



## F4 – Vibrationer och böjningar

---

---

---

---

---

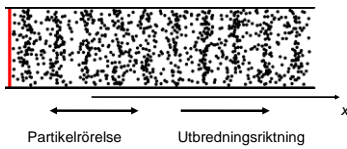
---

---

---

### Longitudinalvåg

- Ljud = tryckvåg
- Här: harmonisk svängning  $\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = 0$   $c = \sqrt{\gamma P_0 / \rho}$   
 $c = \sqrt{E / \rho}$



Kristian Stååne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

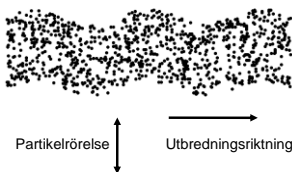
---

---

### Skjuvvåg

- Endast fasta material (med skjuvstyvhet)

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\rho}{G} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0 \quad c = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$



Kristian Stååne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sträng

- Transversella svängningar

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - \frac{\mu}{F} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0$$

$$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$



Kristian Ståhne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

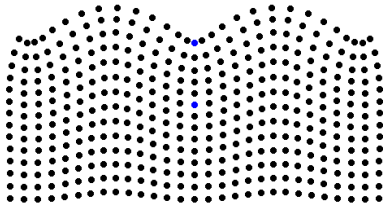
---

---

---

---

## Ytvåg på land – Rayleighvåg



©1999, Daniel A. Russell

Kristian Ståhne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

---

---

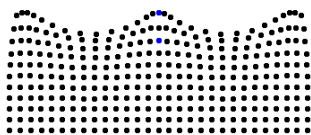
---

---

## Tsunamivåg

- Våghastighet beror på djupet  $h$ :
- Våghöjd och våglängd likaså

$$c = \sqrt{gh}$$



©1999, Daniel A. Russell

Kristian Ståhne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Böjvågutbredning i balk

- Vågekvationen för böjvåg i en balk

$$B \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \rho S \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0$$

- Våg hastighet – frekvensberoende

$$c_f = \frac{\omega}{k} = \sqrt{\omega} \cdot \sqrt{\frac{B}{\rho S}} = \sqrt{\omega} \cdot \sqrt{\frac{Eh^2}{12\rho}}$$

Kristian Stååne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

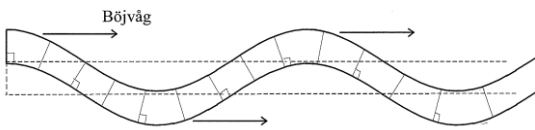
---

---

---

---

### Vågutbredning i balk



Kristian Stååne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

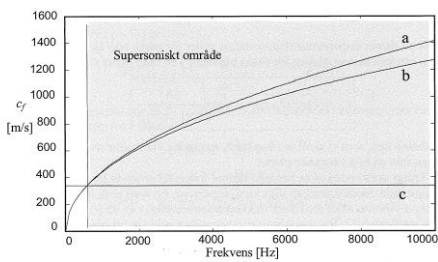
---

---

---

---

### Våghastighet som funktion av frekvens



Kristian Stååne / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

---

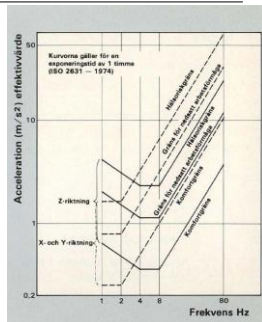
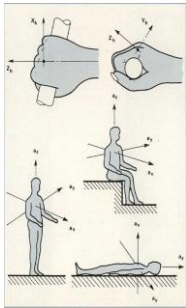
---

---

---



### Vibrationer – skadeverkningar



Kristian Ståhle / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

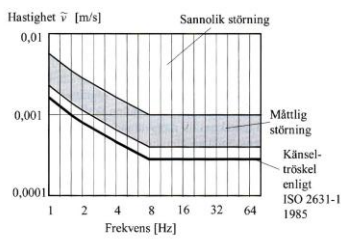
---

---

---

---

### Vibrationer i byggnader



Figur 2-27 Känsltröskel och områden för mätlig störning och sannolik störning som funktion av frekvensen vid vibrationer i byggnader. Kurvorna utgår från vibrationshastighetens effektivvärde utan viktning. (Källa: SS 460 48 61)

Kristian Ståhle / Ljud i byggnad och samhälle / VTAF01

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---