

Vectura

**Spårdynamikens inverkan på
övergångskonstruktioner**

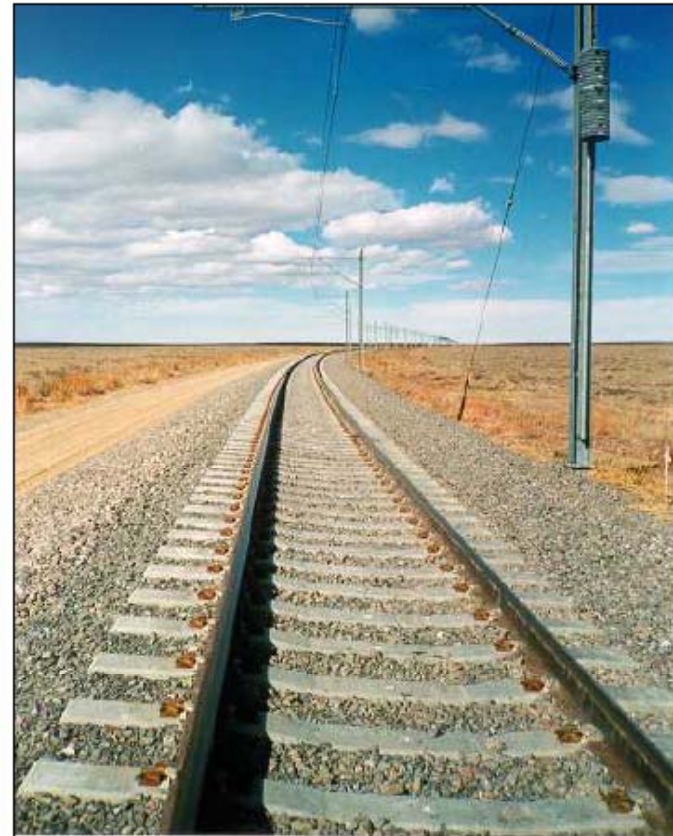
Johan Jonsson

CIR-dagen 2011-02-01



Spårtyper

- Ballasterat spår
- Enkelt att underhålla
- Låg investeringskostnad
- Instabilitet
- Ballastsprut
- Krossad ballast på betongkonstruktioner





Spårtyper

- Ballastfritt spår
- Som ballasterat, fast utan ballast som lastöverförande element

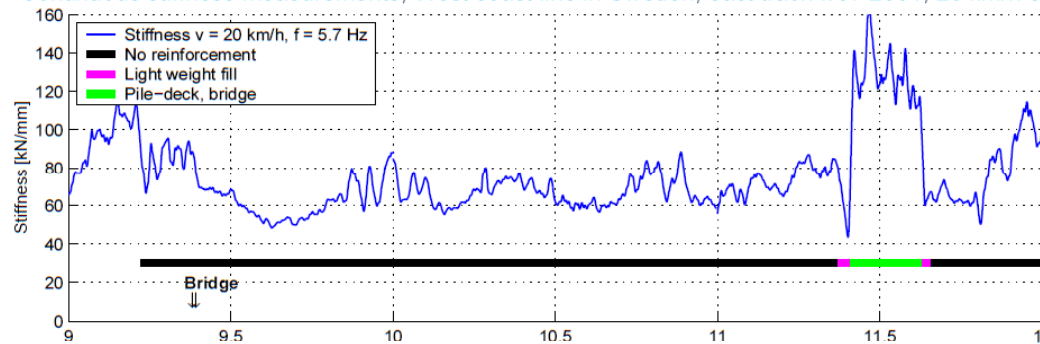


Rheda

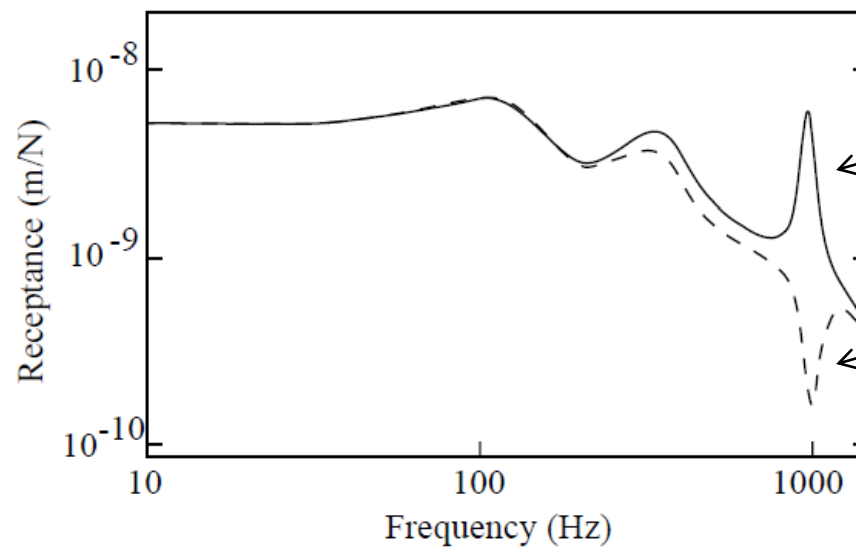


Spårets dynamiska egenskaper

Continuous stiffness measurements, West coast line in Sweden, east track w37 2001, 20 km/h 5,7 Hz



E. Berggren, Banverket



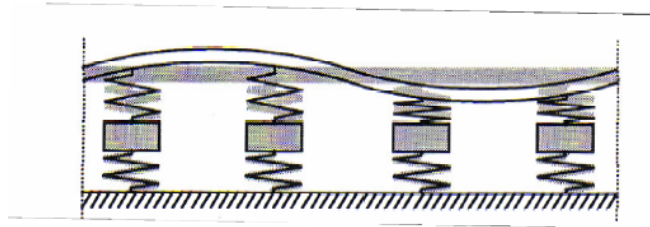
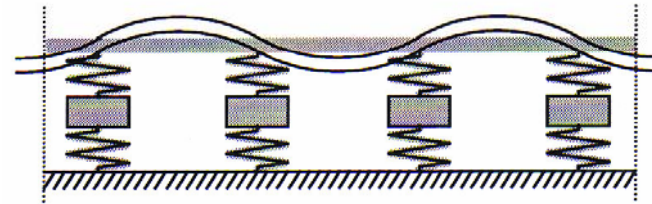
Mellan två sliprar

Över en sliper



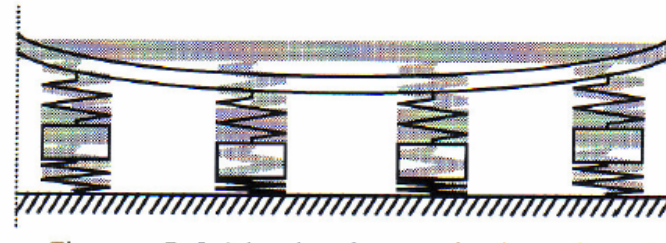
Svängningsmoder

Pin-pin frekvens (400-1200 Hz)



Rälmod (räl vibrerar på rälskuddar oberoende av sliprar och ballast)

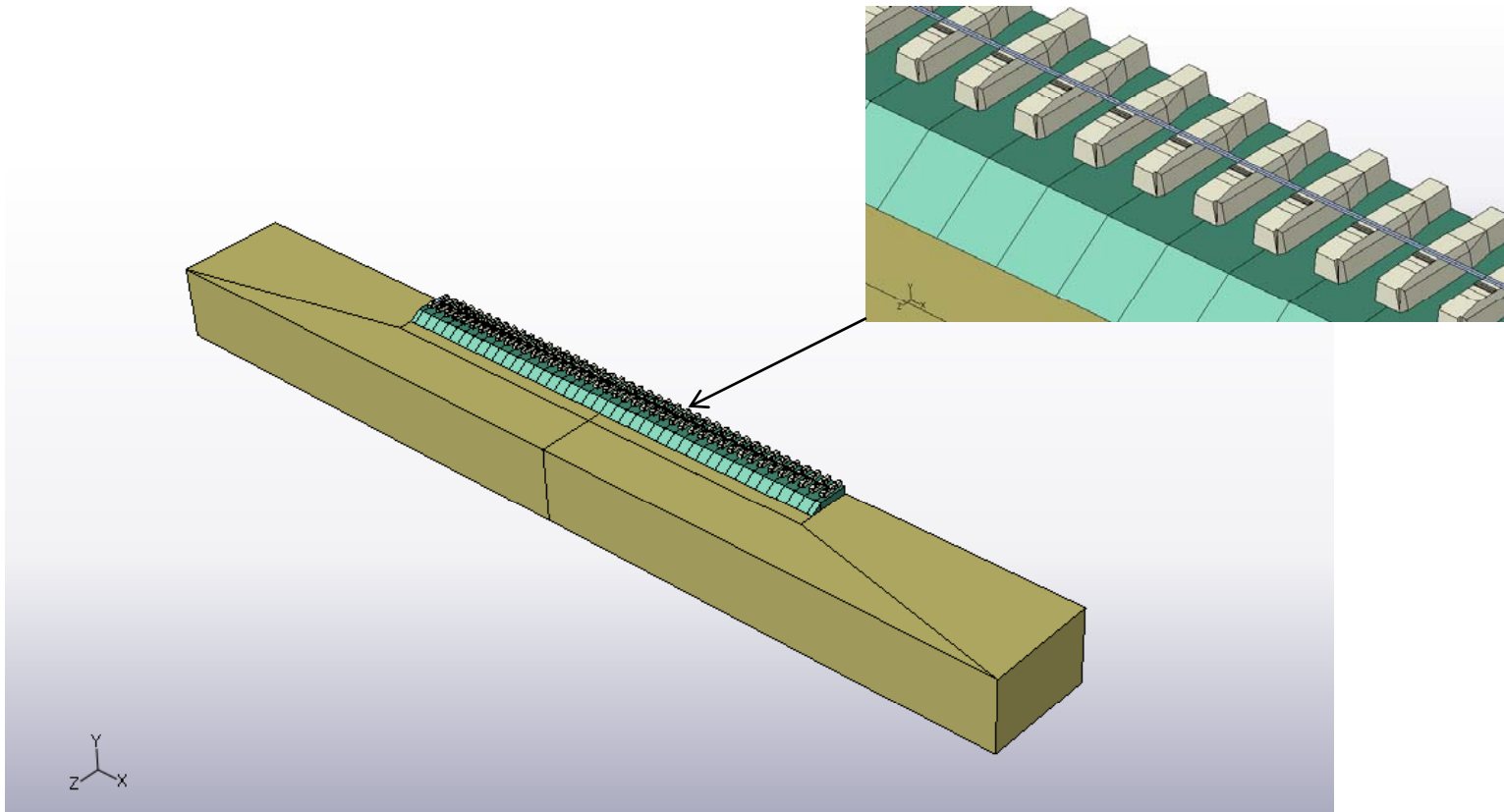
Global spårmod (40-150 Hz)





Hur kan man studera fenomenet?

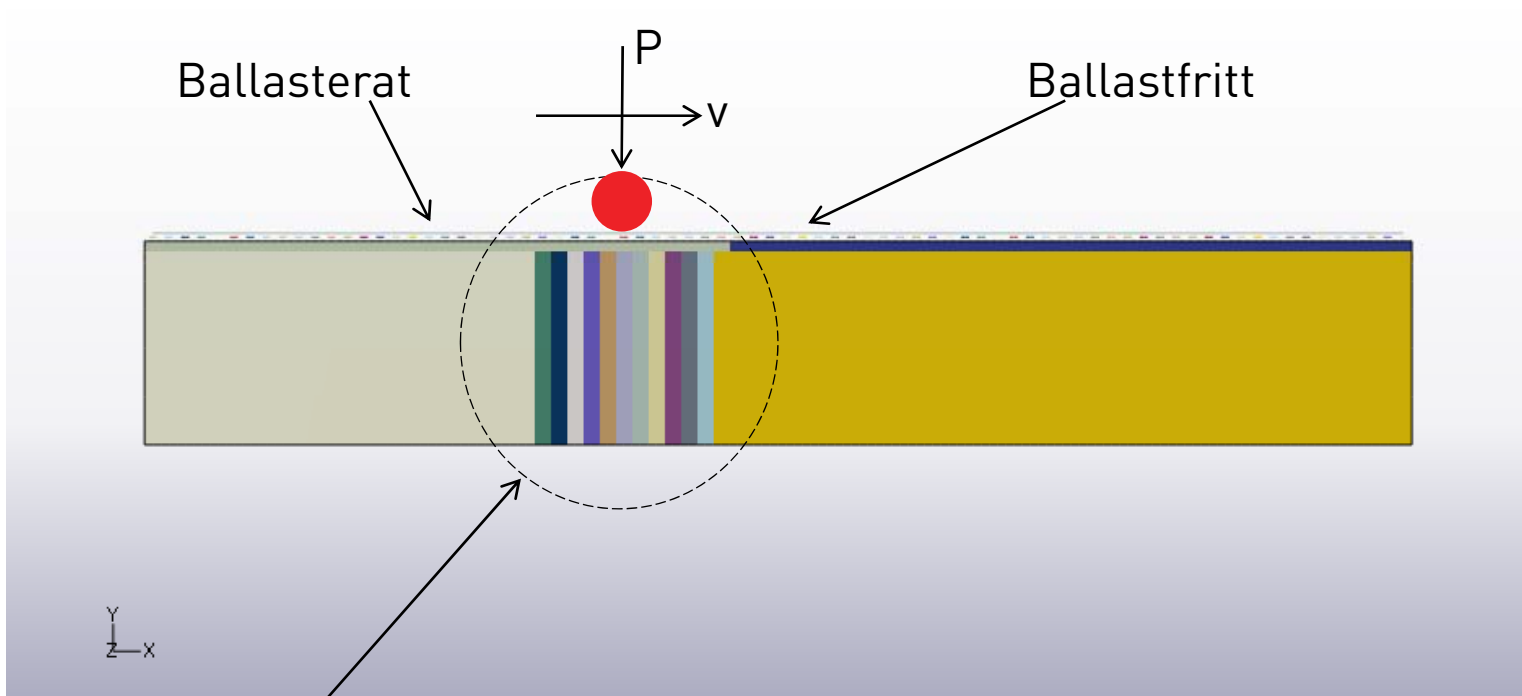
–3D numerisk modell





Hur kan man studera fenomenet?

- 2D numerisk modell



Övergångszon

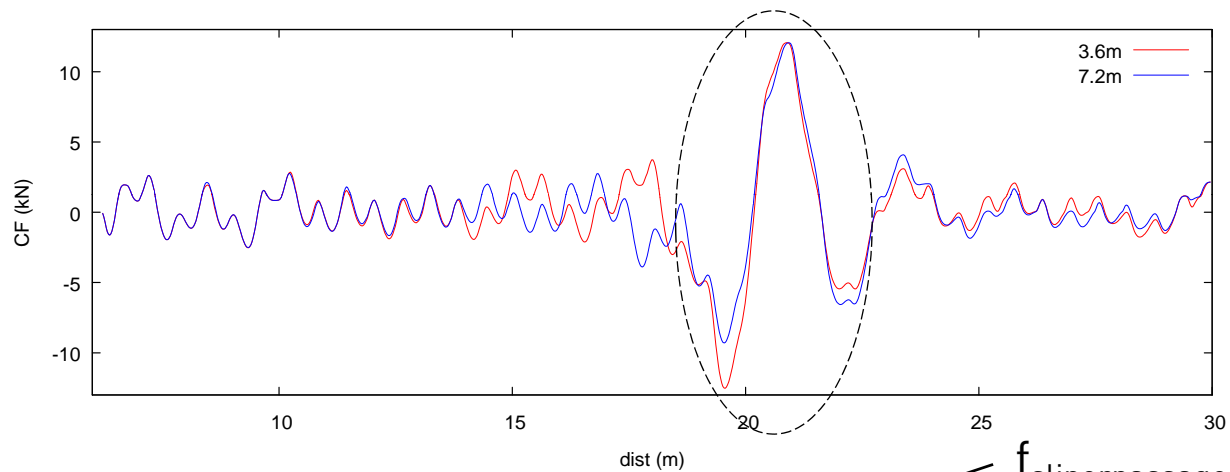


Responssparametrar

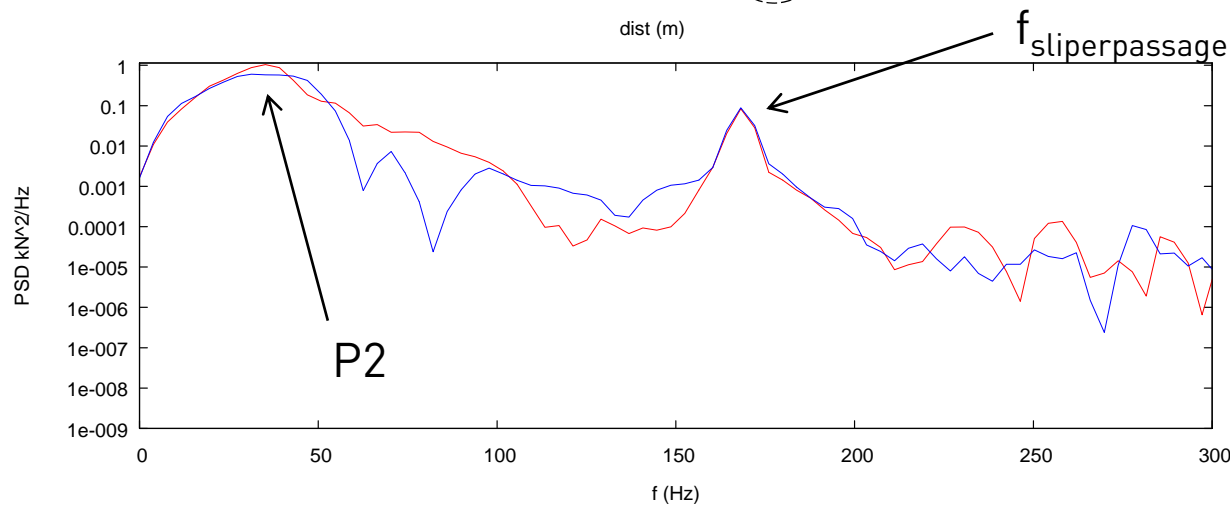
- Kraft och acceleration
- Toppvärde
- Varians
- Crestfaktor (toppvärde/varians)
- Impulssvar, bro



2D numerisk modell

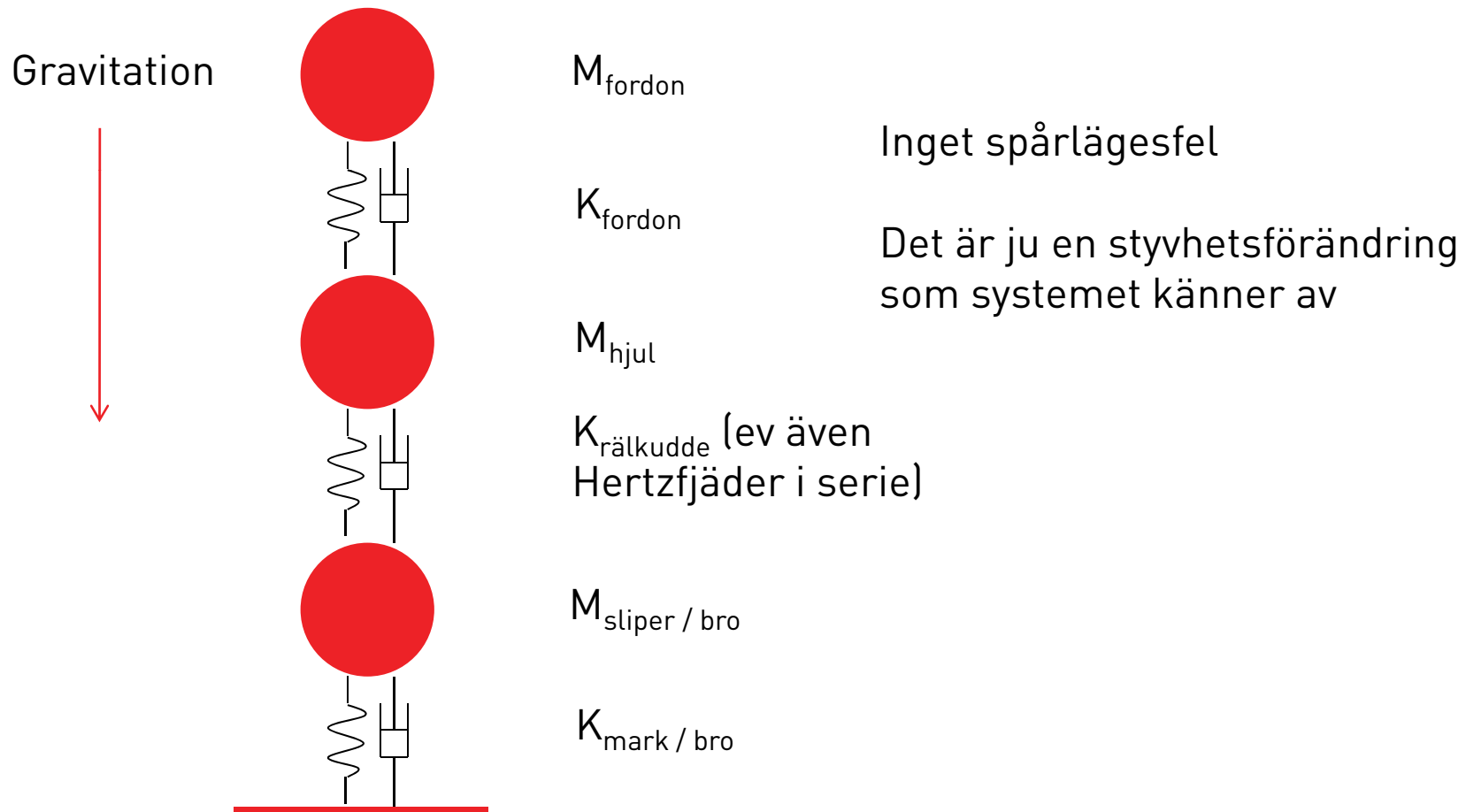


V=360 km/h





Men om man förenklar ytterligare?





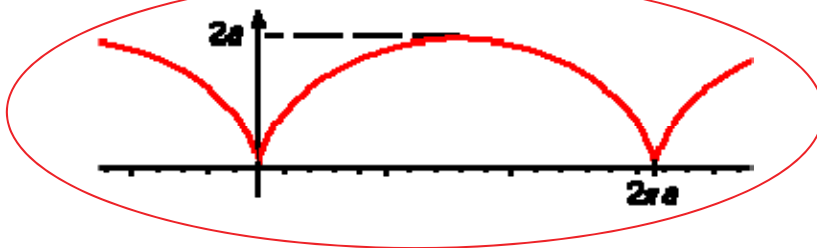
Hur skall zonen se ut (urval)

$$f(x) = kx + m$$

$$f(x) = \operatorname{erf}\left(\frac{\sqrt{\pi}}{2}x\right)$$

$$f(x) = \tanh(x)$$

$$f(x) = \frac{x}{\sqrt{1+x^2}}$$



$$f(x) = \frac{x}{1+|x|}$$

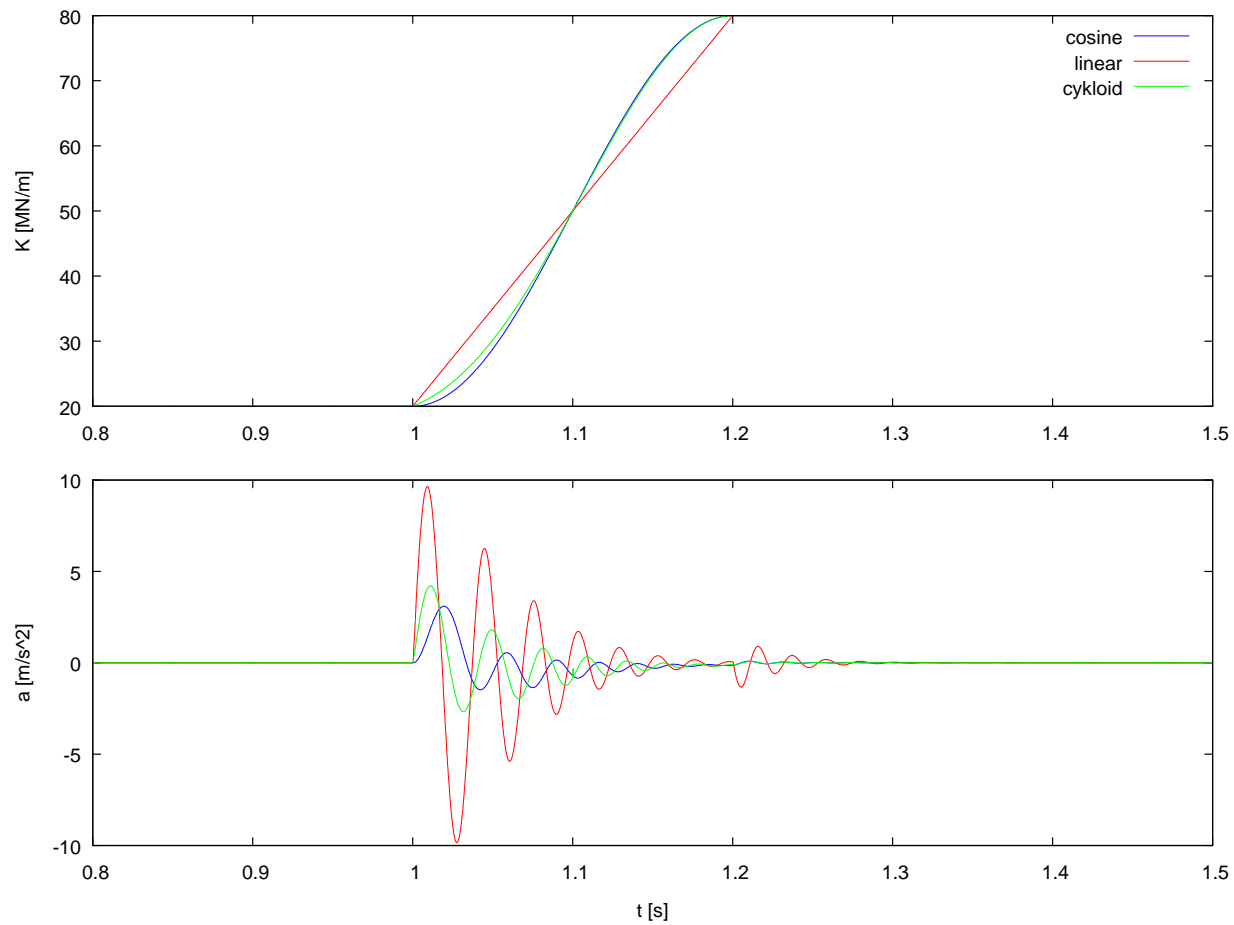
$$f(x) = \frac{2}{\pi} \arctan\left(\frac{\pi}{2}x\right)$$

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-kx}}$$

$$f(x) = \frac{1}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{\pi x}{L}\right) \right)$$



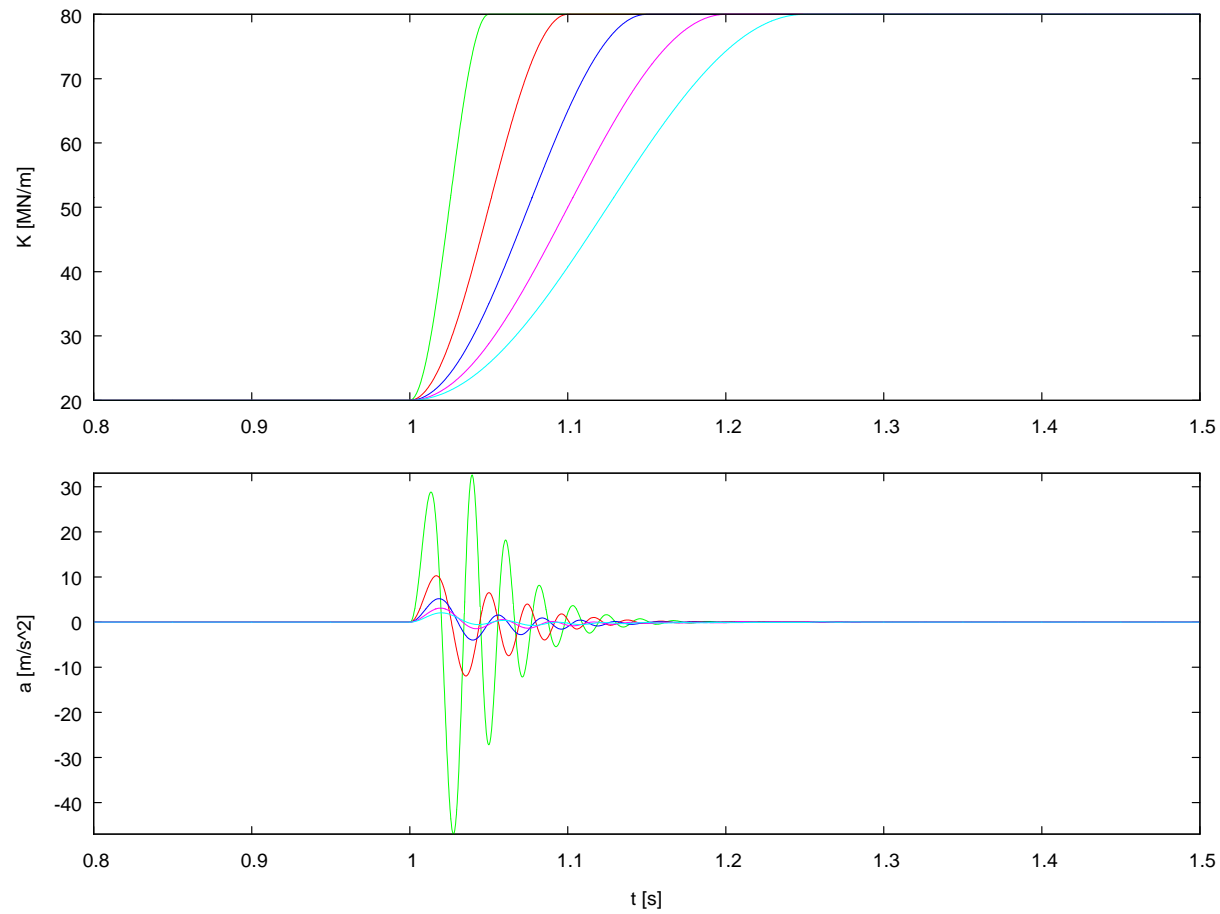
Från mjuk till styv undergrund



$v = 360$ km/h
 $L = 20$ m



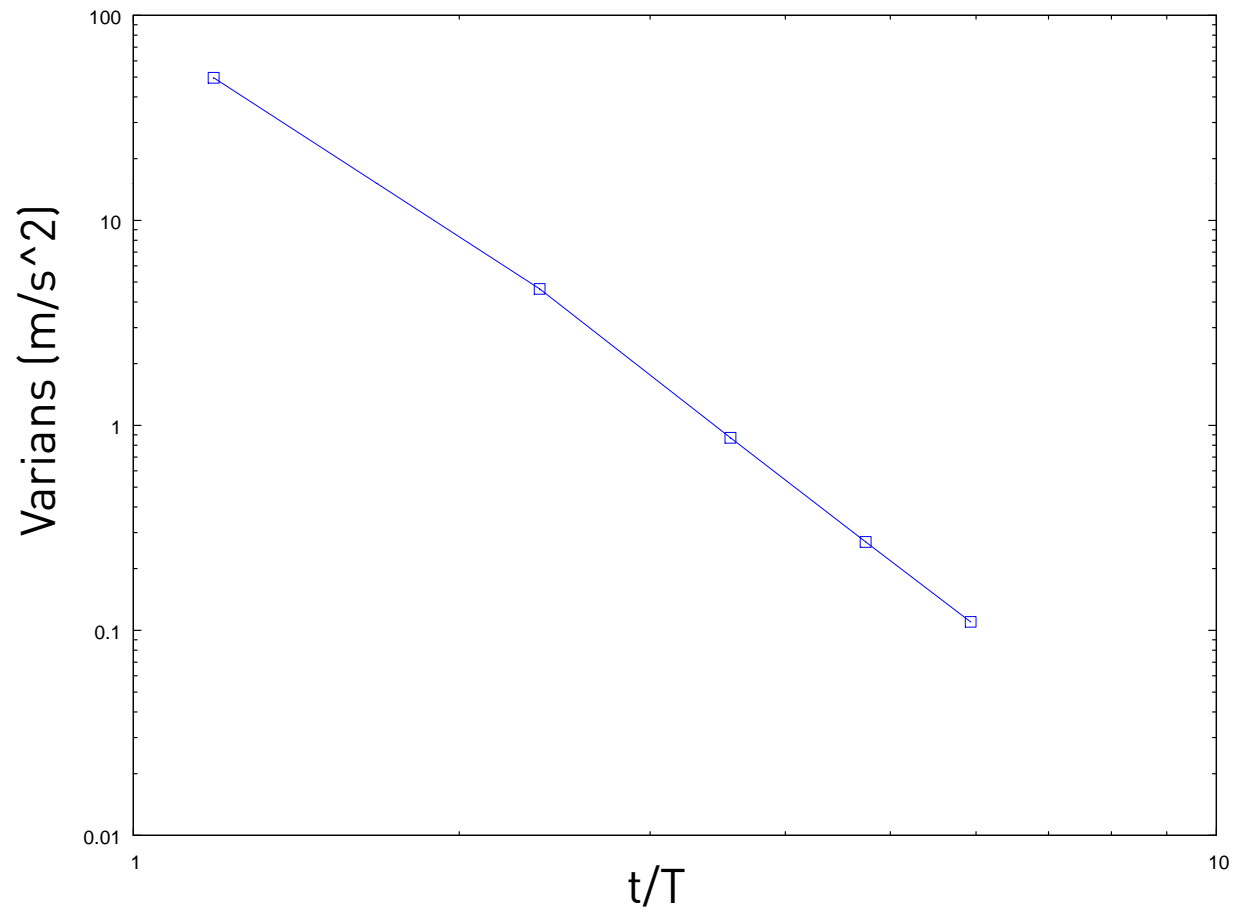
Zonens längd (5 – 25 m)



$v = 360$ km/h
Cosinusform



Varians



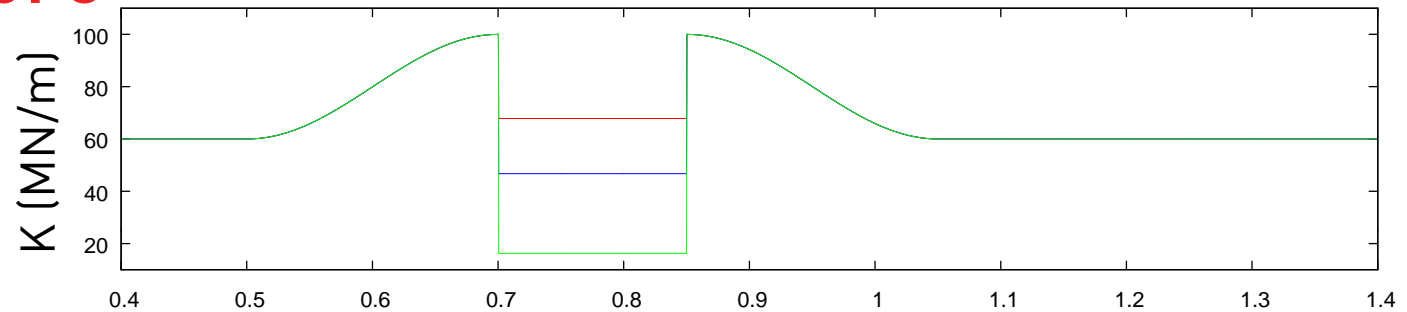


$$K_{\text{rälkudd}}e = 20\text{MN/m}$$

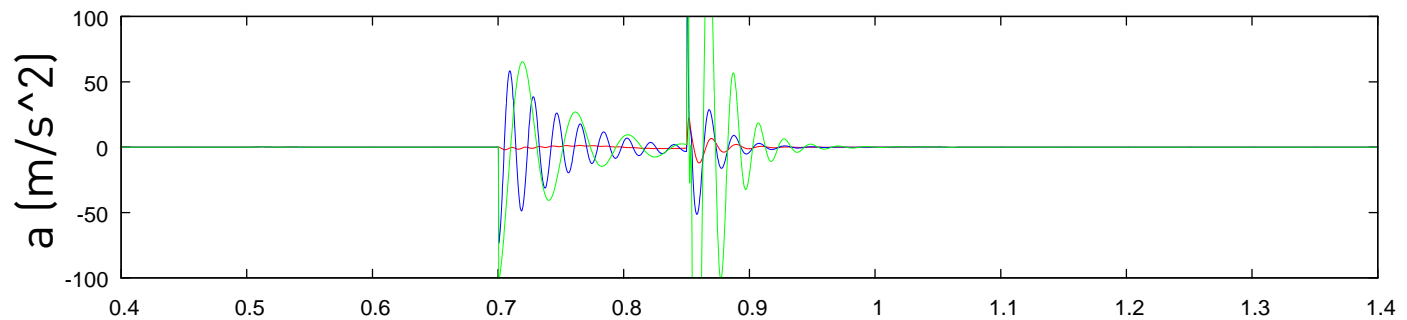
$$K_{\text{rälkudd}}e = 100\text{MN/m}$$

$$K_{\text{rälkudd}}e = 300\text{MN/m}$$

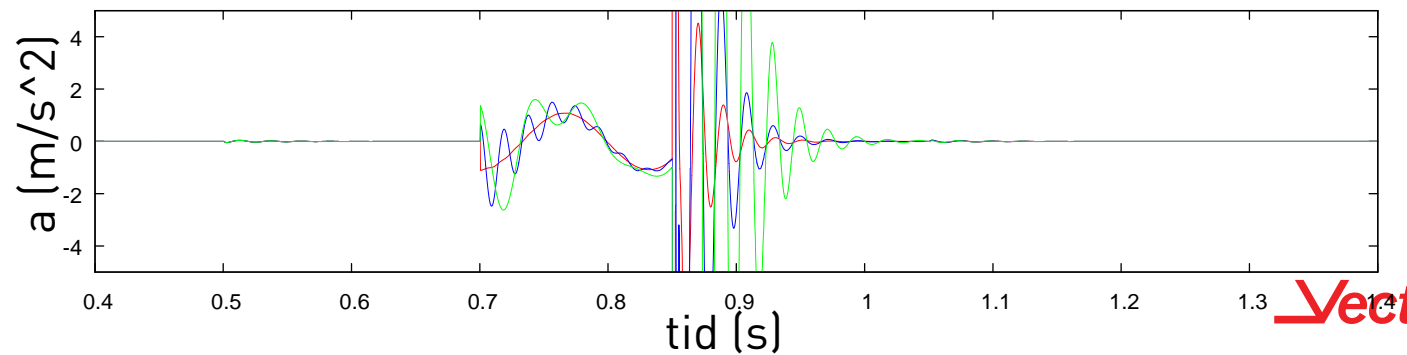
En bro



hjul



bro





Slutsatser

- Ballastfritt spår ofta mjukare än konventionellt spår
- Gäller alla styvehtsförändringa (trummor, påldäck etc...)
- Övergångszonens form är av betydelse
- Inga diskontinuiteter
- Felaktig övergångszon ger höga kontaktkrafter och bryter ner ballasten och ger utmattningsfenomen i kontaktytan räl / hjul



Slutsatser

- En styvhetsförändring ger en stötbelastning på en bro
- Ökade dynamiska laster
- Påverkar brons livslängd
- Utforma rälkuddar så att gynnsammaste styvhetsförändring erhålls
- Stötbelastning beaktas inte enligt praxis



Tack för visat intresse!

