

**Rak43.3410 rakennusfysikaalinen suunnittelu 1**  
**Tentti 27.4.2013**

**Sallittu kirjallisuus**

- tentissä jaettavat kaavakokoelmat liitteineen

**Kirjoita jokaiseen paperiin:**

- opintojakson koodi, nimi ja päivämäärä
- oma nimi, op:no, ja osasto
- luentojen kuunteluvuosi, monesko yritys

Huom. Jos käytössäsi graafinen laskin, kirjoita laskutehtävistä myös välivaiheita näkyviin.

**1.**

**a)** Osallistut nelikerroksisen hotellin luonnossuunnitteluun rakennusfysikaalisena asiantuntijana. Kohteen arkkitehti tiedustelee sinulta mm. tilaohjelmaa ja kohteen arkkitehtikuvia suunniteltaessa seuraavaa:

- Mitkä tekijät painottavat rakennusfysikaalisen suunnitteluluokan valintaa luokkien RF3 ja RF1 välillä? (Tässä vaiheessa sinulla on käytettävissä kohteen asemapiirustus ja ensimmäiset luonnokset.)

**b)** Osallistut kerhotalon peruskorjauksen suunnitteluun. Kohteessa aiotaan muuttaa kylmä kellarikerros kerhotilaksi ( $T_{\text{sisä}} = +20 \text{ °C}$ ). Kellarin ulkoseinät ovat betonirakenteiset. Esitä kaksi vaihtoehtoista rakenneratkaisua sisäpuolisesta lisälämmöneristämisestä. Mitä asioita painostat erityisesti, jotta rakenne-ehdotuksesi olisivat rakennusfysikaalisen toiminnan kannalta moitteettomia?

**2.**

**a)** Osallistut kuusikerroksisen asuintalon korjausten suunnitteluun. Kuntokartoituksen mukaan ikkunoissa esiintyy paikallista kondensoitumista ikkunoiden sisälasin sisäpinnalla ja ikkunan ulkolasin sisäpuolella. Esitä pääpiirteissään, miten selität ko. ilmiöiden esiintymisen ja mihin kiinnität huomiota, jotta ko. ilmiötä ei enää esiinny ikkunoiden uusimisen jälkeen. Urakoitsijan edustaja tiedustelee lisäksi sinulta, miksi uusissa matalaenergiaperiaatteella toteutetuissa kohteissa esiintyy nykyistä useammin ikkunan ulkolasin ulkopinnalle kondenssia. Esitä lyhyt perustelu.

**b)**

Uuden tilaa vaativan erikoistarvikekaupan myymälätilan ilmatiiveyttä on mitattu painekokeen avulla. Ilmavuotoluvuksi  $n_{50}$  on saatu 1,8 l/h. Myymälätilan korkeus on 4 metriä ja pohjapinta-ala 700 m<sup>2</sup> (20m\*35m). Myymälätilan seinät ja katto rajoittuvat ulkoilmaan. Lämpökamerakuvausten perusteella lähes kaikki vuotokohdat ovat katossa.

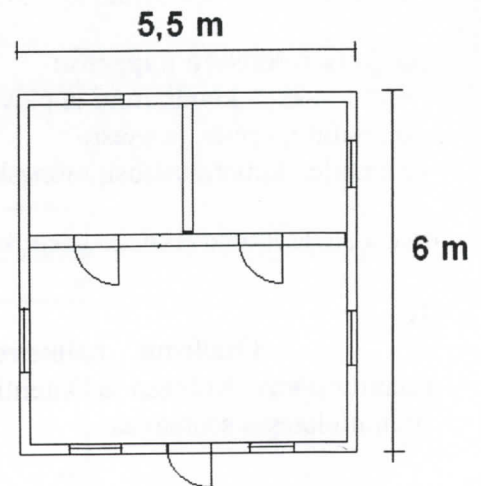
Laske, mikä on vuotoilmavirta katon läpi, kun kaupan ovet ovat tuulikaapin kautta avoinna ulkoilmaan -15 °C pakkasella. Myymälätilan sisälämpötila on 19 °C.

Ohje: Kun ovet ovat auki, neutraaliakseli on 1 m korkeudella. Oleta että 90 % painekokeen aikaisesta ilmavuodosta on tapahtunut katon läpi.

$$n = n_{50} \cdot \left( \frac{\Delta p}{50 Pa} \right)^\beta$$

**Rak43.3410 rakennusfysikaalinen suunnittelu 1**  
**Tentti 27.4.2013**

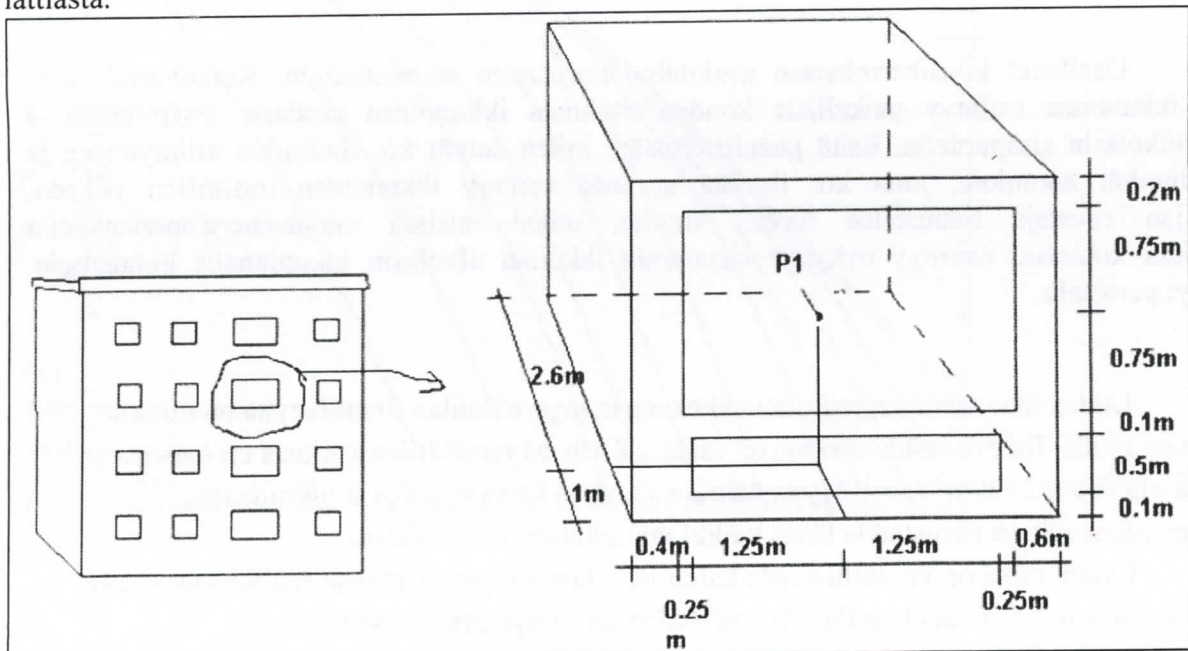
3. Hirsirakenteinen vapaa-ajan rakennus otetaan käyttöön talviaikaan. Rakennus on tasaantunut ulkoilman lämpötilaan  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja käyttöönotossa sisäilman lämpötila nostetaan  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ :een. Hirsitalo on yksikerroksinen ja oheisen kuvan muotoinen. Väliseiniä rakennuksessa on  $20\text{ m}^2$  ja ulkoseiniä on  $50\text{ m}^2$ . Seinät ovat  $180\text{ mm}$  vahvuista lamellihirttä. Seinissä ei ole ulko- eikä sisäverhousta.



a) Laske, kuinka paljon hirsimökin lämpötilannostamisen yhteydessä lämpöä sitoutuu seinärakenteisiin, kun rakennus tasaantuu uuteen tasapainolämpötilaan. Oleta, että hirsiiin sitoutunut kosteus ei ehdi merkittävästi poistua. Kuivan puun ominaislämpökapasiteetti on  $670\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ . Käytetyn mäntyhirren kuivatiheys on  $350\text{ kg}/\text{m}^3$ .

b) Laske, kuinka paljon väliseinät yhtä neliometriä kohden sitovat energiaa, kun väliseinän tasapainokosteus muuttuu  $75\%$ :n suhteellista kosteutta vastaavasta tasapainokosteudesta  $40\%$ :n tasapainokosteuteen.

4. a) Kerrostalon huoneessa on  $3 \times 1,5\text{ m}^2$  kokoinen ikkuna, jonka alla on  $2,5 \times 0,5\text{ m}^2$  lämpöpatteri, vrt kuva. Laske, kuinka suuri ero säteilylämpötilalla on pisteessä P1 (ikkunaan päin verrattuna huoneen takaseinään päin). Piste P1 on kuvan mukaisesti  $1\text{ m}$ :n etäisyydellä ikkunasta  $1,45\text{ m}$ :n korkeudella lattiasta.



Sisäpinnoilla on seuraavat lämpötilat: ikkuna  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , lämpöpatterin  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ulkoseinä  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , muut sisäpinnat  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Rak43.3410 rakennusfysikaalinen suunnittelu 1**  
**Tentti 27.4.2013**

Seuraavat näkyvyyskertoimet tunnetaan:

- $F_{P1\text{-patteri}} = 0,0596$
- $F_{P1\text{-ulkoseinä}} = 0,1090$

Ohje: hyödynnä liitettä 1.

b) Osallistut pientalon tuotekehitysprojektiin, jossa esille nousee kysymys rakenteiden massiivisuuden vaikutuksesta energiatehokkuuteen. Esitä pääpiirteissään, mihin rakennusfysikaaliseen ilmiöön ko. merkitys perustuu ja minkälaista laskennallista tarkastelua ehdotat vaihtoehtoisten rakenneratkaisuiden vertailuihin. Anna tyypilliset rakenne-esimerkit, joissa lämpötekniikan kannalta massiivisuus on mahdollisimman suuri ja pieni.

5.

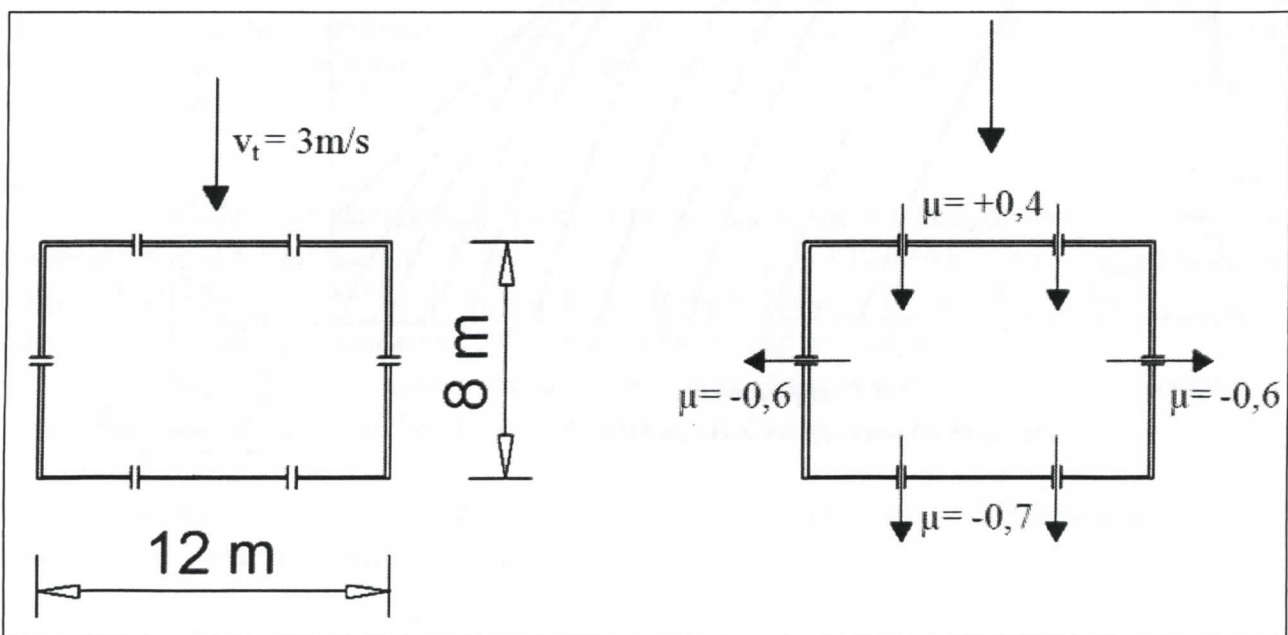
a) Mitä ymmärretään seinärakenteiden suunnittelussa käsitteellä kesäcondenssi? Mikä on pääpiirteissään sen rakennusfysikaalinen merkitys?

b) Määritä oheisen kuvan esittämän ryömintätilan ilmanvaihtoluku, kun tuulen nopeus on kuvan mukaisesti 3 m/s. Ryömintätilan korkeus on 80cm ja tuuletusaukkoina käytetään säleiköllä peitettyä 15cm\*15cm aukkoa. Paine-ero säleikön yli riippuu virtausnopeudesta ja virtaussuunnasta seuraavasti:

- Virtaus ryömintätilaan:  $\Delta p_{in} = 3,6 * v^2 * \frac{Pa \cdot s^2}{m^2}$
- Virtaus ryömintätilasta:  $\Delta p_{out} = 2,5 * v^2 * \frac{Pa \cdot s^2}{m^2}$

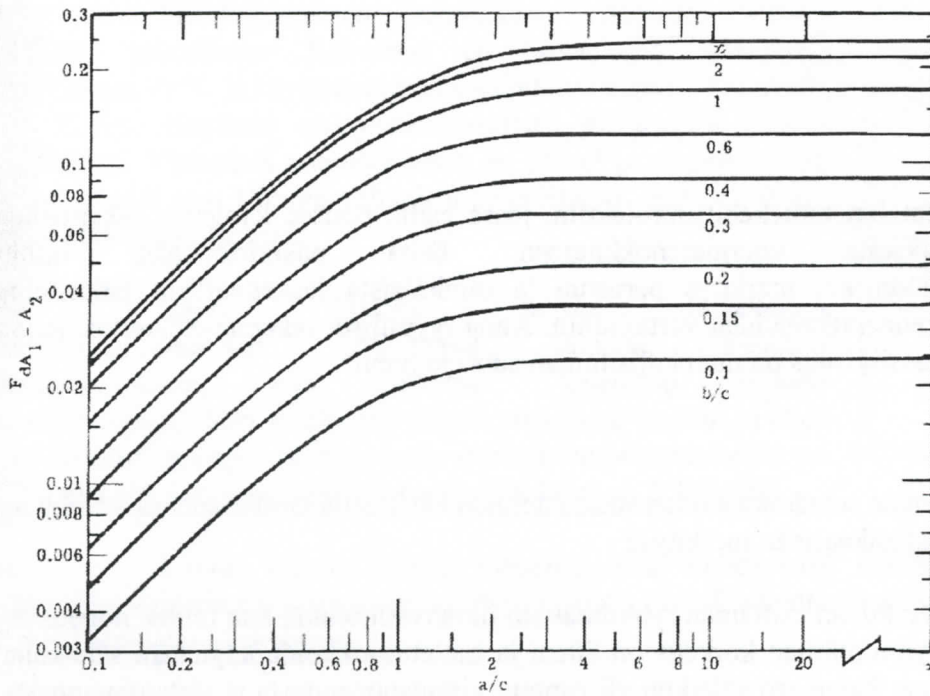
, jossa v on säleikön otsapintanopeus.

Ohje: Hyödynnä annettuja muotokertoimia tuulen dynaamiselle paineelle. Iteroitaessa kolme iterointikierrosta riittää.

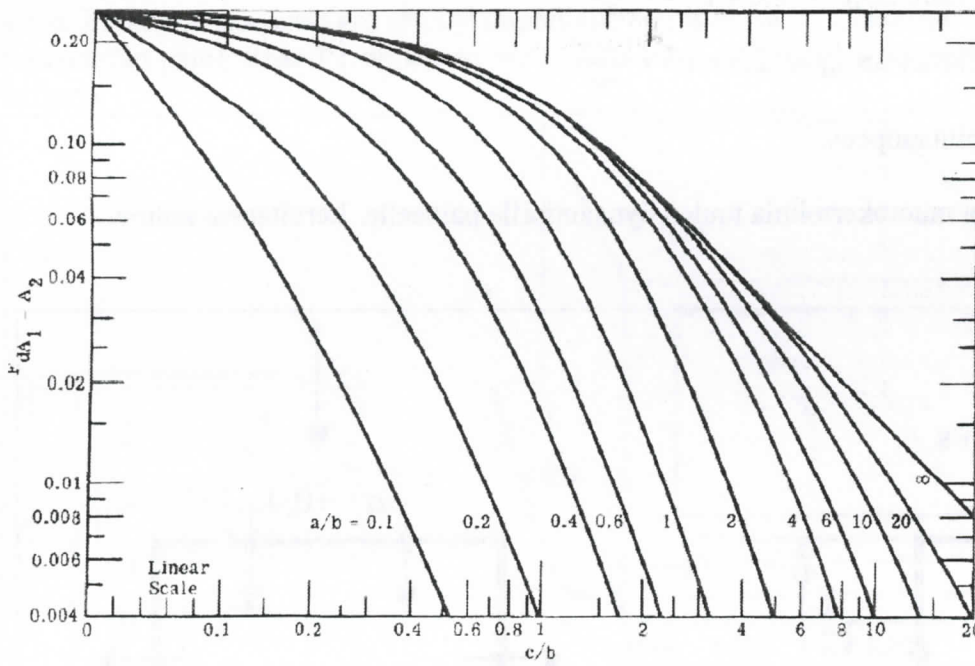
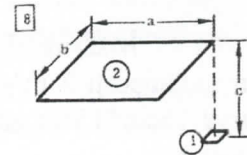


Rak43.3410 rakennusfysikaalinen suunnittelu 1  
Tentti 27.4.2013

Liite 1. Alkion ja pinnan välinen näkyvyyskerroin F



(f) Configuration 8



(g) Configuration 9

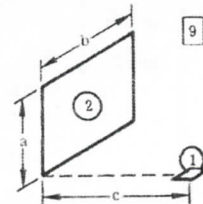


Fig. 15-48 (Continued). View factors [15-55].