

Afstanden berekening buitenunit warmtepomp R-290

Massa R-290 = M (kg)

Soortelijke volume gas (V_{gas}) bij 20 °C $\approx 0,54 \text{ m}^3/\text{kg}$

Gasvolume $V_{\text{gas}} = M \cdot 0,54$

Voorbeeld; Warmtepomp met 1 kg vulling R-290

$M = 1,0 \text{ kg} > V_{\text{gas}} = 0,54 \text{ m}^3$

Maximale concentratie = $C_{\text{max}} = 2,1 \text{ vol.\%} = 0,021$

Benodigd luchtvolume = $V_{\text{lucht}} = V_{\text{gas}} = 0,021$

$0,54 : 0,021 = 25,7 \text{ m}^3$

Dit is de minimale verdunningsvolume om onder de LEL te blijven

Meters;

De norm veronderstelt geen vrije bol, maar een half ruimte tegen de gevel (hemisfeer).

$$V = (2/3) \cdot \pi \cdot r^3$$

$$\text{Stel: } (2/3) \cdot \pi \cdot r^3 = 25,7$$

$$r^3 = 12,3$$

$$r = 2,3$$

Volume hemisfeer;

$V = (2/3) \cdot \pi \cdot r^3 >$ dit volume moet $25,7 \text{ m}^3$ zijn (eerder berekent)

Vergelijking opstellen;

$$(2/3) \cdot \pi \cdot r^3 = 25,7$$

Eerst de constante uitrekenen;

$$(2/3) \cdot \pi \approx 2,094$$

$$0,667 \cdot 3,1416 \approx$$

$$\text{Daarom is } 2,094 \cdot r^3 = 25,7$$

Uitrekenen; $V^3 = 25,7 : 2,094 =$

$$r^3 = 12,27$$

$$r^3 = 12,3$$

Derde machtswortel; zoeken naar een getal waarvan de 3^e macht $\approx 12,3$ is.

- $2,2^3 = 10,65$

- $2,3^3 = 12,17$

- $2,4^3 = 13,82$

Daarom is $r \approx 2,3$ m

Wat betekend de 2,3 m echt?

2,3 m is de theoretische gevarenzone straal.

Dit is;

- worst case
- geen wind
- volledige inhoud in een keer naar buiten
- ideale menging, lucht/koolwaterstof

Daarna bedenkt de fabrikant reducties/veiligheidszones waardoor je in de praktijk uitkomt op:

- 1,0 - 1,5 m ramen en deuren
- 1,5 - 2,0 m kelder openingen
- De dichtheid van R-290 (zwaarder dan lucht) zorgt er voor dat het gas naar beneden zakt, dus een grootdeel mengt met vrije lucht naast de gevel.
- Belangrijk: de gevel beperkt het volume slechts aan een kant maar het volume van $25,7 \text{ m}^3$ wordt nog steeds makkelijk bereikt in 0,3 m horizontale afstand + vrije lucht naar boven en naar de zijkanten.

0,3 m (30 cm) tot dichte gevel;

R-290 split gevuld met 1 kg.

LEL = 2,1 Vol. %

Gasvolume = $0,54 \text{ m}^3$

Verdunningsvolume formule: $V = \frac{2}{3} \pi r^3$

- Wanneer de gevel geen openingen heeft;
- Het gas kan alle kanten op behalve waar de gevel is gebouwd
- De hemisfeer wordt bij benadering een halve bol tegen de muur

- De dichtheid van R-290 (zwaarder dan lucht) zorgt ervoor dat het gas naar beneden zakt, dus groot deel mengt met de vrije lucht naast de gevel
- Belangrijk: de gevel beperkt het volume slechts aan een zijde, maar het volume van $25,7 \text{ m}^3$ wordt nog steeds makkelijk bereikt in 0,3 m horizontale afstand + vrije lucht naar boven en de zijkanten
- Waarom is 0,3 m veilig?
- Straal van 2,3 m (worst case) geeft maximale gevarezone
- Wordt verwaarloosd omdat er geen ramen, deuren e.d. in de zone zitten
- Gas direct verdwijnt in openlucht (convectie en wind)
- Fabrikanten ronden af naar 0,3 m als minimale afstand tot dichte gevel
- $0,3 \text{ m} < 2,3 \text{ m}$ = ruim onder de LEL als er geen openingen zijn
- Veiligheidsfactor 7 tot 8 x lager dan worst case
- Als er ramen en deuren zijn in de zone moet je rekening houden met 1 tot 2 m

Vanuit een hoek;

Stel; buitenunit staat 0,3 m van gevel A en 0,3 m van gevel B

Het object (bijvoorbeeld raam of opening) zit op gevel A of B, visueel is dit een rechthoekige driehoek

Wiskundig (de wet van Pythagoras)

Afstand vanuit de hoek = $d = \sqrt{x^2 + y^2}$

- Waar x = de afstand tot gevel A
- Waar y = de afstand tot gevel B

Voorbeeld;

$x = 0,3 \text{ m}$ en $y = 0,3 \text{ m}$

$$d = \sqrt{0,30^2 + 0,30^2}$$

$$d = \sqrt{0,09 + 0,09} = \sqrt{0,18}$$

$$d = 0,42 \text{ m}$$

de effectieve afstand is 42 cm, dus geen 30, geen 60 maar 42 cm

A = naar dichte gevel, eis 0,3 m is werkelijk 0,42 m, hier streept de fabrikant 0,12 m weg en vindt men 0,3 m voldoende

B = naar raam, deur, schuifpui, eis 1,0 tot 1,5 m is werkelijk 0,42 m, hier is 0,42 m niet leidend, dus niet toegestaan

C = naar kelderraam, eis 1,5 – 2 m, de werkelijke 0,42 m is hier niet toegestaan

De inspecteur;

De gaswolk beweegt diagonaal, de kortste afstand telt, inspecteurs rekenen diagonaal

Vuistregel voor hoeken, wil je veilig zitten voor openingen;

- 1m 0,71 m
- 1,5 m 1,06 m
- 2,0 m 1,41 m
- $(x = d / \sqrt{2})$ bovenstaande wordt berekend met deze formule

Bij plaatsen van een buitenunit in een hoek geldt altijd de diagonale afstand en die is kleiner dan je intuïtief denkt