

A1. Oefenvraagstukken Ventilatie – Algemeen

Vraagstukken (20250206)

Vraag 1

Gegeven een goed geïsoleerde woning met een volume van 300 m^3 . De woning heeft een totale raamoppervlakte op het zuiden en oosten van 25 m^2 . Gedurende een etmaal op een onbewolkte dag in de zomer komt er door de ramen totaal $48000 \text{ W.h} = 172,8 \text{ MJ}$ aan zonnearmte binnen. De gemiddelde warmtestroom door de binnenkomende zon is dus $48000 \text{ W.h} / 24 \text{ h} = 2000 \text{ W}$.

De woning wordt continu met buitenlucht geventileerd.

Ga uit van een gemiddelde situatie, waarbij geen warmteopslag in de constructies plaatsvindt. Het transmissieverlies door de gevel wordt verwaarloosd evenals overige warmtebronnen.

Hoe groot moet het ventilatievoud van de woning minimaal zijn als de gemiddelde binnentemperatuur niet meer dan 5 graden boven de gemiddelde buitentemperatuur mag komen?

Gegeven: $\rho_{\text{lucht}} \cdot c_{\text{lucht}} = 1200 \text{ J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$

- a. circa 0,25
- b. circa 1
- c. circa 2
- d. circa 4**
- e. circa 0,5

Uitwerking

Warmteafvoer door ventilatie:

$$Q = \rho_{\text{lucht}} \cdot c_{\text{lucht}} \cdot n \cdot V / 3600 \cdot (T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}}) \text{ [W]}$$

$$Q = 1/3 \cdot n \cdot V \cdot \Delta T$$

Gegeven:

$$Q = \text{binnenkomende warmtestroom} = 2000 \text{ W}$$

$$V = \text{volume} = 300 \text{ m}^3$$

$$\Delta T = 5 \text{ K}$$

Gevraagd n:

$$n = 3 \cdot Q / (V \cdot \Delta T) = 3 \cdot 2000 / (300 \cdot 5) = 4$$

Vraag 2

Een collegezaal wordt mechanisch geventileerd. De diameter van het ronde luchttoevoerkanaal van de zaal is 710mm.

De maximaal toelaatbare luchtsnelheid in het ronde luchttoevoerkanaal is 4 m/s ter voorkoming van geluidhinder.

Als de capaciteit minimaal 25 m³/h per persoon is, hoeveel personen kan de collegezaal dan bevatten bij de beschikbare capaciteit van het luchtkanaal?

- a. 63 personen
- b. 115 personen
- c. 228 personen**
- d. 298 personen
- e. 908 personen

Uitwerking:

Oppervlakte kanaal in m = $\pi * r^2 = \pi * 0,355^2 = 0,396 \text{ m}^2$

$0,396 * 4 = 1,58 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 1,58 * (3600 / 25) = 228 \text{ personen}$

Vraag 3

Beschouwd wordt hetzelfde kantoor op een zonnige zomerdag. Er is geklaagd over tocht door de lage toevoertemperatuur van de ventilatie en door het facilitair management is besloten de toevoertemperatuur op 22 °C in te stellen, maar daardoor wordt er nauwelijks meer gekoeld.

Er zijn, behalve het verhogen van de toevoertemperatuur, nog meer maatregelen die genomen kunnen worden ter voorkoming van tocht.

Welke van de hieronder genoemde maatregelen leidt niet tot afname van tochtklachten?

- a. Het hoger plaatsen van de luchttoevoer opening
- b. De luchttoevoeropeningen groter maken.
- c. Het lager plaatsen van de luchttoevoer opening.**
- d. De toevoeropening verder van de werkplek plaatsen.
- e. De toevoerlucht langs het plafond inblazen.

Uitwerking:

- a. Door hoger blijven van de bewegende lucht minder tochtklachten in de leefzone
- b. Door grotere luchtopeningen wordt de lichtsnelheid lager en zal de tochtklacht verminderen
- c. Door het laagplaatsen van de temperatuuropening zal de koude lucht iets opwarmen en dan stijgen, waardoor er tochtklachten ontstaan**
- d. Doordat de invoer verder weg is van de werkplek zullen op de werkplek mindertocht klachten zijn, omdat de lucht de gelegenheid heeft zich te verspreiden
- e. Door langs het plafond in te blazen zal de lucht opwarmen door de opstijgende lucht en zal er dan dus weinig tocht optreden. Er treedt ook het zgn “coanda effect” op waardoor de luchtstroom langs het plafond blijft “kleven”

Vraag 4

Welke van de volgende stellingen over ventileren via de bodem is juist?

- 's Winters ventileren via de bodem met buitenlucht brengt droge lucht binnen.
- 's Zomers ventileren via de bodem brengt droge lucht binnen.
- Ventileren via de bodem filtert de lucht.

Uitwerking:

- Doordat in de winter de lucht buiten kouder is dan binnen zal deze binnen een lagere rv geven.
- Doordat in de zomer de lucht warmer is zal meer vocht kan bevatten. Binnen zal de lucht meestal niet warmer worden en zal zal niet droger worden (een lagere rv hebben)
- De bodem is geen filter voor de buitenlucht.

Vraag 5

Waarom wordt er een maximum gesteld aan de luchtsnelheid in toevoerkanalen?

- Ter voorkoming van tocht
- Ter voorkoming van geluidsoverlast
- Ter voorkoming van beschadiging van het luchtkanaal
- Ter voorkoming van vervuiling van de lucht

Uitwerking:

- Tochtverschijnselen kunnen op een andere manier opgelost worden dan met de luchtsnelheid in de kanalen. Bijv. door een grotere uitstroom opening.
- Een hogere luchtsnelheid van de lucht geeft extra geluid in een kanaal.
- De hoge luchtsnelheid zal een luchtkanaal niet beschadigen
- De lucht wordt niet vervuild door een hogere luchtsnelheid

Vraag 6

Gegeven een vergaderzaaltje, waarin 12 mensen een vergadering houden.

- Afmetingen $b = 5,40$ m; $d = 4,80$ m; $h = 3,00$ m
- Vochtproductie per deelnemer $g = 0,07$ kg/h
- Ventilatievoud (verse buitenlucht) $n = 4$ [1/h]
- $T_e = 22$ °C $T_i = 22$ °C
- $\phi_e = 50\%$

Wat kun je uit oogpunt van hygiëne zeggen van de hoeveelheid verse lucht?

- Veel te weinig
- Niet overdadig, maar het gaat
- Ruim voldoende

Uitwerking:

$$\Delta c = P / (n * V)$$

Volume van het vergaderzaaltje is: $V = 5,40 * 4,80 * 3,00 = 77,76 \text{ m}^3$.

De waterdampproductie P is de vochtproductie g per uur: $P = 12 * 0,07 * 10^3 = 840 \text{ g/h}$.

Hieruit volgt dat er per m^3 ventilatielucht aan waterdamp wordt afgevoerd: $840 / (4 * 77,76) = 2,70 \text{ g/m}^3$.

Uit de formule $\Delta p = \Delta c * R * T$ volgt dat de dampspanning in de ruimte stijgt met: $2,70 * 10^{-3} * 462 * 295 = 368,07 \text{ Pa}$. De originele dampspanning was 1325 Pa (aflezen in tabel 9 van het tabellenboekje, of uit de figuur in paragraaf 2.2, Bouwfysica 8^e druk), wat betekent dat de nieuwe dampspanning is: $1325 + 368,07 = 1693,07 \text{ Pa}$.

P_{max} bij 22 °C = 2642,6 Pa (berekend met behulp van de formule op blz. 28 van het Bouwfysicaboek (8^e druk). Met behulp van de p_{max} kan de nieuwe relatieve vochtigheid worden berekend: $\varphi = 1693,07 / 2642,6 * 100\% = 64\%$.

- Een φ van 50-75% is aanvaardbaar, dus er is ruim voldoende ventilatie.

Vraag 7

Welke uitspraak over natuurlijke ventilatie is juist?

- Bij natuurlijke ventilatie wordt geventileerd met buitenlucht
- Bij natuurlijke ventilatie wordt gebruik gemaakt van winddrukken
- Bij natuurlijke ventilatie wordt gebruik gemaakt van thermische trek
- Alle drie bovenstaande uitspraken zijn juist**

Uitwerking:

Zie ook het boek "Architectuur als Klimaatmachine.

Er moet een luchtstroming van buiten naar binnen en van binnen naar buiten plaatsvinden. Deze stroming ontstaat d.m.v. binnenstromen van buitenlucht door naden en kieren en d.m.v. de luchtdrukverschillen binnen en buiten en de opstijgende lucht doordat de lucht die wordt verwarmd.

Dus antwoord d: alle drie de uitspraken zijn juist.

Vraag 8

Een serre wordt geventileerd met ca. 1200 m^3/h lucht van buiten.

In de serre bevindt zich een vijver met een oppervlak van ca. 10 m^2 . Aan het wateroppervlak wordt water verdampt. Dit leidt tot een koelvermogen van ca. 200 W/m^2 vijveroppervlakte. Ga ervan uit dat de warmte nodig voor de verdamping uitsluitend aan de ventilatielucht wordt onttrokken.

Hoeveel graden temperatuurdaling van de ventilatielucht heeft dit dan tot gevolg?

- a. 1,8 °C
- b. 3,8 °C
- c. 4,2 °C
- d. 5,0 °C
- e. 7,2 °C

Uitwerking:

De aan de lucht onttrokken warmte moet gelijk worden gesteld aan het koelvermogen.

Daarvoor kijken we naar de afkoeling van de lucht per seconde:

$$Q_{\text{lucht}} = \phi_{\text{lucht}} \cdot \rho_{\text{lucht}} \cdot c_{\text{lucht}} \cdot \Delta T \text{ Joule} \quad [\phi_{\text{lucht}} = 1200/3600 \text{ m}^3/\text{s}]$$

Deze Q_{lucht} moet gelijk zijn aan het koelvermogen: $Q_{\text{koel}} = 10 \cdot 200 = 2000 \text{ W}$.

Daaruit volgt dat $\Delta T = 2000 / (\phi_{\text{lucht}} \cdot \rho_{\text{lucht}} \cdot c_{\text{lucht}}) = 2000 / \{(1200/3600) \cdot 1,2 \cdot 1000\} = 5 \text{ °C}$.

Vraag 9

Een ruimte wordt gekoeld met lucht met een temperatuur die 6 K onder de ruimteluchttemperatuur ligt.

De warmtelast in het vertrek (zontoetreding, personen, apparaten) is 2800 W.

Hoeveel lucht (in m³/h) is er nodig om deze koeling te realiseren?

- a. 390 m³/h
- b. 1167 m³/h
- c. 1400 m³/h
- d. 1680 m³/h
- e. 5040 m³/h

Uitwerking:

De lucht wordt met een temperatuur 6 K lager dan de ruimtetemperatuur toegevoerd aan de ruimte en daar dus opgewarmd tot de ruimtetemperatuur. Voor dit opwarmen is nodig $Q = \rho \cdot c \cdot \Delta T \cdot n \cdot V / 3600 = 2800 \text{ W}$

Hierin is $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ de dichtheid van de lucht, $c = 1000 \text{ J/kg.K}$ de soortelijke warmte van lucht, $\Delta T = 6 \text{ °C}$ het temperatuurverschil, $n \cdot V$ de hoeveelheid toegevoerde lucht (ventilatievoud x volume van de ruimte) in m³/h en $Q = 2800 \text{ W}$ de af te voeren warmtelast.

Alles invullen levert voor de gevraagde luchthoeveelheid: $n \cdot V = 2800 \cdot 3600 / (1,2 \cdot 1000 \cdot 6) = 1400 \text{ m}^3/\text{h}$