

Rak-43.270 Betonirakenteiden suunnittelun erikoisopintojakso

Tentti 31.10.2008

Merkitse vastauspapereihin: - opintojakson **koodi**, nimi ja tentin päivämäärä
- oma nimi **SELVÄSTI** ja allekirjoitus
- opintokirjan numero ja kirjain, sekä osasto
- luentojen kuunteluvuosi ja monesko yrityskerta

TENTISSÄ JAETAAN

- TRT:n kaavakokoelma
- Eurokoodi 2:n taulukko materiaaliominaisuuksista
- yksi sivu kaavoja tehtäväpaperin liitteenä.

TRT:n KAAVAKOKOELMA JA EUROKOODI 2:N TAULUKKO TULEE PALAUTTAA TENTIN JÄLKEEN.

OMAA KIRJALLISUUTTA EI SAA KÄYTTÄÄ.

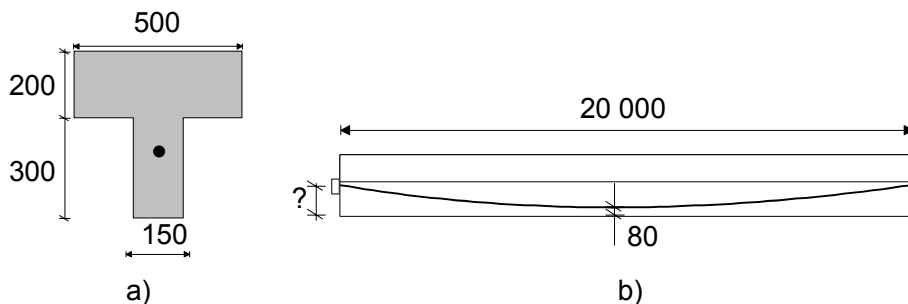
Hyväksytyyn suoritukseen tentissä vaaditaan 45% maksimipisteistä.

Jos teet laskelmissa yksinkertaistavia oletuksia, perustele ne ja arvioi yksinkertaistusten merkitystä. Materiaaliominaisuudet lasketaan jaetun eurokoodin taulukon avulla, jos niitä ei ole valmiiksi annettu.

1. Selitä seuraavien käsitteiden merkitys (4 p)

- Brutto poikkileikkaus, netto poikkileikkaus ja muunnettu poikkileikkaus
- Esijännittäminen ja jälkijännittäminen
- Aktiivi- ja passiiviankkuri
- Kitka- ja ankkurointi- eli lukitushäviöt

2. Kuvan 1 ankkurijännepalkissa jännevoima P tasapainottaa palkin oman painon, kun jännityshäviöt ovat keskimäärin 18 %.

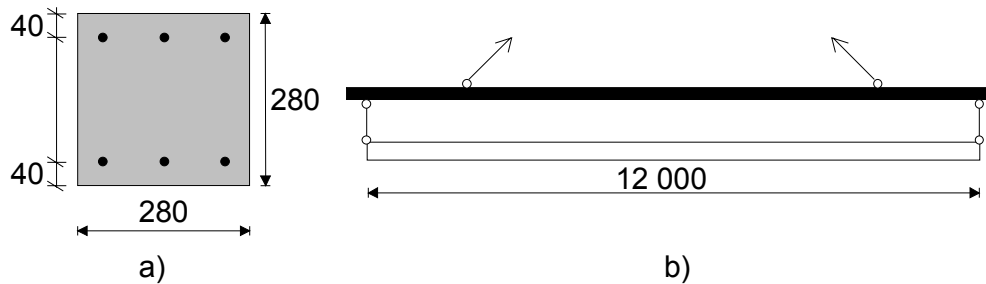


Kuva 1. Ankkurijännepalkki. a) Poikkileikkaus. b) Sivukuva.

- a) Mikä geometrinen käyrän muoto (sanallinen kuvaus riittää) soveltuu jännteelle ja mille korkeudelle (laske lukuarvo) jänne tulee ankkuroida? (2 p)
- b) Miten suuri tulee jännevoiman olla ennen jänneiden lukitusta? (2 p)
3. Kuvan 2 jännitetty pilari valetaan vaakasuorassa asennossa. Tartuntajänteet 6 ϕ 12,5 mm ($A_p = 93 \text{ mm}^2$ / jännepunos, $E_p = 190 \text{ GPa}$) laukaistaan, kun betoni

Rak-43.270 Betonirakenteiden suunnittelun erikoisopintojaks
Tentti 31.10.2008

on kolmen vuorokauden ikäisenä saavuttanut 70 prosenttia 28 vrk:n lujuudestaan C50. Jänteiden alkujännitys on 1300 MPa.



Kuva 2. Esijännitetty pilari. Mitat millimetreissä. a) Poikkileikkaus. b) Nosto.

a) Arvioi kaavan

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = E_p \varepsilon_{cs}(t, t_0) + 0,8 \Delta\sigma_{pr} + E_p \varphi(t, t_0) \frac{\sigma_{c,QP}}{E_{cm}}$$

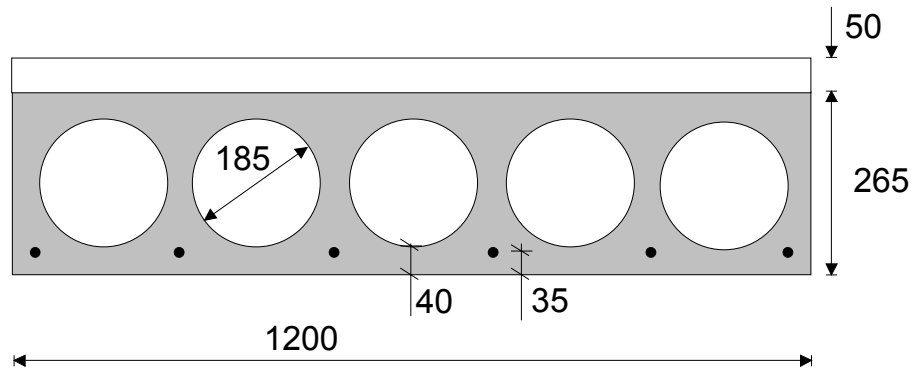
avulla jänteiden jännityshäviöt 3 vrk:n ja kuukauden kuluttua valusta, kun pilarin oletetaan lepäävän alustallaan kitkattomasti. Loppukutistumaksi $\varepsilon_{cs}(50,0)$ arvioidaan -0,04 % ja virumaluvun loppuarvoksi $\varphi(50,3) = 3,0$. Tuhannen tunnin relaksaatio ρ_{1000} on 2,5 %. Käytä apuna seuraavaa taulukkoa. (3 p)

t	3 d	1 kk
relaksaatio	$0,65 \rho_{1000}$	$0,95 \rho_{1000}$
Kutistuma	$0,15 \varepsilon_{cs}(50,0)$	$0,4 \varepsilon_{cs}(50,0)$
Viruma	-	$0,4 \varphi(50,3)$

b) Pilari nostetaan päistään 28 vrk:n kuluttua valusta. Laske betonin ylä- ja alapinnan jännitys pilarin keskikohdalla. Betonin tilavuuspaino on 25 kN/m^3 . Voiko betoni haljeta taivutuksessa noston aikana? (2 p)

4. Kuvan 4 ontelolaatan betonin lujuusluokka on C40, ja se on jännitetty kuudella $\phi 12,5$ mm punoksella. Punoksen kimmomoduuli on 198 GPa ja pinta-ala $93 \text{ mm}^2/\text{punos}$. Kun laatala on ikää 28 vrk, sen päälle valetaan betonista C25 50 mm paksu kerros, joka kovetuttuaan toimii liittorakenteena ontelolaatan kanssa. Laskennassa tulee ottaa huomioon materiaalien erilaiset kimmomoduulit. Ympyrälevyn $I = \pi d^4/64$.

Rak-43.270 Betonirakenteiden suunnittelun erikoisopintojakso
Tentti 31.10.2008



Kuva 3. Ontelolaatta + jälkivalu. Mitat millimetreissä.

- Laske jälkivalun painon (tilavuuspaino 24 kN/m^3) aiheuttama hetkellinen taipuman kasvu valuhetkellä. (3 p)
- Laske kuormitushetkellä pelkästä kutistumaerosta aiheutuvat jännitykset liittorakenteen ylä- ja alapinnassa, kun
 - * pintakerroksen muodonmuutos tasaisen kutistuman johdosta on $-0,0002$
 - * ontelolaatan tasainen kutistumamuodonmuutos samana aikana on $-0,00005$
 - * oletetaan, että 30 % vapaasta kutistumaerosta aiheuttaa jännityksiä (3 p)
- Kuukauden kuluttua pintabetonin valusta laattaa kuormitetaan tasaisella hyötykuormalla $2,0 \text{ kN/m}^2$. Laske tämän kuorman aiheuttama hetkellinen jännitystilän muutos ontelolaatan alapintaan sekä jälkivalun yläpintaan. (4 p).