

# Rak-43.2100 Rakenteiden suunnittelu ja mitoitus I, Tentti 5.3.2012

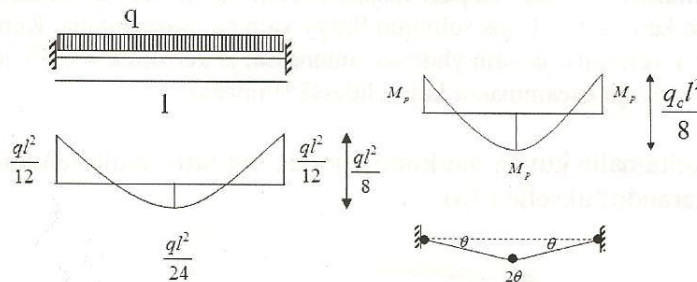
**Merkitse vastauspapereihin selvästi:**

- opintojakson koodi, nimi ja tentin päivämäärä
- oma nimi ja allekirjoitus, opiskelijanumero
- kurssille ilmoittautumisvuosi (kuormituskokeen seurantavuosi)

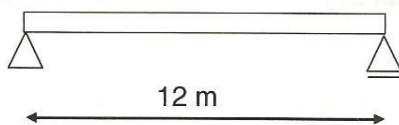
**Syksyllä 2011 kurssille ilmoittautuneille tenttiin osallistumisen edellytys on kuormituskokeen seurannan lisäksi pakollisten kotitehtävien hyväksyty suorittaminen syksyllä 2011.**

Suunnittelu- ja mitoitustehtävissä valintojen perusteiden on tultava ilmi vastauksista. Havainnollista vastauksiasi tarvittaessa taso- ja leikkauspiirroksin. Tentissä sallittu kirjallisuus on tentissä jaetut kaavakokoelmat.

1. Vastaa selkeästi ja lyhyesti seuraaviin kysymyksiin. Tarvittaessa voi vastauksia havainnollistaa myös piirustuksin. **(yht 6p)**
  - a) Minkälainen muodonmuutosjakautuma otaksutaan murtumishetkellä olevan tasapainoraidoitusta vastaavassa tilanteessa taivutetun palkin poikkileikkauksessa? **(2p)**
  - b) Jos terästangon halkaisija on 20 mm ja sallittu myötöjännitys 400 MPa, kuinka suuri voima on siirrettävä betoniin tankoa ankkuroitaessa? **(1p)** Muodosta yhtälö, jolla voidaan arvioida tarvittavan ankkurointimatkan pituutta? **(1p)**
  - c) Oheisessa kuvassa on esitetty molemmista päistään jäykästi tuettu teräsbetonipalkki ja kuormituksesta palkkiin syntyvä kimmoteoreettinen momenttipinta. Kuvassa on lisäksi esitetty plastisuusteoreettinen momentin jakautuma. Mitä edellytetään raudoitukselta, jotta plastisuusteoreettinen momenttipinta voisi muodostua? **(1p)** Mitä etua saavutetaan, jos mitoitusperusteena voidaan käyttää plastisuusteoreettista momenttipintaa? **(1p)**

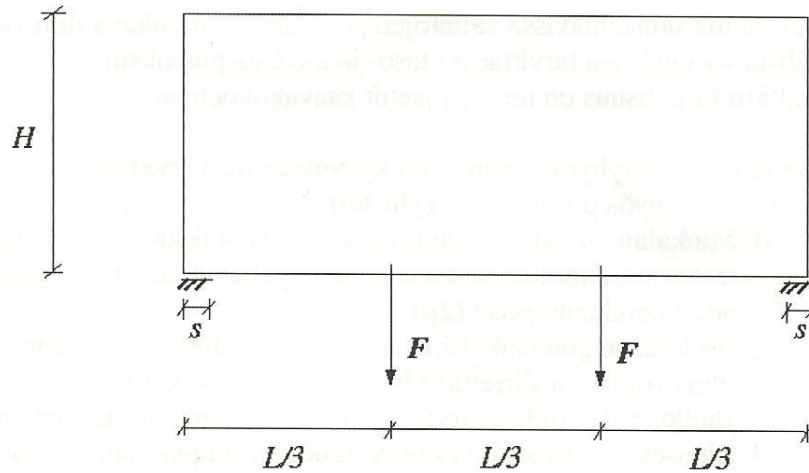


2. Vapaasti tuetun palkin ( $L=12$  m) korkeus on 980 mm ja leveys 380 mm. Kuormituksena on palkin oma paino ja muuttuva hyötykuorma  $q$  kN/m. Palkin sitkeyden varmistamiseksi edellytetään, että murtorajatilassa vetoterästen venymä on 0,5%. Kuinka paljon palkille voidaan sallia hyötykuormaa  $q$ , jotta mitoituskriteeri toteutuisi? Palkin materiaalit ovat C35/45-1 ja A500HW. Suojabetonin paksuus on 40 mm. Oman painon osavarmuuskerroin on 1,35 ja hyötykuorman 1,5. Perustele vastaus mitoituslaskelmalla. **(6 p)**



3. Kuvan seinämäiseen palkkiin ripustetaan kaksi pistemäistä kuormaa  $F = 150 \text{ kN}$ . Seinän korkeus  $H$  on 2,5m, leveys  $L$  on 6,0 m ja paksuus  $t$  on 150 mm. Rakenteen päissä olevien tukialueiden pituus  $s$  on 150 mm. Betonin lujuusluokka on C35/45, ja vastaava puristuslujuuden mitoitusarvo  $f_{cd}$  on 22,0 MPa sekä keskimääräinen kimmokerroin  $E_{cm}$  on 34,1 GPa. Teräksen kimmokerroin  $E_s$  on 200 GPa ja mitoituslujuus  $f_{yd}$  on 454MPa. Tehtävässä sovelletaan murtorajatilan mukaisia osavarmuuskertoimia myös kuormitukselle.

- a) Laadi rakenteelle ristikkoanalogiaan perustuva laskentamalli ja ratkaise mallin sauvavoimat. Palkin omaa painoa ei tarvitse ottaa huomioon. (3 p)  
 b) Mitoita palkin vetoraudoitus soveltaen ristikkomallin sauvavoimia. (3 p)

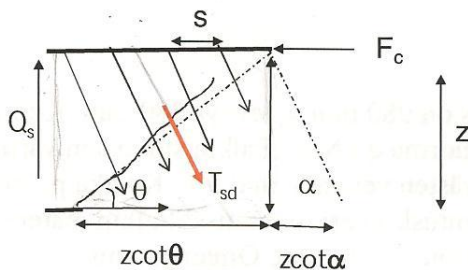


Betonisen puristussauvan mitoituslujuus alueella, jolla vaikuttaa poikittainen puristusjännitys tai jolla ei vaikuta poikittaista jännitystä voidaan laskea kaavasta  $\sigma_{Rd,max} = f_{cd}$ .

Halkeilleella alueella betonin puristussauvojen mitoituslujuutta pienennetään, ja se voidaan laskea kaavasta  $\sigma_{Rd,max} = 0,6v' f_{cd}$ , missä  $v' = 1 - f_{ck} / 250$  ( $[f_{ck}] = \text{MPa}$ ).

Solmuissa vaikuttavien puristusjännitysten mitoitusarvot saadaan kaavasta  $\sigma_{Rd,max} = k v' f_{cd}$ , jossa kerroin  $k = 1$ , jos solmuun liittyy vain puristussauvoja. Kerroin  $k = 0,85$ , jos solmuun liittyy vetosauvoja vain yhdessä suunnassa, ja kerroin  $k = 0,75$ , jos solmuun liittyy vetosauvoja useammassa kuin yhdessä suunnassa.

4. Soveltamalla kuvan merkintöjä johda mitoitusyhtälö leikkausvoiman vaatimalle hakaraidoitukselle. (3p)



5. Oheisen symmetrisesti raudoitettun teräsbetonipoikkileikkauksen betoni kutistuu tasaisesti (tyypillinen kutistuma on esim 0,04%). Aiheuttaako kutistuma jännityksiä rakenteeseen, jos aiheuttaa, niin minkälaisia jännityksiä ja mitä käytännön merkitystä niillä voisi olla. (3p)

