

### **Kallioon tukeutuvan kaivinpaalun alapään mitoitus**

Kallionvaraisen kaivinpaalun alapään toimintaa ja kapasiteettia voidaan tutkia betonirakenteiden rajatilamitoitusohjeiden (RakMK B4) säännöillä murtorajatilassa olevana raudoittamattomana betonirakenteena, joka pystyy vastaanottamaan vain puristavaa normaalivoimaa. Voima voi olla epäkeskeinen (taivutusmomentti).

Rajatilana tällöin ovat betoninormin mukaiset betonin murtopuristuma-arvot, 2 ‰ poikkileikkauksen painopisteakselilla ja 3,5 ‰ poikkileikkauksen reunalla. Edellä esitetyllä otaksumilla voidaan laskea poikkileikkauksen taivutuskapasiteetti normaalivoiman funktiona.

Kallioon tukeutuvan paalun voimasuureet lasketaan kaivinpaalun alapää jäykästi kiinnitettynä. Paalun alapään taivutuskapasiteetin vastaavalle normaalivoimalle tulee olla näin laskettua suurempi:

$$M_{U(Nvast)} > M_{d(Nvast)}$$

Pysyville kuormille (pitkäaikaisosuus > 50 %) tulee kaivinpaalun alapään poikkileikkauksen olla täysin puristettu.

Jos paalun alapää ei pysy täysin puristettuna, on tarkistettava yläpuolisten rakenteiden kestävyys myös mahdolliselle paalun alapään pienemmälle kiinnitysmomentille.

### **Ankkurointitarve**

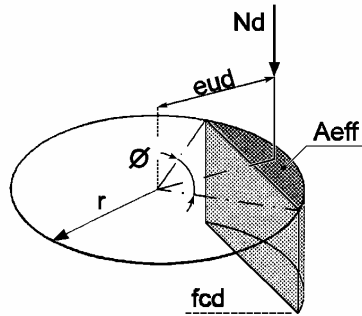
**Kun paalun alapään taivutusmomentti on pienempi kuin raudoittamattoman poikkileikkauksen kapasiteetti, ei paalua tarvitse ankkuroida.** Seuraavalla sivulla on laskuesimerkki. Ankkurointi mitoitetaan kuten teräsbetonipoikkileikkaus.

### **Geotekniset reunaehdot**

Jos kallion lujuus on pienempi kuin suurpaalun rakenteellinen kapasiteetti, on paalun geotekninen kantavuus määriteltävä Suurpaaluohjeen (SPO-2001) mukaan. Myös mahdollisten muiden geoteknisten reunaehtojen tulee täytyä.

# LASKUESIMERKKI

## Raudoittamattoman betonipoikkileikkauksen taivutuskapasiteetti



### Voimasuureet

$$N_d = 5,4 \text{ MN}$$

$$M_d = 630 \text{ kNm}$$

### Materiaali- ja poikkileikkaustiedot (K35-1, D=900 mm)

$$f_{cd} = 12,3 \text{ MN/m}^2$$

$$r = 450 \text{ mm}$$

### Aksiaalikuorman tehollinen poikkileikkausala

$$A_{eff} = N_d / f_{cd}$$

$$A_{eff} = 0,439 \text{ m}^2$$

### Aksiaalikuorman maksimiepäkeskisyyss

Iteroidaan segmentin keskuskulmaa niin, että löydetään  $A_{eff}$ :ä vastaava kulma.

segmentin keskuskulma

$$\Phi = 3,76 \text{ rad}$$

tehollinen ala

$$A = \frac{r^2}{2} \cdot (\Phi - \sin(\Phi))$$

$$A = 0,439 \text{ m}^2$$

.. jolloin maksimiepäkeskisyyss

$$e_{ud} = \frac{2 \cdot r^3}{3 \cdot A_{eff}} \cdot \sin^3 \frac{\Phi}{2}$$

$$e_{ud} = 120 \text{ mm}$$

### Poikkileikkauksen taivutuskapasiteetti

$$M_u = e_{ud} \cdot N_d$$

$$M_u = 646 \text{ kNm}$$

$$M_d / M_u = 98 \%$$

**$M_d < M_u$  ∴ Ei tarvitse  
ankkuroida, kestävyys on  
riittävä**