

### ESIMERKKI 1

Veneen ja trailerin massa on yhteensä 200 kg. Trailerin ja akselin välisten josten jäykkyyserroin on 20 kN/m. Tien profiili on likimain sinikäyrä, jonka amplitudi on 30 mm ja jakson pituus 5 m. Laske trailerin resonanssinopeus ja värähtelyjen amplitudi, kun sitä vedetään vakiovauhdilla  $v = 60$  km/h.

### RATKAISU

Käytetään järjestelmää (N,m,s). Koska pyörät ovat molemmilla puolilla traileria, on sen ominaiskulmataajuus

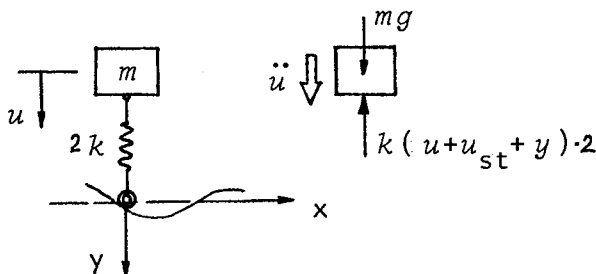
$$\omega = \sqrt{\frac{2k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \cdot 10^3}{200}} \approx 14,14$$

Kun  $x = vt$ , saadaan alustan sinikäyrälle muoto

$$y(x) = \hat{y} \sin(2\pi x/L) = \hat{y} \sin(2\pi vt/L)$$

Merkittämällä  $\Omega = 2\pi v/L$  voidaan kirjoittaa

$$y(t) = \hat{y} \sin(\Omega t)$$



Kuva 1 Systemin vk-kuva

Vk-kuvasta 1 saadaan liikeyhtälö

$$\downarrow \quad + mg - 2k(u_{st} + u + y) = m\ddot{u}$$

Koska  $mg = 2ku_{st}$ , saadaan liikeyhtälö standardimuotoon

$$\ddot{u} + \omega^2 u = -\omega^2 \hat{y} \sin(\Omega t)$$

Resonanssitilanteessa  $\Omega = \omega = 14,14$ , joten voidaan kirjoittaa

$$v_{\text{res}} = \frac{\Omega L}{2\pi} = \frac{\omega L}{2\pi} = \frac{14,14 \cdot 5}{2\pi} \approx 11,25 \text{ m/s} \approx 40,5 \text{ km/h} \quad \Leftrightarrow$$

Kaavan (408.1) perusteella saadaan myös ( $v = 60$  km/h,  $\hat{y} = 0,030$  m)

$$\hat{u} = \left| \frac{\hat{y}}{1 - (\Omega/\omega)^2} \right| = \left| \frac{\hat{y}}{1 - (2\pi v/L\omega)^2} \right| \approx 0,0251 \text{ m} \quad \Leftrightarrow$$

HARJOITUSTEHTÄVÄT 6 ja 7