERIA



11 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

WINDTRILLINGEN; TOETSING

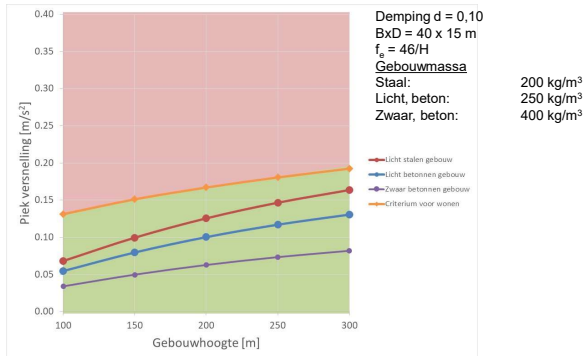


Windgebied	v_b [m/s]
I	22.1 Bft 9
II	19.4 Bft 8
III	16.9 Bft 7

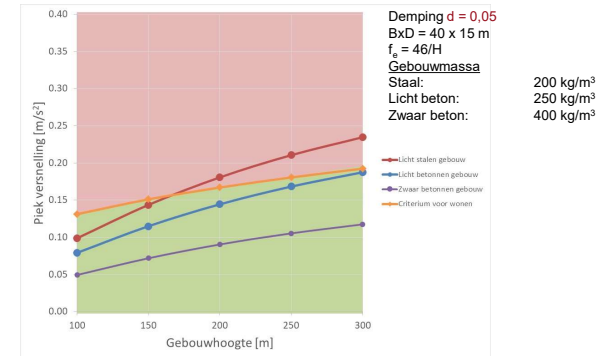
52 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

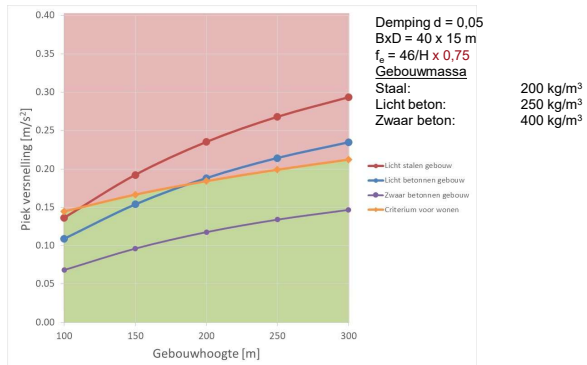
TRILLINGEN VERSUS CRITERIA

TNO innovation
for life

TRILLINGEN VERSUS CRITERIA

TNO innovation
for life

TRILLINGEN VERSUS CRITERIA

TNO innovation
for life

TOT SLOT

- › Trillingen in hoogbouw ontwerpcriterium
- › Geen Bouwbesluit toets op hinder
- › Methoden in normen verschillen:
 - › Definities
 - › Uitgangspunten
 - › Uitkomsten
- › Dynamische eigenschappen
 - › Damping
 - › Eigenfrequentie
 - › Massa



96 | Trillingen van hoogbouw

TNO innovation
for life

