

Ene-58.101 Taloteknisten järjestelmien perusteet
Tentti 25.4.2006

1. Kuvaile lyhyesti, mitä seuraavat käsitteet tarkoittavat (10 p.)
 - a) kattilan tyhjäkäyntihäviö
 - b) patteriventtiilin esisäätö
 - c) sekavesiviemärointi
 - d) syrjäyttävä ilmanjako
 - e) sairas rakennus

2. Essee. Talotekniikassa ollaan siirtymässä väyläpohjaisiin ratkaisuihin. Mitä etuja saavutetaan esimerkiksi osoitteellisilla paloilmamaisimilla verrattuna perinteiseen ratkaisuun? (10 p.)

3. 10 m² toimistohuoneessa on aktiivinen jäähdytyspalkki. Huoneen tuloilmavirta on 20 l/s ja tuloilma on 8°C huoneilmaa viileämpää. Jäähdytyspalkissa kiertävän jäähdytysveden mitoituslämpötilat ovat 15/18°C (meno/paluu) ja tilavuusvirta on 0,05 l/s.
 - a) Mikä on jäähdytyspalkin jäähdytysteho? (6 p.)
 - b) Onko jäähdytysteho [W/m²] nykyaikaiseen toimistorakennukseen riittävällä tasolla? (2 p.)
 - c) Kuinka monta prosenttia suurempi tuloilmavirran pitäisi olla, jos jäähdytykseen käytettäisiinkin jäähdytyspalkin sijaan pelkkää tuloilmaa? (2 p.)

4. Seuraavat väitteet ovat molemmat totta
 - 90 % Suomen rakennuskannasta lämmitetään kaukolämmöllä
 - sähkölämmitys on yleisin lämmitysmuotoMiten tämä on mahdollista? (10 p.)

5. Essee. Märkätilojen lämmitys. Vesikiertoisella keskuslämmitykselläkin varustetuissa asuinkerrostaloissa käytetään usein pesutiloissa sähköistä lattialämmitystä. Miksi? Mitä muita ratkaisuja voitaisiin käyttää? (10 p.)

6. Kuvaa lyhyesti, mitä mieltä olit opintojaksosta, miten se nivoutui muihin opintoihin, mitä hyvää ja huonoa jaksolla oli, mitä asioita tai toimintatapoja haluaisin kurssille lisää, mitä pois. (2 p.)

Ilman tiheys 1,2 kg/m³ ja ominaislämpökapasiteetti 1,0 kJ/kgK.

Veden tiheys (16,5°C) 998,8 kg/m³ ja ominaislämpökapasiteetti 4,186 kJ/kgK.

25.4. tentin mallivastaukset

1. Kuvaile lyhyesti, mitä seuraavat käsitteet tarkoittavat (10 p.)

- a) Kun ei tarvita täyttä lämmitystehoa, termostaatti katkoo lämmityskattilan polttimen toimintaa. Kattilan eristeiden läpi vuotaa kuitenkin lämpöä myös polttimen seisontajaksojen aikana. Siksi polttoaineenkulutus ei laske nolnaan, vaikka lämmitystehontarve olisi nollassa, vaan poltin joutuu yhä toimimaan ajoittain kattilan lämpötilan ylläpitämiseksi. Tällainen tilanne tulee helposti eteen kesällä, jos lämmin käyttövesi tuotetaan kattilassa olevalla lämmönsiirtimellä (tyypillinen pientalojen ratkaisu). Kattila on pidettävä jatkuvasti kuumana, "tyhjäkäynnillä", jotta lämmintä vettä olisi saatavilla heti tarvittaessa.
- b) Patteriventtiilin esisäädöllä säädetään patterin maksimivesivirta (käsi- tai termostaattikäyttöisen venttiilin ollessa täysin) auki huoneen mitoitusilanteen lämmöntarvetta vastaavaksi.
- c) Sekavesiviemäroinnissä sekä jätevedet että sadevesi johdetaan samaan verkostoon. Kaupunkialueilla molemmilla on yleensä omat verkostonsa jätevesien puhdistuksen helpottamiseksi.
- d) Syrjäyttävällä ilmanjaolla pyritään aikaansaamaan mahdollisimman voimakas lämpötilaja epäpuhtauspitoisuuskerrostuma, missä lattiatasolle (oleskeluvyöhykkeelle) tuotu puhdas ja hieman huoneilmaa viileämpi ilma "työntää" lämpimämmän ja likaisemman ilman huoneen yläosaan, oleskeluvyöhykkeen yläpuolelle. Syrjäytysilmanvaihto vaatii normaalia suurempaa huonekorkeutta.
- e) Sairaassa rakennuksessa ihmisillä on tavanomaista enemmän "epämääräisiä" sisäilmaston ongelmiin liitettyjä oireita, kuten nenän, kurkun ja silmien ärsytystä, päänsärkyä jne. Oireilulla ei kuitenkaan ole mitään ilmiselvää aiheuttajaa ts. pintapuolisessa tarkastelussa kaikki (lämpötilat, ilmanvaihto jne.) näyttävät olevan kunnossa. Olennaista sairaan rakennuksen määritelmässä on nimenomaan oireiden aiheuttajan (tai tyypillisimmin aiheuttajien; sairaat rakennukset ovat tyypillisesti moniongelmaisia) tuntemattomuus. Homeongelmasta kärsivä rakennus ei ole sairas rakennus, jos/kun ongelmien lähde tunnetaan.

2. Väyläpohjaisten paloilmaisimien ym. ratkaisujen edut. Vastauksissa verrattiin väyläpohjaisia paloilmaisimia usein asuinnoissa käytettäviin palovaroittimiin, joista hälytys ei siirry eteenpäin. **Suuremmissa kiinteistöissä on kuitenkin jo pitkään käytetty paloilmaisimia, joista hälytys siirtyy automaattisesti palokunnalle.** Näissä järjestelmissä on tyypillisesti useita ilmaisimia kytketty samaan kaapeliin, josta ne saavat käyttöjännitteensä ja jonka välityksellä tieto hälytyksestä siirtyy paloilmoitinkeskukseen. Keskukselta ei kuitenkaan käy ilmi, mikä yksittäiseen kaapeliin, ns. hälytyssilmukkaan, kytketty ilmaisin hälyttää, joten tietä palon sijainnista saadaan vain hyvin karkealla tasolla, riippuen siitä miten rakennus on jaettu lohkoihin / hälytyssilmukoihin. Palokunta joutuu saapumaan paikalle tietämättä edes mistä osasta rakennusta hälytys tulee, koska hälyttävän silmukan numero ja sijainti käyvät ilmi vasta paloilmoitinkeskuksen dokumentaatiosta.

Osoitteelliset (osoitteellisuus viittaa siihen, että jokaisella väylään kytketyllä laitteella on yksilöllinen tunnuskoodi / osoite) & "älykkäät" ilmaisimet sallivat paitsi hälyttävän ilmaisimen paikantamisen ja tiedon välittämisen palokunnalle, niin myös huoltoa ja muutostöitä helpottavia toimintoja, esim. yksittäisen ilmaisimen poiskytkennän lähistöllä tehtävien hitsaustöiden ajaksi. Kampin keskuksen Exculla paljastui mm. että laituritasoilla yksittäisen ilmaisimen laukeaminen aiheuttaa hälytyksen ainoastaan valvomossa, josta lähetetään vartija tai huoltomies tarkastamaan tilanne. Jos kaksi ilmaisinta hälyttää, jolloin kyse tuskin on enää satunnaisesta toimintahäiriöstä, käynnistyvät savunpoisto,

evakuointikuulutukset ym. automaattisesti. Perinteisellä tekniikalla tämän toteuttaminen olisi mahdotonta, koska keskukselle saadaan vain ON/OFF -tyyppinen tieto hälytyksestä eikä (samaa hälytinsilmukkaan kuuluvien) hälyttävien ilmaisimien määrä paljastu mitenkään. Pisteitä oli mahdollista kerätä myös kirjoittamalla yleisemmin väyläpohjaisesta automaatiosta

3. 10 m² toimistohuoneen jäähdytys

- a) Aktiivisen jäähdytyspalkin jäähdytysteho = palkin kautta tulevan viileän tuloilman jäähdytysteho + palkissa kiertävän veden jäähdytysteho.

$$\text{Ilma: } 0,020 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1,0 \text{ kJ/kgK} \times 8 \text{ K} = 0,192 \text{ kW}$$

$$\text{Vesi: } 0,05 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \times 998,8 \text{ kg/m}^3 \times 4,186 \text{ kJ/kgK} \times 3 \text{ K} = 0,627 \text{ kW}$$

$$\text{Yht. } \mathbf{0,819 \text{ kW}}$$

- b) Jäähdytysteho on 819 W / 10 m² ≈ 82 W/m², mikä ylittää tavanomaisen toimistorakennuksen vaatimukset (n. 60 W/m²)

- c) Tarvittava tuloilmavirta puhdasta ilmajärjestelmää käytettäessä:

$$V: 0,819 \text{ kW} / (1,2 \text{ kg/m}^3 \times 1,0 \text{ kJ/kgK} \times 8 \text{ K}) = 0,085 \text{ m}^3/\text{s} = 85 \text{ l/s}$$

$$\text{Tuloilmavirran pitää kasvaa } (85-20)/20 = \mathbf{325 \%}$$

4. Seuraavat väitteet ovat molemmat totta

- 90 % Suomen rakennuskannasta lämmitetään kaukolämmöllä. *Tähän on lipsahtanut virhe, 90 % pitää paikkansa ainoastaan tarkasteltaessa asuinkerrostaloja, kaikki muutkin rakennustyypit huomioituna kaukolämmityksen osuus on noin 50 %.*

- **Sähkölämmitys on yleisin lämmitysmuoto, kun laskentaperusteena käytetään rakennusten lukumäärää rakennustilavuuden (m³) sijaan.** Tällöin tulos määräytyy sähkölämmitteisten pientalojen lukumäärän (yli 600 000) mukaan.

5. Syyt sähköisen lattialämmityksen käyttöön kalliimasta energiasta (sähkö / kaukolämpö) huolimatta:

- **mukavuuslämmitys**, tarpeellinen hyvin lämpöä johtavan pintamateriaalin vuoksi
- pieni tilantarve (rakennepaksuus), sopii vesikiertoista paremmin jälkiasennuksiin
- **lämmitystarvetta on myös kesällä** (mukavuuslämmitys ja lattian kuivumisen nopeuttaminen), jolloin vesikiertoinen patteriverkko miel. suljetaan
- vesikiertoinen lattialämmitys vaatii matalampaa menoveden lämpötilaa kuin patteriverkko → vesikiertoisella lattialämmityksellä pitäisi olla oma kiertopiirinsä (=erill. lämpötilasäätö + pumppu) mikä tulee kalliiksi
- huom. kerrostalohuoneistoissa ei kannata käyttää kaksitariffisähköä + varaavaa lämmitystä, säästö ei kata korkeampia liittymis- ja vuosimaksuja

Muita vaihtoehtoja:

- vesikiertoinen lattialämmitys (kalliimpi) tai vesikiertoiset patterit (ei toimi kesällä)
- **lämpimän käyttöveden kiertopiiriin kytketty putkipatteri**, ns. rätipatteri, lämmittää myös kesällä, vanhoissa taloissa myös lämpimällä käyttövedellä toimivia lattialämmityksiä tai lämmityspattereita (ei sall. uudisrakennuksissa)
- sähköinen kattolämmitys, sähköpatteri tai sähkölämmiteinen "rätipatteri"
- **edellisten yhdistelmät**, esim. sähköinen lattialämmitys (mukavuuslämmitys vuoden ympäri) + vesikiertoinen patteri, jolla katetaan ulkoseinien ja ikkunoiden lämpöhäviöt talvella (kalliimman sähköenergian säästämiseksi)