



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Fundamentals of HVAC Design

EEN-E4004

Lecture 6.3.2019

Task 1: Heat loss calculations

M.Sc Vikke Niskanen

Task 1: Heat loss calculations

Targets

- Recognize what characteristics of buildings affect heating powers and heat losses
- Have knowledge how to calculate heat losses and heating powers

Methods

- Calculate heat losses and heating powers using RakMK D5:
<file:///C:/Users/VNi/Downloads/D5-17-5-2013-final-su.pdf>

Outcome

- **Make and document calculations of heat losses for the example building in the tasks for each room**

RakMK D5: part 9

9

LÄMMITYSTEHO Heating power

Tässä luvussa lasketaan

- 9.1 Rakennuksen lämmitystehon tarve
- 9.2 Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöteho **Heating power through conduction**
- 9.3 Vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve **Heating power through leakage air**
- 9.4 Tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpötehon tarve
- 9.5 Korvausilman lämpenemisen lämpötehon tarve
- 9.6 Ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin teho
- 9.7 Käyttöveden lämmityksen lämpötehon tarve

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään

- Rakennusosien pinta-alat **Areas of building blocks**
- Rakennusosien lämmönläpäisykertoimet **Heat transfer coefficients**
- Rakennuksen ilmatilavuus **Air volume of building**
- Ilmanvaihdon ilmavirrat
- Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton lämpötilasuhteet mitoitusilanteessa
- Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama
- Lämmitysjärjestelmien hyötysuhteet

Heating power through conduction

9.2 Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöteho Heating power through conduction

9.2.1

Rakennusvaipan johtumislämpöhäviöteho lasketaan kaavalla (9.3)

$$\phi_{joht} = \phi_{ulkoseinä} + \phi_{yläpohja} + \phi_{alapohja} + \phi_{ikkuna} + \phi_{ovi} + \phi_{muu} + \phi_{kylmäsillat} \quad (9.3)$$

jossa

ϕ_{joht}	johtumislämpöteho rakennusvaipan läpi, W	Total heating power through conduction
$\phi_{ulkoseinä}$	johtumislämpöteho ulkoseinien läpi, W	walls
$\phi_{yläpohja}$	johtumislämpöteho yläpohjien läpi, W	roof
$\phi_{alapohja}$	johtumislämpöteho alapohjien läpi, W	floor
ϕ_{ikkuna}	johtumislämpöteho ikkunoiden läpi, W	windows
ϕ_{ovi}	johtumislämpöteho ulko-ovien läpi, W	doors
ϕ_{muu}	johtumislämpöteho tilaan, jonka lämpötila poikkeaa ulkolämpötilasta, W	
$\phi_{kylmäsillat}$	johtumislämpöteho kylmäsiltojen läpi, W.	Cold bridges

Lämpöhäviötehot rakennusosien läpi lasketaan jokaiselle rakennusosalle i kaavalla (9.4) ja lämpöhäviötehot kylmäsiltojen läpi lasketaan kaavalla (9.5)

Heating power through conduction

$$\phi_i = \sum U_i A_i (T_s - T_{u,mit}) \quad (9.4)$$

$$\phi_{kylmäsillat} = \sum l_k \Psi_k (T_s - T_{u,mit}) \quad (9.5)$$

joissa

ϕ_i	johtumislämpöteho rakennusosan i läpi, W	Heating power through conduction
$\phi_{kylmäsillat}$	johtumislämpöteho kylmäsiltojen läpi, W	Heating power through cold bridges
U_i	rakennusosan i lämmönläpäisykerroin, W/(m ² K)	Heat transfer coefficient
A_i	rakennusosan i pinta-ala, m ²	area
T_s	sisäilman lämpötila, °C	Temperature indoors = 21 C
$T_{u, mit}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C	Temperature outdoors = -26 C
l_k	viivamaisen kylmäsillan pituus, m	
Ψ_k	viivamaisen kylmäsillan lisäkonduktanssi, W/(m K).	

Heating power through leakage air

9.3 Vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve

9.3.1

Vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve lasketaan kaavalla (9.6)

$$\phi_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v, \text{vuotoilma}} (T_s - T_{u, \text{mit}}) \quad (9.6)$$

jossa

$\phi_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve, W	Total power for leakage air
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³	Air density
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)	Specific heat capacity for air
$q_{v, \text{vuotoilma}}$	vuotoilmavirta, m ³ /s	Leakage air flow
T_s	sisäilman lämpötila, °C	Temperature indoors = 21 C
$T_{u, \text{mit}}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.	Temperature outdoors = -26 C

Calculating leakage air

3.3.2

Vuotoilmavirta lasketaan kaavalla (3.9)

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{q_{50}}{3600 \cdot x} A_{vaippa} \quad (3.9)$$

jossa

q_v , vuotoilma	vuotoilmavirta, m ³ /s	leakage air volume
q_{50}	rakennusvaipan ilmanvuotoluku, m ³ /(h m ²)	Air leakage coefficient = 4 m³/hm²
A_{vaippa}	rakennusvaipan pinta-ala (alapohja mukaan luettuna), m ²	Area of building mantle
x	kerroin, joka on yksikerroksisille rakennuksille 35, kaksikerroksisille 24, kolmi- ja nelikerroksisille 20 ja viisikerroksisille ja sitä korkeimmille rakennuksille 15 kerroskorkeuden ollessa noin 3 m, -. Vain maapinnan yläpuoliset kerrokset otetaan huomioon.	
3600	kerroin, joka muuttaa ilmavirran m ³ /h yksiköstä m ³ /s yksikköön.	

Rakennusvaipan ilmanvuotolukuna q_{50} voidaan käyttää lämmitysenergian tarpeen laskennassa arvoa 4 m³/(h·m²), ellei ilmanpitävyyttä tunneta. Taulukossa 3.5 esitetään tyypillisiä ilmanvuotoluvun arvoja eri rakennuksille.

walls



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Documenting task 1

Heat loss calculation –excel is returned for the task.

- The excel sheet is a rough model, one can "tweak" the document if necessary
- The task is scaled in points on a scale from 0 ... 10, total of 10% of the course grade

Lets go through the excel and other model drawings!