

**Sallittu kirjallisuus**

- tentissä jaettavat kaavakokoelmat liitteineen

**Kirjoita jokaiseen paperiin:**

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

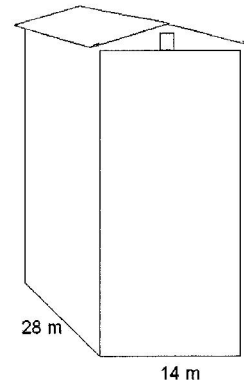
Huom. Jos käytössäsi graafinen laskin, kirjoita laskutehtävistä myös välivaiheita näkyviin.

1.

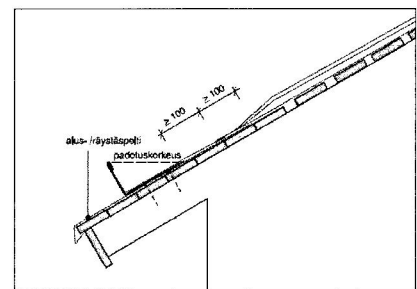
- a. Toteutussuunnitteluvaiheessa pääsuunnittelija kysyy sinulta, mitä kosteudenvälvontasuunnitelmalla tavoitellaan ja miksi se on tärkeä suunnittelukokonaisuus. Mitä vastaat ja mikä on ko. suunnitelman asema, eri vaatimusluokan rakennusfysikaalisessa suunnittelussa
- b. Osallistus ympäri vuoden käytössä olevan jäähallin suunnitteluun. Kahvioon ja sosiaalitoihin on ehdotettu lattialämmitysratkaisua (maanvarainen alapohja), joka käyttää kylmäkoneen lauhde-energiaa. Esitä pääpiirteissään mihin rakenneteknisiin asioihin kiinnität erityistä huomiota, jotta rakenne toimii teknisessä mielessä moitteettomasti. Anna leikkauspiirustus ja lyhyt rakennusfysikaalinen perustelu.

2.

- a. Helsingissä sijaitsevassa asuinkerrostalossa aiheutuu talvisin jääpuikoista vaaraa jalankulkijoille, jollei lumia poisteta katolta. Lumenpoistosta aiheutuu taloyhtiölle huomattavia vuosittaisi kustannuksia. Taloyhtiön hallituksen puheenjohtaja ehdottaa lämmittämättömän ullakon ilmanvaihdon huomattavaa lisäämistä koneellisella tuuletuksella, jotta jääpuikkoja ei muodostuisi räystäille. Tämän idean pohjalta lähdetään kehittämään väliaikaista ratkaisua. Laske kuinka suuri ilmanvaihtokoneen poistoilmavirta tulisi olla.

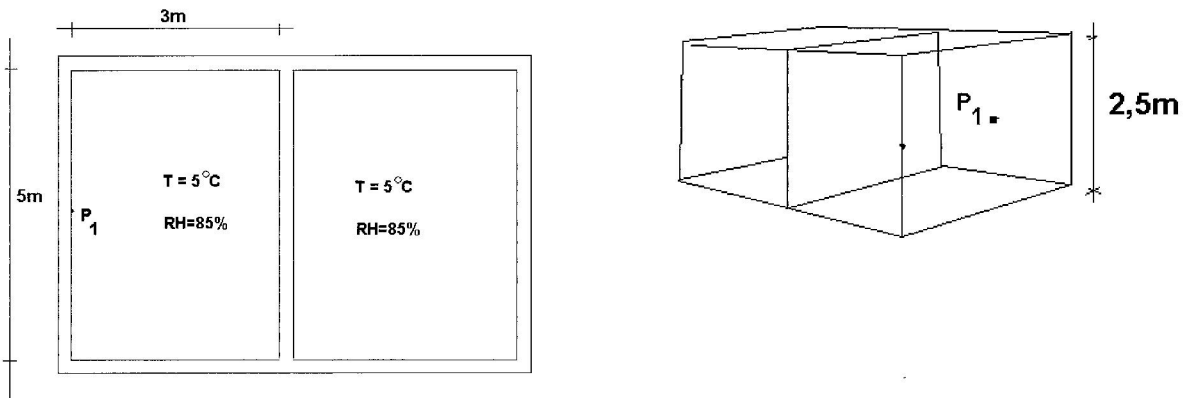
**Ohje:**

Lumi ei saisi sulaa katolla tarkastelutilanteessa. Tarkastelutilanteessa ulkolämpötila on  $-2^{\circ}\text{C}$ , katolla on 500 mm lunta (lämmönjohtavuus  $0,15 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ). Kerrostalon ullakko on tyhjää tilaa yläpohjan ja vesikaton välillä. Ullakolla ei ole ohjeiden mukaisia tuuletusrakojä ulkoilmaan. Ullakon ilma sekoittuu täydellisesti. Vesikatto on konesaumattua peltiä, jonka alla harvalaudoitus, huomaa oheinen kuva. Rakennuksen ullakolla on joitain lämmönlähteitä kuten lämmöneristämättömiä poistoilmakanavia yms., joiden lämmöntuotoksi arvioidaan 5 kW. Rakennuksen yläpohjan U-arvo on suunnitelmien mukaan  $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Kattokaltevuus on 1:8. Ylimmässä kerroksessa sisälämpötila on keskimäärin  $21^{\circ}\text{C}$ . Oleta että yläpohja huonetilan ja ullakon välillä on ilmatiivis.



4.

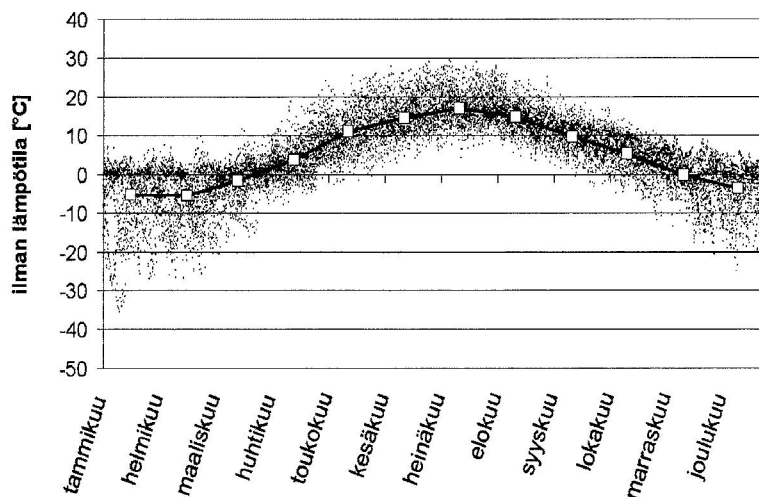
- a. Osallistut RF-suunnittelijana vihannesvaraston suunnitteluun. Vihannesvaraston sisäilman tavoiteolosuhteet ovat 5 °C lämpötila ja 85 %:n suhteelliseen kosteus. Suunnitellun vihannesvaraston ulkovaipan paksuus on 50 mm, eristeenä polyuretaani, pintana maalattu pelti, jonka emissiokerroin 0,9. Väliseinän emissiokerroin on 0,91. Vihannesvarasto tulee eristämättömään varastoon. Tarkastele voiko seinärakenteen sisäpinnalle pisteessä (P<sub>1</sub>) tiivistyä kosteutta sisäilman tavoiteolosuhteissa. Rakennuspaikka on Helsinki. Mitä voit päätellä laskemasi perusteella ko. tilan kosteuskäyttäytymisestä?



$$\text{ohje: } q_{12} = \frac{\sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{F_{12}} + \frac{A_1(1 - \varepsilon_2)}{A_2 \cdot \varepsilon_2}}$$

Oleta väliseinän olevan sisälämpötilassa. Laskennassa 3 iteraatiokierrosta riittää.

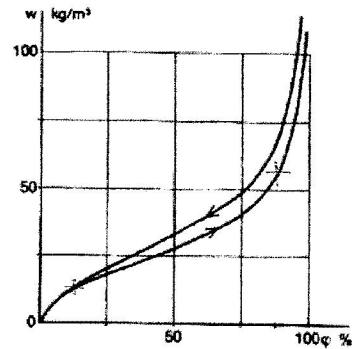
Ilman lämpötila Helsingissä, 10 vuoden data 1983-1992



- b. Osallistut 2-kerroksisen rivitalon, johon ulkoseinäksi on ehdotettu tiilivuorattua puurunkoseinää, suunnitteluun. Mihin tekijöihin kiinnität erityistä huomiota ikkunan ja seinärakenteen liitosdetaljin suunnittelussa, jotta rakenne olisi lämpö- ja kosteusteknisesti moitteettomasti toimiva. Anna jokin leikkauspiirustus ja rakennusfysikaaliset perusteet valinnoillesi.

- b. Mitä julkisivun betonielementtien saumauksessa tarkoitetaan kaksivaiheittiviestyratkaisulla. Anna jokin leikkauspiirustus ja lyhyt rakennusfysikaalinen perustelu
3. Olet suunnittelemassa vapaa-ajan asuntoa tilaajalle. Tilaaja toivoo rakennukselta miellyttäviä sisäolosuhteita ja pieniä käyttökustannuksia. Tilaaja käyttää rakennusta pääasiassa keväällä, kesällä ja syksyllä, sekä lisäksi satunnaisesti talvella.
- a. Suunnitellet lämmitysjärjestelmän niin että rakennus on ylläpitolämmityksellä käyttöajan ulkopuolella ja satunnaisia käyntejä varten lämmitettävissä etukäteen etäohjauksella. **Laske kuinka kauan kestää hirsisen (150mm) väliseinän keskipisteen lämpeneminen 10%:n päähän loppulämpötilasta.** Alkulämpötila on 10 °C, uusi sisälämpötila 20 °C, joten hirren keskipisteen lämpötila kyseisen ajan kuluttua on 19 °C. Kuinka paljon hirsiseinä sitoo lämpöenergiaa neliometriä kohden. Ohje: Oleta että hirsiseinän pinnat lämpenevät hyvin nopeasti uuteen sisälämpötilaan.

- b. Suunnitteluvaiheessa mallinnat ulkoseinärakenteiden kosteusteknistä toimintaa numeerisella laskentaohjelmalla, samalla periaatteella kuin kurssin mikroharjoituksissa. Tapauksen luonteesta johtuen laskennassa otetaan huomioon rakenteen kosteuskapasiteetti. Rakennuksen seinät ovat puurunkorakenteisia, jossa tuulensuojalevynä on huokoinen puukuitulevy. **Määritä oheisen tasapainokosteuskäyrän perusteella mikä on puukuitulevyn kosteuskapasiteetti, jota käytettäisiin ajasta riippuvassa lämpö- ja kosteusteknisessä numeerisessa laskennassa.**



Figur 92.1n. Träfiberskiva, porös, densitet 300 kg/m<sup>3</sup>.

5.

- a. Uuden tilaa vaativan erikoistarvikekaupan myymälätilan ilmatiiveyttä on mitattu painekokeen avulla. Ilmavuotoluukuksi  $n_{50}$  on saatu 2 l/h. Myymälätilan korkeus on 4 metriä ja pohjapinta-ala 600 m<sup>2</sup> (20m\*30m). Myymälätilan seinät ja katto rajoittuvat ulkoilmaan. Lämpökamerakuvauksen perusteella lähes kaikki vuotokohdat ovat katossa. **Laske mikä on vuotoilmavirta katon läpi**, kun kaupan ovet ovat tuulikaapin kautta avoinna ulkoilmaan -20 °C pakkasella. Myymälätilan sisälämpötila on 20 °C.

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

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

- b. Eräs rakennuttaja on kuullut, että sinä olet rakennusfysiikan asiantuntija. Hän tiedustelee sinulta, mitä rakennusfysikaalisessa suunnittelussa ymmärretään tarkistusmenettelyllä, miten se ajoittuu suunnittelun vaiheisiin ja mitä sillä tavoitellaan. Anna jokin esimerkki ja rakennusfysikaaliset perusteet.