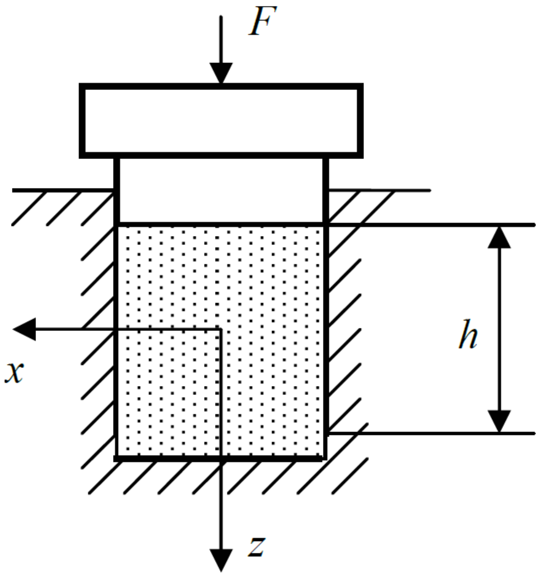
1 Példa 5.1

Egy $a \times a$ állandó négyzet keresztmetszetű, rugalmas betonhasábot merev fal vesz körül. A hasábot egy merev fedélen keresztül az F nyomóerővel megterheljük. Mekkora feszültségek ébrednek a hasáb belső pontjaiban és mekkora lesz a h magasságú hasáb zsugorodása?



Importáljuk a `sympy` csomagot, deklaráljuk a szimbolikus változókat és a numerikus adatokat!

In [47]:

```
import sympy as sp
ε_z, σ_x, σ_y = sp.symbols('ε_z,σ_x,σ_y')

a = 200    #mm
F = 160e3 #kN
E = 50e3   #MPa
ν = 0.35   #-
h = 1      #m
```

A befogás miatt az alakváltozási állapotról tudjuk, hogy a z irányon kívül minden irányban zérus. A nemzérus ε_z:

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta h}{h}.$$

Az általános Hooke-törvény:

$$\boldsymbol{\sigma} = \frac{E}{1+\nu}\left[\boldsymbol{\varepsilon} + \frac{\nu}{1-2\nu}\varepsilon_I \mathbf{I}\right].$$

Jelen esetben észrevehetjük, hogy az alakváltozási tenzor első skalár invariánsa (mivel az $\boldsymbol{\varepsilon}$-ban ε_z az egyetlen elem):

$$\varepsilon_I = \varepsilon_z.$$

Továbbá vegyük észre, hogy a befogásokból és a terhelés jellegéből adódan nem ébrednek csúsztatófeszültségek a testben! Így a normálfeszültségek értéke:

$$\sigma_x = \sigma_y = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}\varepsilon_z$$

$$\sigma_z = \frac{E(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}\varepsilon_z$$

Továbbá σ_z értéke a nyomásból adódó $-\frac{F}{A}$-val egyenlő.

In [48]:

```
σ_z = -F/a**2
σ_z
```

Out[48]:

```
-4.0
```

In [49]:

```
# A Hooke törvényből  a már ismert technikával, egyenletet
# definiálunk 'ε_z'-re amit a 'solve' parancs megold számunkra.

eq1 = E*(1-v)/((1+v)*(1-2*v))*ε_z - σ_z
sol1 = sp.solve(eq1,ε_z)
ε_z_num = sol1[0]
ε_z_num.evalf(5) # -
```

Out[49]:

$$-4.9846 \cdot 10^{-5}$$

In [50]:

```
# Továbbá az ismeretlen feszültség komponensek:

eq2 = E*v/((1+v)*(1-2*v))*ε_z_num-σ_x
sol2 = sp.solve(eq2, σ_x)
σ_x_num = sol2[0]
σ_y_num = sol2[0]

σ_x_num.evalf(5) #MPa
```

Out[50]:

$$-2.1538$$

Végül meghatározhatjuk az ismert alakváltozásból a hasáb zsugorodását:

In [51]:

```
dh = h*ε_z_num
dh.evalf(5) #mm
```

Out[51]:

$$-4.9846 \cdot 10^{-5}$$