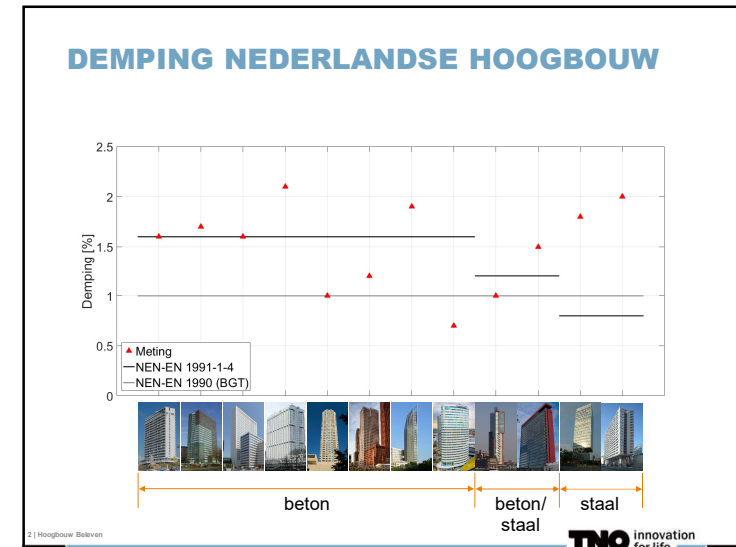




TNO ONDERZOEK 2012-2018

- Doel: Modellen voor demping in (slanke) hoogbouw.
- Financiering door bedrijfsleven en TNO
- Experimenteel en numeriek onderzoek
- Samenwerking met universiteiten
 - PhD (Sergio Sanchez Gomez)
 - 5 MSc (Sara van Dijk, Mihai Ion Badila, Cynthia Meiring, Ikram Talib en Yosua Djapara)
 - 16 publicaties

zonneveld ingenieurs
FUGRO
Betonvereniging
ArcelorMittal
staal met
hurks
Ballast Nedam
Subsea Deck

TNO innovation for life

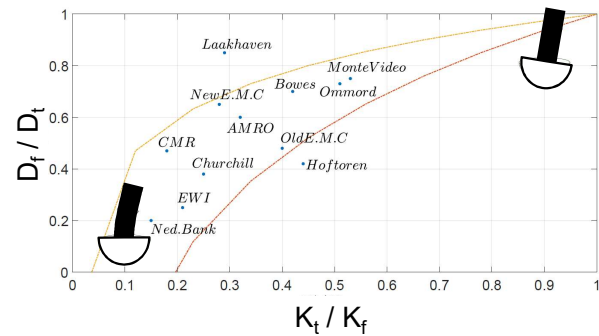
INHOUD

- Invloed van de fundering
- Dempingsmodel 1.0
 - Casus
 - Palenplan
 - Amplitude afhankelijkheid demping
 - Conclusie

x
 $w(x,t)$
 H
 C_b
 $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial w}{\partial t} \right)$
 M_d
 K_{xx}
 C_{xx}
 u_{xx}
 $K_{\theta\theta}$
 $C_{\theta\theta}$
 $\varphi_{\theta\theta}$
 z

TNO innovation for life

INVLOED VAN DE FUNDERING

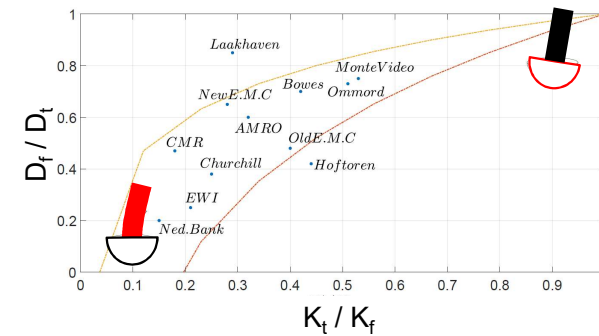


Bron: S.S. Gomez (te publiceren), Identification of damping in high rise buildings, PhD thesis.

5 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation for life

DEMPINGSAANDEEL FUNDERING

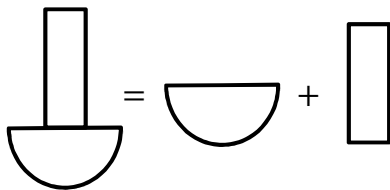


6 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation for life

DEMPINGSMODEL 1.0

$$D_t = D_f + D_g$$



7 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation for life

DEMPINGSMODEL 1.0

$$D_t = D_f + \frac{1}{(\tilde{T}/T)^3} D_g$$

Bron: NIST (2012), Soil-structure interaction for building systems, U.S. Department of Commerce.

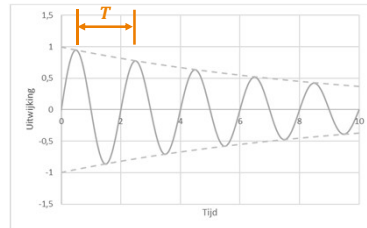
8 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation for life

TRILLINGSPERIODE GEBOUW

$$D_t = D_f + \frac{1}{(\tilde{T}/T)^3} D_g$$

› Stap 1: Berekening trillingsperiode $T = 1/f$

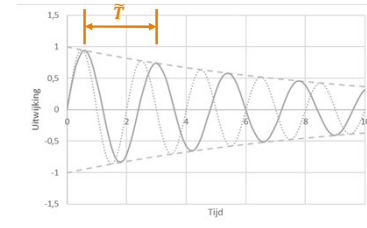
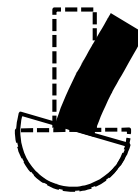


9 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life**TRILLINGSPERIODE GEBOUW EN FUNDERING**

$$D_t = D_f + \frac{1}{(\tilde{T}/T)^3} D_g$$

› Stap 2: Berekening trillingsperiode $\tilde{T}$



10 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life**GEBOUWDEMPING**

$$D_t = D_f + \frac{1}{(\tilde{T}/T)^3} D_g$$

› Stap 3: Berekening gebouwdemping D_g

$$D_g = \frac{1}{T} + 0,15$$

Bron: A.P. Jeary (1997), Designer's guide to the dynamic response of structures.

11 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life**FUNDERINGSDEMPING**

$$D_t = D_f + \frac{1}{(\tilde{T}/T)^3} D_g$$

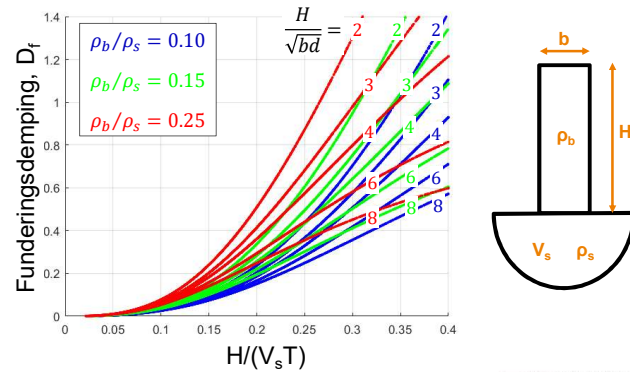
› Stap 4: Bepaling funderingsdemping D_f

12 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

FUNDERINGSDEMPING

Stap 4: Bepaling funderingsdemping D_f



13 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

CASUS WOONTOREN

- Woonoren New Orleans Rotterdam (gemeten demping 0,8% – 1,0%)
- $H \times b \times d$: 155 m x 29 m x 29 m
- ρ_b : 500 kg/m³
- ρ_s : 1955 kg/m³
- V_s : 325 m/s



Parameter	NEN-EN 1990 (ontwerp)
f_e	0,19 Hz
D_g	0,28 %
D_f	0,07 %
D_t	0,34 %

14 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

CASUS WOONTOREN

- Woonoren New Orleans Rotterdam (exp. f_e = 0,28 en D_t = 0,8% – 1,0%)
- $H \times b \times d$: 155 m x 29 m x 29 m
- ρ_b : 500 kg/m³
- ρ_s : 1955 kg/m³
- V_s : 325 m/s

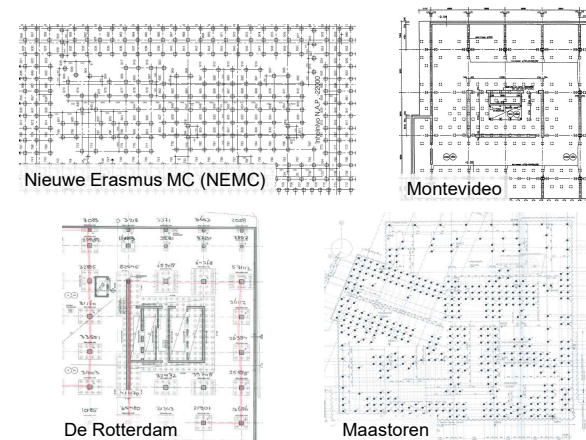


Parameter	NEN-EN 1990 (ontwerp)	NEN-EN 1991-1-4
f_e	0,19 Hz	0,30 Hz
D_g	0,28 %	0,28 %
D_f	0,07 %	0,36 %
D_t	0,34 %	0,64 %

15 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

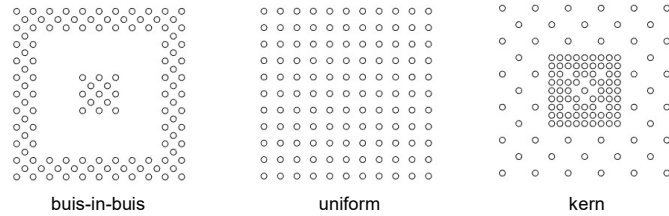
INVLOED PALENPLAN OP DEMPING



16 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

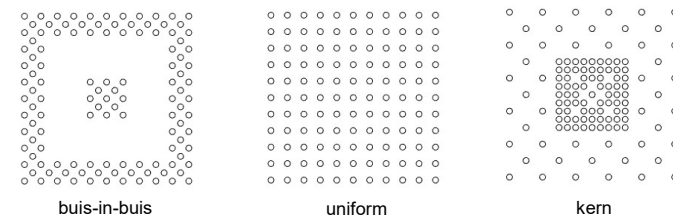
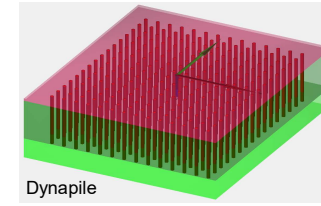
SCHEMATISERING PALENPLANNEN



17 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

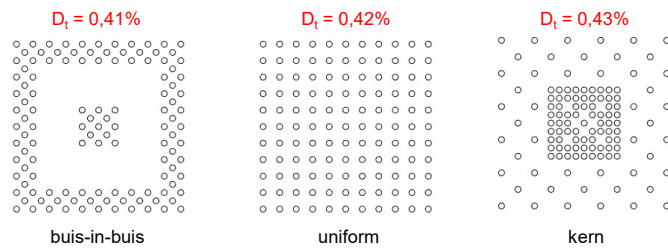
CASUS NEW ORLEANS



18 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

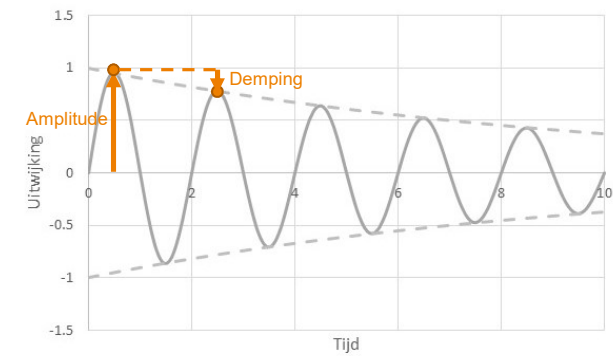
TOTALE DEMPING



19 | Hoogbouw Beleven

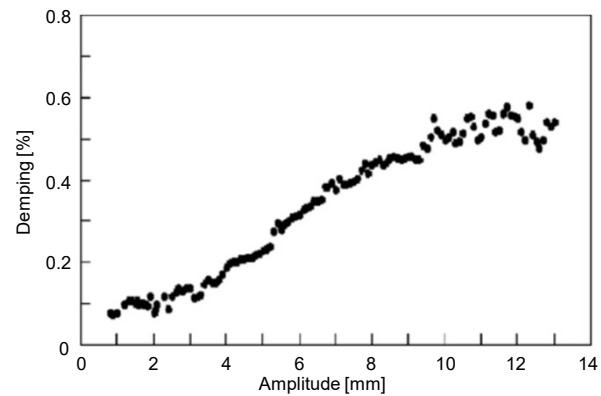
TNO innovation
for life

DEMPING EN AMPLITUDE



20 | Hoogbouw Beleven

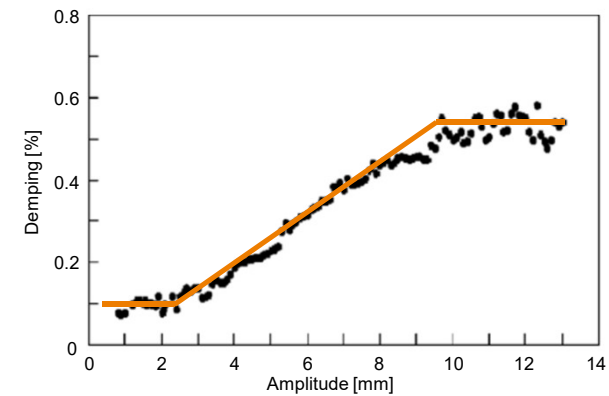
TNO innovation
for life

TOENAME DEMPING MET AMPLITUDE

Bron: A.P. Jeary (1998), The damping parameter as a descriptor of energy release in structures.

21 | Hoogbouw Beleven

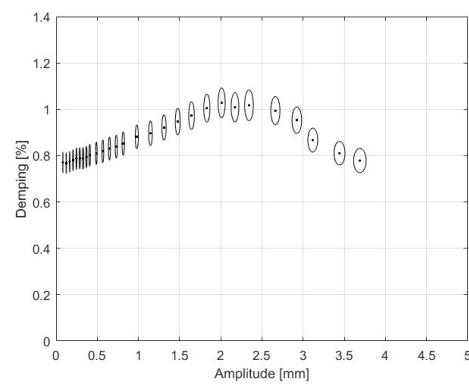
TNO innovation
for life

TOENAME DEMPING MET AMPLITUDE

Bron: A.P. Jeary (1998), The damping parameter as a descriptor of energy release in structures.

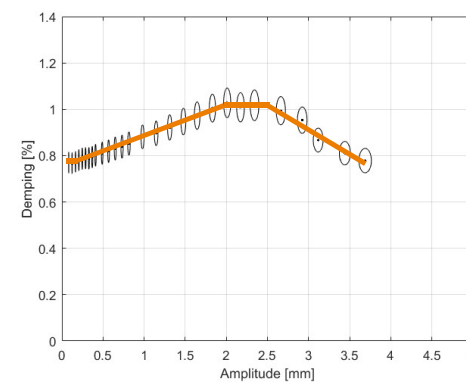
22 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

TNO METINGEN WOONTOREN 2011-2017

23 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

TNO METINGEN WOONTOREN 2011-2017

24 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

CONCLUSIE

- › De fundering levert een belangrijke bijdrage aan de demping
- › Een dempingsmodel met gebouw en fundering
- › Het palenplan heeft geen significante invloed op de demping
- › Demping kan afnemen bij toenemende trillingsamplitude
- › Vervolg naar een betrouwbaar ontwerpmodel

28 | Hoogbouw Beleven

TNO innovation
for life

› **BEDANKT VOOR UW AANDACHT!**

TNO innovation
for life