



Definitie compressiefactor gas/vloeistof: $K = -\frac{\frac{dV}{V}}{dp}$

Feit: $K_{air} \approx 15000 K_{water}$

doorgestroomde massa per oppervlakte-eenheid per sec van het golf front $\left[\frac{kg}{m^2 s} \right]$

$$\rho v = (\rho + d\rho)(v + dv) = \rho v + \rho dv + v d\rho + dv d\rho$$

$$\text{waardoor } \rho dv = -v d\rho$$

impulsverandering/oppervlakte-eenheid/sec

$$(\rho + d\rho)(v + dv)(v + dv) = (\rho v + \rho dv + v d\rho + dv d\rho)(v + dv)$$

$$= \cancel{\rho v^2} + \rho v dv + v^2 d\rho + \cancel{v d\rho dv} + \rho v dv + \rho (dv)^2 + \cancel{v d\rho dv} + \cancel{d\rho (dv)^2} - \cancel{\rho v^2}$$

$$= \rho v dv + v^2 d\rho + \rho v dv - \cancel{v d\rho dv}$$

$$= v^2 d\rho + 2\rho v dv$$

Impulsverandering = druk rechts - druk links

$$v^2 d\rho + 2\rho v dv = p - (p + dp)$$

$$v^2 d\rho + 2\rho v dv = -dp$$

$$v^2 d\rho + 2v(\rho dv) = -dp$$

$$v^2 d\rho - 2v^2 d\rho = -dp$$

$$v^2 d\rho = dp$$

Voor een gegeven massa geldt: $m = V\rho$

$$d\rho = -\rho \frac{dV}{V}$$

$$v^2 = \frac{dp}{d\rho} = \frac{dp}{-\rho \frac{dV}{V}}$$

$$v^2 = -\frac{dp}{d\rho} \left(\frac{dV}{V} \right)^{-1} = \frac{1}{K\rho}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{K\rho}}$$

$$\text{Voor een gegeven mengsel: } K = -\frac{dV}{Vdp} = -\frac{dV_1+dV_2}{Vdp} = \frac{K_1V_1+K_2V_2}{V}$$

$$\text{Water: } v_1^2 = \frac{1}{K_1\rho_1}$$

$$\text{Air: } v_2^2 = \frac{1}{K_2\rho_2}$$

$$\frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 \frac{\rho_1}{\rho_2} = \left(\frac{1484}{343}\right)^2 \frac{1000}{1,205} = 1,553 \cdot 10^4$$

Stel we hebben zuiver water met een homogene mix van kleine* luchtbelletjes welk hoogstens 1Vol% inneemt. (*klein vergeleken met de geluidsgolflengten in lucht), Verwaarloos hierbij het effect van de luchtbelletjes op de dichtheid van de mix (vergeleken met zuiver water). Bereken de samendrukbaarheid K en de geluidssnelheid v van de mix. Vergelijk de snelheid van de 1Vol% mix met die van zuiver water en die van lucht.

$$\text{Voor de mix geldt: } K = \left(\frac{V_1}{V} + \frac{K_2V_2}{K_1V}\right) K_1 = \left(\frac{0,99}{1} + \frac{1,553 \cdot 10^4 \cdot 0,01}{1}\right) = 156,29 K_1$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{K\rho}} \approx \frac{1}{\sqrt{156,29 K_1 \rho_1}} \approx \frac{1484}{\sqrt{156,29}} = 118,7 m/s$$

Veel lager dus dan de geluidssnelheid in lucht en in water

$$K_1 = K_{water} = 4,54 \cdot 10^{-10} [Pa^{-1}]$$

$$K_2 = K_{lucht} = 7,054 \cdot 10^{-6} [Pa^{-1}]$$

$$K = K_{mix} = 7,096 \cdot 10^{-8} [Pa^{-1}]$$