

Ventilatiesystemen

Kennisbank Bouwfysica

Auteurs: dr. Edward Prendergast (moBius consult), dr.ir. Peter van den Engel

1 Ventilatie-eisen

Volgens het Bouwbesluit is het verplicht om bij een (nieuw) gebouw te zorgen dat er voldoende luchttoevoer plaatsvindt: *'Een te bouwen bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht wordt voorkomen.'* Deze luchttoevoer wordt de basisventilatie genoemd. Basisventilatie is in principe ventilatie die altijd plaatsvindt en niet afhankelijk is van externe factoren. Met basisventilatie wordt frisse lucht het gebouw in gebracht en wordt vervuilde lucht afgevoerd. De eisen in het Bouwbesluit 2012 zijn afhankelijk van de functie die in een gebouw wordt uitgevoerd en het aantal persoon dat zich in een bepaalde ruimte kan bevinden. In de onderstaande tabel staan de nieuwbouweisen volgens het Bouwbesluit 2012.

Functie	Ventilatie-eis in dm ³ /s
Woonfunctie	— ¹
Bijeenkomstfunctie	
a. voor kinderopvang	6,5
b. andere bijeenkomstfunctie	4
Celfunctie	
a. cel	12
b. ander verblijfsgebied	6,5
Gezondheidszorgfunctie	
a. bedfunctie	12
b. ander verblijfsgebied	6,5
Industriefunctie	6,5
Kantoorfunctie	6,5
Logiesfunctie	
a. in logiesgebouw	12
b. andere logiesfunctie	12
Onderwijsfunctie	8,5
Sportfunctie	6,5
Winkelfunctie	4

¹ Een verblijfsgebied heeft een voorziening voor luchtverversing met een volgens [NEN 1087](#) bepaalde capaciteit van ten minste 0,9 dm³/s per m² vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm³/s.

De waarden in de tabel zijn een minimumeis. Dat wil zeggen dat in ieder geval niet lager dan deze waarde moet worden geventileerd. Om de luchtkwaliteit te verhogen kan gekozen worden om met een grotere hoeveelheid te ventileren. Hierdoor zal echter in het stookseizoen ook meer verwarmd moeten worden, wat nadelig is voor het energiegebruik. Het is belangrijk om te realiseren dat als met een veelvoud van de bovengenoemde waarde wordt geventileerd ook

comfortaspecten negatief worden beïnvloed. Dat betreft met name het risico op tocht en het risico op het optreden van een te lage luchtvochtigheid.

Het is belangrijk om op te merken dat naast het begrip basisventilatie ook het begrip spuiventilatie bestaat. Traditioneel gezien wordt spuiventilatie gerealiseerd met te openen ramen. Spuiventilatie en basisventilatie staan in principe los van elkaar. Alleen in oude (woon)gebouwen komt het voor dat basisventilatie wordt gerealiseerd met te openen ramen.

Het is gewenst dat in alle ruimtes van woningen te openen delen worden aangebracht. Problemen die in 2007 in het nieuws kwamen over gezondheidsklachten in de nieuwbouwwijk Vathorst in Amersfoort werden voor een deel veroorzaakt door het ontbreken van te openen delen bij mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht.

Er is een periode geweest dat te openen ramen voor utiliteitsgebouwen overbodig werden gevonden als die gebouwen mechanisch werden geventileerd. Onderzoek naar het "Sick Building Syndrome" heeft aangetoond dat in gebouwen met gesloten gevels aanzienlijk meer hinder en gezondheidsklachten voorkomen dan in gebouwen met te openen ramen. Daarom krijgen verblijfsruimten in utiliteitsgebouwen tegenwoordig meestal te openen ramen.

2 Type systemen voor- en nadelen

Basisventilatie kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. De verschillende type systemen hebben elk voor- en nadelen. Afhankelijk van het project moet hierin een keuze worden gemaakt. Aspecten die hierin een rol spelen zijn energiezuinigheid, bedieningsgemak, individuele regelbaarheid, kosten (investering en exploitatie), flexibiliteit, aanpasbaarheid, betrouwbaarheid, geluidsproductie en - niet in de laatste plaats - de inpasbaarheid in het architectonische ontwerp.

Technisch en economisch gezien zijn de eenvoudigste systemen meestal een goede en vaak zelfs de beste keuze (meest robuust).

Onderzoek van het ministerie van VROM in 2011 liet zien dat van 300 onderzochte woningen 299 niet voldeden aan het Bouwbesluit. Hieruit blijkt dat ventilatiesystemen een achilleshiel zijn in de Nederlandse Bouwmarkt. Tevens bleek dus dat dit voor alle typen systemen geldt. Experts geven aan dat in de reguliere woningbouw onvoldoende budget beschikbaar is om een goed systeem te realiseren.

2.1 Type A t/m D

Voor het ventileren van een woning wordt onderscheid gemaakt tussen vier verschillende vormen van ventilatie, type A, B, C en D. Deze indeling is ook bruikbaar voor andere functies.

Type A: natuurlijke ventilatie

Bij deze vorm van ventileren verlopen zowel de toevoer van verse lucht als de afvoer van vervuilde lucht zonder ventilatoren. Een groot nadeel van dit systeem is dat er geen waarborging is dat ventilatie in de praktijk voldoende wordt gerealiseerd. Dit systeem wordt nog veel gevonden in oudere woningen. In nieuwbouw komt het vrijwel niet meer voor, maar kan bij een geavanceerder

ventilatieontwerp wellicht weer terugkomen. Bij sommige kantoren of openbare gebouwen is dit het geval. Vaak zijn te openen ramen de enige regelbare ventilatievoorzieningen.

Type B: mechanische toevoer, natuurlijke afvoer

Bij het systeem B wordt verse lucht met behulp van ventilatoren in de woning toegevoerd. De vervuilde lucht wordt uit de woning gedrukt via afvoeropeningen. De afvoeropeningen monden uit in een kanaal, dat boven de nok van het dak uitsteekt. Dit systeem is in Nederland niet vaak toegepast. In de nieuwbouw wordt het weinig gebruikt, behalve bij enkele kantoren.

Type C: natuurlijke toevoer, mechanische afvoer

Een ventilatiesysteem van het type C bestaat uit natuurlijke toevoervoorzieningen in de gevels (roosters) en mechanische afzuiging van vervuilde lucht. Afzuiging vindt meestal plaats in de natte ruimtes en keukens. Door de onderdruk die hierdoor gecreëerd wordt, wordt verse lucht via raamroosters de woning binnengebracht. Via overstortvoorzieningen (vaak een spleet onder de deur) stroomt de lucht van de ene ruimte naar de andere. Meestal wordt een bedieningsschakelaar in de keuken geplaatst, waarbij men keuze heeft tussen laagstand, middenstand en hoogstand. De ventilatie wordt nooit uitgezet.

Als bij nieuwbouw over *natuurlijke ventilatie* wordt gesproken, wordt meestal type C bedoeld.

Type D: mechanische toe- en afvoer

Ventilatie van het type D is gebaseerd op het creëren van een evenwicht tussen aan- en afvoer van lucht in een gebouw. In het gebouw wordt lucht mechanisch toegevoerd en mechanisch afgevoerd. Als toe- en afvoer zich in verschillende ruimtes bevinden, zijn tussen de ruimtes overstortvoorzieningen aanwezig. Bij balansventilatie wordt meestal warmteterugwinning toegepast, zodat (theoretisch) 95 % van de warmte uit de afvoerlucht wordt overgebracht naar de toevoerlucht.

2.2 Vraagsturing

Omdat een laag energiegebruik een steeds belangrijkere eigenschap is van een gebouw, zijn er veel systemen die op basis van vraagsturing ventileren. Deze kunnen toegepast worden bij alle systemen. Belangrijk is dat voor een goede vraagsturing zowel de toevoer als de afvoer moet worden gecontroleerd. Vraagsturing kan zowel in utiliteitsgebouwen als in woningen een grote bijdrage leveren aan een verlaging van het energiegebruik. Er zijn in principe twee manieren van vraagsturing.

De eenvoudigste vorm van vraagsturing is een systeem met een tijdschakelaar. De gebruiker stelt in dat wanneer iemand aanwezig is. De bediening is vergelijkbaar met een klokthermostaat. Bij aanwezigheid wordt er veel geventileerd. Als er niemand aanwezig is, wordt er weinig geventileerd. Eventueel kunnen meerdere ventilatiestanden worden ingesteld.

Een directere manier van vraagsturing is sturing op basis van CO₂-concentratie. In de ruimte bevindt zich een CO₂-meter. Op basis van een vooraf ingestelde streefwaarde gaat het ventilatiesysteem harder of zachter draaien. Het is belangrijk op te merken dat CO₂ alleen als

indicator van (menselijke) aanwezigheid wordt gebruikt. CO₂ is van zichzelf reukloos en vormt in concentraties die normaal gesproken voorkomen geen gevaar voor de volksgezondheid.

Als een vorm van vraagsturing wordt toegepast, moet zowel toe- als afvoer elektronisch worden geregeld. Bij natuurlijke toevoer zijn daarvoor speciale ventilatieroosters beschikbaar. Voor het mechanische systeem moet de toe- en/of afvoer worden geregeld. Bij kleine systemen kan hiervoor een ventilator met schakelstanden worden gebruikt. Bij grote systemen wordt een toerengeregelde ventilator gebruikt in combinatie met zogenaamde variabele volume regelaars voor de toevoer in de ruimtes.

3 Natuurlijke toevoer (type C)

Vooraf in veel oudere woningen zijn de enige voorzieningen voor ventilatie de te openen ramen. Vanaf de jaren 60 wordt als ventilatievoorziening steeds vaker ventilatieroosters toegepast. Naast dat dit inbraakveilig is, werden hiermee tochtproblemen verminderd. In veel oudere huizen zijn deze systemen nog steeds aanwezig.

Tegenwoordig vindt natuurlijke toevoer altijd via ventilatieroosters plaats. Omdat het verplicht is dat de basisventilatie wordt geborgd, is dit in nieuwbouw altijd in combinatie met mechanische afvoer.

The flow of natural air supply which is necessary to maintain the required minimal level of air quality during the whole year, is usually between 10 – 30 l/s (36 – 108 m³/h) per meter façade. Especially in the heating season draught prevention needs much attention. This attention is already needed in the early stage of the design process. Natural air supply can be combined with either natural or mechanical exhaust. In order to reduce fan energy, mechanical systems are ideally only in operation when natural forces are insufficient to maintain air quality.

Some advantages and disadvantages of natural air supply systems compared to mechanical air supply are:

table 1. characteristics of natural air supply systems

Parameter	Advantages	Disadvantages
Air quality	Good, if maintenance is easy.	Cannot be applied in noisy and polluted surroundings. Fine dust and pollen are difficult to filter. Ozon might be a problem.
Volume of air flows	Much variation possible.	
Contact with nature	High	
Draught		Special measures to prevent draught might be necessary, depending on the position and shape of the air inlet, the quantity of supplied fresh fair and the air temperature.
Energy (fan)	No or reduced fan energy necessary.	

Energy (cooling)	- Heat extraction with a heat pump at the outlet is an interesting alternative for a heat pump connected with an aquifer system. - There are many options for free cooling via the facade	- The investment for heat recovery with a heat pump is relative high compared to an air-air heat exchanger. - If natural ventilation is mainly used as a cheap option, then there is a serious risk that no cooling is provided, leading to excessive temperatures.
Noise production	Low	
Investment costs	Low, but depending on the required air flow and draught rating category.	
Maintenance	The total length of air supply system elements is relative small.	Air inlets need regular maintenance.
Personal control	An action of a user can have a very positive effect on indoor air quality and thermal comfort.	The effect is very much influenced by the quality of the system and the outdoor conditions.

4 Mechanische toe- en afvoer - centraal

Een van de grote voordelen van mechanische toe- en afvoer is dat relatief eenvoudig warmteterugwinning kan worden toegepast. Deze WTW heeft een zeer gunstig effect op de EPC en is daarom vooral onder druk van de strengere EPN (NL) en EPB (Be) vanaf het jaar 2000 populair geworden. In de hoogtijdagen in 2003/2004 had systeem D -volgens de toenmalige stichting HR-ventilatie- in Nederland een marktaandeel van bijna 50 procent.

Door de vele klachten over mechanische toe- en afvoer, bijvoorbeeld (zoals genoemd) uit de Vinex-wijk Vathorst bij Amersfoort is er veel weerstand tegen mechanische toe- en afvoer in de woningbouw ontstaan. Uit onderzoek van GGD bleek dat de woningen daar onvoldoende konden worden geventileerd en dat het systeem slecht werd onderhouden, wat tot gezondheidsklachten leidde.

Onderhoud en reiniging van het ventilatiesysteem is essentieel voor een gezond binnenklimaat. Bij een gebalanceerd systeem moeten de filters van zesmaandelijks worden schoongemaakt en elke twee jaar worden vervangen. Om de vier jaar moeten de ventilatiekanalen geïnspecteerd worden.

Mechanische toe- en afvoer is een systeem wat uit verschillende onderdelen bestaat. De onderdelen moeten goed gedimensioneerd worden en op de juiste manier bij elkaar passen. Dit maakt het systeem relatief complex. Het systeem is in het algemeen ook duurder dan een systeem met natuurlijke toevoer. De complexiteit in combinatie met het beperkte budget in veel projecten (met name woningbouw en scholen) houdt in dat er een groot risico is dat systemen of onderdelen daarvan niet goed worden ontworpen of uitgevoerd.

5 Mechanische toe- en afvoer - decentraal

Sinds het begin van deze eeuw, zijn er systemen op de markt voor mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht, voor slechts één ruimte. Hierdoor is een kanaalsysteem niet nodig. De unit is geplaatst aan een buitengevel waarin zich een toe- en afvoeropening bevindt. Voorkomen moet worden dat daartussen kortsluiting ontstaat.

De ventilatiesystemen zijn bedacht voor nieuwbouw, maar zijn vanwege hun eenvoudige toepassing ook geschikt voor bestaande bouw en utiliteitsbouw. De ventilatie-unit van een gebalanceerd systeem bestaat uit twee ventilatoren en meestal een warmteterugwinunit. De binnen- en de buitenlucht worden gescheiden langs elkaar door een warmtewisselaar gevoerd. Door de warmtewisselaar wordt warmte aan de afvoerlucht onttrokken. Deze warmte wordt vervolgens overgedragen aan de verse toe te voeren buitenlucht. Koude luchtstromen als gevolg van ventilatie worden hiermee vermeden. Er zijn ook systemen met decentrale mechanische luchttoevoer units. Deze systemen maken het mogelijk om vraaggestuurd te ventileren op basis van CO₂-detectie of op basis van luchtkwaliteit.

Decentrale systemen hebben verschillende voordelen:

- Er kan warmteterugwinning en CO₂-sturing worden toegepast.
- Het is eenvoudig aan te brengen.
- Er is geen ruimte voor kanalen nodig.

Als nadeel geldt dat het relatief duur is, dat er in elke ruimte een systeem moet worden aangebracht en dat er relatief veel onderhoud nodig is. Vaak worden daarom combinaties toegepast van centraal en decentraal, waarbij bijvoorbeeld aparte afzuiging in de keuken wordt behouden.

6 Verwarmen en koelen met lucht

Basisventilatie is noodzakelijk om te waarborgen dat de luchtkwaliteit in een gebouw voldoende is. Bij toepassing van mechanische toevoer, kan met lucht een gebouw echter ook worden verwarmd en/of gekoeld. Dit heeft echter verregaande consequenties en is meestal zowel energetisch als voor het comfort nadelig..

Lucht heeft een lage warmtecapaciteit. Dit betekent dat met een gegeven hoeveelheid lucht slechts beperkt verwarmd of gekoeld kan worden. Als veel warmte of koude nodig is, moet dus zeer veel lucht worden geplaatst. Zowel de kanaaldiameters, als de luchtbehandelingskasten (ventilatoren) moeten navenant groter worden.

Indien 10 l/s (=36 m³/h) per persoon verse lucht wordt toegevoerd kan hiermee 84 W worden gekoeld. Hierbij is uitgegaan van toevoerlucht van 18, en retourlucht van 25°C. Als de lucht kouder wordt toegevoerd gaat dit snel veel koudeklachten opleveren. De 36 m³/h is ongeveer die hoeveelheid lucht die minimaal nodig is om een acceptabele luchtkwaliteit te realiseren. De 84 W is ongeveer evenveel als een mens - bij rustige bezigheden - zelf aan voelbare warmte afgeeft. Omdat veelal ook warmte van verlichting apparatuur en zon moet worden gekoeld, is om te koelen al snel veel lucht nodig. Koelen met water is energetisch effectiever en vraagt om minder ruimte voor kanalen.

De redenatie voor verwarmen is vergelijkbaar aan bovenstaand voorbeeld voor koelen. In principe kan hier echter wel met een groter temperatuurverschil worden gewerkt. Een probleem hierbij is dat in de winterperiode, wanneer veel warmte nodig is de lucht normaliteit al droog is. Als de lucht wordt opgewarmd, daalt de luchtvochtigheid nog verder en gaat snel klachten opleveren. Daarbij vinden mensen het sowieso prettiger als middels straling wordt verwarmd. Bovendien stijgt veel warmte op naar het gebied boven de leefzône, zodat verwarmingsenergie weinig effectief wordt gebruikt.

Uitgangspunt bij de systeemkeuze moet zijn:

- verwarm bij voorkeur met water
- indien koeling noodzakelijk is, koel zo veel mogelijk met water i.p.v. lucht

Een uitzondering voor verwarmen kan soms worden gemaakt voor zeer goed geïsoleerde gebouwen (passief bouwen). Een gebouw verliest dan weinig warmte, waardoor er ook weinig warmte hoeft worden toegevoerd. Hierdoor zal de toevoerlucht slechts beperkt hoeven te worden verwarmd.