

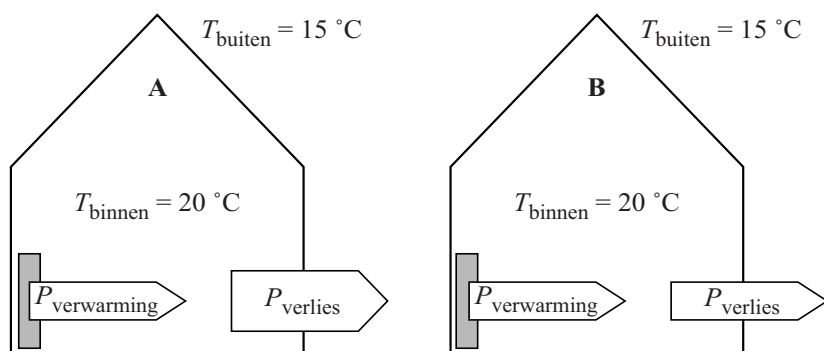
## Opgave 5 Binnenklimaat

Huizen worden tegenwoordig steeds beter geïsoleerd. Het gevolg hiervan is dat er ook goed geventileerd moet worden. In deze opgave wordt daarom zowel naar isolatie als naar ventilatie gekeken.

### Isolatie

In figuur 1 zijn twee identieke huizen getekend die niet op dezelfde wijze zijn geïsoleerd. In de huizen is met pijlen aangegeven hoeveel warmte er per seconde aan een huis wordt toegevoerd ( $P_{\text{verwarming}}$ ) en hoeveel warmte er per seconde verloren gaat ( $P_{\text{verlies}}$ ). De breedte van de pijlen is een maat voor het vermogen.

figuur 1



Op de uitwerkbijlage staat een diagram waarin vier grafieken zijn gegeven die het mogelijke verloop van de binnentemperatuur van huis A geven als functie van de tijd.

Op een bepaald moment is de binnentemperatuur 20 °C. Veronderstel dat de toegevoerde warmte per seconde en de buitentemperatuur niet veranderen.

- 3p 21 Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef op de uitwerkbijlage met de letter A aan welke grafiek het temperatuurverloop in huis A het beste weergeeft.
  - Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het temperatuurverloop in huis B.

Een goede manier om een schuin dak te isoleren is het aanbrengen van een laag steenwol. Steenwol is verkrijgbaar in verschillende diktes. Voor de warmtestroom door het steenwol geldt:

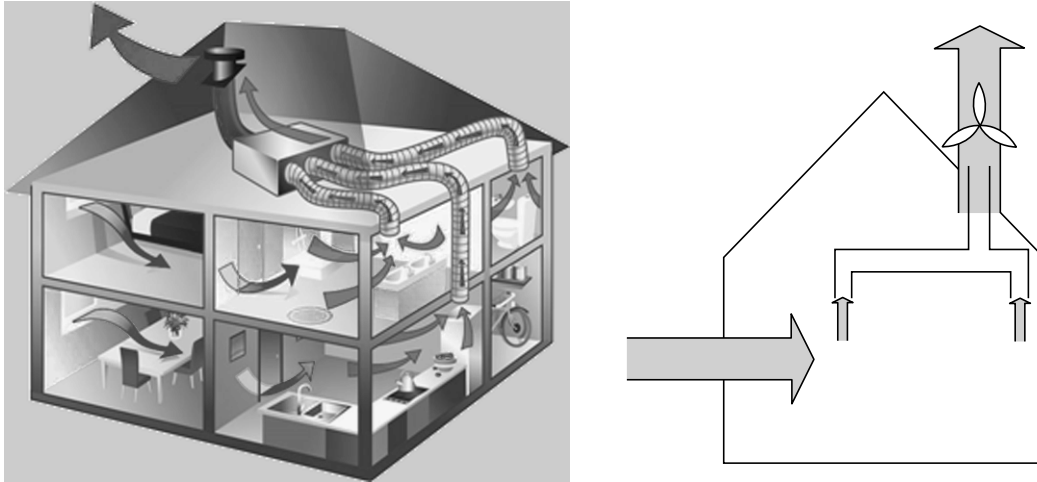
$$P = kA \frac{\Delta T}{d}$$

- 2p 22 Veronderstel dat het oppervlak en het temperatuurverschil gelijk blijft. Geef in de tabel op de uitwerkbijlage voor  $P$  en voor  $k$  aan of deze grootheden kleiner worden, gelijk blijven of groter worden als de dikte van de isolatie toeneemt.

## Ventilatie

Om te ventileren wordt gebruik gemaakt van een elektrisch ventilatiesysteem. Een ventilator zuigt lucht via een aantal ventilatiekanalen uit de kamers en blaast de lucht vervolgens naar buiten. Verse lucht wordt aangevoerd door ramen of roosters. Zie figuur 2.

figuur 2



In een bepaalde huiskamer wordt zo  $215 \text{ m}^3$  lucht per uur afgevoerd. Deze kamer heeft een vloeroppervlak van  $44 \text{ m}^2$  en een hoogte van  $2,44 \text{ m}$ . Het 'ventilatievoud' geeft aan hoe vaak de lucht in een ruimte per uur volledig wordt afgevoerd.

- 2p **23** Bereken het ventilatievoud van deze kamer.

Het debiet is het aantal kubieke meters lucht dat per seconde wordt afgevoerd en is te berekenen met:

$$\text{debiet} = vA$$

Hierin is:

- $A$  de oppervlakte van de doorsnede van de ventilatiekanalen in  $\text{m}^2$ ;
- $v$  de snelheid van de lucht in de ventilatiekanalen in  $\text{ms}^{-1}$ .

Volgens de bouwvoorschriften mag de snelheid van de lucht in de kanalen niet groter zijn dan  $4,0 \text{ ms}^{-1}$ . De huiskamer beschikt over twee ventilatiekanalen om de lucht af te voeren. Bij de bouw van het huis had men de keuze uit buizen met een diameter van  $80 \text{ mm}$ ,  $100 \text{ mm}$ ,  $125 \text{ mm}$  en  $150 \text{ mm}$ .

- 5p **24** Leg met een berekening uit welke buisdiameter in dit huis minimaal moest worden gebruikt.

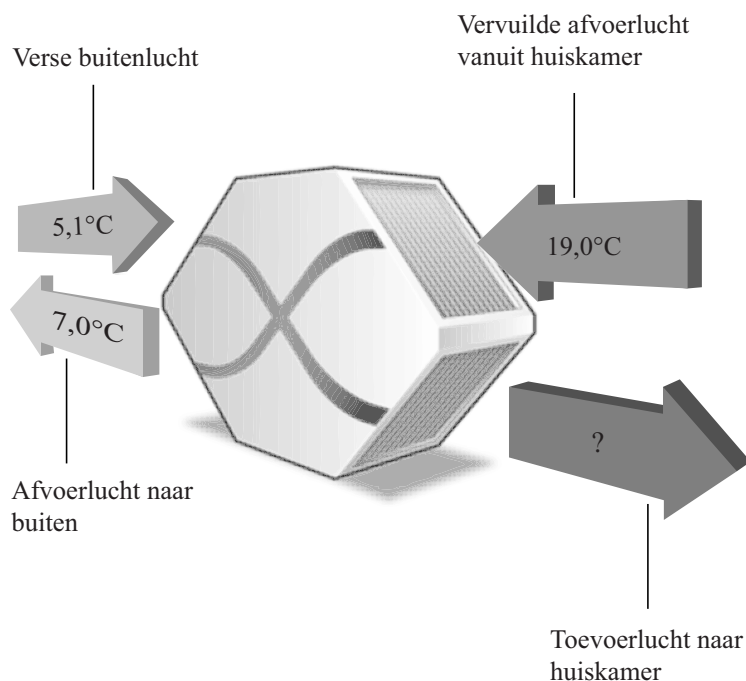
In de winter is de lucht die aangevoerd wordt koud. De centrale verwarming moet deze lucht dan verwarmen. In deze verwarmingsinstallatie wordt aardgas verbrand. Bij het verbranden van  $1,0 \text{ m}^3$  aardgas komt  $32 \cdot 10^6 \text{ J}$  warmte vrij.

Stel dat de thermostaat in de huiskamer is ingesteld op  $19,0 \text{ }^\circ\text{C}$  bij een buitentemperatuur van  $5,1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Er wordt  $255 \text{ kg}$  lucht per uur toegevoerd. Het totale rendement van de verwarmingsinstallatie is  $100\%$ .

- 3p **25** Bereken hoeveel kubieke meter aardgas er per uur verbrand moet worden om de aangevoerde lucht te verwarmen.

Om energie te besparen zijn er ook ventilatiesystemen met een warmte-terugwin-systeem. Hierin wordt de toevoerlucht door een ventilator aangezogen en dan langs de afvoerlucht geleid. Bij lage buitentemperaturen wordt zo de warme afvoerlucht gebruikt om de koude toevoerlucht te verwarmen. Zie figuur 3.

**figuur 3**



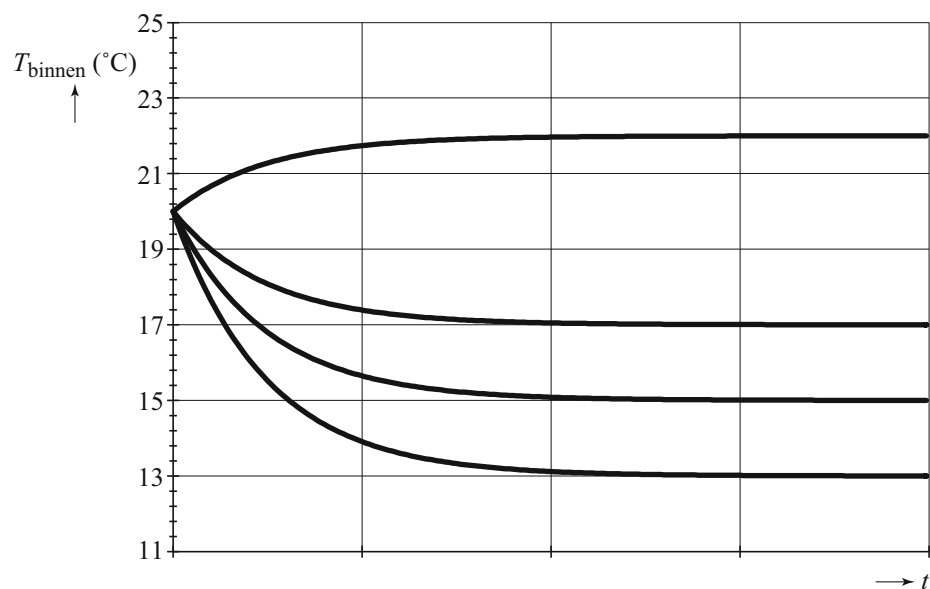
Stel dat de aangevoerde lucht een temperatuur heeft van  $5,1 \text{ }^\circ\text{C}$  en de afgevoerde lucht afkoelt van  $19,0 \text{ }^\circ\text{C}$  tot  $7,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , zie figuur 3.

De massa van de lucht die per seconde wordt aangevoerd is gelijk aan de massa van de lucht die per seconde wordt afgevoerd.

- 2p **26** Bereken de temperatuur waarmee de toevoerlucht de huiskamer binnenkomt. Geef je antwoord in drie significante cijfers.

## uitwerkbijlage

21



22

	wordt kleiner	blijft gelijk	wordt groter
$P$			
$k$			
$A$		X	
$\Delta T$		X	
$d$			X