

A3. Oefenvraagstukken Installaties Transportsystemen en afmetingen (20250206)

Vraag 1

Een vergadervertrek bevindt zich in een kantoorgebouw op een gang met nog 18 tweepersoons kantoorvertrekken. De verse lucht wordt toegevoerd via mechanische ventilatie. Voor de vergaderzaal wordt gerekend op een maximale luchthoeveelheid van 600 m³/h en voor de kantoorvertrekken 100 m³/h per vertrek. De kanalen in de gang worden gevoed vanuit een schacht waar een verticaal kanaal alle 6 (identieke) verdiepingen van het gebouw van verse lucht voorziet.

In verband met geluidproductie (opgewekt door luchtwervelingen in het kanaal) is de luchtsnelheid gelimiteerd tot 6 m/s in gangen en 10 m/s voor kanalen in schachten.

In de gang komt een rechthoekig kanaal met breedte/hoogte verhouding 2:1 en in de schacht komt één rond kanaal. Ga er van uit dat de kanalen over de gehele lengte dezelfde afmeting hebben.

Wat wordt de afmeting van het luchttoevoerkanaal in de gang?

- a. 400 x 200 mm²
- b. 450 x 225 mm²
- c. 500 x 250 mm²
- d. 700 x 350 mm²
- e. 1150 x 575 mm²

Uitwerking

Totale luchthoeveelheid in gangzone = 600 + 18*100 = 2400 m³/h = 0,667 m³/s

Maximale luchtsnelheid in gangzone 6 m/s → benodigde oppervlakte kanaal = 0,667/6 = 0,111 m² → antwoord c 500 x 250 mm.

Vraag 2

Een vergadervertrek bevindt zich in een kantoorgebouw op een gang met nog 18 tweepersoons kantoorvertrekken. De verse lucht wordt toegevoerd via mechanische ventilatie. Voor de vergaderzaal wordt gerekend op een maximale luchthoeveelheid van 600 m³/h en voor de kantoorvertrekken 100 m³/h per vertrek. De kanalen in de gang worden gevoed vanuit een schacht waar een verticaal kanaal alle 6 (identieke) verdiepingen van het gebouw van verse lucht voorziet.

In verband met geluidproductie (opgewekt door luchtwervelingen in het kanaal) is de luchtsnelheid gelimiteerd tot 6 m/s in gangen en 10 m/s voor kanalen in schachten.

In de gang komt een rechthoekig kanaal met breedte/hoogte verhouding 2:1 en in de schacht komt één rond kanaal. Ga er van uit dat de kanalen over de gehele lengte dezelfde afmeting hebben.

Wat wordt de diameter van het (ronde) luchttoevoerkanaal in de schacht?

- a. 630 mm
- b. 720 mm**
- c. 850 mm
- d. 920 mm
- e. 1020 mm

Uitwerking

Totale luchthoeveelheid in schacht = $6 * 2400 = 14400 \text{ m}^3/\text{h} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Maximale luchtsnelheid in schacht 10 m/s →

Benodigde oppervlakte kanaal = $4/10 = 0,4 \text{ m}^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \rightarrow D = \sqrt{(0,4 * 4 / \pi)} = 0,72 \text{ m}$

Vraag

Een collegezaal wordt mechanisch geventileerd. De capaciteit wordt berekend op 220 personen en $25 \text{ m}^3/\text{h}$ per persoon.

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

Hoe groot moet de diameter van het luchttoevoerkanaal zijn?

Kies uit één van de volgende beschikbare standaard handelsdiameters:

- a. 300 mm
- b. 450 mm
- c. 560 mm
- d. 630 mm
- e. 710 mm**

Uitwerking

Benodigde ventilatiehoeveelheid: $220 * 25 = 5500 \text{ m}^3/\text{h} = 5500/3600 = 1,53 \text{ m}^3/\text{s}$

Maximale snelheid is 4 m/s.

Benodigde oppervlakte van het kanaal: $1,53 \text{ m}^3/\text{s} / 4 \text{ m/s} = 0,382 \text{ m}^2$

Oppervlakte van een kanaal met diameter D is $A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 0,382 \rightarrow D > 0,697 \text{ m}$.

Vraag 4.

In een vergaderzaal zitten 12 personen die een warmteafgifte hebben van 100 W, in totaal dus 1200 W. De verlichting brengt een vermogen van 500 W in de ruimte.

Het is bewolkt weer; warmtetoetreding door zoninstraling wordt daarom verwaarloosd. Er wordt geventileerd met buitenlucht, de hoeveelheid ventilatie is $600 \text{ m}^3/\text{h}$. De buitentemperatuur is $T_e = 13 \text{ }^\circ\text{C}$.

Verdere gegevens: $\rho_{\text{lucht}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$; $c_{\text{lucht}} = 1000 \text{ J/kg.K}$

Als de lucht naar het vertrek ($\phi = 600 \text{ m}^3/\text{h}$) mechanisch wordt toegevoerd zijn (bij een maximale luchtsnelheid in het kanaal van $v = 3,6 \text{ m/s}$) de volgende kanaalafmetingen nodig:

- a. Eén rond kanaal met een diameter van 220 mm
- b. Twee ronde kanalen, elk met een diameter van 175 mm
- c. Eén rechthoekig kanaal van 120 x 300 mm
- d. Twee rechthoekige kanalen van 150 x 200 mm
- e. Eén vierkant kanaal van 180x180 mm

Uitwerking

De benodigde kanaaldoorsnede volgt uit $\Phi [\text{SI}] = v \cdot A \text{ m}^3/\text{s}$, dus $A = \Phi [\text{SI}] / v$.
 $A = (600/3600) / 3,6 = 0,0463 \text{ m}^2$, ofwel $A = 46300 \text{ mm}^2$.

De kanaaldoorsnede bij de verschillende antwoordmogelijkheden is:

- a. $A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 110^2 = 37994 \text{ mm}^2$;
- b. $A = 2 \cdot \pi \cdot 87,5^2 = 48081 \text{ mm}^2$;
- c. $A = 120 \cdot 300 = 36000 \text{ mm}^2$;
- d. $A = 2 \cdot 150 \cdot 200 = 60000 \text{ mm}^2$;
- e. $A = 180 \cdot 180 = 32400 \text{ mm}^2$.

Antwoord b is het juiste antwoord, de doorsnede is iets groter dan nodig, maar er moet nu eenmaal uit handelsafmetingen worden gekozen; De andere voorstellen wijken te veel af.

Vraag 5.

In een controlekamer bevinden zich maximaal 8 personen. Om goed geconcentreerd te kunnen werken is een luchtverversing van 50 m^3 per uur per persoon nodig.

Hiervoor wordt een gebalanceerd mechanisch ventilatiesysteem aangebracht.

Houd voor de maximaal toelaatbare luchtsnelheid in het luchttoevoerkanaal $2,5 \text{ m/s}$ aan.

Hoe groot moet de diameter van het centrale luchttoevoerkanaal minimaal zijn (uitgaande van beschikbare standaardmaten)?

- a. 150 mm
- b. 250 mm
- c. 350 mm
- d. 500 mm
- e. 600 mm

Uitwerking:

De totale benodigde ventilatie bedraagt: $\phi = 8 \cdot 50 = 400 \text{ m}^3/\text{h}$. Dus, $400 / 3600 = 0,11 \text{ m}^3/\text{s}$.

De benodigde doorsnede van het kanaal vind je uit $A = \phi/v$. Dus, $A = 0,11 / 2,5 = 0,044 \text{ m}^2$. Voor ronde kanalen geldt: $A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \rightarrow D = \sqrt{(4 \cdot 0,044 / \pi)} = 0,238 \text{ m}$
 \rightarrow Dus 238 mm. Uitgaande van standaardmaten is dus b, 250 mm, het juiste antwoord.

Vraag 6.

Een instructielokaal wordt mechanisch geventileerd. Het lokaal heeft plaats voor 100 personen. Per persoon is de minimaal benodigde ventilatiehoeveelheid 25 m³/h.

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

Wat is de meest geschikte afmeting voor het luchttoevoerkanaal?

Ga uit van de standaardafmetingen van rechthoekige luchtkanalen volgens bijlage A.

- a. B x H = 400 x 500 mm²
- b. B x H = 500 x 300 mm²
- c. B x H = 800 x 400 mm²
- d. B x H = 600 x 300 mm²**
- e. B x H = 1000 x 200 mm²

Uitwerking:

$$100 * 25 / 3600 = 0,69 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0,69 / 4 = 0,17 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Antwoord d: } 600 * 300 = 0,18 \text{ m}^2 \text{ is daarmee het juiste antwoord.}$$

Vraag 7

Een controlekamer wordt gekoeld door middel van lucht. Er is uitgerekend dat er 1000 m³ lucht per uur moet worden toegevoerd om voldoende koelvermogen te hebben.

De lucht wordt toegevoerd met een rechthoekig kanaal onder een verlaagd plafond met maximaal 250 mm beschikbare hoogte voor het kanaal. De luchtsnelheid in het toevoerkanaal mag maximaal 2,5 m/s zijn.

Hoe breed moet het kanaal minimaal worden als gekozen moet worden uit de onderstaande handelsmaten?

- a. 250 mm
- b. 350 mm
- c. 500 mm**
- d. 600 mm
- e. 800 mm

Uitwerking:

$\varphi = 1000 \text{ m}^3/\text{h} = 1000 / 3600 = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$. De benodigde doorsnede van het kanaal vind je uit $A = \varphi/v$. $A = 0,28 / 2,5 = 0,11 \text{ m}^2$.

De hoogte is max 250 mm $\rightarrow 0,25 \text{ m}$, dus de breedte wordt: $0,11 / 0,25 = 0,444 \text{ m} \rightarrow$ Dus 444 mm. Antwoord c, 500 mm, is daarmee het juiste antwoord.

Vraag 8

Een controlekamer wordt gekoeld door middel van lucht. Er is uitgerekend dat er 800 m^3 lucht per uur moet worden toegevoerd om voldoende koelvermogen te hebben.

De lucht wordt toegevoerd met een rechthoekig kanaal onder een verlaagd plafond met maximaal 250 mm beschikbare hoogte voor het kanaal. De lichtsnelheid in het toevoer kanaal mag maximaal 3 m/s zijn.

Hoe breed moet het kanaal minimaal worden als gekozen moet worden uit de onderstaande handelsmaten?

- a. 250 mm
- b. 350 mm
- c. 500 mm
- d. 600 mm
- e. 900 mm

Uitwerking:

De benodigde volumestroom is $800 / 3600 = 0,222 \text{ m}^3/\text{s}$.

Als de lucht met een snelheid van 3 m/s stroomt moet het kanaal dus een doorsnede hebben van $0,222 / 3 = 0,074 \text{ m}^2$. Voor de verticale afmeting van het kanaal is 0,25 m beschikbaar (in feite nog wel net iets minder i.v.m. het materiaal van het kanaal zelf, maar dat is dunne staalplaat, dus dat valt mee). De breedte van het kanaal moet dus minimaal $0,074 / 0,25 = 0,30 \text{ m}$ zijn. Gekozen moet dus worden voor kanaal b.

Vraag 9

Een ruimte wordt gekoeld door middel van lucht. Er is uitgerekend dat er 1800 m^3 lucht per uur moet worden toegevoerd om voldoende koelvermogen te hebben.

De lucht wordt toegevoerd met een rechthoekig kanaal onder een verlaagd plafond met maximaal 300 mm beschikbare hoogte voor het kanaal. De lichtsnelheid in het toevoer kanaal mag maximaal 2,5 m/s zijn.

Hoe breed moet het kanaal minimaal worden als gekozen moet worden uit de onderstaande handelsmaten?

- a. 300 mm
- b. 400 mm
- c. 600 mm
- d. 800 mm
- e. 1000 mm

Uitwerking:

De benodigde doorsnede van het kanaal vind je uit $A = \varphi/v$.

De volumestroom $\varphi = 1800/3600 = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ bij een snelheid van $v = 2,5 \text{ m/s}$ is er dus een doorsnede nodig van $A = 0,5/2,5 = 0,2 \text{ m}^2$. Er is maximaal een hoogte beschikbaar van 0,3 m.

Dat betekent dat de breedte van het kanaal minimaal $0,2/0,3 = 0,67 \text{ m}$ moet zijn. Er moet worden gekozen voor de eerstvolgende handelsmaat dus 0,8 m (800 mm).

Vraag 10

Een vergadervertrek bevindt zich in een kantoorgebouw op een gang met nog 18 tweepersoons kantoorvertrekken. De verse lucht wordt toegevoerd via mechanische ventilatie. Voor de vergaderzaal wordt gerekend op een maximale luchthoeveelheid van $600 \text{ m}^3/\text{h}$ en voor de kantoorvertrekken $100 \text{ m}^3/\text{h}$ per vertrek. De kanalen in de gang worden gevoed vanuit een schacht waar een verticaal kanaal alle 6 (identieke) verdiepingen van het gebouw van verse lucht voorziet.

In verband met geluidproductie (opgewekt door luchtwervelingen in het kanaal) is de luchtsnelheid gelimiteerd tot 6 m/s in gangen en 10 m/s voor kanalen in schachten.

In de gang komt een rechthoekig kanaal met breedte/hogte verhouding 2:1 en in de schacht komt één rond kanaal. Ga er van uit dat de kanalen over de gehele lengte dezelfde afmeting hebben.

Vraag 10a:

Wat wordt de afmeting van het luchttoevoerkanaal in de gang?

- a. $400 \times 200 \text{ mm}^2$
- b. $450 \times 225 \text{ mm}^2$
- c. $500 \times 250 \text{ mm}^2$
- d. $700 \times 350 \text{ mm}^2$
- e. $1150 \times 575 \text{ mm}^2$

Uitwerking:

Totale volumestroom voor de vergader- en kantoorvertrekken: $(600 + (18 * 100)) / 3600 = 0,67 \text{ m}^3/\text{s}$. De benodigde oppervlakte van het luchttoevoerkanaal is dus minimaal: $0,67 / 6 = 0,11 \text{ m}^2$. Beredenerend uit de antwoorden is af te leiden dat antwoord b net te klein is, dus antwoord c is het juiste antwoord.

Exact berekenen kan ook, dan vind je de afmetingen van $471,4 \times 235,7 \text{ mm}^2$.

Vraag 10b:

Wat wordt de diameter van het (ronde) luchttoevoerkanaal in de schacht?

- a. 630 mm
- b. 720 mm
- c. 850 mm
- d. 920 mm
- e. 1020 mm

Uitwerking:

De schacht gaat langs 6 verdiepingen, dus de totale volumestroom wordt: $0,67 \cdot 6 = 4,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Daaruit volgt de oppervlakte van de schacht: $4,0 / 10 = 0,40 \text{ m}^2$.

Voor ronde kanalen geldt: $A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \rightarrow d = \sqrt{(4 \cdot A / \pi)} = \sqrt{(4 \cdot 0,40 / \pi)} = 0,714 \text{ m}^2$. Dus 714 mm. Daaruit volgt dat b het juiste antwoord is.

Vraag 11

Een ruimte heeft een capaciteit voor 144 personen. Bij maximale bezetting moet er tenminste 25 m^3 ventilatielucht per persoon per uur worden toegevoerd. De ventilatielucht wordt mechanisch toegevoerd met een rond kanaal, waarbij de snelheid in het kanaal maximaal 4 m/s mag zijn.

Hoe groot moet de diameter van het ronde luchttoevoerkanaal minimaal zijn?

Kies uit de volgende beschikbare standaard handelsmaten voor ronde kanalen.

- a. 315 mm
- b. 400 mm
- c. 500 mm
- d. **630 mm**
- e. 800 mm

Uitwerking:

De benodigde hoeveelheid lucht is $\phi = 144 \cdot 25 / 3600 = 1,0 \text{ m}^3/\text{s}$

Bij 4 m/s luchtsnelheid in het kanaal moet de doorsnede daarvan dus zijn $A = \phi / v = 1,0 / 4 = 0,25 \text{ m}^2$ zijn. Van een rond kanaal is de doorsnede $A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$

Ofwel: $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 0,25$ waaruit volgt dat $D^2 = 0,318$ en $D = 0,564 \text{ m}$. De te kiezen handelsmaat is de naast hogere, dus 630 mm.

Vraag 12

In een gebouw zijn in een vleugel een heleboel kantoorvertrekken. In totaal is daarvoor $36.000 \text{ m}^3/\text{h}$ lucht nodig.

Wat is de benodigde afmeting voor het hoofdtoevoerkanaal dat op het dak van het gebouw in de opgebouwde technische ruimte ligt en waar de snelheid 10 m/s mag zijn.

Er wordt een rechthoekig kanaal toegepast met een hoogte van $0,8 \text{ meter}$.

Hoe breed moet het kanaal zijn?

- a. $0,35 \text{ m}$
- b. $0,75 \text{ m}$
- c. $1,00 \text{ m}$

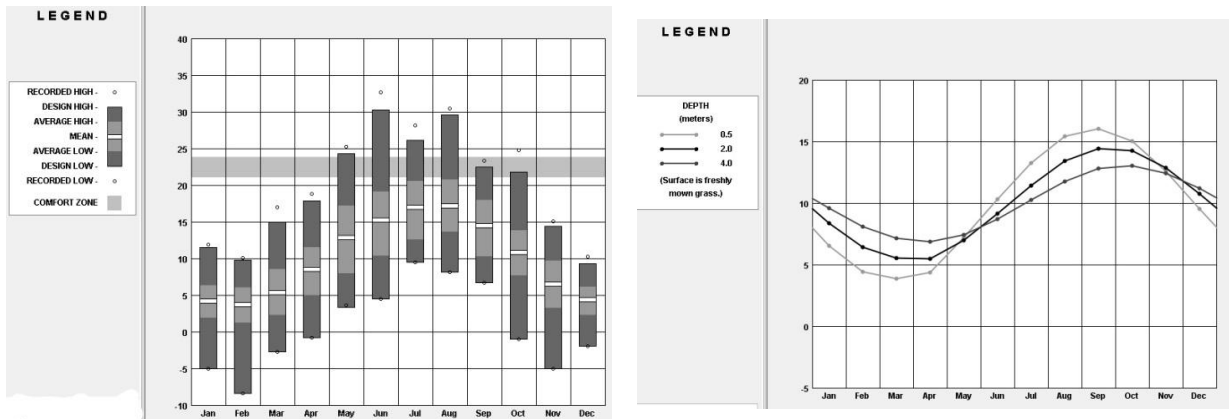
- d. 1,25 m
- e. 1,60 m

Uitwerking:

De volumestroom wordt $36.000/3.600 = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ met een snelheid van 10 m/s is er dus een kanaaldoorsnede van 1 m^2 nodig. Bij $0,8 \text{ m}$ hoogte wordt de breedte dus $1,25 \text{ m}$.

Vraag 13

Voor een locatie in Nederland is in de onderstaande figuur 1 de buitentemperatuur per maand met de spreiding gegeven. In figuur 2 is de bodemtemperatuur per maand op verschillende dieptes gegeven.



Op een diepte van 2 meter in de bodem worden ventilatiebuizen aangebracht waarmee in de zomer de binnekomende ventilatielucht een paar graden gekoeld kan worden en in de winter een paar graden verwarmd kan worden.

In welke maanden is dit systeem het meest effectief?

- a. Februari (verwarming) / Juni (koeling)
- b. Februari (verwarming) / Augustus (koeling)
- c. November (verwarming) / Juni (koeling)
- d. November (verwarming) / Augustus (koeling)

Uitwerking:

Kijk bij de waarden voor “design high” en “average high” en idem “low” in de maanden februari, juni, augustus en september. Kijk ook wat de temperatuur op 2 meter diepte in de bodem is in die maanden. Dan krijg je onderstaand overzicht en is het duidelijk om welke maanden het gaat.

maand	T op 2 m diepte		des high/low	verschil		average high/low	verschil
februari	7		-8	15		2	5
november	13		-5	18		3	10
juni	9		30	21		19	10
augustus	13		30	17		21	8

Vraag 14

Wat doet dit apparaat?



- Mechanisch afvoeren van ventilatielucht
- Mechanisch toevoeren van ventilatielucht
- Warmte terugwinnen uit ventilatielucht
- Alle drie bovenstaande functies
- Geen van bovenstaande functies

Uitwerking:

Het is duidelijk een koelunit. De ventilator die je ziet is van de luchtgekoelde condensor.

Vraag 15

Gegeven een tentamenzaal voor 200 personen.

Het gebalanceerde mechanische ventilatiesysteem heeft een capaciteit van 3000 m³/h en er is geen warmteterugwinning.

Omdat er klachten waren over de luchtkwaliteit wordt een nieuw ventilatiesysteem aangebracht met een capaciteit van 50 m³/h per persoon. Tegelijk wordt een warmteterugwinning aangebracht met een terugwinrendement van 70%.

Hoe verandert door deze aanpassing het benodigde verwarmingsvermogen?

- Het benodigde verwarmingsvermogen neemt toe
- Het benodigde verwarmingsvermogen blijft gelijk
- Het benodigde verwarmingsvermogen neemt af

Uitwerking:

In de oorspronkelijke situatie is er $3000/200 = 15$ m³/h per persoon verse lucht.

Dat is inderdaad te weinig. De 50 m³/h per persoon is ruim drie keer zoveel.

Door de warmterugwinning is er echter gelukkig niet drie keer zoveel energie nodig voor het opwarmen van de ventilatielucht, maar $0,3 \cdot 50 / 15 = 1$ precies evenveel dus.

Vraag 16



Een luchtbehandelingskast (LBK) kan meerdere functies hebben.

- Filtering van ventilatielucht
- Verwarming van ventilatielucht
- Koeling van ventilatielucht
- Bevochtiging

Welke van onderstaande functies worden nooit tegelijk toegepast in de LBK?

- I + II
- II + IV
- I+IV
- III+IV

Uitwerking:

Als er gekoeld moet worden, zal de lucht automatisch een hoger vochtgehalte krijgen


Er zal dan dus geen bevochtiging hoeven plaats te vinden. Dus antwoord d is goed

Bijlage A: Standaardafmetingen rechthoekige luchtkanalen

A.1.06 afmetingen

De nominale maten van de luchtkanalen worden in mm aangegeven en hebben betrekking op de inwendige afmetingen met een tolerantie van +0 tot -4 mm. De afmetingen zijn gestandaardiseerd naar NEN-EN 1505 en kunnen gekozen worden als aangegeven in de tabel voor standaardafmetingen.

	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200
200											
250											
300											
400											
500											
600											
800											
1000											
1200											
1400											
1600											
1800											
2000											

 Voorkeursgebied uit luchttechnische overwegingen