



Drukverschillen bij natuurlijke ventilatie, type C

De juiste selectie van de ontwerpdrukverschillen

Doel van deze notitie

Het doel van deze notitie is om aan te geven welke ontwerpcriteria het beste kunnen worden gebruikt bij het dimensioneren van een natuurlijk ventilatiesysteem. Het gaat hierbij dan met name om luchthoeveelheden in relatie tot het te selecteren drukverschil. Dit samenspel gaat in de praktijk vaak niet goed, wat in veel gevallen leidt tot koude en tochtklachten.

Omschrijving situatie

Deze notitie gaat over een situatie van een verblijfsruimte, welke op natuurlijke wijze wordt geventileerd. Dat wil zeggen het toevoeren van lucht via de gevel en het mechanisch afzuigen van de lucht via een afzuigrooster in de ruimte, gekoppeld aan een afzuigventilator. Uitgangspunt is in basis dat de toevoerlucht constant is qua hoeveelheid en dat ook de ventilator geen aanvullende regeling heeft. Op de markt zijn diverse corrigerende systemen, dan wel mechanisch of elektronisch. Deze zullen de situatie eventueel nog beïnvloeden. Om het principe van het drukverschil uit te leggen worden deze nog even buiten beschouwing gelaten.

Belangrijke comfortparameters

Indien natuurlijke ventilatie wordt toegepast zijn een aantal criteria essentieel om het comfort in de diverse mogelijke scenario's te kunnen garanderen. Deze criteria zijn:

- De positie van het rooster.
Het rooster dient zo hoog mogelijk te zitten en het liefst zelfs strak tegen het dek, om een coanda effect langs het plafond, of bouwkundig dek mogelijk te maken.
- Voldoende inblaassnelheid.
Een horizontale luchtstroom heeft de neiging om naar beneden te zakken indien de temperatuur lager is dan de ruimtetemperatuur. Een hogere snelheid is nodig om het genoemde coanda effect te bewerkstelligen en om de koudere toevoerlucht de tijd te geven om te induceren met de ruimtelucht.
- Ondersteunende warmtebron.
Bij voorkeur een convectieve warmtebron die de lucht bij koudere perioden een lift geeft om te ondersteunen bij de gewenste ruimtecirculatie. Deze bron dient wel modulerend te zijn, zodat de warmtestroom continue is en niet fluctueert. Dit mag ook een laag temperatuursysteem zijn, zolang het convectieve aandeel maar relatief groot is en continue van aard.
- Geleidend element
Door de lucht over een plafondelement te geleiden, al dan niet actief, krijgt de lucht meer tijd om te mengen met de ruimtelucht, voordat de lucht in de leefzone terecht komt.

Bovenstaande criteria kunnen in diverse verschijningsvormen of diverse combinaties worden toegepast, maar helpen allemaal om het comfort in de leefzone te verbeteren.

De regelgeving

Het bouwbesluit geeft de hoeveelheden benodigde verse ventilatielucht aan. Voor de technische uitvoering wordt echter verwezen naar de NEN1078. Hierin worden echter geen van de bovengenoemde comfortparameters voorgeschreven. Dit betekent dat dit dus afhangt van de creativiteit en de kennis van de ontwerpende partij.

De NEN1078 stelt wel eisen aan de minimale uitvoering van het systeem bij een type A installatie, waarbij de ventilatielucht natuurlijk wordt toegevoerd, alsook natuurlijk wordt afgevoerd. Bij deze uitvoering dient het gehele systeem te zijn uitgelegd op een drukverschil van 1 Pa bij afvoer via het dak, of 2 Pa bij een systeem met volledige dwarsventilatie. Deze systemen komen in de praktijk echter bijna niet meer voor. In



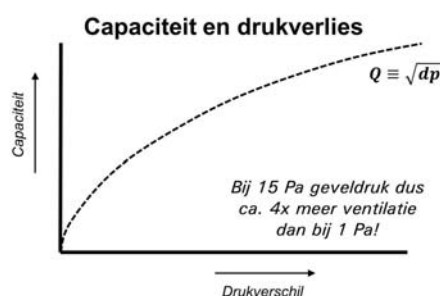
de praktijk zijn de systemen bijna altijd systemen van type C, dus met een natuurlijke toevoer en een mechanische afvoer.

Wel zegt de regelgeving in zijn algemeenheid dat het systeem een ventilatie moet bewerkstelligen die vrijwel onafhankelijk is van de weersomstandigheden. Dit is uiteraard wel een heel wezenlijk uitgangspunt, welke geldt voor alle mogelijke ventilatiesystemen.

De klassieke situatie

In de praktijk worden bijna alle ventilatiesystemen uitgelegd op basis van een ontwerpdrukverschil over de gevel van 1 Pa. Dit is een bijna niet te meten drukverschil. De druk tegen de gevel varieert echter nogal, afhankelijk van de situatie, windrichting en windsnelheid.

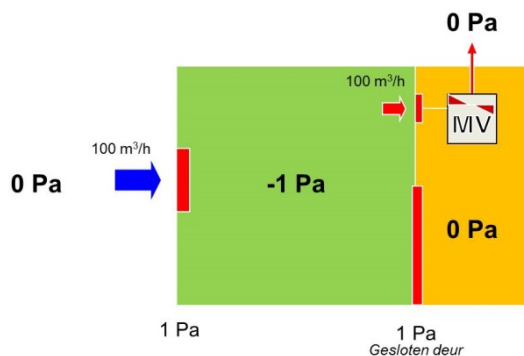
De mate van ventileren is echter ook direct afhankelijk van het drukverschil over de toevoeropening. Zeker kortstondige drukverschillen door windstoten kunnen soms behoorlijk oplopen.



Dit betekent dus concreet dat de mate van ventileren heel erg afhankelijk is van de omstandigheden. Dit is dus niet conform het gestelde in de norm.

Ook de status en uitvoering van de afvoervoorziening en het feit of de tussendeur naar de gangzone wel of niet openstaat bepaald hoeveel er daadwerkelijk wordt geventileerd. Zie ook onderstaande illustraties:

Ontwerp bij 1 Pa

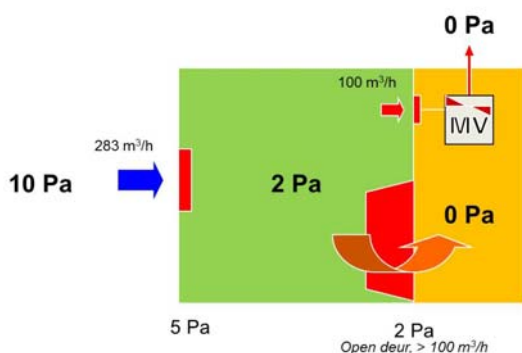


Het ontwerp gaat vaak uit van een ideale situatie met windstil weer en met volledig gesloten deuren, waarbij er geen drukverschil bestaat tussen de verblijfsruimte en de gangzone.

In bovenstaande principeplaatje is een ideale omstandigheid weergegeven. Buiten is een luchtdruk aanwezig, welke gelijk is aan de luchtdruk in de gangzone. De ruimte staat hierbij op een kleine onderdruk t.o.v. de omgeving. Hieronder volgen enkele praktijksituaties met een winddruk welke 10 Pa onder- of overdruk genereert. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de gangzone altijd midden in het gebouw ligt en ook symmetrisch tussen loef en lijzijde is ingeklemd. Hierdoor is de relatieve druk hier dus ook altijd ca. 0 Pa. De werkelijke situatie zal altijd iets anders zijn, omdat dit afhangt van zeer veel factoren, zoals vorm en hoogte van het gebouw, ligging, werkelijke windbelasting en windrichting, maar ook van zaken, zoals de weerstand van de geplaatste deuren, de omvang van de gangzone en het wel of niet open staan van de deuren. Om het principe aan te geven worden deze factoren echter verwaarloosd en wordt het benaderd als een ideale situatie.

Indien de wind echter op de gevel staat wordt het drukverschil over het rooster al snel groter. De wordt deel gecompenseerd, omdat de druk in de verblijfsruimte ook iets zal toenemen. De ruimte wordt iets opgeblazen. Indien de deur dicht blijft zal er afhankelijk van de kieren, naden en uitvoering van de afzuigventilatie een nieuwe balans ontstaan. In alle gevallen zal het drukverschil over de gevel echter zijn toegenomen en dus ook de toegevoerde hoeveelheid ventilatie. Dit veroorzaakt tocht en koude klachten. Het werkelijke evenwicht hangt echter af van vele factoren, welke de gebruiker echter vaak niet kan beïnvloeden.

Werkelijke situatie bij vertrek aan de loefzijde
deur open



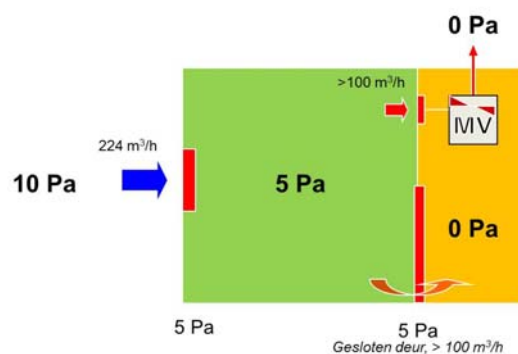
Werkelijke ventilatie = ca. $\sqrt{8 \times 100} = 283 \text{ m}^3/\text{h}$

Aan de lijzijde ontstaat er het tegenovergestelde effect, waarbij een onderdruk op de gevel ook een onderdruk in de ruimte zal creëren. Afhankelijk van de druk in de gangzone en de opening in de gangwand ontstaat er een nieuwe evenwicht. Er bestaat een grote kans dat er echter wordt geventileerd in de tegengestelde richting en dat het afzuigsysteem de lucht uit de gangzone onttrekt.

Een betere manier van ontwerpen

Rooster uitvoeren met een automatische drukcompensatie helpt al veel. Dit zorgt zowel aan de loefzijde, als aan de lijzijde voor een behoorlijke verbetering. Er kan dan niet meer lucht door het rooster dan het drukverschil waarop het rooster is ontworpen. Het is dan dus wel zaak om dit drukverschil goed af te stemmen met het ontwerpdrukverschil en/of de gewenste capaciteit van het rooster.

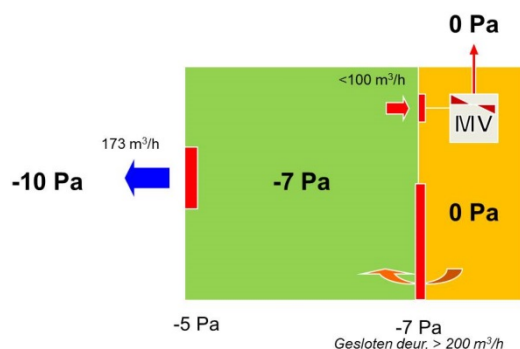
Werkelijke situatie bij vertrek aan de loefzijde



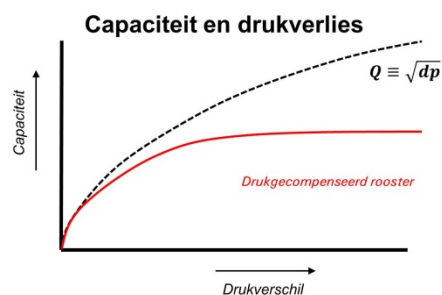
Werkelijke ventilatie = ca. $\sqrt{5 \times 100} = 224 \text{ m}^3/\text{h}$

Indien de deur van de verblijfsruimte richting de gangzone wordt opgezet wordt deze weerstand verder verlaagd en zal de druk in de verblijfsruimte nog verder dalen en dus ook het drukverschil over het gevelrooster. Indien er nu een direct verbinding is met de lijzijde van het gebouw kan dit zelfs een onderdruk worden waardoor er tot wel meer dan 5x de ontwerpwaarde wordt geventileerd. Dit is zowel voor het comfort, als voor het energieverbruik onwenselijk.

Werkelijke situatie bij lijzijde



Werkelijke ventilatie = ca. $\sqrt{-3 \times 100} = -173 \text{ m}^3/\text{h}$



Echter kunnen ook eenvoudige ontwerpaanpassingen zorgen voor een verbeterde situatie. Het gaat hierbij dan met name om het leggen van de autoriteit op de juiste positie.

Het juiste ontwerpdrukverschil

Voor het gewenste coanda-effect is een bepaalde inblaassnelheid nodig. Dit is niet anders dan bij roosters voor mechanische ventilatiesystemen. Om de lucht te laten induceren en niet direct naar beneden te laten vallen bij koudere omstandigheden is een inblaassnelheid nodig van minimaal 2 m/s. Hiervoor is dus een kleinere doorlaat nodig in combinatie met een hoger drukverschil. Dit resulteert in een gewenst drukverschil van ca. 5 Pa. Hierbij is de opening (lengte van het rooster) dus $\sqrt{5}$ keer zo klein.

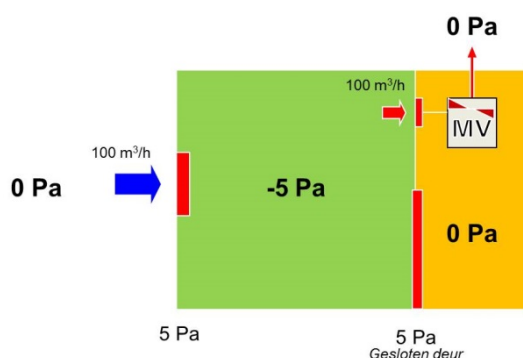
Het mechanisch afzuigstelsel dient er dan dus voor te zorgen dat dit drukverschil kan worden overwonnen.

Een tweede voordeel van dit grotere ontwerpdrukverschil is dat er meer autoriteit ontstaat op het rooster. Dat wil zeggen dat het rooster zelf dus meer bepaalt wat er daadwerkelijk gebeurt. En dat dus de omstandigheden, zoals de wind en/of de stand van de deur minder van invloed zijn. Dit komt dus tegemoet aan de belangrijkste ontwerpvoorwaarde uit de NEN1087, dat het systeem een ventilatie moet bewerkstelligen die vrijwel onafhankelijk is van de weersomstandigheden.

De praktijk

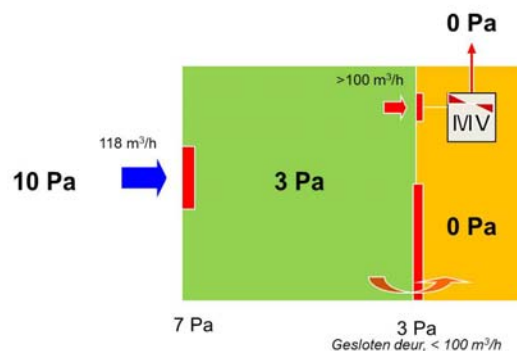
Dezelfde illustraties, maar dan nu met een kleiner rooster (groter drukverlies) laten het verschil zien:

Ontwerp bij 5 Pa



Het drukverschil over de gevel is 5Pa, maar is nog altijd relatief klein ten opzichte van het drukverschil van de ventilator, waardoor het afzuigdebiet weinig zal variëren bij wisselende drukken op de gevel en dus wisselende drukken in de ruimte zelf.

Werkelijke situatie bij vertrek aan de loefzijde

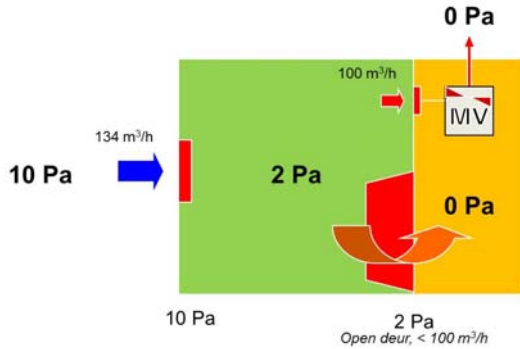


Werkelijke ventilatie = ca. $\sqrt{7/5} \times 100 = 118 \text{ m}^3/\text{h}$

Bij een winddruk van 10 Pa op de gevel zal de ventilatie niet meer dan ca. 18% toenemen. Dit in tegenstelling tot de meer dan 200% in het geval bij een ontwerpdrukverschil van 1 Pa. Hierdoor zullen de klachten over koude en tocht dus ook afnemen.



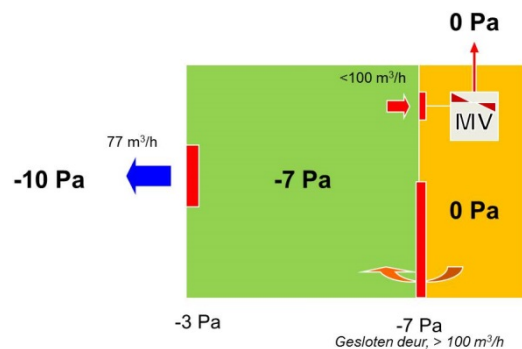
*Werkelijke situatie bij vertrek aan de loefzijde
deur open*



Werkelijke ventilatie = ca. $\sqrt{9/5} \times 100 = 134 \text{ m}^3/\text{h}$

Zelfs als de deur naar de gangzone openstaat en het drukverschil dus nog groter wordt neemt het debiet 'slechts' met ca. 40% toe. Dit is echter vele malen beter dan het verschil van meer dan 300% bij een selectie van 1 Pa.

Werkelijke situatie bij lijzijde



Werkelijke ventilatie = ca. $\sqrt{3/5} \times 100 = 77 \text{ m}^3/\text{h}$

Aan de lijzijde neemt de luchthoeveel uiteraard af en ook hier is weer sterk afhankelijk van de uitvoering en stand van de deur, alsook de gangzone en de andere gevel. De luchthoeveelheid zal echter niet meer zo veel verschillen dan bij de vorige situatie.

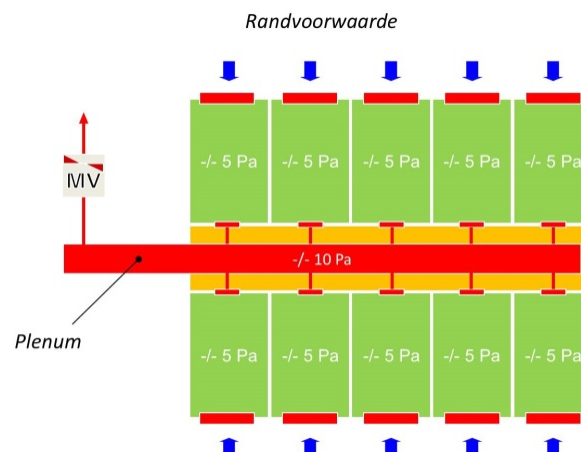
Doordat de andere zijde ook is voorzien van een hogere weerstand zal er minder lucht worden aangetrokken van de andere zijde, waardoor er minder dwarsventilatie ontstaat.

Randvoorwaarde

De uitvoering van het afzuigstelsel speelt een belangrijke rol in de stabiliteit van het stelsel. Ook hier wordt vaak onvoldoende rekening mee gehouden. In een centraal stelsel, waarbij meerdere ruimten op één stelsel zijn aangesloten ontstaat altijd het gevaar voor kortsluiting en onderlinge beïnvloeding.

Ook dit kan voor een groot deel worden opgelost door het afzuigrooster voldoende autoriteit te geven. Dus de weerstand van het rooster zelf dient relatief groot te zijn tov het achterliggende kanaalwerk. Het kanaalwerk dient dan ook bij voorkeur uitgelegd te worden als één groot plenum, waarbij deze weerstand veel kleiner is dan die van de aftakkingen.

Deuren die opengaan, of ramen die worden open gezet hebben hierdoor minder invloed op de werking van het stelsel van andere ruimten. Zie onderstaande afbeelding:





Verbeteringen met aanvullende intelligentie

Door het rooster uit te voeren met drukcompensatie, of een CO₂ sturing kan de situatie verder worden verbeterd. Doordat het rooster bij een groter drukverschil meer autoriteit heeft, zal ook een dergelijk systeem beter functioneren.

Een drukcompensatie is met name bedoeld om snelle drukwisselingen op te vangen. Dit werkt zeer efficiënt en zorgt voor minder koudeval en teveel aan ventilatie bij windbelasting. Het is wel zaak om het ontwerpdrukverschil gelijk te houden aan het drukverschil waarbij de klep gaat corrigeren. Het is dus zaak om de exacte karakteristiek van de klep op te vragen als basis voor het ontwerp.

Een CO₂ regeling is een zeer trage correctie over een langere tijd om onnodige ventilatie te voorkomen. Dit systeem voorkomt echter geen windvlagen. Wel kan hier veel energie mee worden bespaard door de ventilatie af te stemmen op de vraag. Een CO₂ systeem kan goed in combinatie met een drukcompensatie worden uitgevoerd.

Ook hier geldt echter dat een drukverschil van 5 Pa beter functioneert dan een drukverschil van 1 Pa. De regeling wordt hierdoor ook veel stabiel. Hierdoor dus ook het comfort.

Resumé

Omwille van het comfort in de ruimte, het voorkomen van koudeval en met name omwille van het robuust maken van het systeem, waarbij het minder afhankelijk wordt van de omstandigheden is het aan te bevelen om rooster in de gevel niet uit te leggen op een drukverschil van 1 Pa, maar op een drukverschil van 5 Pa.

Dit voorkomt onnodige verliezen van warmte, geeft een beter luchtpatroon in de ruimte, minder tocht en maakt het systeem stabiel.

Aanvullende intelligentie kan het comfort en de energiebesparing verder optimaliseren, mits deze goed zijn afgestemd op het ontwerp.