

Ventilatiegids

STAPPENPLAN

voor comfortabel en energiezuinig ventileren



HOGESCHOOL VOOR WETENSCHAP & KUNST

DE NAYER INSTITUUT



Opgesteld door: **Paul Van den Bossche** – WTCB | **Sabrina Prieus** – WTCB | **Pieter Cootjans** – DNI
Met medewerking van: **Gebruikerscommissie IWT project Ventilatiegids**
Met steun van: **IWT – TETRA valorisatietraject nr. 60 357**

Uitvoerders

- Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB)
Lombardstraat 42n B-1000 Brussel
www.wtcb.be
- Hogeschool voor Wetenschappen Kunst – campus De Nayer
J. De Nayerlaan 5, Sint Katelijne Waver
Tel: + 32 15 31 69 44, Fax: + 32 15 31 74 53
www.IDEG.info

Met de steun van

Instituut voor de aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie Vlaanderen (IWT)
Bischoffsheimlaan 25, B-1000 Brussel
www.iwt.be

Valorisatiepartners

VENTIBEL.be
ATIC
KUL-TME

Gebruikerscommissie

Fabrikanten & Leveranciers

- Aldes Benelux bv
- Artiklima bvba
- Aralco NVS nv
- BEMAL nv
- Dalkia nv
- Duco nv
- Gea-Happel Belgium nv
- J.E. Stork Air nv
- Klimacomfort nv
- Lindab nv
- Nathan bv
- Renson nv
- Schako bvba
- Siemens nv
- Systemair Benelux nv
- Thermad Brink bvba
- Trox nv
- Ubbink nv
- Ventilne nv
- Ventomatic nv
- Vibo Benelux bv
- Viessmann bvba

Studieburelen

- Grontmij nv
- Johnson Controls nv
- Reus nv

Installatiebedrijven

- Axima services nv
- Eco-Doc bvba
- E-Tec bvba
- Flanders Air Technics nv
- HDCV bvba
- Kumpen nv
- Stroomop bvba

Belanghebbende organisaties

- Atic vzw
- KaHo St.Lieven
- Hogeschool voor Wetenschappen en Kunst - Sint-Lucas Architectuur
- KUL-TME
- NAV vzw
- ODE vzw
- PHP vzw
- Senior Consultance Vlaanderen vzw
- VEA
- Ventibel vzw
- Vlaams Ministerie Onderwijs

STAPPENPLAN

voor de ventilatie van woningen

Doelstelling

De doelstelling van deze brochure is de gebruiker een hulpmiddel aan te reiken om een comfortabele en energiezuinige ventilatie voor woningen te realiseren. Als mogelijke gebruikers werd dit stappenplan op de eerste plaats opgesteld voor architecten, maar meer algemeen kunnen ook installateurs, ontwerpers, projectontwikkelaars en geïnteresseerde eindgebruikers er nuttige informatie uit halen. De brochure is conform de Vlaamse wetgeving – stand 2007, er kunnen verschillen optreden met andere gewesten. Voor installateurs is het stappenplan een goede basis als globaal overzicht en voor het basisontwerp. Voor het ontwerp in detail en voor de praktijk zijn ook bijkomende informatiebronnen noodzakelijk.

Opzet van het stappenplan

De brochure is opgevat als een stappenplan waarmee stap voor stap een ventilatie-installatie kan worden gerealiseerd. Elke fiche van een stap in het proces bevat relevante achtergrondinformatie (*waarom?*), een beschrijving van de werkwijze van de stap zelf (*hoe?*) en een toepassing op een typewoning (*voorbeeld*). De stappen kunnen doorlopen worden aan de hand van een rekenblad, geschikt voor eenvoudige woninginstallaties. In aanvulling hierop kan gebruik gemaakt worden van een typebestek en van cursusmateriaal voor het toelichten van het gebruik van dit stappenplan.

Het stappenplan spreekt zich niet uit over welke partner in het bouwproces welke stap op zich zal nemen, maar het spreekt vanzelf dat de architect als ontwerper een grotere invloed zal hebben op de eerste stappen en de installateur een grotere stempel zal hebben op de latere stappen. In elk geval is een goede communicatie tussen de verschillende actoren doorheen het hele bouwproces een voorwaarde tot welslagen van het project.

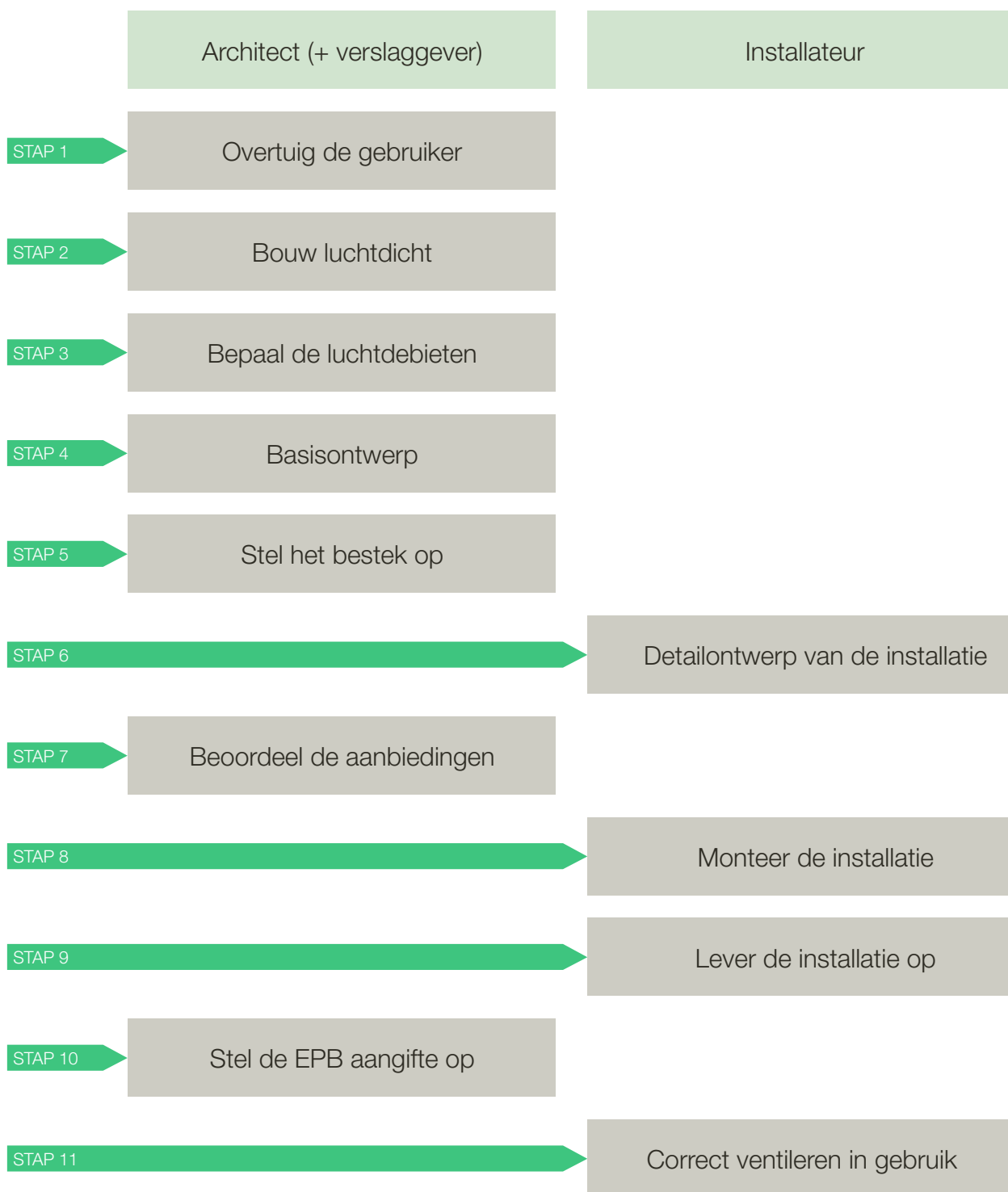
De brochure richt zich op de wettelijke eisen en bijkomende aandachtspunten bij het realiseren van comfortabele en energiezuinige ventilatie in woningen. Vanzelfsprekend kan de brochure niet alle aspecten met dezelfde diepgang of voor iedere specifieke situatie belichten, daarvoor wordt verwezen naar bijkomende literatuur of informatiebronnen in bijlage.

Informatie over de opstellers

Deze brochure werd samengesteld door de hogeschool voor Wetenschap en Kunst – campus De Nayer, onderzoeksgroep Duurzame energie en het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – afdeling Energie en Klimaat. Het is een valorisatie-effect van het project IWT-HOBU-project 0220102 en het werd mogelijk dankzij de financiële ondersteuning van het IWT-TETRA fonds. Diverse bedrijven leverden een bijdrage onder de vorm van financiële ondersteuning, interessante documentatie, voorbeelden en via de leescommissie.



STAPPENPLAN



Wettelijk kader

De vraag waarom we moeten ventileren kan niet beantwoord worden met de stelling: "omdat het verplicht" is. Om te beginnen is dat voor de meeste bewoners op zich maar een zwakke motivatie. Daarnaast stelt de wetgever in Vlaanderen niet zozeer het ventileren op zich verplicht, maar eist dat nieuwbouwwoningen voorzien worden van een conform ventilatiesysteem, eenvoudig of wat complexer. Deze eisen vormen een onderdeel van de sinds 2006 in voege getreden EPB regelgeving (EnergiePrestatie en Binnenklimaat). Hierdoor worden een aantal paragrafen uit de norm NBN D50-001 verplicht gesteld, andere paragrafen blijven een 'aanbeveling'. Ook voor bepaalde verbouwingen of uitbreidingen van woningen worden specifieke eisen opgelegd.

Voor meer informatie zie www.energiesparen.be. Of de bewoner daadwerkelijk gebruik van maakt van de voorzieningen om te komen tot een gezond binnenklimaat is een persoonlijke keuze.

Waarom ventileren?

Lucht in een woning krijgt te kampen met verschillende vervuilsbronnen. Vele daarvan komen van de mens zelf: ons metabolisme verbruikt zuurstof (O_2) en ademt koolstofdioxide (CO_2) uit, verse zuurstof moet worden aangevoerd en koolstofdioxide moet worden afgevoerd. Lichaamsgeur, geurtjes eigen aan de keuken of toilet, keukenafval, huisdieren of tabaksrook maken dat de lucht regelmatig moet worden verversd. Ook vocht kan als een vervuiler worden beschouwd. Via zweet en ademhaling, douchen en baden, poetsen en was drogen, kamerplanten, enz. komen er in een woning dagelijks 10 tot 15 liter vocht onder de vorm van waterdamp vrij. Voeren we dat niet tijdig af, dan stijgt de vochtconcentratie in onze leefruimte tot ongewenste hoogten.

Ook het gebouw zelf en de inrichting ervan kunnen een bron zijn van vervuiling: vele materialen bevatten oplosmiddelen die nog lange tijd na de plaatsing vrijkomen: vinyl, tapijten, schilderwerk, gelijmd plaatmateriaal, detergents, ... Ook bepaalde toestellen zijn niet helemaal vrij te pleiten: mixers, stofzuigers, printers, fax, ... Soms is een slecht ontworpen of onderhouden ventilatiesysteem zelf oorzaak van vervuiling!

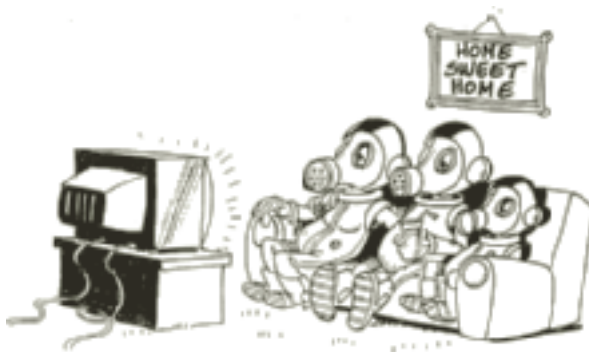
Een bijzondere bron van vervuiling wordt gevormd door open verbrandingstoestellen, toestellen op basis van een vlam die voor de aanvoer van zuurstof aangewezen zijn op de lucht uit de leefruimte: open haard of gas-, olie- of steenkoolhaarden, gasgeisers of gasboilers, ketels voor centrale verwarming. Naast het extra zuurstof die

moet worden aangevoerd is er ook een potentieel gevaar voor extra vervuulende tot zelfs levensbedreigende uitwasemingen. Een vuurhaard die onvoldoende zuurstof krijgt zorgt door de onvolledige verbranding voor heel wat schadelijke gassen, waarvan koolstofmonoxide (CO) de bekendste 'doder' is. Voldoende luchttoevoer en een goed onderhoud van toestel en schouw zijn onontbeerlijk. Nog beter is kiezen voor gesloten toestellen die het zuurstof rechtstreeks van buiten de woning betrekken en waarbij eventuele schadelijke gassen niet in de woning zelf kunnen terechtkomen.

De gevolgen van diverse vervuilers zijn veelvuldig:

- effecten op de gezondheid gaande van irritaties van ogen, neus en keel, over hoofdpijn, vermoeidheid, misselijkheid en allergieën tot de dodelijke CO -vergiftiging
- effecten op het comfort door geurhinder, tochtstromen of vochtcondensatie op ramen of spiegels die de zichtbaarheid schaden.
- te veel aan vocht kan leiden tot condensatie op gebouwdelen en zelfs tot schimmelgroei. Vooral de koude plaatsen in het gebouw krijgen te maken met condensatie: glas- en schrijnwerk, koude hoeken, slecht geventileerde zones achter kasten. Deze condensatie kan leiden tot aantasting van verf, behang, pleisterwerk, tot bijkomende vervuiling (bijvoorbeeld schimmelsporen) en zelfs tot aantasting van constructieve delen van het gebouw.

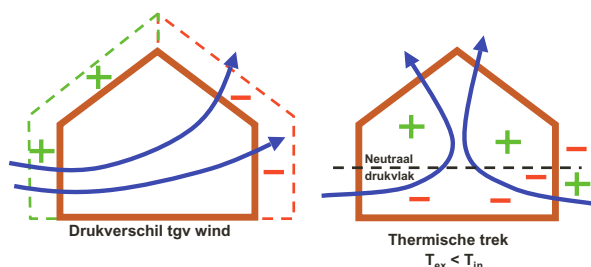
Ongeschikte ventilatiemethoden



Diverse wijzen van ventileren zijn ontoereikend en pakken maar een deel van het probleem aan. Denken we aan filters die wel stof tegenhouden maar geen oplossing vormen voor zuurstof- en vochtthuishouding. Drogers of luchtbevochtigers behandelen de geurtjes niet. Een koeling of airco zorgt misschien wel voor 'frisse' lucht, maar niet voor verse. Dit soort deeloplossingen zal ook niet in elke ruimte van de woning worden geplaatst.

Het openen van ramen zorgt voor een sterke luchtverversing in de woning, maar door de gelijktijdige sterke afkoeling worden de ramen in de winter al snel terug gesloten. Het effect van deze verluchting met opengaande ramen is daardoor kortstondig en gaat gepaard met extra energieverlies, met tochtverschijnselen, het binnendringen van lawaai, insecten, regen en soms zelfs inbrekers. Het is een goede methode om de woning eens goed door te luchten, na een feestje of schilderwerken, maar ze is ongeschikt voor dagelijkse hygiënische ventilatie.

Elke woning vertoont kieren en spleten waarlangs lucht naar buiten of binnen kan. Het gaat hier om slecht sluitend schrijnwerk, een spleet onder de buiten- of kelderdeur, een slecht sluitend zolderluik, roluijkasten, maar ook aansluitingen van muren met schrijnwerk en vloeren, een onvoldoende afgewerkt zadeldak, het gebruik van poreuze steen, tot luchtstromen via stopcontacten en andere nutsvoorzieningen.



De hoeveelheid lucht die doorheen die luchtlekken stroomt, is afhankelijk van de wind (van de kracht maar ook van de richting) en van de temperatuur. Is de woning warmer dan de omgeving dan werkt de woning als een schoorsteen, hoe hoger hoe krachtiger, waarbij door kieren op het gelijkvloers lucht naar binnen komt die weer ontsnapt door kieren op de hogere verdiepingen. Jammer genoeg leiden deze lekken zelden tot een perfecte ventilatie omdat we volledig zijn overgeleverd aan de weersomstandigheden.

We hebben geen enkele regelmogelijkheid, sommige kamers worden te veel, andere te weinig verlucht, de stromingsrichting is onbepaald en de woning verliest extra warmte. De enige oplossing is dan om de woning goed luchtdicht te maken waardoor ongewenste luchtstromen geminimaliseerd worden waarna we bewust gaan ventileren; waar, wanneer en hoeveel wij zelf wensen: dit leidt ons dan ook tot de ventilatiestrategie.

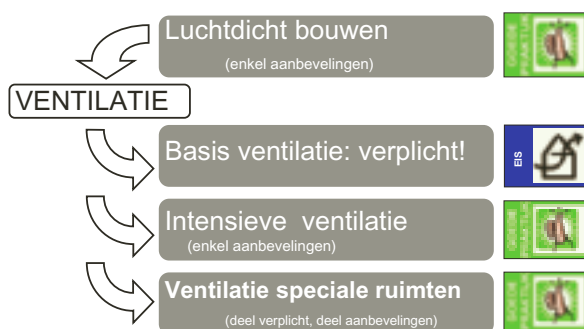
Ventilatiestrategie

Om te komen tot een comfortabel binnenluchtklimaat doorlopen we volgende stappen:

- beperk vervuiling maximaal door een aangepast ontwerp en door geschikte materiaalkeuze (verven, plaatmateriaal,...)
- ontwerp het gebouw met een goede luchtdichtheid en zie toe op een goede uitvoering van alle bouwdetails (zie stap 2)

- voorzie een basisventilatiesysteem met buitenlucht (zie stap 4) in de woning conform de wettelijke eisen
- aanvullend op de basisinstallatie kunnen dan voorzieningen worden getroffen voor intensieve ventilatie (vb dampkap) of ventilatie van speciale ruimten.

Bijkomend kan worden gesteld dat het vermijden van condensatie op wanddelen steeds een samengaan veronderstelt van een goede koudebrugarme isolatie en een aangepaste ventilatie. Te veel isoleren bestaat niet, vochtproblemen zullen hun oorzaak veelal vinden in slecht isoleren en onvoldoende ventileren.



Werkwijze volgens stappenplan

Het verdient aanbeveling om bij de opstart van een project even stil te staan bij de basisprincipes van ventileren. Hierdoor kan vermeden worden dat deze discussie telkens opnieuw moet worden gevoerd bij de uitvoering van de volgende fases van het stappenplan.

- ✓ Informeer de gebruiker over de noodzaak en/of verplichting tot ventileren
- ✓ Maak een keuze voor gezonde materialen
- ✓ Kies voor rookvrije ruimten
- ✓ Beperk de combinatie van vochtige ruimten met andere ruimten (bijvoorbeeld de badkamer in een slaapkamer)
- ✓ Hou rekening met het ventilatiesysteem bij de inplanting en het groeperen van ruimten
- ✓ Indien gekozen wordt voor een ventilatiesysteem gebaseerd op natuurlijke trek, plaats droge ruimten vooral onderaan en natte ruimten vooral bovenaan in de woning
- ✓ Weer toestellen met open verbranding maximaal uit de woning
 - * kies hermetische, gesloten toestellen met lucht-aanvoer van buiten voor verwarming, warm water en ook voor eventuele houtkachels of plaats deze toestellen buiten het beschermde volume
 - * koken op gas vormt normalerwijze geen probleem

BOUW LUCHTDICHT

Luchtdichtheid van gebouwen wordt hier kort behandeld om het belang voor een goede ventilatie aan te geven; het is echter verre van een volledig 'stappenplan luchtdichtheid'.

Luchtlekken in een gebouw

Zoals al in stap 1 werd aangegeven bevat elk gebouw heel wat luchtlekken waar ongewild lucht naar binnen of buiten kan stromen. Naast de comfortproblemen, het energieverbruik en het verstoren van de gewilde ventilatie kunnen deze luchtlekken ook aanleiding geven tot bouwfysische problemen doordat vochtige lucht uit de woning kan condenseren in het isolatiemateriaal. Bovendien zijn luchtlekken ook geluidslekken!

Volgende wanddelen zijn meestal geen probleem voor een goede basisluchtdichtheid:

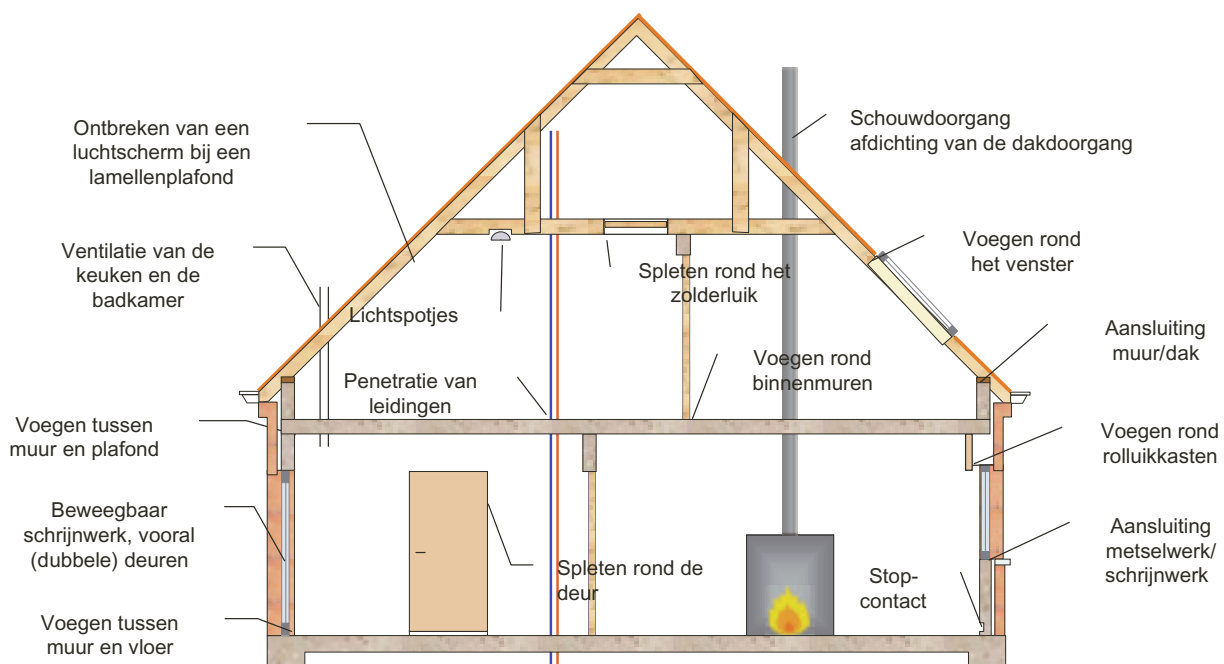
- Bepleisterde wanden
- Gegoten vloeren en daken
- Schrijnwerk zelf (behalve: voordeur, bepaalde schuiframen,...)

Een hoog risico op luchtlekken wordt gevormd door:

- Niet bepleisterde muren
- Lichte constructies zoals een zadeldak en houtskeletbouw
- Onderlinge voegen en aansluitingen tussen intrinsiek luchtdichte bouwdeelen:

- Schrijnwerk en muren
- Vloeren en muren
- Muren en lichte daken
- ...
- Perforaties van luchtdichte bouwdeelen:
 - Elektriciteitsleidingen, inbouwspots
 - Afvoerbuizen
 - Gas, CV
 - Rookgasafvoer, schouwen
 - Ventilatiekanalen
- Specifieke lekken:
 - Spleet onder de deur
 - Brievenbus, kattenluik
 - Luchttoevoer en rookkanalen van open verbrandings-toestellen
 - Dampkap

Het realiseren van een luchtdicht gebouw is een combinatie van ontwerpkeuzen en een nauwgezette uitvoering. Problemen ten gevolge van een gebrekkige uitvoering kunnen al voor een groot stuk worden voorkomen tijdens de ontwerpfase door te kiezen voor eenvoudige vormen, door het vastleggen van de ligging van het luchtscherm, door te kiezen voor gemakkelijk uitvoerbare luchtdichtheidstechnieken en door details voldoende uit te werken en deze informatie tot bij de uitvoerder te brengen.



Luchtdichtheid meten

Om een idee te krijgen over de luchtdichtheid van een gebouw zijn er verschillende methoden beschikbaar. Lekken kunnen kwalitatief worden opgespoord door te zoeken naar schade of vervuilingssporen, door koude luchtstromen te voelen als het buiten voldoende koud en winderig is of door rookstaafjes die luchtstromen zichtbaar maken. Een methode die wat complexere apparatuur vereist is de thermografie: hierbij wordt een temperatuurfoto gemaakt waarbij temperatuurverschillen worden omgezet in kleuren. Hoge temperaturen aan de buitenzijde van de woning kunnen wijzen op koudebruggen, maar ook op luchtlekken. Ervaring in het gebruik van het toestel en de interpretatie van de resultaten is een noodzaak. De hogergenoemde methoden geven een antwoord op de vraag 'waar?' maar niet op 'hoeveel?' Een kwantitatieve meetmethode is bijvoorbeeld de pressurisatieproef, soms ook wel "blowerdoor" of opblaasproef genoemd. Hierbij wordt een grote ventilator in een deuropening geplaatst die lucht in de woning blaast totdat een zeker drukverschil wordt bereikt (50 Newton/m² of 50 Pa) – de woning wordt 'opgeblazen', maar het drukverschil is zo klein dat er geen schade uit voortvloeit. Omdat de woning luchtlekken vertoont zal de ventilator moeten blijven draaien om ontsnapte lucht terug aan te vullen, hoe meer lekken,



hoe meer debiet hij moet leveren. Het luchtdebiet, nodig om het drukverschil te behouden is dan ook een goede maat voor de luchtdichtheid van de woning.



Om een idee te krijgen wat dit lekdebiet nu betekent in verhouding tot de gebouw grootte kan men:

- Het lekdebiet delen door het interne woningvolume, dit geeft het infiltratievoud n_{50} uitgedrukt in aantal luchtwisselingen per uur bij 50 Pa. Het geeft een idee over de prestatie van de woning als geheel. Metingen uit de praktijk variëren tussen gemiddeld 4 /h voor appartementen en 9.5 /h voor vrijstaande woningen, met uitschieters tot 25 /h en meer en tot minder dan 1 /h voor zeer luchtdichte gebouwen.
- Het lekdebiet delen door het externe warmteverliesoppervlak A_{test}, dit geeft de oppervlakteluchtdichtheid v_{50} uitgedrukt in m³/h en per m² bij 50 Pa. Het geeft een idee over de uitvoeringskwaliteit van de wanden en het is deze waarde die in de E-peilberekening kan worden gebruikt.

Voor éénzelfde uitvoeringskwaliteit (v_{50}) zal een niet compacte woning met relatief meer buitenwandoppervlakte een slechter infiltratievoud n_{50} laten zien, zodat compact bouwen de woningluchtdichtheid op een eenvoudige wijze al kan verbeteren.

Luchtdichtheidsmetingen van een gebouw worden doorgevoerd in overeenstemming met NBN EN 13829:2001 volgens methode A. Een WTCB document geeft toelichtingen over de juiste toepassing ervan (WTCB dossier Nr/2007-katern nr 6).

Wettelijk kader

In de huidige Vlaamse bouwpraktijk is er nog maar beperkte ervaring met goed luchtdicht bouwen. De wetgever stelt dan ook geen minimum eisen aan de luchtdichtheid, maar geeft wel de aanbeveling om hier extra aandacht aan te besteden. In de EPB-aangifte wordt bij ontstentenis, als er geen luchtdichtheidsmeting wordt doorgevoerd, uitgegaan van een erg matige oppervlakteluchtdichtheid ($v_{50} = 12 \text{ (m}^3/\text{h)/m}^2$). Blijkt uit een 'opblaasproef' dat de werkelijke luchtdichtheid veel beter is, dan kunnen er gemiddeld tot 10 E-peil punten gewonnen worden.

Werkwijze volgens het stappenplan



Volgende stappen zullen helpen om het gebouw voldoende luchtdicht te maken:

- ✓ Leg het te bereiken luchtdichtheidsniveau n_{50} op:
 - * Systeem A: 5 tot 3
 - * Systeem B: 3 tot 1
 - * Systeem C: 5 tot 3
 - * Systeem D: 3 tot 1
- ✓ Kies voor een zo compact mogelijke bouwvorm
- ✓ Bepaal de ligging van het luchtscherm in de verschillende doorsneden. Hou daarbij rekening met het beperken van het aantal doorboringen en het gemak van uitvoering
- ✓ Vermijd de combinatie van veel verschillende constructiewijzen in één en hetzelfde gebouw (massief-bouw-houtskelet, ...).



- ✓ Kies en beschrijf de uitvoeringsvormen van de verschillende wanden, met een intrinsiek goede luchtdichtheid
 - * In lichte wanden en daken: kies voor een leidingspouw die systematische perforaties van het luchtscherm vermijdt.
- ✓ Detailleer oplossingen voor:
 - * Alle aansluitingen tussen verschillende wanddelen
 - * Alle doorboringen van de wanden



- ✓ Bespreek deze oplossingen met:
 - * De direct betrokken aannemers; soms is het een hulp om te werken met een proefmodel – hierbij ziet en voelt men bijvoorbeeld hoe een hoek goed wordt uitgevoerd door de folie correct te plooien.
 - * De niet direct betrokken aannemers, zodat ze het werk van anderen niet schaden uit onwetendheid (vb elektro- of sanitair installateur)
- ✓ Eis een garantie op de te realiseren luchtdichtheid, aan te tonen met een luchtdichtheidsmeting. Merk op dat dit moeilijk afdwingbaar is indien met verschillende aannemers zonder eindverantwoordelijke wordt gewerkt.
- ✓ Hoed je voor onvoltooide werken:
 - * Een zadeldak is pas goed geïsoleerd als het 'dampscherm' werd aangebracht en afgekleefd.

Opmerking: op dit moment is het nog erg moeilijk om de luchtdichtheid van een woning vooraf te voorspellen, met andere woorden, het is moeilijk om te weten welke keuzes in ontwerp en uitvoeringstechnieken moeten worden gemaakt voor het bepalen van een vooraf opgelegde luchtdichtheidswaarde (onder vorm van een n_{50} of v_{50} waarde).

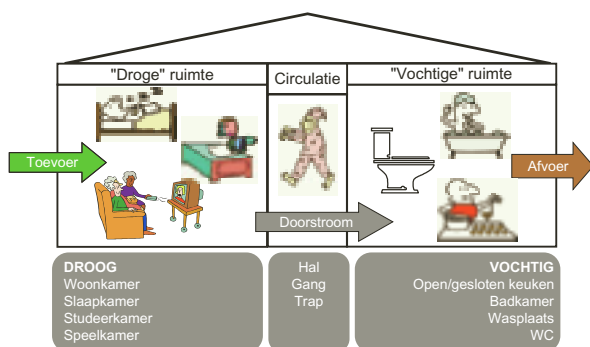


BEPAAAL DE NODIGE LUCHTDEBIETEN

Basisprincipes van ventilatie

Bij het ontwerp van een ventilatie-installatie moeten enkele basisprincipes in acht worden genomen:

1. Vermijd verspreiding van vervuiling door vuile lucht (vocht – geurtjes) direct af te voeren op de plaats van ontstaan en deze lucht dus niet doorheen het gebouw te verspreiden.
2. We kunnen lucht niet stockeren, dus in = uit. Willen we ergens lucht toevoeren, dan moet er een mogelijkheid zijn tot afvoer. Willen we afvoeren, dan moet er ook een toevoer zijn, een principe dat we kamer per kamer én ook op het niveau van de volledige woning moeten volgen.
3. Voor een optimale luchtkwaliteit zou men in elke ruimte verse toevoerlucht moeten aanvoeren en gelijktijdig vervuilde lucht moeten afvoeren. Omdat al die lucht ook moet worden opgewarmd kost dit erg veel energie, vandaar dat de wetgever een eenvoudiger systeem aanhangt:
 - ° Verse lucht wordt toegevoerd in 'droge' ruimten;
 - ° Verontreinigde lucht wordt afgevoerd uit 'natte' ruimten;
 - ° De lucht moet vrij kunnen doorstromen tussen droge ruimten en natte ruimten en doorstroomt daarbij gang, hall en trappenhuis. Hiertoe worden doorstroomopeningen voorzien; dergelijke openingen in droge ruimten zorgen voor afvoer uit deze ruimten, doorstroomopeningen in natte ruimten zorgen voor toevoer naar deze ruimten.



Debiet

De nodige luchtverversingsdebieten die moeten kunnen worden gerealiseerd worden vastgelegd in de norm NBN D50-001 waarnaar het EPB besluit van het Vlaamse gewest verwijst.

Als algemene regel voor de ventilatie van woonruimten wordt er een toe- of afvoerdebiet geëist van 3.6 m³/h en per m² vloeroppervlak. Voor sommige ruimten wordt een minimum debiet vastgesteld als het debiet volgens de algemene regel lager ligt. Daarnaast is er ook een debiet als bovengrens dat niet moet worden overschreden, maar waartoe het debiet mag beperkt worden ook al komt de basisregel op een hoger cijfer uit. Het minimum debiet moet in elk geval gerealiseerd kunnen worden. De ontwerper mag echter opteren om hogere debieten op te leggen indien de situatie dit vereist (vb indien er in de kamer veel gerookt wordt, in een badkamer).

Indien gebruik wordt gemaakt van *regelbare toevoeropeningen* (RTO) in geval van natuurlijke of vrije toevoer (*systeem A of C*) stelt de wetgever dat het totale debiet door deze RTO's niet hoger mag zijn dan 2 x het debiet volgens de oppervlakteberekening (oppervlakte x 3.6).

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten ruimten: toevoerruimten, afvoerruimten en 'andere' ruimten.

Toevoerruimten zijn ruimten met lage vochtproductie en in het algemeen met langdurige bezetting.



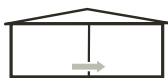
TOEVOER	Ruimte	Ontwerpdebiet		Boven grens	Vrije toevoer (A, C) maximaal
		Algemene regel	Minimaal		
	Woonkamer		75 m³/h	150 m³/h	
	Slaapkamer Studeerkamer Speelkamer	3.6 m³/h.m²	25 m³/h	72 m³/h (Bijlage V)	2 x nominaal

Afvoerruimten zijn ruimten met een hoge productie van vocht of geuren.



AFVOER	Ruimte	Ontwerpdebiet		Boven grens
		Algemene regel	Minimaal	
	Keuken, Badkamer Was-, droogplaats + analoge	3.6 m³/h.m²	50 m³/h	75 m³/h
	Open keuken		75 m³/h	
	WC		25 m³/h	

Zowel in ruimten met een luchttoevoer als met een luchtafvoer moeten er doorstroomopeningen worden voorzien.



DOORSTROOM	Als afvoer uit de ruimte of toevoer naar de ruimte	Ontwerpdebiet DO (minimum)	Minimale spleet onder de deur
	Woonkamer	25 m³/h	70 cm²
	Slaapkamer Studeerkamer Speelkamer	25 m³/h	70 cm²
	Badkamer, was- of droogplaats	25 m³/h	70 cm²
	Keuken	50 m³/h	140 cm²
	WC	25 m³/h	70 cm²

In een woning komen nog diverse **andere ruimten** voor met functies die niet binnen bovenvermelde categorieën vallen. Voor de meeste van deze ruimten bestaan wel aanbevelingen uit de norm, die echter geen verplichting vormen: bergingen, kelders en zolders, garages en gemeenschappelijke gangen of trapzalen.

Een dressing kan ook worden aanzien als een speciale ruimte waarvoor geen wettelijke eisen bestaan, maar waar een minimale ventilatie of luchtdoorstroming vanuit andere ruimten wel aangewezen kan zijn.

Voor ruimten waar een centrale verwarmingsketel is opgesteld gelden speciale eisen (zie NBN B 61-002:2006). Staat de ketel buiten het beschermde woningvolume dan is er geen interactie met het ventilatiesysteem te vrezen. Voor ketels in een opstellingsruimte binnen het beschermd volume moet er een onderscheid gemaakt worden tussen open toestellen en gesloten toestellen. Voor een gesloten toestel met een vermogen tot 35 kW met directe lucht-aanvoer van buiten moet het ventilatiesysteem geen extra luchtaanvoer verzorgen en volstaat een basisventilatie van 25 m³/h in geval van mechanische ventilatie. Is de ruimte al voorzien van deze ventilatie uit hoofde van een andere functie dan is er geen bijkomende ventilatie vereist. Bij natuurlijke ventilatie moeten de openingen aan specifieke eisen voldoen volgens de norm. Voor open toestellen zijn de voorwaarden complexer, zie hiervoor bovengenoemde norm.

Algemene toelichtingen rekenblad

Voor het bepalen van de nodige debieten kan er gebruik worden gemaakt van het XLS rekenblad "Ventilatiegids-rekenblad" dat kan worden opgeladen via HYPERLINK "<http://www.IDEG.info>" www.IDEG.info – zie ventilatie-matrix.

- Bewaar het basisbestand zorgvuldig en sla elk project dadelijk op onder een nieuwe naam.
- Elk bestand bevat onderaan een aantal werkbladtaps:



- Algemene inleiding met opbouw en kleurencodes
- Algemene gegevens als startblad, van daaruit kan doorgelinkt worden naar detailbladen voor systemen A, B, C, D
- Afpunlijsten bevat checklists
- Data bevat hulpgegevens.
- Het werkblad is beveiligd, daardoor kunnen een aantal cellen niet door de gebruiker worden gewijzigd waardoor rekenautomatismen verloren zouden gaan.
- Door het klikken op 'leegmaken' start men van 0, let op deze actie is niet omkeerbaar!

Werkwijze volgens het stappenplan

Vooraleer het rekenblad in te vullen, kijk eerst deze checklist na:

- ✓ Zorg voor een grondplan van de verschillende verdiepingen.
- ✓ Geef elke ruimte een code en herkenbare benaming.
- ✓ Leg de functie van elke ruimte vast (soort ruimte), waarbij slechts één ruimte moet aanzien worden als 'woonkamer'.
- ✓ Bepaal de vloeroppervlakte van elke ruimte op grondniveau.



- ✓ Breng de gegevens in op werkblad 'algemene gegevens' van het rekenblad, waarbij:
 - * op basis van de oppervlakte en het soort ruimte een minimum opgelegd debiet wordt bepaald: voor toevoer, doorvoer en afvoer
 - * het ontwerpdebiet, dat hoger moet zijn dan het minimum opgelegd debiet, zelf gekozen wordt
 - * voor systemen A en C – zie verder – mag het gekozen debiet voor toevoeropeningen niet groter zijn dan het dubbele van het debiet volgens de oppervlakteregel (oppervlakte x 3.6 m³/h en /m²)
- ✓ Bepaal ook de gewenste debieten voor de 'andere' ruimten die niet binnen de basiseisen vallen (bergingen, garages, dressings en stookruimten).

Bij de verdere uitwerking van het ventilatiesysteem is het mogelijk dat de ontwerper de basisdebieten nog wat aanpast naargelang de gemaakte keuzes.

Uitwerking van een voorbeeld

Het voorbeeld toont een vrijstaande eengezinswoning met een gelijkvloerse en een eerste verdieping (zie figuren op de volgende bladzijde). De grondplannen tonen de verschillende ruimten met volgende gegevens:

- *Naam*: functie van de ruimte;
- *Code*: code van de ruimte (R(ruimte) 0 (gelijkvloers) 1 (eerste ruimte));

- *Opp*: vloeroppervlakte van de ruimte;
- Het debiet van elke ruimte wordt automatisch berekend na ingave van de voorgaande gegevens in het rekenblad:

De hal werd mee ingegeven in het rekenblad, maar hier geldt geen debietseis. Toch wordt deze ruimte opgenomen omdat de ontwerper kan beslissen om toch een debiet toe te kennen.

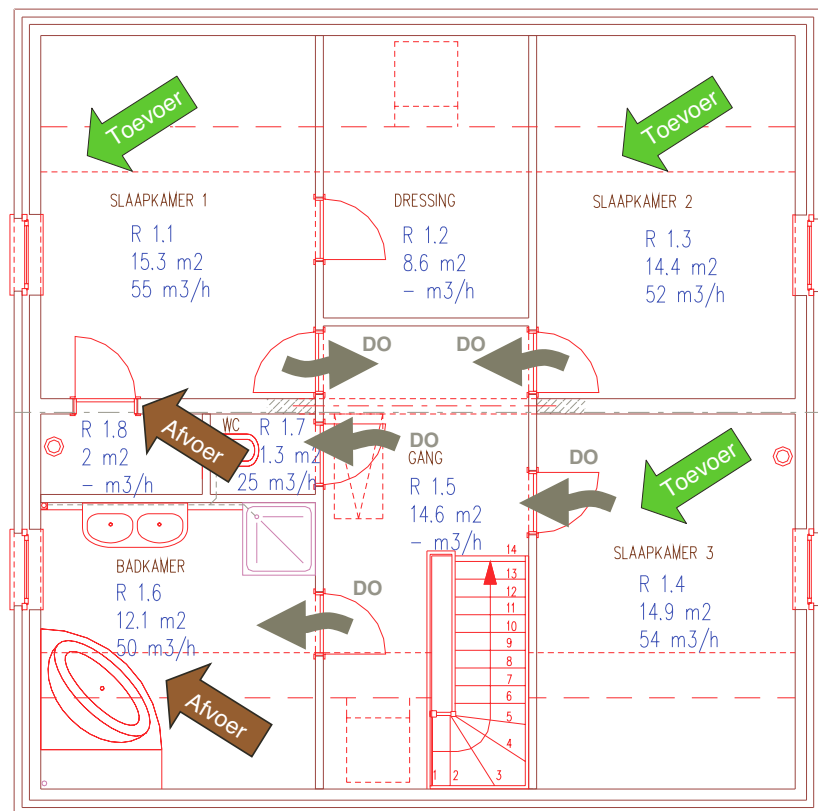
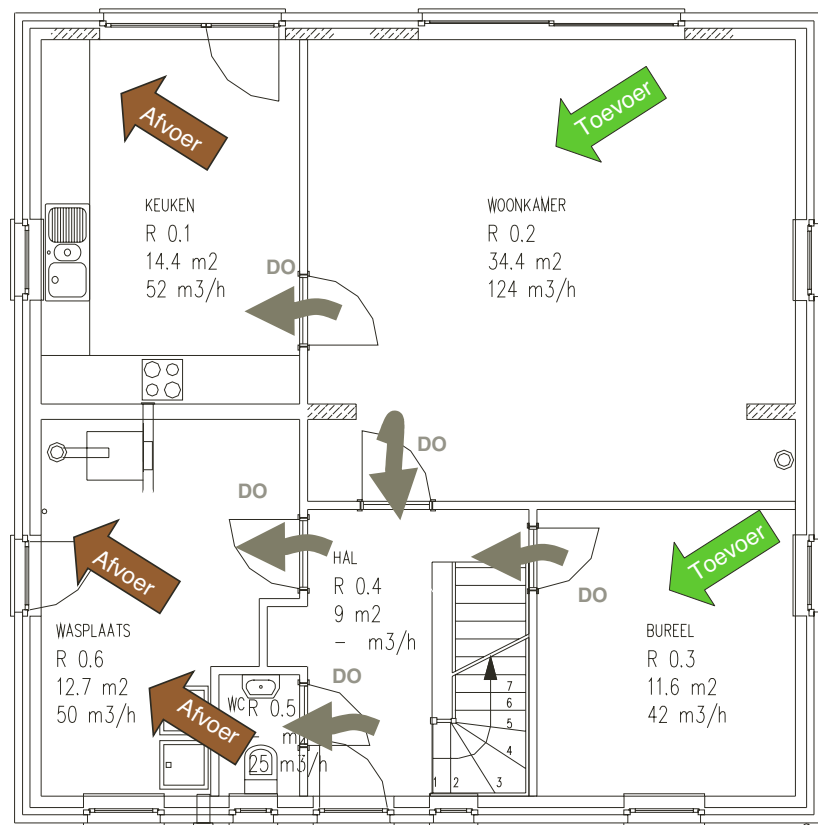
Berekeningsblad VENTILATIE

Leegmaken

Algemene gegevens

[illegible]

Voorbeeld woning



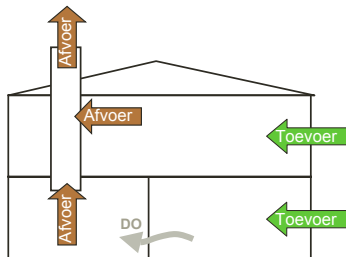
4.1 Kies een ventilatiesysteem

Vereenvoudigde systemen

Omdat in een woning zowel toevoer als afvoer moet worden gerealiseerd en omdat hiervoor gebruik kan worden gemaakt van een ventilator, maar eventueel ook van natuurlijke drukverschillen resulteert dit in totaal in 4 mogelijke systemen:

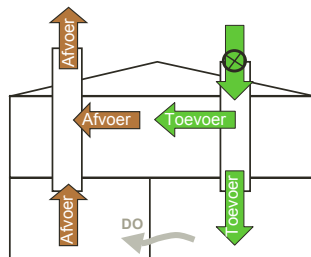
Systeem A: natuurlijke ventilatie

De luchtdoorstroming in het gebouw vindt op natuurlijke wijze plaats dankzij klimatologische drukverschillen. Lucht komt de woning binnen doorheen regelbare toevoeropeningen in de droge ruimten en verlaat de woning doorheen regelbare afvoeropeningen in natte ruimten, geplaatst op verticale kanalen doorheen het dak. De regelbaarheid ten opzichte van wijzigende behoefte en variërende drukverschillen wordt gerealiseerd met regelbare openingen. Doorstroomopeningen zorgen voor een goede doorstroming doorheen de woning.



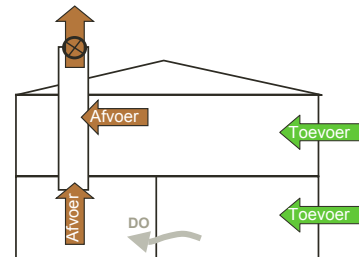
Systeem B: mechanische toevoerventilatie

Verse lucht wordt de woning binnengeblazen in de droge ruimten met behulp van een ventilator. Deze lucht verplaatst zich via doorstroomopeningen naar de vochtige ruimten waar regelbare afvoeropeningen zorgen dat vervuilde lucht de woning kan verlaten via verticale lichtkanalen. Omdat het gebouw in lichte overdruk wordt geplaatst is dit minder aangepast aan ons klimaat.



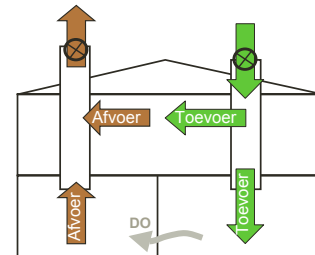
Systeem C: mechanische afvoerventilatie

Lucht komt de woning binnen doorheen regelbare toevoeropeningen in de droge ruimten. Vervuilde lucht wordt uit de woning afgevoerd vanuit de vochtige ruimten met behulp van een ventilator. Doorstroomopeningen zorgen voor een goede doorstroming doorheen de woning.



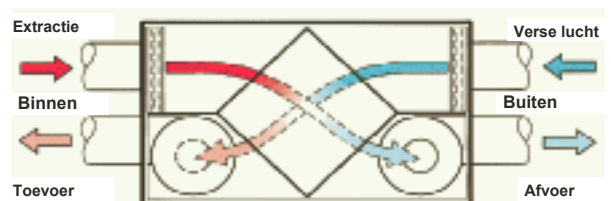
Systeem D: mechanische toe- en afvoerventilatie

Verse lucht wordt de woning binnengeblazen in de droge ruimten met behulp van een ventilator. Deze lucht verplaatst zich via doorstroomopeningen naar de vochtige ruimten waar een tweede ventilator zorgt voor de afvoer van verontreinigde lucht.



Ideaal gesproken zijn toevoer- en afvoerdebieten even groot; m.a.w. in balans; daarom wordt systeem D wel eens balansventilatie genoemd. Dit klopt echter alleen als de debieten bij oplevering ook daadwerkelijk in balans worden ingeregeld.

Optioneel kan een systeem D worden uitgerust met een warmterecuperatietoestel, maar niet elk systeem D is 'balansventilatie met warmterecuperatie'.



Eisen aan de componenten

De belangrijkste wettelijke eisen aan componenten voor ventilatiesystemen worden hieronder besproken. Daarbij wordt telkens gemeld voor welk systeem ze van toepassing zijn. Naast wettelijke eisen en aanbevelingen uit de norm zijn er nog vele andere parameters: esthetiek, montagegemak, gebruikscomfort, energieverbruik, onderhoudsvriendelijkheid, lawaaihinder,...

Een aantal producten kan worden opgenomen in de EPB-productgegevensdatabank (zie www.epbd.be). De voor de EPB-verslaggeving vereiste gegevens zijn hierin opgenomen. Merk op dat opname in de databank niet verplicht is en dat deze databank geen uitspraak doet over andere dan EPB aspecten, bijvoorbeeld duurzaamheid, gebruiksgemak, akoestiek,...

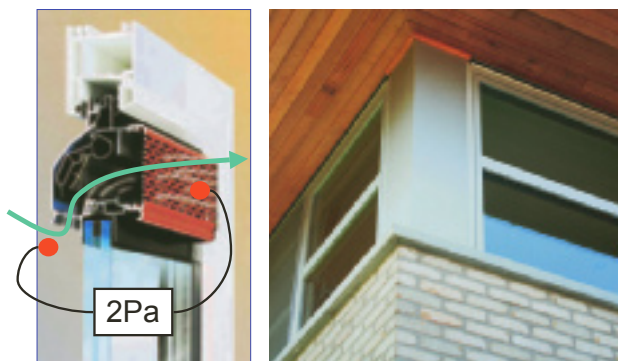
Regelbare ToevoerOpeningen RTO (A,C)

Regelbare toevoeropeningen zorgen voor een gecontroleerde toevoer van verse buitenlucht in de droge ruimten. Ze kunnen geplaatst worden in of bovenop het schrijnwerk, in een muur of het dak (hellend, meer dan 30 °).

De basiseisen zijn:

- Het debiet doorheen de opening bij een drukverschil van 2 Pa stemt minstens overeen met het geëiste ontwerpdebiet van de betrokken ruimte. Dit debiet mag gerealiseerd worden met één of meerdere openingen
- De RTO moet voldoende regelbaar zijn tussen open en gesloten stand (minstens 3 tussenstanden), moet insectenwerend, regendicht en inbraakveilig zijn
- De RTO wordt bij voorkeur geplaatst op een hoogte van minimaal 1.8 m boven de vloer. Afwijkingen worden besproken in bijlage V van het EPB besluit

Afmetingen schrijnwerk RTO's: 50 tot 100 mm hoog, debieten tussen 30 en 100 m³/h en per meter lengte. Voor een woning met 300 m³/h toevoer is 4 tot 10 lopende meter vereist afhankelijk van het type.



DoorstroomOpeningen DO (A,B,C,D)

Doorstroomopeningen zorgen voor een doorstroming van lucht tussen verschillende ruimten in de woning. Ze worden geplaatst in een deur of een binnenmuur.

De basiseisen zijn:

- Het debiet doorheen de opening bij een drukverschil van 2 Pa stemt minstens overeen met het minimaal geëiste ontwerpdebiet van de betrokken ruimte. Dit debiet mag gerealiseerd worden met één of meerdere openingen;
- De opening is niet afsluitbaar;
- In plaats van een rooster kan worden gekozen voor een spleet onder de deur. Deze heeft een minimale oppervlakte van 140 cm² voor een keuken (ongeveer 2 cm) en 70 cm² voor andere ruimten (ongeveer 1 cm).

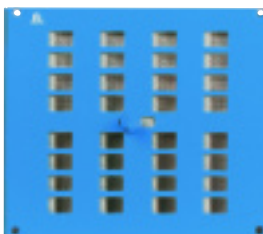


Regelbare AfvoerOpeningen RAO (A,B)

Regelbare afvoer openingen zorgen voor een gecontroleerde natuurlijke afvoer van vervuilde binnenlucht uit natte ruimten. Ze worden aan het begin van een verticaal afvoer kanaal geplaatst.

De basiseisen zijn:

- Het debiet doorheen de opening bij een drukverschil van 2 Pa stemt minstens overeen met het geëiste ontwerpdebiet van de betrokken ruimte. Dit debiet mag gerealiseerd worden met één of meerdere openingen;
- De RAO moet voldoende regelbaar zijn tussen open en gesloten stand (minstens 3 tussenstanden).



Afvoerkanalen natuurlijke of vrije afvoer (A,B)

De basiseisen zijn:

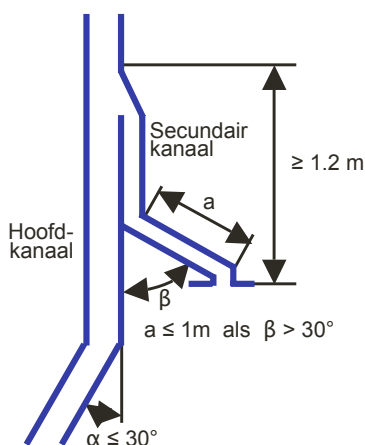
Deze afvoerkanalen verlopen hoofdzakelijk verticaal en monden uit boven het dak. De lichtsnelheid bedraagt maximaal 1 m/s wat resulteert in een minimale sectie van de afvoerkanalen:

- 70 cm² voor 25 m³/h (vb Ø 94 mm)
- 140 cm² voor 50 m³/h (vb Ø 134 mm)
- 210 cm² voor 75 m³/h (vb Ø 164 mm)

Waar afvoerkanalen samenkomen wordt de oppervlakte-eis samengeteld voor de verschillende te verwerken luchtstromen.

Aanbevelingen:

- Luchtkanalen monden minstens 50 cm boven het dak uit en zo dicht mogelijk bij de nok
- Kanalen uit keukens worden niet samengebracht met andere afvoeren
- Bij het samenbrengen van 2 afvoeren wordt er gebruik gemaakt van een shunt, het tijdelijk afzonderlijk leiden van beide stromen om terugslag te vermijden



- Er zijn geen aanbevelingen met betrekking tot materialen, maar een gladde uitvoering is wenselijk

Toevoeropeningen (TO – B,D) en afvoeropeningen (AO – C, D) voor mechanische ventilatie

Deze worden geplaatst aan het eind van een toevoer kanaal (inblaasventielen), voorzien van een ventilator of aan het begin van een afvoer kanaal (extractieventielen), voorzien van een ventilator.

Aanbevelingen:

- Deze ventielen worden gekozen op debiet, op geluid en op worp (wijze waarop de lucht in de ruimte wordt geblazen) – er zijn meestal verschillen tussen een inblaas- en een extractieventiel.
- Ze zijn soms voorzien van filter of geluidsdemper
- Deze openingen laten toe het debiet in te stellen en deze instelling te vergrendelen maar hebben geen regelmogelijkheid voor de gebruiker.

Luchtkanalen mechanische ventilatie

Deze verbinden de toevoer- en afvoeropeningen, over de ventilator heen, met de uitmondingen buiten het gebouw.

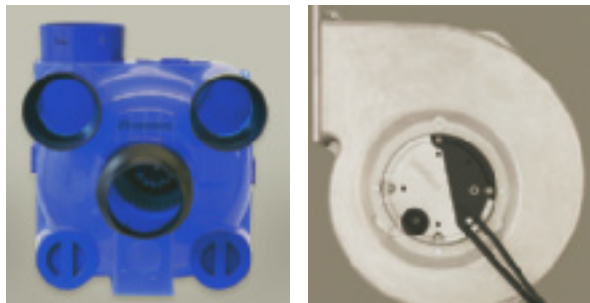
Aanbevelingen:

- Ontwerp deze kanalen voor een lichtsnelheid van maximaal 1.5 m/s (aftakkingen) tot 3 m/s (niet kritische hoofdkanalen). Dit leidt tot volgende richtdiameters die een idee geven van de benodigde ruimte voor de plaatsing:
 - 25 m³/h: Ø 55 tot 77 mm;
 - 50 m³/h: Ø 77 tot 109mm;
 - 75 m³/h: Ø 95 tot 133 mm;
 - 100 m³/h: Ø 109 tot 154 mm;
 - 300 m³/h: Ø 189 tot 266 mm;
- Soms wordt er gebruik gemaakt van ovale kanalen of wordt er ontdebeld tot 2 of 3 parallelle kanalen.
- Let wel dat naderhand een nauwkeurige berekening moet worden doorgevoerd voor het bepalen van de drukverliezen en dat enige wijziging nog mogelijk is.
- Kies voor gladde, liefst ronde, kanalen die een goede luchtdichtheid waarborgen en zo weinig mogelijk flexibele kanalen.



Ventilatoren

Deze zorgen voor de verplaatsing van de gewenste hoeveelheid lucht in een mechanisch ventilatiesysteem. Hier zijn geen wettelijke eisen, behalve dat het niet mogelijk mag zijn ze volledig uit te schakelen met de normale regeling. Verdere bespreking: zie Stap 4.3 en 6.



Andere componenten worden in verdere stappen besproken:

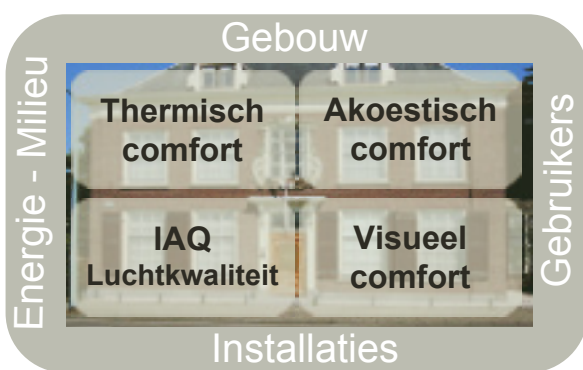
- Uitmondingen buiten de gevel
- Filters
- Geluiddempers
- Warmteterugwinapparaten
- Regelingen
- ...



betreft	A	B	C	D
	natuurlijk	mech. toevoer	mech. afvoer	balans
Luchtkwaliteit en debieten	+/-	++	+	+++
Temperatuurcomfort	tochtrisiko	voorverwarmen!	tochtrisiko	goed
Lawaai van buiten?	mogelijk	goed	mogelijk	goed
Lawaai van installatie?	geen	opgelet!	beperkt	opgelet!
Eenvoud	+/-	- -	-	- - -
Eigen elektriciteitsverbruik	neen	beperkt	beperkt	opgelet!
Energie recuperatie	neen	neen	WP boiler	WTW
Energie voor verwarming	normaal	opgelet!	normaal	laag
Invloed op E-peil	beperkt	beperkt	redelijk beperkt	groot
Toepasbaar in verbouwingen	moeilijk	moeilijk	redelijk	moeilijk
Onderhoud	beperkt	matig	matig	hoog
Gebruikskost	beperkt	matig	matig	hoog
Systeemkost (€)	800-1500		1000-2000	5000-7000

4.2 Kies voor comfort

De belangrijkste reden tot ventileren is zorgen voor een goed en comfortabel binnenklimaat. Comfortparameters zullen dan ook de belangrijkste factoren zijn bij de keuze van het type ventilatiesysteem, de componenten en plaatsingsvoorwaarden. Comfort in een woning is natuurlijk een zeer breed begrip, maar volgende comforteisen moeten bekeken worden in relatie tot een ventilatie-installatie.



Thermisch comfort

Thermisch comfort is afhankelijk van vele factoren:

- Luchttemperatuur en luchtvochtigheid
- Stralingstemperatuur (koude of warme straling van omringende wanden)
- Temperatuurverschillen in de hoogte beperken tot 2 tot 4 K
- Tochtverschijnselen – luchtsnelheden

Om rekening te houden met de invloed van lucht- en stralingstemperatuur wordt er meestal gewerkt met de comforttemperatuur (*operationele temperatuur*: het gemiddelde van de lucht- en de stralingstemperatuur van de omgevende wanden).

Deze criteria verschillen uiteraard in de zomer en de winter.

Luchtkwaliteit (IAQ: Indoor Air Quality)

De kwaliteit van binnenlucht kan gekarakteriseerd worden door volgende parameters:

- Concentratie aan gasvormige bestanddelen: O₂, CO₂, CO, NO₂, SO₂, vluchtige organische stoffen (VOS), geurtjes, tabaksrook, formaldehyden, radon, enz. Ook waterdamp in de lucht bepaalt de luchtkwaliteit, een relatieve vochtigheid tussen 30 en 70 % is gewenst;
- Concentratie aan stofdeeltjes, roet, pollen, ...

Het opvolgen van al deze bronnen van verontreiniging is natuurlijk niet erg praktisch, in leefruimten is vooral de concentratie aan CO₂ bepalend voor de binnenluchtkwaliteit, terwijl in vochtige ruimten de vochtconcentratie of geurhinder eerder bepalend zullen zijn.

Akoestisch comfort

Dit wordt bepaald door

- De geluidsbelasting
- De akoestiek van het lokaal zelf, wat buiten het bestek van dit stappenplan valt

Visueel comfort

Visueel comfort wordt niet heel direct beïnvloed door ventilatie, maar er zijn toch enige raakpunten: esthetiek woning, zichtbaarheid van RTO's, kanalen en doorstroombopeningen, invloed op de lichtinval,...

Akoestisch comfort

Het akoestisch comfort, in relatie met het ventilatiesysteem in een woning, is afhankelijk van meerdere factoren:

- Het geluidsdrukkniveau opgewekt door het systeem in het betrokken lokaal:
 - Direct van buiten doorheen de RTO's ;
 - Doorheen de luchtkanalen en de ventielen;
 - Via luchtgeluid doorheen de wanden die de ventilatiegroep afschermt van het betrokken lokaal;
 - Via de gebouwconstructie door akoestische uitstraling van door de ventilatieinstallatie (ventilator, kanalen) opgewekte trillingen in de gebouwconstructie.
- De bestemming van de lokalen (men accepteert meer lawaai in een badkamer dan in een slaapkamer);
- Het achtergrondlawaai (lawaai afkomstig van de buitenomgeving maar ook van andere in het gebouw aanwezige geluidsbronnen, zoals de stookketel, lift, ...);
- De gewenste comfortklasse van het gebouw (normaal of verhoogd akoestisch comfort);
- De absorptie van een lokaal (een grote lege ruimte met een gladde wandafwerking zal het geluid meer doen weerkaatsen en hol klinken dan een kleine ruimte met veel tapijt en meubelen, de lawaai-ervaring zal in het eerste geval dan ook veel intenser zijn)

De nieuwe Belgische norm NBN S01-400-1:2008 stelt eisen aan het installatielawaai $L_{A_{\text{instal,NT}}}$ [dB(A)] waargenomen in technische en sanitaire ruimten, keukens, woon- en slaapkamers. Deze norm heeft momenteel geen kracht van wet en dient als code voor goede praktijk te worden aanzien.



$L_{A_{instal,T}}$		Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Badkamer / WC	Mechanische ventilatie	≤ 35 dB	≤ 30 dB
	Sanitaire apparaten	≤ 65 dB	≤ 60 dB
Keukens	Mechanische ventilatie	≤ 35 dB	≤ 30 dB
	Dampkap	≤ 60 dB	≤ 40 dB
Woonkamer	Mechanische ventilatie	≤ 30 dB	≤ 27 dB
Slaapkamer	Mechanische ventilatie	≤ 27 dB	≤ 25 dB
Technische ruimten met installaties voor minder dan 10 woningen		≤ 75 dB	≤ 75 dB
Technische ruimten met installaties voor meer dan 10 woningen		≤ 85 dB	≤ 85 dB

Tabel 5 uit de norm: Samenvatting van de voorlopig vastgelegde voorschriften met betrekking tot ventilatielawaai.

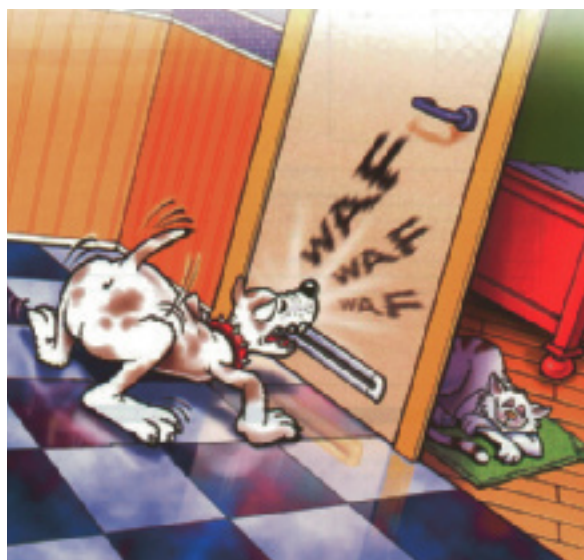
Daarnaast wordt in deze norm ook de overschrijding van het achtergrondniveau binnen slaapkamers en woonkamers beperkt. Hierbij worden overschrijdingen ten gevolge van de werking van technische installaties buiten de beschouwde ruimte en overschrijdingen ten gevolge van leidinglawaai binnen en buiten de beschouwde ruimte in acht genomen.

Beperking van de overschrijding $L_{AS,max,T} - L_{AEqT}$		
Meetruimte	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Woonkamer, studeerkamer	≤ 6 dB	≤ 3 dB
Slaapkamer	≤ 3 dB	≤ 3 dB
Er wordt geen rekening gehouden met de beperking van de overschrijding wanneer deze waarde voor $(L_{AS,max,T} - k)$ niet hoger is dan:		
Meetruimte	Normaal akoestisch comfort	Verhoogd akoestisch comfort
Woonkamer, studeerkamer	33 dB	30 dB
Slaapkamer	30 dB	28 dB

Tabel 6 uit de norm

Voor meer details over de interpretatie en de toetsing van deze grenswaarden, verwijzen we naar de volledige tekst van de ontwerpnorm.

De eisen gesteld aan het geluidsdrukniveau in technische ruimten zelf (zie Tabel 1), moedigt het beperken van het geproduceerde bronlawaai aan. Daarnaast vergen overige voorschriften in sanitaire ruimten, keukens, woon- en slaapkamers (Tabel 1 & 2) eveneens de beheersing van de overdracht van het geproduceerde bronlawaai.



Buitenomgeving

Raadpleeg de regionale reglementeringen (in geval van vergunningsplichtige inrichtingen) en de gemeentelijke reglementeringen (voor niet-vergunningsplichtige inrichtingen en particulieren) in verband met grenswaarden voor de geluidsemissie vanwege de ventilatievoorziening naar de buitenomgeving.

Algemeen wordt gesteld dat het heersende geluidniveau in de directe omgeving niet of slechts beperkt opgedreven mag worden. Wanneer het gevaar voor lawaai-overlast in de omgeving door nieuwe ventilatievoorzieningen reëel is, doet men er bijgevolg goed aan zich bij de gemeentelijke diensten te informeren over de geldende reglementen. Om discussies achteraf te vermijden, is het raadzaam het heersende omgevingslawaai officieel te laten registreren vóór de installatie van het ventilatiesysteem.

Wintercomfort

De comforteisen in het winterseizoen kunnen als volgt worden beschreven:

- Comforttemperatuur tussen 20 en 24 °C;
- Tochtverschijnselen worden onaangenaam gevoeld indien deze lucht ook koud is. Luchtsnelheden worden in de gebruikszone best beperkt tot 0.15 à 0.20 m/s;
- De relatieve vochtigheid is een bijzonder aandachtspunt. In onverwarmde vochtige lokalen is het noodzakelijk om het teveel aan vocht af te voeren, in goed verwarmde leefruimten is er een risico op te droge lucht. De oorzaak daarvan ligt soms bij te sterke verluchting door een niet luchtdichte gebouwschil, door gebruik van open verbrandingstoestellen of door een foute regeling. Ook al zijn bovenvermelde punten onder controle, dan nog kan er een probleem zijn met luchtvochtigheid.

Mogelijke oplossingen zijn:

- ✓ Tijdelijke verlaging van de luchtdebieten;
- ✓ Gebruik van vochtrecupererend warmteterugwinapparaten (systeem D met een vochtrecupererend warmtewiel of semi-permeabele platenwarmtewisselaar).

Zomercomfort

De comforteisen in het zomerseizoen kunnen als volgt worden beschreven:

- Comforttemperatuur tussen 23 en 26 °C;
- Tochtverschijnselen zijn in de zomer minder kritisch. Luchtsnelheden worden in de gebruikszone best beperkt tot 0.15 à 0.25 m/s;
- In tegenstelling tot de winter is het uitdrogend effect van ventilatie in de zomer veel kleiner; de warme buitenlucht bevat immers ook veel vocht en er zal op die wijze slechts weinig vocht worden afgevoerd. Het verhogen van het ventilatiedebiet kan dit een beetje ondergaan, zonder een nadelig effect op het verwarmingsverbruik (maar misschien wel op het koelverbruik).

Luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit in de woning is in belangrijke mate afhankelijk van de buitenluchtkwaliteit waarmee geventileerd wordt. Meestal is die zuiverder dan de binnenlucht, maar vooral op vlak van fijn stof en pollen is er wel eens een probleem. Bij mechanische toevoerventilatie (B of D) kan er gebruik worden gemaakt van een filter, waarbij er verschillende klassen bestaan (F5 - F7). Belangrijk hierbij is dan wel een regelmatig onderhoud.

De kwaliteit van de ingenomen lucht kan ook beïnvloed worden door het punt van inname van de lucht. Dit is liefst niet aan de straatzijde, niet te dicht tegen het grondniveau en niet in de nabijheid van andere vervuilingsbronnen zoals uitblaasopeningen van dampkappen, ventilatiesystemen of verbrandingstoestellen. De aanbevolen minimale afstand tussen een aanzuig- en een afvoerpunt bedraagt 2 tot 3 meter.

Gebruiksgemak

Een ventilatie-installatie moet gemakkelijk te bedienen zijn. Om te beginnen moet de gebruiker goed begrijpen wat de ventilatievoorzieningen doen en wat niet. Daarbij moet worden toegelicht hoe kan worden ingegrepen op gewijzigde comfortbehoeften. Vrije toevoer of een natuurlijk ventilatiesysteem kan manueel geregeld worden met behulp van regelbare toe- of afvoeropeningen.

Zeker bij automatische regelingen, bijvoorbeeld door een sturing van de ventilatoren, is het soms lastig om te weten wat de regeling doet, hoe ze kan worden ingesteld en hoe ze tijdelijk kan worden omzeild. Te complexe regelingen schieten hun doel voorbij doordat ze niet of foutief gebruikt worden en onderhoudsgevoelig zijn.

Een goede instructie van de gebruiker bij de indienstname, eventueel aangevuld met een duidelijke, visueel ondersteunde fiche is hierbij een noodzaak.

Zie ook stap 11.

Naast de basisventilatie moet ook duidelijk zijn welke middelen beschikbaar zijn indien de basisventilatie niet voldoet. Hoe kan optimaal gebruik worden gemaakt van de dampkap, in welke omstandigheden is het openen van ramen zinvol om de woning eens goed door te luchten?

4.3 Kies voor energiezuinigheid

Ventilatie en energie

Ventileren gaat gepaard met energieverbruik, waarbij we een onderscheid maken tussen 2 vormen. Vooreerst heeft de verse buitenlucht zelden exact de temperatuur die we in de woning willen en zullen we deze moeten verwarmen en soms zelfs koelen. Om dit verbruik te beperken moeten we ervoor zorgen dat we niet meer ventileren dan nodig, met diverse mogelijkheden zoals zal worden besproken en dat we eventueel energie uit afgevoerde lucht recupereren. Een tweede vorm van energieverbruik is de ventilatorenergie die nodig is om de lucht te verplaatsen in een mechanisch ventilatiesysteem. Om het verbruik hier te beperken kunnen we kiezen voor natuurlijke ventilatie en voor het beperken van debieten, maar ook voor een goed ontworpen installatie met zuinige en goed regelbare ventilatoren. De verschillende mogelijkheden worden hierna besproken.

Vele maatregelen die genomen worden op vlak van energiezuinigheid hebben ook hun invloed op het E-peil, berekend voor nieuwe woningen in het kader van de EPB reglementering. Met betrekking tot ventilatie zijn het volgende elementen die hun invloed laten gelden:

- Luchtdichtheid van de gebouwschil;
- Zuinige ventilatoren;
- Warmterecuperatie;
- Een kwalitatieve uitvoering aantonen; zelfregelende RTO's, luchtdichte kanalen, een goede debietsinregeling of specifieke oplossingen (gelijkwaardigheid).

De rapportering wordt besproken in stap 10.

Beperk vervuiling

Hierdoor verminderen we de noodzaak tot ventileren, zie ook stap 1.

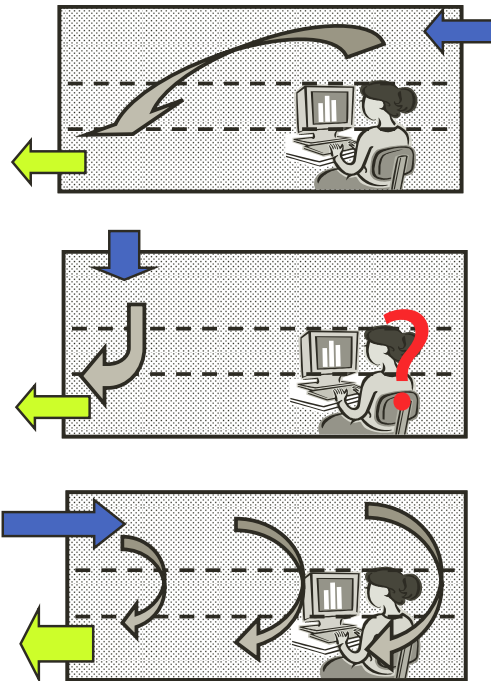
Bouw luchtdicht

Hierdoor vermijden we ongewenste in- en exfiltratie, zie ook stap 2.

Verdeel de lucht efficiënt

Verse lucht die in een ruimte komt moet zich zo goed mogelijk kunnen verdelen in de ruimte, bypass stromen moeten vermeden worden. Dit wordt gerealiseerd door een juiste plaatsing van de RTO's en/of inblaasventielen. Verdeel de nodige RTO's zo mogelijk over meerdere ramen. Inblaasventielen hebben bij voorkeur een debiet van maximaal 50 m³/h per stuk en worden diagonaal ten opzichte van de doorstroom- of afvoeropeningen geplaatst om de lucht zo nuttig mogelijk te gebruiken. Is dit niet mogelijk, dan moet er worden gekozen voor inblaasventielen met voldoende inductie die de lucht voldoende ver in de kamer blazen en zorgt voor een goede menging. Dit vereist een doordachte keuze van specifieke roosters,

een nadeel kan zijn dat de inductie wegvalt op momenten dat het debiet sterk wordt teruggeregeld.



Plaats RAO's en/of extractieventielen zo dicht mogelijk bij de vervuilsbron.

Vanzelfsprekend moeten de diverse ventielen van de mechanische ventilatie bij oplevering correct worden ingeregeld – ook dat voorkomt onnutte ventilatie.

Kies voor luchtdichte kanalen

Alle lucht die onderweg uit een kanaal ontsnapt, kan leiden tot vervuiling of tot onefficiënt gebruik. Als er onderweg lucht ontsnapt uit een toevoerkanaal moet het totale debiet worden verhoogd, maar deze weggelekte lucht moet evengoed worden verwarmd en verplaatst. Kies bij voorkeur voor een kanaalsysteem dat weinig gevoelig is voor montagefouten en werk met passende onderdelen. Het gebruik van tape zal fouten meestal niet op een duurzame wijze oplossen. Beperk het gebruik van op de werf samengestelde hulpstukken.

Door het meten van de luchtdichtheid van aanvoer- of afvoerkanalen wordt een idee verkregen van de kwaliteit van uitvoering, een betere dan standaard kwaliteit kan leiden tot een lager E-peil.

Het meten van de luchtdichtheid van ventilatiekanalen gebeurt op een gelijkaardige wijze als voor de luchtdichtheid van de gebouwschil (zie ook: NBN EN 14134):

- Alle toe- en afvoeropeningen worden afgestopt, bijvoorbeeld met een in het kanaaleinde geplaatste ballon;
- Via één van de aansluitingen blaast een ventilator lucht in de kanalen tot een opgelegde druk wordt bereikt;
- Op basis van de relatie drukverschil-debiet wordt de lek-dichtheid bepaald en eventueel een klasse opgegeven.

Pas vraagsturing toe

Omdat de bezetting of vervuiling van een ruimte niet steeds gelijk is, moeten de ontwerpdebieten ook niet de gehele tijd werkelijk gerealiseerd worden. Vraagsturing bestaat erin dat de ontwerpdebieten teruggeschroefd worden in functie van het gebruik van de ruimten of de behoefte aan ventilatie. Op die manier kan het energieverbruik voor ventilatie gevoelig beperkt worden. In woningen zijn er volgende regelmogelijkheden:

Regeling kamer per kamer

- Door regeling van de RTO (systeem A en C) of RAO (systeem A en B). Deze onderdelen zijn minstens manueel regelbaar door de gebruiker, maar dat geeft nog geen garantie op correct gebruik. Er bestaan ook automatisch regelende RTO's, TO, AO en RAO's.



- Een zelfregelende RTO regelt het debiet in functie van het beschikbare drukverschil. Loopt het drukverschil tengevolge van wind of temperatuurverschil op, dan wordt de opening geleidelijk afgesloten waardoor een overmaat aan debiet uitgesloten wordt. Kies voor RTO's met een zelfregelendheidsklasse P3 of P4. Keuze voor goede zelfregelende RTO's kan leiden tot een lager E-peil.
- Een mechanisch gestuurde RTO kan het debiet regelen in functie van de aanwezigheid (IR detectie), van CO₂ (met sensor) of van een klok, eventueel gekoppeld aan een centraal besturingssysteem of domotica-uitrusting.
- Een mechanisch gestuurde RAO of AO kan het debiet regelen in functie van de aanwezigheid (IR detectie) of van vocht. Hierdoor stijgt het ventilatiedebiet in een badkamer naar het maximum bij gebruik, waarna het debiet teruggeregeld wordt naar een minimumwaarde als het vochtgehalte in de badkamer naar een normaal niveau is teruggezakt.

- In gevallen met een ventilator per ruimte, wat vanwege kost en lawaai minder gebruikelijk is, kan natuurlijk ook de ventilator geregeld worden.

Regeling voor de gehele woning

Bij gebruik van een mechanisch ventilatiesysteem kan het debiet van de centrale ventilator geregeld worden, bijvoorbeeld met een meerstandenschakelaar. Hierdoor daalt het totale debiet, en dus ook het verbruik voor het opwarmen en verplaatsen van lucht. De meerstandenschakelaar kan manueel zijn of ook gestuurd door aanwezigheid, klok, CO₂ of vocht.

Combinatie van lokale en centrale regeling

In praktijk kan er niet zomaar in het wilde weg worden teruggeregeld omdat toevoer- en afvoerdebieten aan elkaar hangen. Wordt er een toevoer geregeld, dan heeft dit natuurlijk effect op de afvoer, en andersom. Daarom kunnen de afvoerdebieten niet ongestraft worden teruggeregeld omdat daarmee ook de toevoerlucht wegvalt.

Wordt het totale debiet gereduceerd omdat er maar 1 persoon aanwezig is, dan zal dit nagenoeg in elke ruimte gelijkmatig worden gereduceerd, dus ook net in die kamer waar de persoon zich bevindt. Met een centrale regeling is differentiatie naar behoefte dan ook niet zomaar realiseerbaar. Ideaal gesproken bestaat een regeling uit een decentrale vraagsturing, kamer per kamer, zowel voor toevoer als voor afvoer, en een centrale ventilator die zich aanpast aan de som van de individuele behoeften. Deze oplossingen zijn nog maar gedeeltelijk op de markt beschikbaar.

Kies voor zuinige ventilatoren

Stel als eerste vraag: is een ventilator vereist? Systeem A vereist geen ventilator, soms wordt er ook gewerkt met een zogenaamd hybride systeem waarbij een ventilator pas wordt ingezet als de natuurlijke trek niet volstaat (een combinatie van A en C).

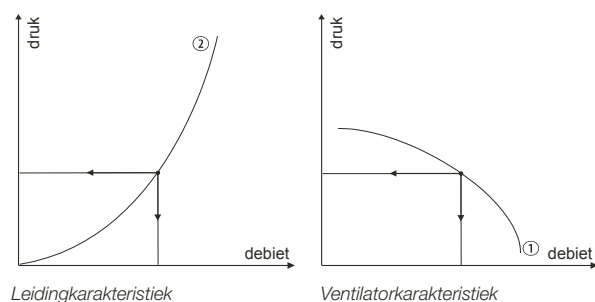
Het energieverbruik van ventilatoren wordt bepaald door volgende drie elementen:

- Door het **ventilatiedebiet**: het beperken van het ventilatiedebiet zoals hierboven besproken heeft meteen ook invloed op het verbruik van de ventilatoren;
- Door de **drukverliezen** (wrijvingsverliezen) in de kanalen. Hoe dunner en langer de kanalen, hoe korter de bochten, hoe ruwer de binnenwanden, hoe vuiler de filters, des te hoger zijn de te overwinnen drukverliezen en het verbruik van de ventilator. Het belang hiervan wordt in STAP 6 onderstreept;
- Het **rendement** van de ventilator dat op zijn beurt bepaald wordt door het type ventilator, de ventilatormotor en de regeling.

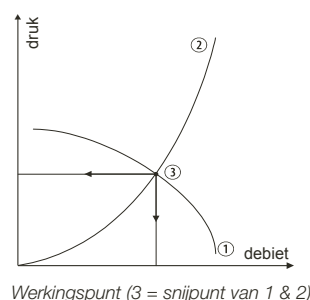
Een **ventilator** is in staat om een bepaald debiet te leveren bij een bepaald drukverschil. Dit wil zeggen dat éénzelfde ventilator in twee verschillende installaties ook verschillende debieten zal leveren. In een installatie met een hoger drukverlies zal het debiet lager zijn. Het effectieve werkpunt wordt gevonden door het snijpunt te bepalen tussen de leidingkarakteristiek en de ventilatorkarakteristiek.

De leidingkarakteristiek volgt uit de kanaalberekening en is nagenoeg een kwadratische curve: bij verdubbeling van het debiet zal het te overwinnen drukverschil verviervoudigen.

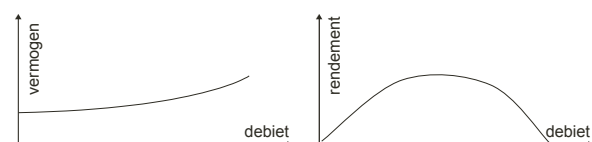
Een ventilator karakteristiek wordt opgemeten door de fabrikant en bestaat uit een dalende curve; bij lage debieten kan er een hoge druk worden opgebouwd, bij hoge debieten is de druk die kan worden overwonnen veel kleiner (bergop kan je maar traag stappen, bergaf kan je snel lopen).



Plaatsen we beide curven over elkaar, dan wordt het werkpunt gevormd door het snijpunt, daar zijn druk en debiet voor beide curven gelijk. Voor een hoger debiet levert de ventilator te weinig druk terwijl de leiding er juist meer vraagt. Bij een lager debiet is er overschot van druk in een kanaalnet dat juist minder nodig heeft.



Kijken we meer in detail dan stellen we vast dat het opgenomen vermogen niet constant is en dat vooral ook het ventilator-rendement varieert.



Hoewel één ventilator verschillende werkpunten kan omvatten, is er een gebied voor optimale werking, waarin het werkpunt bij voorkeur gelegen is, daarbuiten valt het rendement een heel stuk terug. Dit wil in de eerste plaats zeggen dat de ventilator goed moet worden afgestemd op de installatie, waarvoor de karakteristieken bekend moeten zijn.

De **ventilatormotor** heeft ook een belangrijke invloed op het verbruik. Een klassieke wisselstroommotor (AC) heeft een ongunstig rendement wanneer deze niet op zijn nominaal toerental werkt. Een gelijkstroommotor (DC, maar eigenlijk wordt een EC motor bedoeld, een Elektronisch geCommuteerde gelijkstroommotor) is heel wat zuiniger, vooral bij verlaagde debieten, en verdient dan ook de voorkeur. Technische brochures geven meestal het maximum vermogen van de ventilator of motor op, maar dat maakt de vergelijking van verschillende ventilatoren niet goed mogelijk. Het energieverbruik van een ventilator in verschillende werkpunten kan immers sterk verschillen. Vergelijking van vermogens is dan slechts mogelijk indien ze gekend zijn in hetzelfde werkpunt. (zie hogestaande curven of uitgewerkt voorbeeld in stap 6)

Als een ventilator in een installatie teruggeregeld wordt vermindert het debiet en ook de drukverliezen door de lagere lichtsnelheden. Daardoor zal een ventilator die maar half zoveel lucht moet verplaatsen theoretisch slechts één achtste verbruiken. Sommige ventilatoren, waaronder de EC motoren benaderen dit ideaal beter dan andere. Vandaar dat het niet enkel zinvol is het verbruik te vergelijken bij nominaal debiet maar bijvoorbeeld ook bij één derde van het debiet, een situatie die in praktijk wellicht veel meer wordt ingesteld dan de maximale instelling. Een juiste vergelijking kan dan maar op basis van beschikbare karakteristieken.

- Eis een correcte ventilatorselectie op basis van een berekende kanaalkarakteristiek. Het verdient aanbeveling om enige reserve in te rekenen en maar 80 % van de maximale capaciteit (van debiet en druk) van de unit te benutten zodat eventuele vervuiling van filters of roosters of verschillen tussen de theoretische berekening en de praktijk niet meteen tot een debietstekort gaan leiden.
- Kies voor ventilatoren met energiezuinige gelijkstroommotoren, of correcter: EC motoren. Als je verbruiken van verschillende toestellen met elkaar wil vergelijken kan dat enkel als het opgenomen vermogen voor jouw werkpunt bekend is (debiet en drukverschil). Deze gegevens zijn niet steeds zomaar beschikbaar. Zie meer concreet de bespreking van de verschillende systemen.
- De regeling van de ventilatoren is zeker zo belangrijk, hier is heel wat energiewinst te halen. De meeste toestellen zijn voorzien van een meerstandenschakelaar. De hoogste stand levert dan de nominale debieten (100%), een tussenstand levert 50-70 % van het nominale debiet en de laagste stand is goed voor 20-40 % van het nominale debiet. Deze tussenstanden zijn op de meeste toestellen

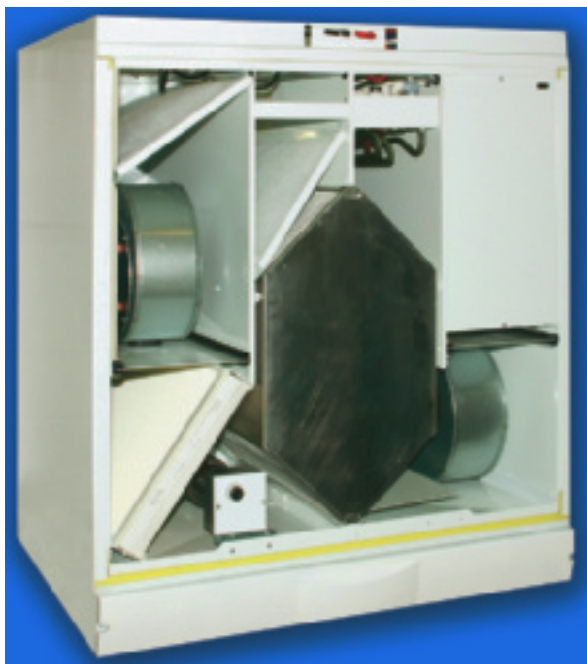
instelbaar bij indienststelling, waarbij dan ook voor een balans wordt gezorgd. Belangrijk is ook wat er gebeurt als een filter wat verstopt raakt, als een aantal binnen-deuren open staan, als de dampkap werkt, als de wind krachtig blaast op het luchtinnamepunt. Zogenoemde constantvolumeregelingen, niet standaard beschikbaar op alle toestellen, houden het debiet gelijk bij wijzigende omstandigheden.

Merk ook op dat een goede onderhoud de werking van de ventilator ook op lange termijn garandeert.

Kies voor warmterecuperatie

Met een **warmtepompboiler** wordt de warmte uit de afvoerlucht (systeem C of D) met behulp van een warmtepomp gebruikt voor de aanmaak van sanitair warm water. Dit productiesysteem kan het hele jaar door warm water bereiden zonder bijverwarming maar veronderstelt dat de ventilatie steeds in werking is. De regeling van de ventilatie moet dan niet enkel rekening houden met de ventilatiebehoefte maar ook met de warmwaterbehoefte.

In een **warmteterugwinapparaat (WTW in systeem D)** geeft de afgevoerde lucht zijn warmte af aan de toegevoerde lucht door middel van een warmtewisselaar. Meestal bestaat zulk een apparaat dan ook uit een volledige module met warmtewisselaar, ventilatoren en regeling, filters en eventueel by-pass. Het apparaat kan 50 tot 85 % van de warmte uit de afgevoerde lucht recupereren. Van groot belang voor een goed rendement is dat beide luchtstromen in balans zijn, vandaar de term 'balansventilatie'.



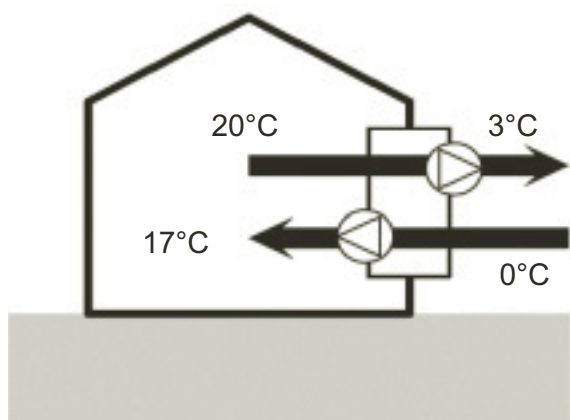
Een aantal aandachtspunten is van belang bij de selectie van dergelijk WTW apparaat:

- ✓ Zoals voorheen al besproken moet op basis van de debiet-druk karakteristiek worden nagegaan of de ventilatoren van de unit bemeten zijn voor hun taak: het werkingpunt moet binnen de maximum karakteristiek gelegen zijn.
- ✓ Vergelijk het temperatuurrendement van de ventilatiegroep bepaald volgens NBN EN 308 en kijk toe op de debieten waarbij dit bepaald werd. Meestal zijn toevoer- en afvoerdebieten gelijk genomen, in uitzonderlijke gevallen worden de rendementen opgegeven voor toevoer- en afvoerdebieten die van elkaar verschillen. Een rendement van 80 tot 90 % is zeer behoorlijk. Rendementen, gemeten volgens andere specificaties lijken op het eerste zicht soms hoger omdat ze bijvoorbeeld de warmte van de ventilatoren als winst rekenen, een ventilator met een slecht rendement resulteert dan schijnbaar in een beter werkend toestel, maar dat is misleidend. Diverse reglementeringen en financiële steunmaatregelen vereisen juist de opgave van het NBN EN 308 rendement. We vermelden hier onder andere de EPB (E-peil) berekening, steunmaatregelen in het Waalse en Brusselse gewest, subsidies voor WTW of E-peil van netbeheerders en gemeenten, ...
- ✓ De meeste toestellen zijn voorzien van een grof-filter voor het filteren van aanvoer- en afvoerlucht voordat die doorheen de warmtewisselaar stroomt. Soms wordt er geopteerd voor een fijn-filter (vb F7 of EU7) die de buitenlucht ook ontdoet van fijne stofdeeltjes en soms zelfs van pollen. Een WTW met vervuils-indicatie geeft aan wanneer de filter aan vervanging toe is. Vergelijk de prijzen van vervangfilters, sommige filters zijn reinigbaar, in vervuilde omgeving moet je soms alle drie maanden vervangen, maar je krijgt natuurlijk ook zuiverdere lucht binnen.
- ✓ Vergelijk de geluidsproductie van het toestel, zoals voor het ventilatorverbruik moet dit ook worden opgegeven bij het debiet en drukverschil in jouw werkingpunt.
- ✓ Controleer of het toestel voorzien is van een vorst-beveiliging; dit kan gerealiseerd worden door gebruik te maken van een by-pass, door een elektrische weerstand, door het verlagen van het debiet of door recirculatie. Hou hierbij rekening met de luchtkwaliteit, recirculeren van lucht uit vochtige ruimten is niet acceptabel. In sommige gevallen biedt een bodem-luchtwarmtewisselaar een uitkomst. Hierbij wordt de lucht eerst doorheen een lange ondergronds ingegraven buis gestuurd wat leidt tot voorverwarming van de lucht in de

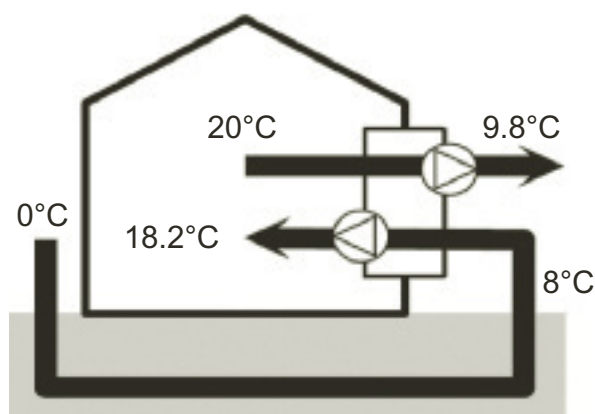
winter. Dergelijke oplossing vereist echter een studie op zich, met betrekking tot de werkelijke winsten, bijkomende drukverliezen en hygiëne. Merk op dat er ook vloeistofge vulde oplossingen bestaan waar een vloeistofcircuit warmte of koude opneemt uit de bodem in de tuin en deze met behulp van een warmtewisselaar (batterij) aan de luchtstroom overdraagt.

- ✓ Kies voor een toestel met een volledige bypass voor een beter zomercomfort. Indien er enkel een bypassklep wordt geopend zonder dat de luchtstroming doorheen de warmtewisselaar zelf wordt afgesloten, dan blijft de warmterecuperatie doorgaan voor 25 tot 50 %!

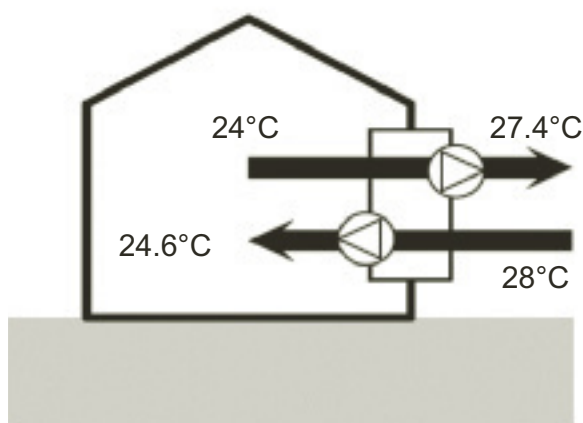
- ✓ Het gebruik van een bodem-luchtwarmtewisselaar kan een beperkt bijkomend koeleffect hebben, het beperken van oververhitting wordt echter veel sterker bepaald door andere maatregelen (isolatie en luchtdichtheid, zonwering, beperken interne winsten,...). De figuur geeft een vereenvoudigde voorstelling bij een temperatuurrendement van 85 %.



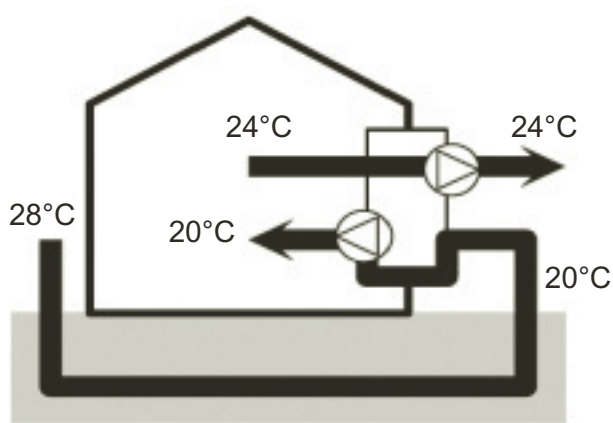
WTW (wintersituatie)



bodemluchtWTW (wintersituatie)



WTW (zomersituatie)



bodemluchtWTW en bypass (zomersituatie)

4.4 Intensieve ventilatie en speciale ruimten

Algemeen

Naast de wettelijke verplichting om in bepaalde ruimten basisventilatievoorzieningen aan te brengen, bestaan er ook aanbevelingen voor de ventilatie van andere ruimten en voor de ventilatie in andere omstandigheden. De belangrijkste aanbevelingen worden hier behandeld.

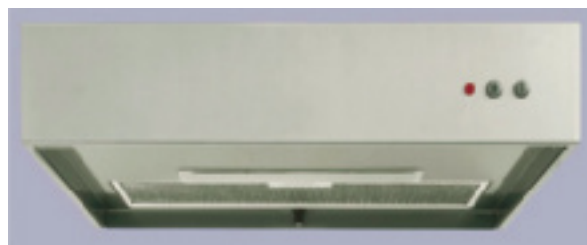
Intensieve ventilatie: openslaande ramen

Om ruimten met tijdelijk hoge vervuiling (bij een feestje, na schilderwerken) intensief te kunnen verluchten, wordt aanbevolen om ramen te voorzien met een minimale opening in open stand van 6.4 % van de kameroppervlakte. Bevinden de ramen zich in 2 buitengevels die in verschillende vlak liggen, dan wordt een totale oppervlakte van 3.2 % voldoende geacht.

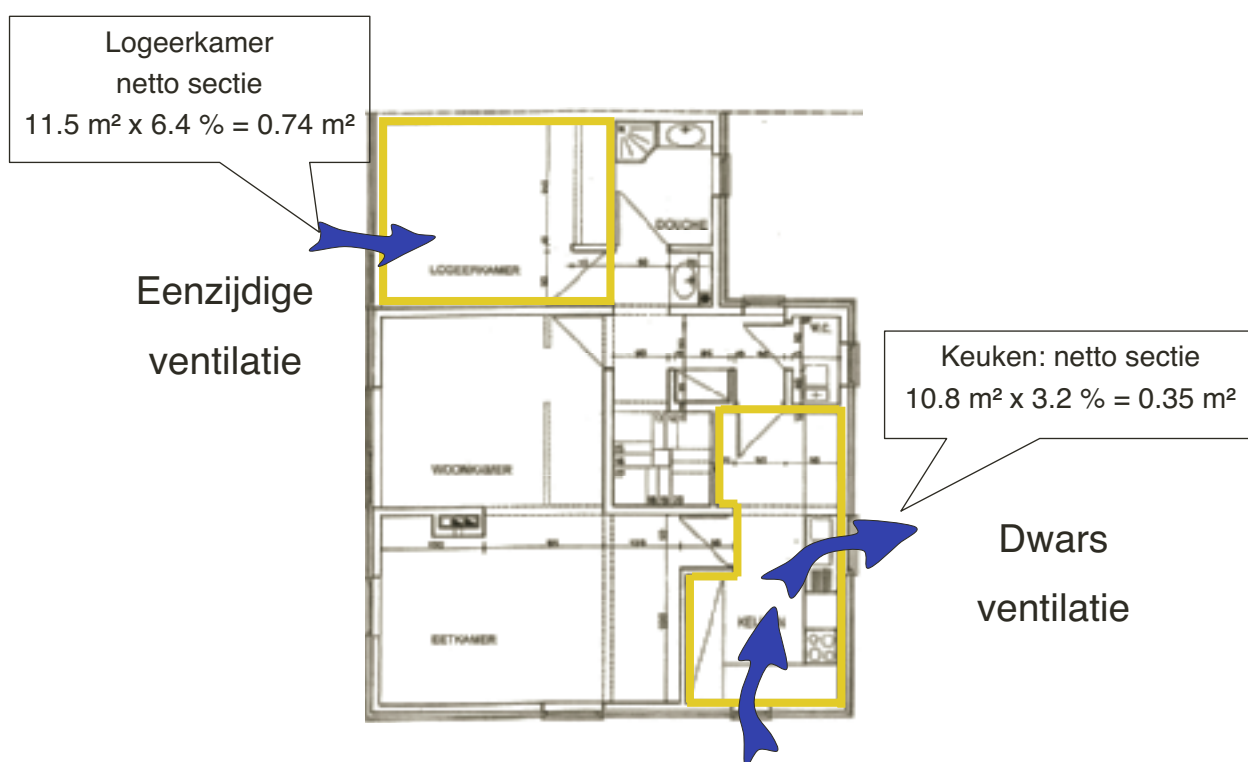
Zie figuur onderaan.

Intensieve ventilatie: dampkap

Het gebruik van een dampkap voor de afvoer van dampen en keukengeurtjes is niet verplicht, behalve in binnenkeukens zonder buitenvensters of buitendeuren.



Dampkappen vereisen debieten gaande van 150 m³/h tot 750 en zelfs meer dan 1000 m³/h voor kookeilanden. Deze debieten bedragen soms een veelvoud van de ontwerpdebieten voor hygiënische ventilatie. Dit betekent enerzijds dat het niet evident is de luchtafvoer te realiseren met het basisventilatiesysteem (de centrale ventilator). Anderzijds moet de afgevoerde lucht ook worden gecompenseerd met voldoende luchttoevoer, ook hier voldoet het basisventilatiesysteem zelden.



Volgende mogelijkheden dienen zich aan:

- ✓ Een klassieke dampkap met ventilator voert de lucht rechtstreeks af naar buiten, de luchttoevoer wordt verzorgd door een extra groot rooster (eventueel afsluitbaar of gekoppeld aan de dampkap), door het openen van een raam of door de mechanische luchttoevoer naar zijn maximum te voeren (dit enkel bij eerder lage debieten).
- ✓ Een motorloze dampkap wordt gekoppeld aan het extractiesysteem. Bij het aanzetten van de dampkap opent een klep in de dampkap de afvoer naar het extractiesysteem en wordt de afvoerventilator naar het maximum gevoerd. Ook hier moet de toevoer opgevoerd worden. Deze oplossing is enkel mogelijk bij lage dampkapdebieten (max 200-300 m³/h) en als er geen risico is op vervuiling (dus niet bij gebruik van een warmtewisselaar).
- ✓ Gebruik van een recirculatie dampkap met regelmatig te onderhouden vet- en geurfilter. Deze dampkap voert geen vocht af, daarvoor wordt gerekend op de basisventilatie van de keuken die dus bij voorkeur naar maximum stand wordt geschakeld.

Het gebruik van de dampkap voor basisventilatie én voor intensief gebruik in de keuken is niet verboden, maar vereist specifieke aanpassingen.

Intensieve ventilatie: nachtelijke koeling

Het toepassen van intensieve nachtelijke ventilatie kan bijdragen tot een beter zomercomfort. De woning wordt daarbij 's nachts sterk doorgelucht met koude buitenlucht die de warmte uit de woning opneemt en naar buiten afvoert. De volgende morgen wordt terug gestart met een



koel gebouw. De debieten van dergelijke doorluchting liggen veel hoger dan voor de basisventilatie waardoor deze nauwelijks kan worden gebruikt voor intensieve nachtkoeling. Nachtkoeling maakt deel uit van een afzonderlijke studie, samen met een vergaande reductie van de koellast, door bijvoorbeeld verstandig gebruik te maken van zonwering.

Ventilatie van opstellingsruimten voor verbrandingstoestellen

Zie stap 3 of NBN B 61-002:2006.

Bergingen in het beschermd volume

Bergingen vereisen geen specifieke ventilatievoorzieningen maar kunnen indien gewenst deel uitmaken van het ventilatiesysteem, meestal met een afvoervoorziening (dit verbetert de balans ook meestal). Voor kleine bergingen volstaan een doorstroombopening onderaan en bovenaan in de deur.

Garages in het beschermd volume

Garages, voor de plaatsing van een wagen, worden bij voorkeur buiten het beschermd volume gehouden. Is dit niet mogelijk, zorg dan voor een luchtdichte afscherming met een goed sluitende deur tussen garage en leefruimten, een doorvoeropening is dan uit den boze. Zelfs als de garage ook gebruikt wordt als wasplaats of hobbyruimte, dan nog zal ze geen deel uitmaken van de ventilatie-installatie van de woning zelf. Het spreekt vanzelf dat, los van de afwezigheid van wettelijke eisen, het aanbeveling verdient om toch minimale ventilatiemogelijkheden te voorzien, bijvoorbeeld met natuurlijke toevoeropeningen, gecombineerd met een afvoer door het dak, eventueel met een afzonderlijke ventilator.

Kelders en zolders in het beschermd volume

Ook hier geldt de aanbeveling dat kelders en zolders best buiten het beschermd volume worden gehouden. Voor kelders en zolders binnen het beschermd volume gelden geen specifieke eisen, maar het spreekt vanzelf dat een minimale ventilatie aangewezen is.

Ruimten buiten het beschermd volume

Worden hier niet beschouwd. Voor systemen A en C waar ruimten toevoerlucht betrekken uit onverwarmde aangrenzende ruimten moeten deze ook worden voorzien van een RTO (2 Pa). Voor systemen B en D waar de toevoerlucht betrokken wordt uit onverwarmde aangrenzende ruimten moeten deze ook worden voorzien van een RTO (10 Pa). Zie voor meer detail Bijlage V/e van het EPB besluit.

4.5 Werkwijze basisontwerp

Aandachtspunten

De keuze voor één van de 4 ventilatiesystemen is sterk bepalend voor heel wat aspecten van ventilatie. Een universele keuze, ideaal voor elke situatie, bestaat niet maar kan verschillen naargelang gebouw, omgeving en inbouwmogelijkheden en is aangepast aan het budget en de wensen van de gebruiker.

- ✓ Pro's én contra's van elke optie moeten vooraf goed worden doorgenomen met de opdrachtgever zodat een bewuste keuze kan worden gemaakt. Het moet daarbij duidelijk zijn dat er geen zuiver mathematische keuze kan worden gemaakt, maar dat er in functie van het gebouw, zijn omgeving en vooral de toekomstige bewoners en hun comfort naar een meest aangepast systeem moet worden gegrepen.
- ✓ Elke keuze heeft zijn effect op de verdere uitwerking van het project. Daarom is het van belang om al tijdens de ontwerpfasen een keuze vast te leggen zodat ruimte kan worden voorzien voor kanalen of ventilatoren, zodat de esthetische implicaties kunnen worden bekeken, ... Uitstel tot ver in de uitvoeringsfase leidt gegarandeerd tot moeilijkheden.
- ✓ Voor systemen A, B, C is er geen strikte nood om toevoer en afvoer te balanceren, voor systeem D is dit sterk aanbevolen.

Stappenplan 4.1 – 4.2 – 4.3 – 4.4 – 4.5

- ✓ Maak, op basis van de hoger vermelde opmerkingen een keuze tussen systemen A, B, C, D; in het rekenblad kom je daarmee op een nieuw werkblad uit.

A

B

C

D

Globaal (A, B, C, D)

- ✓ Leg voor elke ruimte met een opgelegde minimum waarde het debiet vast, hoger dan of gelijk aan deze minimum waarde. Doe dit voor toevoer, doorvoer en afvoer.
 - * de toevoer in systeem A en C moet lager zijn dan of gelijk aan het opgegeven maximum.
 - * Het verdient aanbeveling om de doorstroomdebieten voor kritische ruimten enigszins in overeenstemming te brengen met de toevoer- of afvoerdebieten.

- ✓ Leg eventueel ook debietseisen vast voor speciale ruimten (opstellingsruimte stookketel) of ruimten waarvoor geen wettelijke minimum eisen bestaan. Zie hiervoor vooral systeem D voor balanceren.
- ✓ Verdeel de doorstroomcapaciteit voor een ruimte zo mogelijk over meerdere doorstroomopeningen.
- ✓ Ga na of de doorstroming van lucht wel degelijk gewaarborgd is met de wettelijke minimum vereisten.
 - * een deur tussen gang en traphal zal ook voorzien zijn van doorvoeropeningen
 - * de open verbinding tussen woonkamer en open keuken wordt voor de wet aanzien als doorvoeropening tussen beide ruimten. Toch verdient het aanbeveling om bijkomende DO te plaatsen naar de gang.
- ✓ Vermijd DO's tussen beschermd volume en AOR's (aangrenzende onverwarmde ruimtes) en tussen leefruimtes en garage (ook al wordt de garage ook als wasplaats gebruikt).

Elk werkblad wordt nu systeemspecifiek besproken

Systeem A

- ✓ Leg de zelfregelendheidsklasse van de RTO vast. Momenteel zijn er al RTO's met een P3 en P4 klasse beschikbaar op de markt. Zie ook stap 10.
- ✓ Vraag eventueel een lekdebietsmeting van de afvoerkanalen. Daar deze meting niet eenvoudig noch goedkoop is en het effect op het E-peil van een bewezen lektheid beperkt is (zie ook stap 10), lijkt het aangewezen zich te beperken tot een korte beschrijving van luchtdichtheidseisen en een productbeschrijving in het bestek.

Maak een afdruk van het specificatieblad als basis voor het bestek.

Systeem B

- ✓ Teneinde garantie te bekomen over de werkelijk gerealiseerde debieten kan er geëist worden dat de toevoerdebieten bij oplevering gemeten worden. Klik hiervoor op de keuzeknop "ja" bij "debietsmeting".
- ✓ Vraag eventueel een lekdebietsmeting van de toevoer- en afvoerkanalen. Het effect van een gunstige meting op het E-peil is kleiner voor de afvoerkanalen dan voor de toevoerkanalen. Daar

deze meting niet eenvoudig noch goedkoop is lijkt het aangewezen zich te beperken tot een korte beschrijving van luchtdichtheidseisen en een productbeschrijving in het bestek.

- ✓ Selecteer het type ventilatormotor dat zal worden gebruikt, geef de voorkeur aan een “gelijkstroom-ventilator (DC)” of beter “EC” genoemd. Omdat het ventilatorverbruik het resultaat is van de prestatie van de ventilator in het aanwezige kanalen-net kan er beter een totale prestatie-eis worden opgegeven die rekening houdt met beide. Ook is de prestatie bij deellast, een meer voorkomende situatie, belangrijker, vandaar kan als eis bijvoorbeeld worden opgegeven: Totaal opgenomen vermogen van ventilator en regeling in een reëel werkpunt op 71 % van het geëiste debiet: max 0.1 W/(m³/h) (zie voorbeeld stap 6)

Maak een afdruk van het specificatieblad als basis voor het bestek.

Systeem C

- ✓ Kies voor energiezuinige varianten op systeem C
 - * Leg de zelfregelendheidsklasse van de RTO vast. Momenteel zijn er al RTO's met een P3 en P4 klasse beschikbaar op de markt. Zie ook stap 10
- Verdere mogelijkheden
 - * Kies voor vraagsturing op toevoer op basis van CO₂ of aanwezigheidsdetectie, en dit bij voorkeur op kamerniveau;
 - * Kies voor vraagsturing op afvoer, op basis van aanwezigheid of vochtdetectie, en dit bij voorkeur op kamerniveau;
 - * Bij vraaggestuurde systemen moet er bij voorkeur een koppeling zijn van toevoer of afvoer naar de ventilator; als er weinig toevoer vereist is, kan de ventilator ook naar een lagere stand;
 - * Kies eventueel voor een warmtepompboiler.
- ✓ Teneinde garantie te bekomen over de werkelijk gerealiseerde debieten kan er geëist worden dat de afvoerdebieten bij oplevering gemeten worden. Klik hiervoor op de keuzeknop “ja” bij “debietsmeting”.
- ✓ Vraag eventueel een lekdebietsmeting van de afvoerkanalen. Daar deze meting niet eenvoudig noch goedkoop is en het effect op het E-peil van een bewezen lekdichtheid niet erg groot is (zie ook stap 10), lijkt het aangewezen zich te beperken tot een korte beschrijving van luchtdichtheidseisen en een productbeschrijving in het bestek.
- ✓ Selecteer het type ventilatormotor dat zal worden gebruikt, geef de voorkeur aan een “gelijkstroom-ventilator (DC)” of beter “EC” genoemd. Omdat het ventilatorverbruik het resultaat is van de pres-

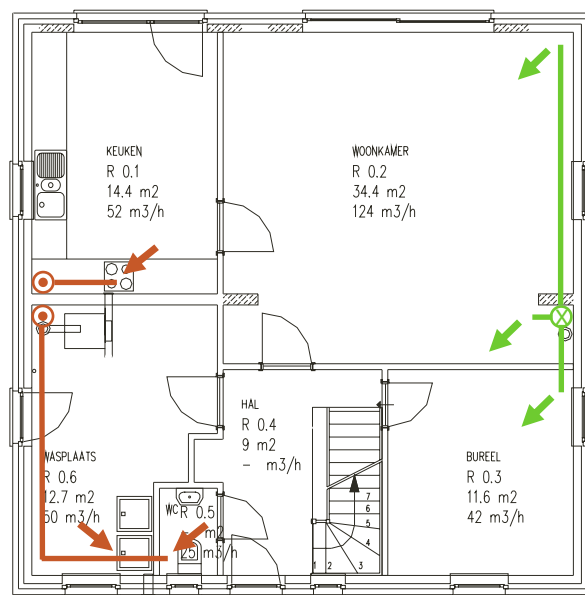
tatie van de ventilator in het aanwezige kanalen-net kan er beter een totale prestatie-eis worden opgegeven die rekening houdt met beide. Ook is de prestatie bij deellast, een meer voorkomende situatie, belangrijker, vandaar kan als eis bijvoorbeeld worden opgegeven: Totaal opgenomen vermogen van ventilator en regeling in een reëel werkpunt op 71 % van het geëiste debiet: max 0.1 W/(m³/h) (zie voorbeeld stap 6)

Maak een afdruk van het specificatieblad als basis voor het bestek.

Systeem D

- ✓ Op basis van de minimum opgelegde debieten is het totale toevoerdebiet meestal groter dan het totale afvoerdebiet. Zorg voor een debietsbalans door:
 - * Sommige afvoerdebieten eventueel te verhogen (dit heeft evenwel een beperkte negatieve invloed op de EPB/ m-factor)
 - * Bijkomende extractieventielen te plaatsen (bijvoorbeeld in bergingen, een dressing, de ketelruimte, de gang,...);
 - * Te kiezen voor mechanische recirculatie in de woonkamer. In tegenstelling tot andere ruimten met luchttoevoer laat de norm bij systeem D toe dat de luchttoevoer in de woonkamer geheel of gedeeltelijk bestaat uit gerecirculeerde lucht uit slaapkamers, studeerkamers, speelkamer of gang en hal. Een kleine ventilator zal bijvoorbeeld lucht aanzuigen uit de traphal en deze inblazen in de woonkamer;
 - * klik op “recirculatie” en vul het voorziene debiet in.
- ✓ Naast de systemen met één centrale toevoer en één centrale afvoer, bestaan er ook andere oplossingen:
 - * Decentrale modules met toevoer, warmterecuperatie en afvoer per kamer;
 - * Decentrale toevoermodules met vraagsturing en centrale afvoer;
 Dergelijke oplossingen maken een integratie in bestaande woningen soms eenvoudiger.
- ✓ Teneinde garantie te bekomen over de werkelijk gerealiseerde debieten kan er geëist worden dat de toe- en afvoerdebieten bij oplevering gemeten worden. Klik hiervoor op beide keuzeknoppen “ja” bij “debietsmeting”.
- ✓ Vraag eventueel een lekdebietsmeting van de toe- en afvoerkanalen. Daar deze meting niet eenvoudig noch goedkoop is en het effect op het E-peil van een bewezen lekdichtheid beperkt is (zie ook stap 10) lijkt het aangewezen zich te beperken tot een korte beschrijving van luchtdichtheidseisen en een productbeschrijving in het bestek.

- ✓ Kies voor voorverwarming van de toevoerlucht door middel van een warmterecuperatietoestel. Leg het minimale rendement vast bij het gebalanceerde debiet. Een temperatuurrendement van 75 % volgens NBN EN 308 is voor de meeste beschikbare toestellen haalbaar.
- ✓ Specificeer eventueel:
 - * Dat de ventilatoren voorzien zijn van een automatische debietsregeling;
 - * Dat er een zomer by-pass aanwezig is, bij voorkeur één met volledige desactivatie van de warmterecuperatie;
 - * Een invriesbeveiliging, zie ook 4.3.
- ✓ Selecteer het type ventilatormotor dat zal worden gebruikt, geef de voorkeur aan een "gelijkstroom-ventilator (DC)" of beter "EC" genoemd. Omdat het ventilatorverbruik het resultaat is van de prestatie van de ventilator in het aanwezige kanalenet kan er beter een totale prestatie-eis worden opgegeven die rekening houdt met beide. Ook is de prestatie bij deellast, een meer voorkomende situatie, belangrijker, vandaar kan als eis bijvoorbeeld worden opgegeven: gezamenlijk opgenomen vermogen van 2 ventilatoren en regeling in een reëel werkpunt op 71 % van het geëiste debiet: maximum 0.3 W/(m³/h) (zie voorbeeld stap 6)
- ✓ Maak een afdruk van het specificatieblad als basis voor het bestek.
- ✓ Teken de ontwerpgegevens in de grondplannen in, houd hierbij al rekening met een mogelijk verloop van de luchtkanalen en de plaatsing van de luchtgroep. Bij grotere debieten ($> 50 \text{ m}^3/\text{h}$) worden meerdere toevoer of afvoerpunten aanbevolen. Teken volgende componenten in:
 - * toevoeropeningen (TO)
 - * doorvoeropeningen (DO)
 - * afvoeropeningen (AO)
 - * luchtgroep
 - * plaats van luchtafvoer
 - * recirculatiecircuit
 - * plaats van luchtinname



Plaatsing van luchtkanalen

Teken het verloop van de luchtkanalen in op het grondplan, rekening houdend met volgende elementen:

- ✓ toegankelijkheid

Zorg voor een goede toegankelijkheid van de openingen, kanalen en ventilator zowel in de leefruimtes als op de zolder, zodat:

 - * De filters, kanalen, inblaas- en extractieventielen kunnen gereinigd worden
 - * De inblaas- en extractieopeningen vrij zijn en goed bereikbaar voor meetapparatuur
 - * De toezichtopeningen van de kanalen kunnen geïnspecteerd worden.



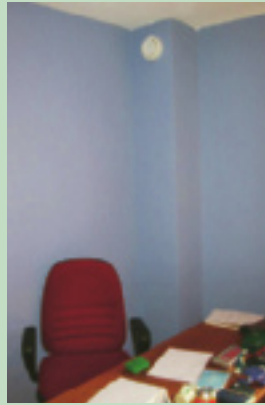
Slechte toegankelijkheid



Goede toegankelijkheid

- ✓ Wegwerken van kanalen

In een woning met meerdere verdiepingen is het bijna onoverkomelijk om kanalen doorheen leefruimtes te laten lopen. Bij het ontwerp van de woning kan hier wel rekening mee gehouden worden en kunnen de kanalen worden ingeplant in de berging, technische ruimte of een specifieke schacht voor nutsleidingen. Bij bestaande woningen is het minder evident, maar kunnen de kanalen worden weggewerkt door een verlaagde zoldering in de gang, boven de keukenkasten, in een ingemaakte kast, enz.



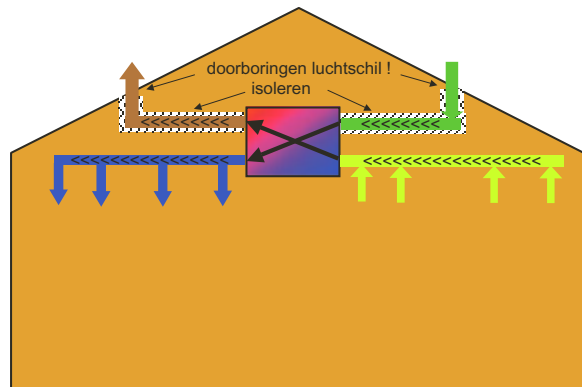
Wegwerken van de kanalen

- ✓ Warme kanalen doorheen koude ruimten of koude kanalen doorheen warme ruimten moeten voorzien worden van voldoende isolatie, voorzien van een damprem. Zorgvuldige en duurzame afwerking is een noodzaak!

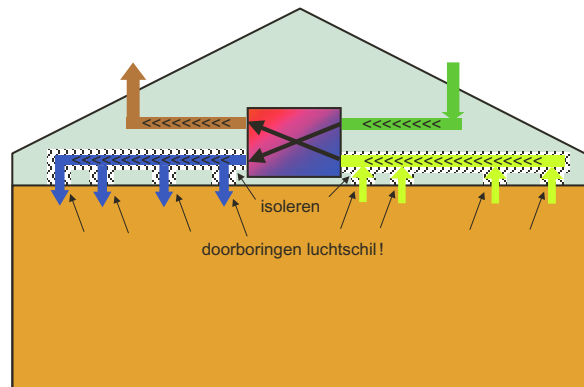


- ✓ Een ventilator of luchtgroep kan binnen of buiten het beschermd volume worden geplaatst; dit heeft invloed op de nodige luchtdichte afwerkingen en op de isolatie van kanalen. Wanneer de plaats van opstelling bij het beschermd volume hoort zorg er dan voor dat de perforaties doorheen het dak goed luchtdicht afgewerkt worden. Indien de zolder niet bij het beschermd volume hoort, geldt dit voor de doorboringen in het plafond.

WTW binnen beschermd volume



WTW buiten beschermd volume



Akoestiek

Bij elk van de mogelijk bronnen van geluidslast wordt aangegeven wat mogelijke oplossingen zijn.

Buitenlawaai dat de woning binnendringt via ventilatiecomponenten.

- ✓ Kies voor geluidswerende RTO's (A,C);
- ✓ Plaats RTO's bij voorkeur weg van de straatzijde (A,C);
- ✓ Werk bij mechanische toevoer (B,D) met een luchtinname weg van de straat;
- ✓ Isoleer kanalen die door niet geïsoleerde ruimten lopen (vb zolder, of waar ze buitengeluid kunnen opvangen).

Ventilatorlawaai bij mechanische ventilatie (B,C,D).

- ✓ Kies voor geluidsarme ventilatoren;
- ✓ Plaats de ventilator in een ruimte zonder speciale akoestische eisen;
- ✓ Plaats de ventilatorgroep, ofwel:
 - * Tegen een zware massieve wand
 - * Op een verzwaarde sokkel met trillingsdempers
 - * Met een elastische ophanging
- ✓ Monteer de kanalen met een elastische mof of een kort stukje flexibel (dat zelf ook geïsoleerd wordt).
- ✓ Gebruik geluidsdempers tussen ventilator en binnenhuisinstallatie, zowel op toevoer als op afvoer.

Leidinggeruis bij mechanische ventilatie (B,C,D).

- ✓ Beperk drukverliezen in de kanalen:
 - * Gebruik gladde, ronde kanalen;
 - * Beperk de luchtsnelheden tot 1.5 – 2 m/s door het aanpassen van de kanaalsectie vooral in de omgeving van slaapkamers;
 - * Kies een compact kanalennet;
 - * Beperk bochten, vernauwingen, T-stukken, regelkleppen.
- ✓ Houd bij de selectie van inblaas- of extractiemonden rekening met de geluidsproductie (B, C, D):
 - * Kies voor ventielen met lage geluidsproductie;
 - * Werk met akoestisch dempende TO, AO;
 - * Plaats ventielen waar praktisch mogelijk niet in hoeken of tegen wanden maar minimum op 1 meter afstand ervan.
- ✓ Zorg voor een elastische ophanging van de kanalen (B, C, D):
 - * Gebruik beugels met elastische demping (en schroef deze niet te vast aan);
 - * Zorg dat kanalen geen contact maken met muren of vloeren waar ze doorheen gevoerd worden en vul de holle ruimte op met minerale wol of een ander elastisch materiaal (niet met hard PU-montageschuim!);
 - * Vermijd bevestiging op lichte wanden (bv. niet tegen een lichte gipsblokkenwand).

Overspraak (geluidsoverdracht tussen 2 ruimten via DO, RTO's of toevoer- en afvoerkanalen).

- ✓ Kies voor geluidswerende DO
- ✓ Kies voor geluidswerende RTO's (A, C) vooral kritisch tussen 2 naastliggende woningen
- ✓ Kies voor geluidsdempers in kanalen of rechtstreeks in de toevoer- of afvoerventielen;
- ✓ Plaats de ventielen van naastliggende kamers zo ver mogelijk van elkaar.

Bij **intensieve ventilatie** met dampkap.

- ✓ Kies voor geluidsarme dampkappen;
- ✓ Gebruik een motorloze dampkap met een ventilator op afstand (met dezelfde maatregelen als hoger wat de ventilator betreft).

Installatielawaai naar de omgeving.

- ✓ Kies voor geluidsdempers in de kanalen tussen ventilator en omgeving;
- ✓ Kies voor langere kanalen;
- ✓ Plaats de uitblaas niet naar burens, de tuin, en niet in de buurt van zwakke gevelelementen (ramen, deuren, lichte dakconstructies, terrassen, ...).

Merk op dat diverse aanbevelingen soms goed overeenstemmen met eisen op andere niveaus (vb isolatie van kanalen, kleine drukverliezen), maar dat sommige aanbevelingen ook in tegenspraak kunnen staan (vb lange kanalen, plaats van luchtuitblaas) zodat een goed evenwicht moet worden gevonden.



SLAP 5

Gelijktijdig met het invullen van het rekenblad met ruimten, debieten en eisen wordt er automatisch een specificatieblad samengesteld dat de belangrijkste technische specificaties in één oogopslag weergeeft. Dit specificatieblad kan als uitgangspunt gebruikt worden voor het bestek en kan naderhand door de installateur als rapporteringsblad worden benut voor het opgeven van gekozen materialen en als neerslag van uitgevoerde metingen bij de oplevering (debietmetingen, lekken, instellingen). De verslaggever tenslotte, vindt er de gegevens terug voor het invullen van de EPB-aangifte. Het is dé ventilatiefiche die het gehele realisatieproces begeleidt.

Naast elementen uit de voorgaande stappen zoals luchtdichtheid, luchtdebieten en basisontwerp zal het bestek ook elementen bevatten uit de volgende stappen, van detailontwerp over montage, oplevering en onderhoud.

Voorbeeldbestekken

Via www.IDEG.info worden voorbeeldbestekken voor de 4 verschillende systemen beschikbaar gesteld die als basis kunnen dienen voor het opstellen van een project-specifiek bestek.

- Dit basisbestek bevat omschrijvingen die betrekking hebben op het ventilatiesysteem. Hou bij de opstelling van het bestek ook rekening met een mogelijke opsplitting in verschillende loten. Al naargelang de situatie kunnen de verschillende posten verschoven worden naar loten in overeenstemming met de toegepaste technieken, bijvoorbeeld horend bij het buitenschrijnwerk, bij de ruwbouwwerken of bij de dakwerken. In geval van systeem C zal de levering en plaatsing van de RTO's en DO's meestal bij een andere aannemer terecht komen dan het leveren en plaatsen van de extractiekanalen en –ventilator. Bij een systeem D zitten de doorvoeropeningen, condensafvoer en dakdoorvoeren ook meestal niet bij de installateur ventilatie. In dat geval is het aan de opsteller van het bestek om na te gaan of alle posten vertegenwoordigd zijn. Het verdient daarbij aanbeveling de posten “algemeen” en “oplevering” in alle loten te herhalen.
- Dit bestek dient te worden beschouwd als voorbeeld, dat door de gebruiker moet worden aangepast. De opstellers nemen geen verantwoordelijkheid over het gebruik van dit basisbestek. De erin beschreven oplossingen kunnen leiden tot een goede installatie, maar sluiten niet uit dat andere oplossingen tot een even goede of zelfs betere installatie kunnen leiden.

- Elementen die betrekking hebben op intensieve ventilatie (vb dampkappen) of ventilatie van speciale ruimten maken geen deel uit van dit bestek.
- Bij verschillende posten zijn diverse uitvoeringsmogelijkheden beschikbaar, zij worden aangeduid met indexen a, b, ... Het is dan ook mogelijk dat beschrijvingen in verschillende subposten weerkeren en overeenkomstig moeten geselecteerd of geschrapt worden.
- Voor een goed begrip van het bestek wordt ervan uitgegaan dat er grondplannen en eventueel doorsneden beschikbaar zijn met minimaal volgende meldingen:
 - Capaciteit en plaats van toevoer-, doorstroom- en afvoeropeningen
 - Plaats van opstelling van ventilator(en) of luchtgroep
 - Plaats voor opstelling van de bediening (regeling)
 - Verloop en afmetingen van kanalen voor natuurlijke afvoer
 - Verloop van kanalen en uitmondingen in gevel of dak voor mechanische toevoer of afvoer

[illegible]

DETAILONTWERP VAN DE INSTALLATIE

Uitgangspunten

Voor het opstellen van een correcte prijs offerte moet de installatie nu technisch in detail worden uitgewerkt. De basis voor deze uitwerking is:

- Het specificatieblad van de ontwerper
- De grondplannen met ingetekende componenten
- Het lastenboek

Binnen het kader van dit stappenplan is het onmogelijk alle aspecten te behandelen, daarvoor moet verwezen worden naar meer specifieke literatuur en opleidingen. We beperken ons tot een aantal belangrijke aandachtspunten.

Bij de selectie van producten is het handig om gebruik te maken van producten uit de EPB productgegevensdatabank (zie www.epbd.be).

RTO, RAO (A,B,C)

- ✓ Kies de RTO's op basis van de opgelegde ontwerpdebieten. Dit debiet moet (behalve in uitzonderlijke gevallen) opgegeven worden bij 2 Pa. Voor vaste RTO's geeft de fabrikant dit debiet direct op, voor RTO's met variabele lengte wordt er een debiet per meter lengte opgegeven, als ook de lengte L_0 van de kopschotten. Trek, om de capaciteit van een RTO te kennen, deze kopschotlengte af van de dagmaat en vermenigvuldig het resultaat met het meterdebiet:

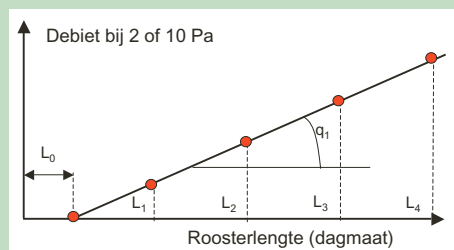
Voorbeeld:

$$q_{1,2Pa} = 50 \text{ m}^3/\text{h en /m}$$

$$L_{0,2Pa} = 0.06$$

$$\text{Dagmaat} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Debiet bij 2 Pa} = (1,2 - 0,06) \times 50 = 57 \text{ m}^3/\text{h}$$



- ✓ Kies bij voorkeur voor één en hetzelfde type RTO voor alle ramen van droge ruimten, rekening houdend met minimum en maximum debiet. Kies zo nodig voor zelfregelende RTO's.

- ✓ Voor kamers onder de dakkap bestaan er specifieke producten.
- ✓ RAO's worden meestal gekozen in functie van de kanaaldiameter maar de door de fabrikant opgegeven capaciteit moet natuurlijk overeenstemmen met de eis.

DO (A,B,C,D)

- ✓ Kies de DO's op basis van de opgelegde ontwerpdebieten, als product of als spleet onder de deur.

TO, AO (B,C,D)

- ✓ Kies toevoer en afvoeropeningen voor mechanische ventilatiesystemen in functie van:
 - * het te leveren debiet
 - * een acceptabel drukverlies
 - * een beperkte geluidsproductie
 - * de gevraagde inductie, voornamelijk van belang bij een niet diagonale plaatsing in de ruimte
 - * gemak van instelling en de mogelijkheid om de instelling te vergrendelen
 - * en ook: esthetiek, reinigbaarheid, ...
- ✓ Er kan gekozen worden voor ventielen met ingebouwde filter (maar denk aan onderhoud) en geluidsdemper
- ✓ Constant volume geregelde ventielen leveren een constant volume, onafhankelijk van de heersende kanaaldruk. Deze ventielen moeten niet meer ingesteld worden maar voor woningen zijn ze minder interessant:
 - * we willen debieten juist wel kunnen regelen door het terugregelen van de centrale ventilator
 - * ze vereisen een redelijk hoge drukval, met bijkomende akoestische effecten.

Geluidsdempers (B,C,D)

Geluidsdempers worden ofwel centraal voorzien in aanvoer- of toevoerleiding of decentraal in de ventielen. Toevoerkanaal krijgen meestal een wat grotere demper (vb 1 m) dan afvoerkanaal (vb 0.5 m); houdt ook rekening met het bijkomende drukverlies, zie kanalen.

Aanvoer- en afvoerpunten, uitmonding boven het dak (A,B,C,D):

- ✓ Voor natuurlijke evacuatie (A,B):
 - * respecteer de minimale sectie
 - * geef de afvoer van de keuken een afzonderlijk kanaal
 - * zorg voor uitmonding minimaal 50 cm boven het dak
 - * laat de kanalen zo dicht mogelijk bij de nok uitmonden en vermijd obstakels van schouwen, nabijgelegen gebouwen of bomen
 - * kies voor kanalen met een afdekkap of een valwindonderbreking
- ✓ Voor mechanische toevoer of afvoer (B,C,D): leg de plaats van luchttoevoer of -afvoer zorgvuldig vast en hou daarbij rekening met:
 - * Risico op vervuiling, lawaai
 - * De kostprijs van de wand- of dakdoorboring (doorheen een muur is meestal goedkoper)
 - * Dat de afvoer op voldoende afstand staat van toevoer (mechanisch of natuurlijk) (2 tot 3 meter)
 - * Voor systeem D liggen toevoer en afvoer best in hetzelfde gevelvlak om onbalans ten gevolge van wind te beperken. Bij gebruik van een constant volumeregeling van de centrale unit is dit echter minder kritisch.

Luchtkanalen (A,B,C,D)

Voor het natuurlijke ventilatiesysteem zijn de minimale afmetingen van de luchtkanalen opgelegd door de wetgeving, zie stap 4.1. Luchtkanalen voor mechanische ventilatiesystemen (toevoer B, afvoer C, toevoer en afvoer D) dienen berekend te worden om een evenwichtige, goed inregelbare installatie te bekomen met haalbare drukverliezen voor de ventilator en niet te grote luchtsnelheden. Kies voor een kanaaltipe dat voldoet aan volgende voorwaarden:

- Gladde binnenzijde
- Lage drukverliezen
- Luchtdicht van uitvoering en aansluitingen
- Makkelijk te monteren
- Betaalbaar
- Bereikbaar voor reiniging.

Dergelijke eisen worden het gemakkelijkst gerealiseerd met ronde kanalen, vermijdt op de werf gemaakte rechthoekige kanalen, flexibels en ontdebelling van kanalen in meerdere parallelle kanalen (grote drukval, moeilijk reinigbaar)

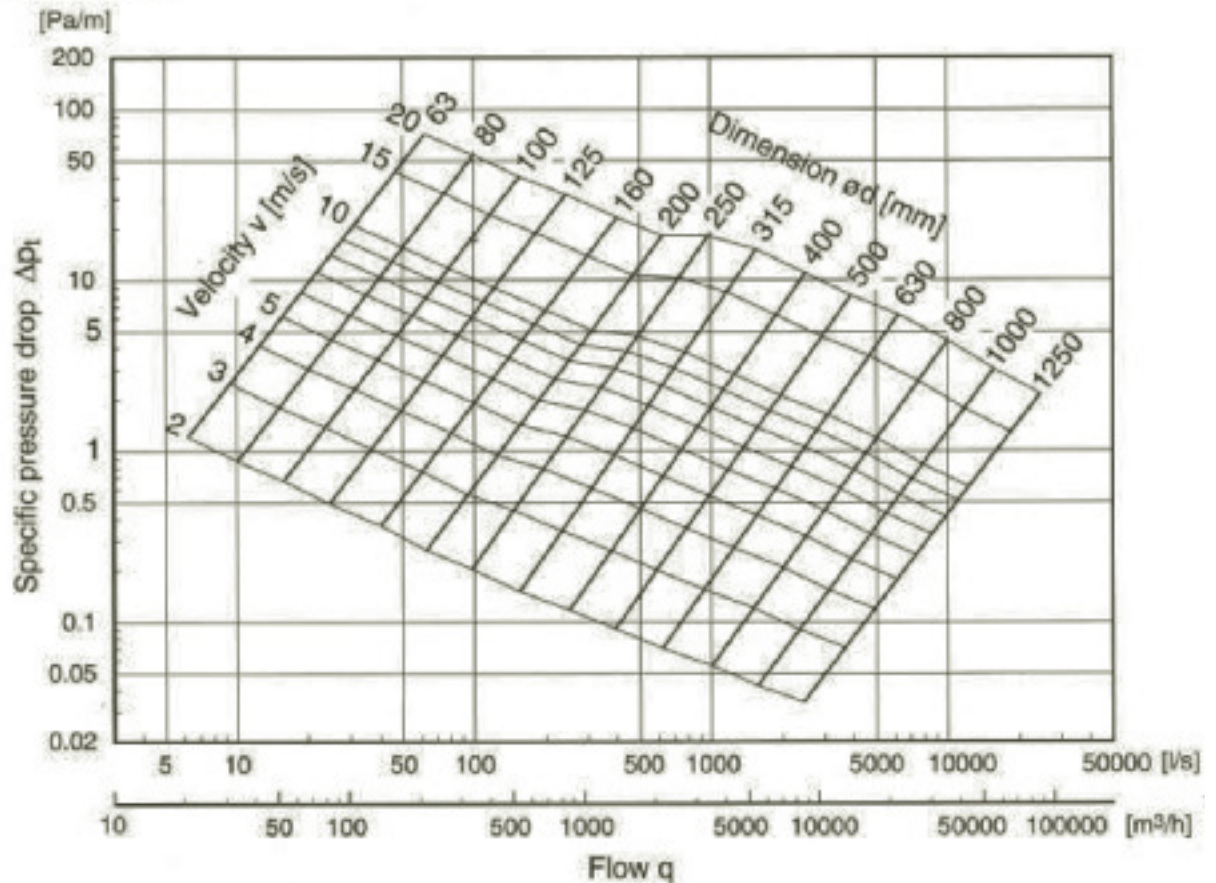
Ga als volgt tewerk:

- ✓ Bepaal de mogelijke positie van de ventilator
- ✓ Bepaal de vereiste diameters van de eindkanalen (die uitmonden in de te ventileren ruimten), rekening houdend met de opgegeven maximale luchtsnelheden, hiervoor kan eventueel gebruik worden gemaakt van de bijgevoegde grafiek, geldig voor ronde, gladde metalen kanalen
- ✓ Bepaal het mogelijke tracé van de luchtkanalen in functie van de diameters en de beschikbare ruimte om deze weg te werken. Doe dit in nauw overleg met de ontwerper en volg de hierna volgende aanbevelingen:
 - * Kies voor korte tracés met een minimaal aantal bochten
 - * Leidingen worden meestal ingetekend op een platte grond, bekijk dit ook eens in een doorsnede en let op met kruisende leidingen. Hou ook rekening met andere nutsleidingen, vooral afvoerleidingen van toilet leggen soms beperkingen op.
 - * Beperk doorboringen van de lucht- en isolatieschil (bij voorkeur één voor toevoer, één voor afvoer)
 - * Warme leidingen buiten het beschermd volume en koude leidingen in het beschermd volume moeten geïsoleerd worden
- ✓ Bereken de drukverliezen in het kanalenet van start tot eindpunt, dus inclusief luchtroosters, bochten en reducties, geluidsdempers, flexibels, inblaas- of extractieventielen, eventuele regelkleppen,... De drukverliezen van een warmtewisselaar of in de ventilatiegroep ingebouwde filter worden normaal gesproken al opgenomen in de beschikbaar gestelde ventilatorkarakteristiek. De bepalingmethode werd niet in dit stappenplan opgenomen omdat dit erg specifiek is, maar er kan verwezen worden naar bestaande literatuur zoals Technische Voorlichtingen van het WTCB of opleidingen van ATIC en Syntra. Deze berekening kan manueel worden uitgevoerd met behulp van een schuiflat voor kanalen of meer geautomatiseerd met rekenblad of met specifieke kanaalberekeningsprogramma's die op de markt worden aangeboden.
 - * Beperk het totale drukverlies, zowel in het toevornet (voor en na de ventilator) als het afvoernet tot (50 à 100 Pa. Vergroot eventueel de leidingsectie in het meest kritische kanaal, verklein eventueel in weinig kritische netten rekening houdend met de maximale luchtsnelheid. Zorg voor ongeveer steeds dezelfde drukval over de ventielen.
 - * het resultaat van de berekening is een drukval (Δp) bij het nominale debiet (q_n) dit wordt naderhand gebruikt bij de selectie van de ventilatoren.

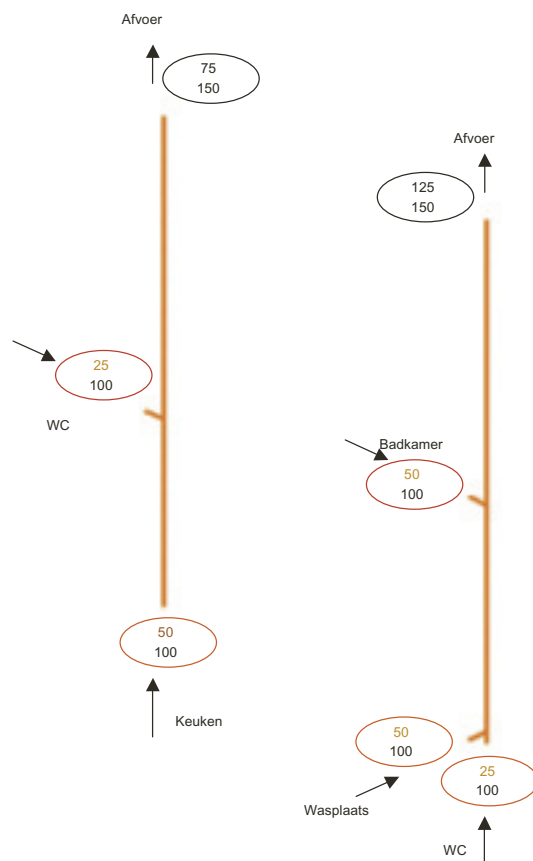
Voorbeeld van drukverliezen voor gladde ronde kanalen.
 Let op: voor kleine en/of geribbelde kanalen (flexibels) is de drukval soms veel hoger.

Bijgaande figuren tonen een isometrisch zicht op de kanaalnetten. Het is daarbij van belang rekening te houden met de werkelijke ruimtelijke inpassing en zich niet te beperken op de grondplannen en snedes. Voor toe- en afvoerventielen en kanaalstukken wordt telkens debiet (in m³/h) en diameter (in mm) aangegeven.

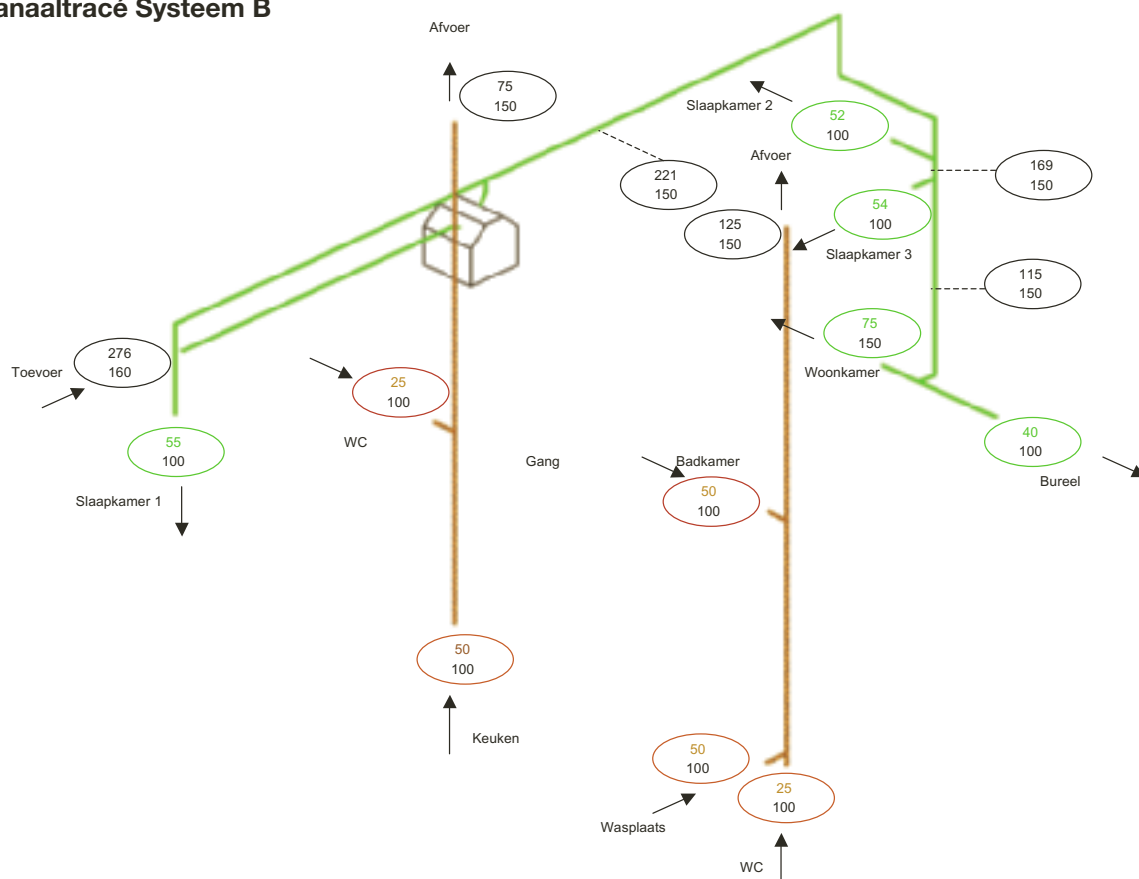
Technical data



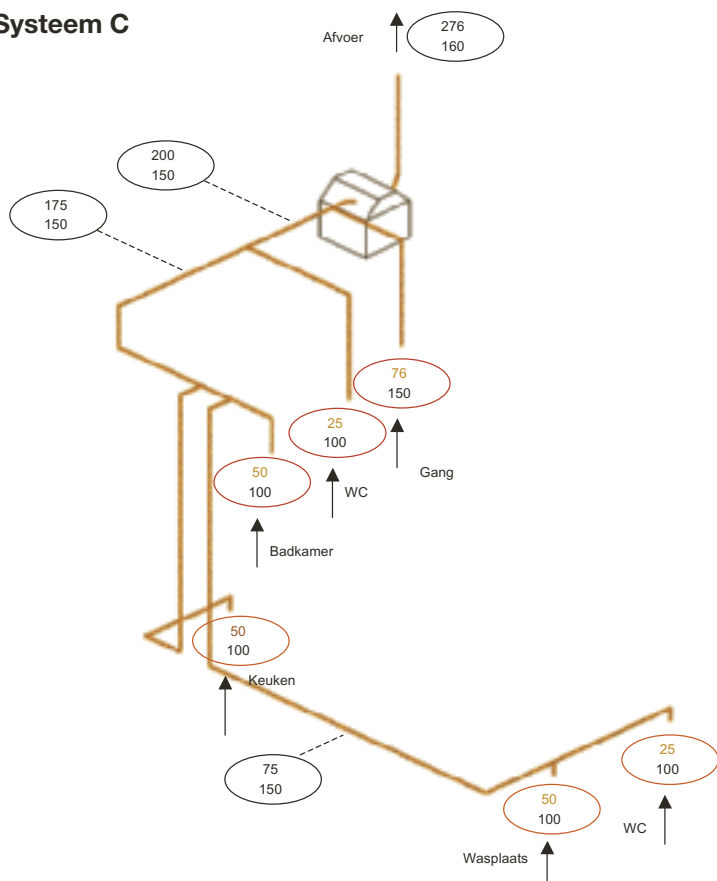
Kanaaltracé Systeem A



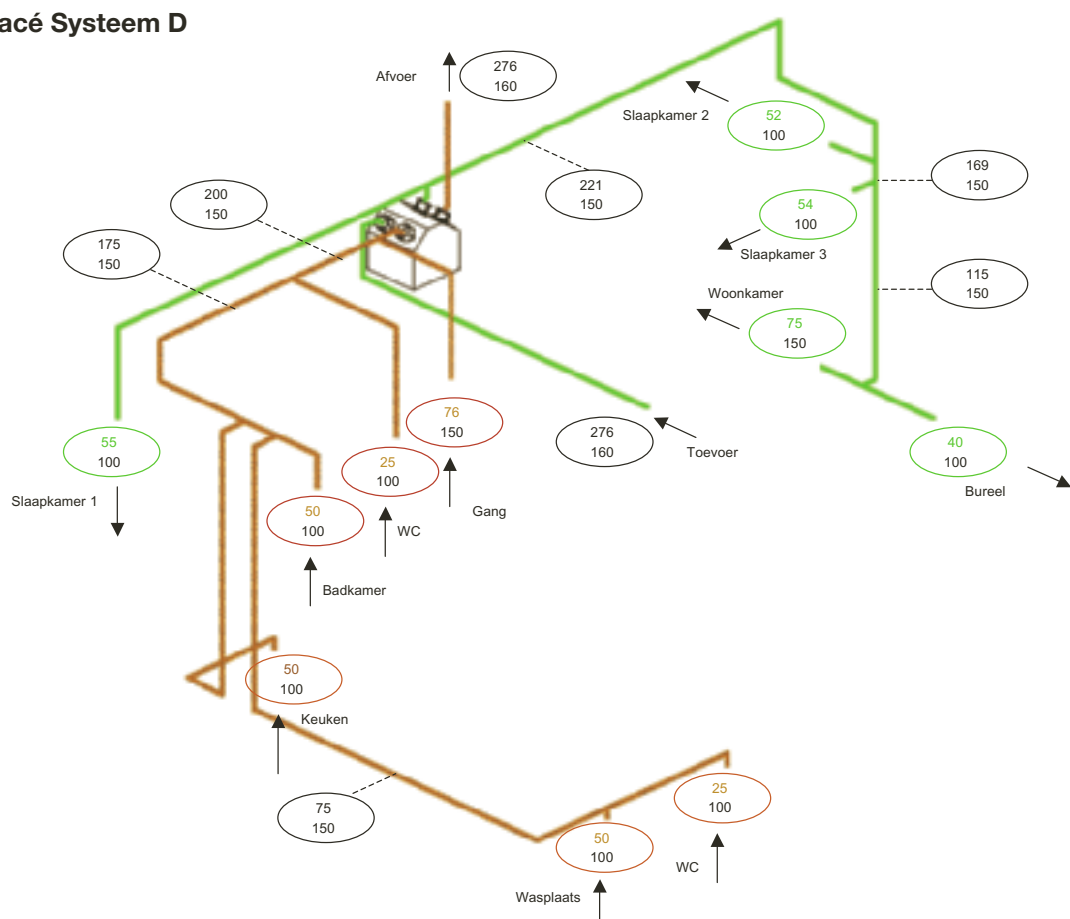
Kanaaltracé Systeem B



Kanaaltracé Systeem C



Kanaaltracé Systeem D



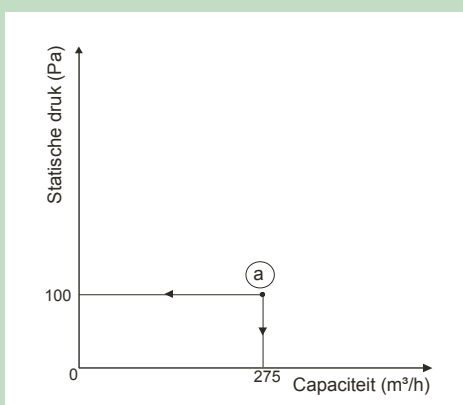
Ventilatoren (B,C,D)

✓ Indien de leidingkarakteristiek bekend is kan de ventilator gekozen worden. Kies een ventilator met een maximum curve boven het werkingpunt. Teken het werkingpunt (debiet-druk) van het nominale debiet in op de ventilatorcurve, waarbij rekening gehouden wordt met:

- * Een reserve van 20 % ten opzichte van de maximale ventilatorcurve voor het opvangen van filtervervuiling (enkel D), kleine wijzigingen of verschillen tussen theorie en praktijk
- * Het maximale werkingpunt wordt zo gekozen dat er nog voldoende mogelijkheid is voor het terugregelen van de ventilator, het rendement in deze teruggeregelde standen is zelfs belangrijker dan bij de maximale stand die in de praktijk minder frequent gebruikt wordt.
- * Op basis van de ventilatorkeuze kan er een evaluatie gemaakt worden van het ventilatorverbruik en worden optionele gegevens voor de EPB rapportering verzameld

Voorbeeld van een ventilatorselectie

✓ **Stap a:** bepaal het drukverlies in het kanaalnet bij het ontwerpdebiet en zet dit punt uit op een debiet-drukverschilgrafiek: voorbeeld 100 Pa bij 275 m³/h

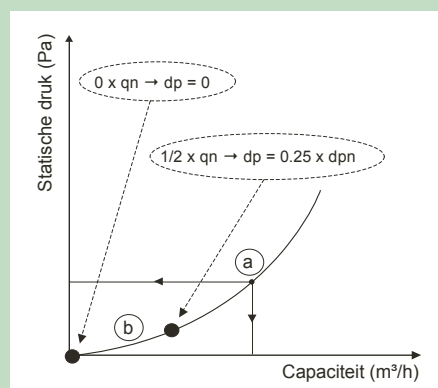


✓ **Stap b:** teken de volledige kanaalkarakteristiek in:

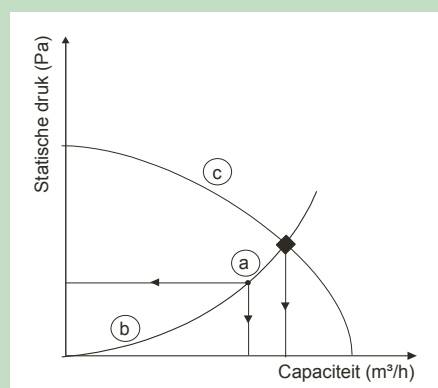
- * Of: op basis van de berekening
- * Of: met behulp van hulplijntjes die op vele ventilatorkarakteristieken al zijn ingetekend
- * Of: door berekening van de andere punten en intekening van een kromme

* Bijgaande tabel laat een benaderende berekening van de andere punten toe

Debiet	Δp
0	0
$\frac{1}{4} q_n$	$0.06 \Delta p$
$\frac{1}{2} q_n$	$0.25 \Delta p$
$\frac{3}{4} q_n$	$0.56 \Delta p$
q_n	Δp



✓ **Stap c:** kies een mogelijke ventilator en teken de ventilator in, ga hierbij na of er nog 10 tot 20 % debietsreserve overblijft



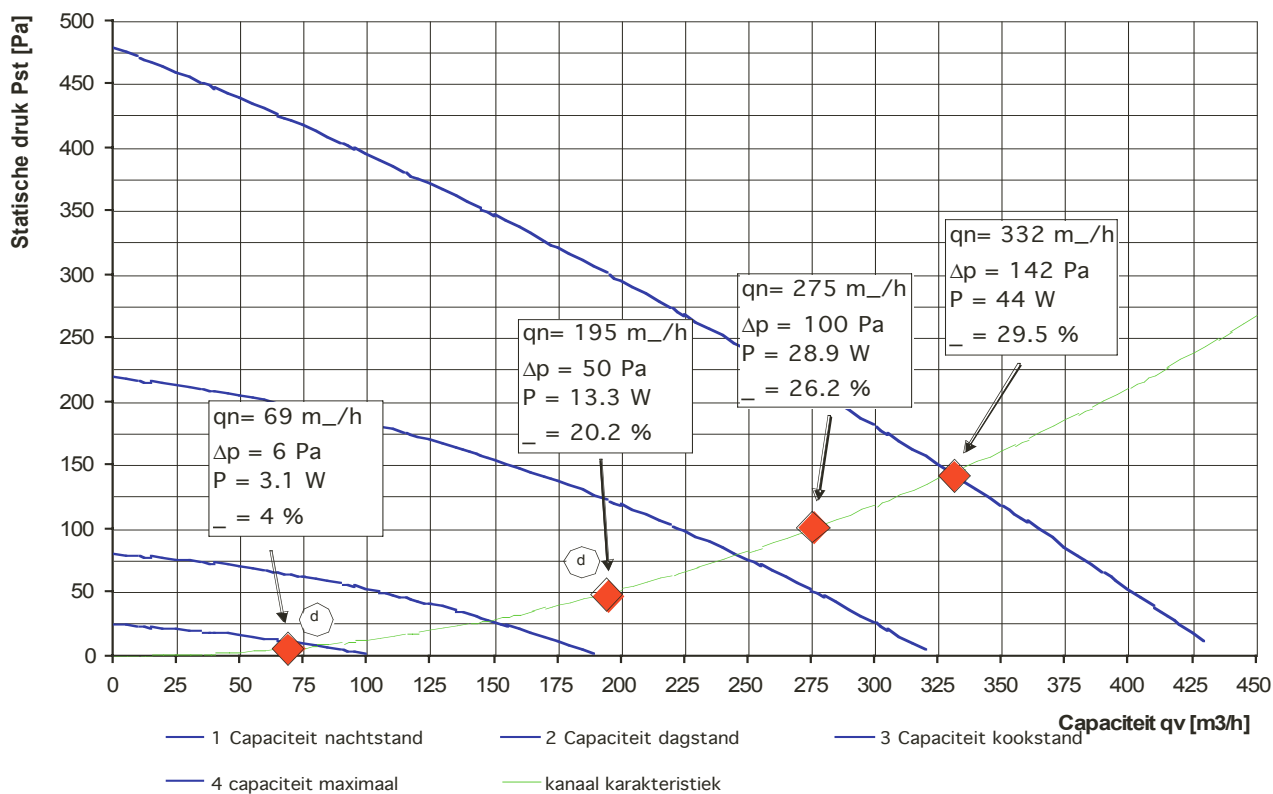
✓ **Stap d:** aanvullend kan worden nagekeken wat de ventilatorverbruiken zijn in de verschillende werkingpunten en kan een inschatting gemaakt worden van het jaarverbruik elektriciteit. Hierbij wordt arbitrair gekozen voor verschillende standen (laag 25%, midden 71% en hoog 100% van het nominale debiet).

- * Werkt de ventilator het gehele jaar aan 100 %, dan is het verbruik 253 kWh per jaar (8760 h x 28,9 W).
- * Ga na of de ventilator teruggeregeld kan worden (minimale curve) om het minimaal debiet te realiseren.
- * Maak een inschatting van het werkelijke verbruik aan de hand van het deel van de tijd dat de verschillende standen in gebruik zijn (laag

bij afwezigheid, midden bij normale bezetting, hoog bij hoge bezetting of vervuiling). De hier gekozen mix resulteert in een gemiddeld debiet op 2/3 van het nominale debiet (niet zichtbaar in de tabel). Het vermogen in elk van de regelposities wordt vermenigvuldigd met het tijdsdeel x 8760 h/jaar wat resulteert in een ventilatorverbruik van 112 kWh/jaar. Dit is een sterke besparing tov een niet geregelde ventilator.

* Het werkpunt op 71% is zo gekozen dat het gebruikt kan worden als representatief werkpunt in de EPB rapportering indien de debietscurve bepaald werd met een drukmeting in de installatie. Het te rapporteren vermogen van 13,3 W of 0,07 W/(m³/h) is zeer behoorlijk.

DEBIET		Ver- mogen	specifiek vermogen	tijds- deel	jaar- verbruik
x qn	(m³/h)	(W)	(W/(m³/h))	(%)	(kWh/jaar)
max	332	44	0,133	0	0
1	275	28,9	0,105	10	25
0,71	195	13,3	0,068	70	82
0,25	69	3,1	0,045	20	5
				totaal	112



WTW (D)

Een definitieve keuze van WTW kan slechts gemaakt worden gelijktijdig met de selectie van de ventilator die er deel van uitmaakt. Gebruik de ventilatorkarakteristieken die voor de WTW worden opgegeven. Voor de rest wordt verwezen naar de te volgen specificaties van het WTW apparaat.

Indien deze ventilator niet het totale woonkamerdebiet levert, kan hij 's nachts of bij afwezigheid worden uitgeschakeld met een tijds klok.

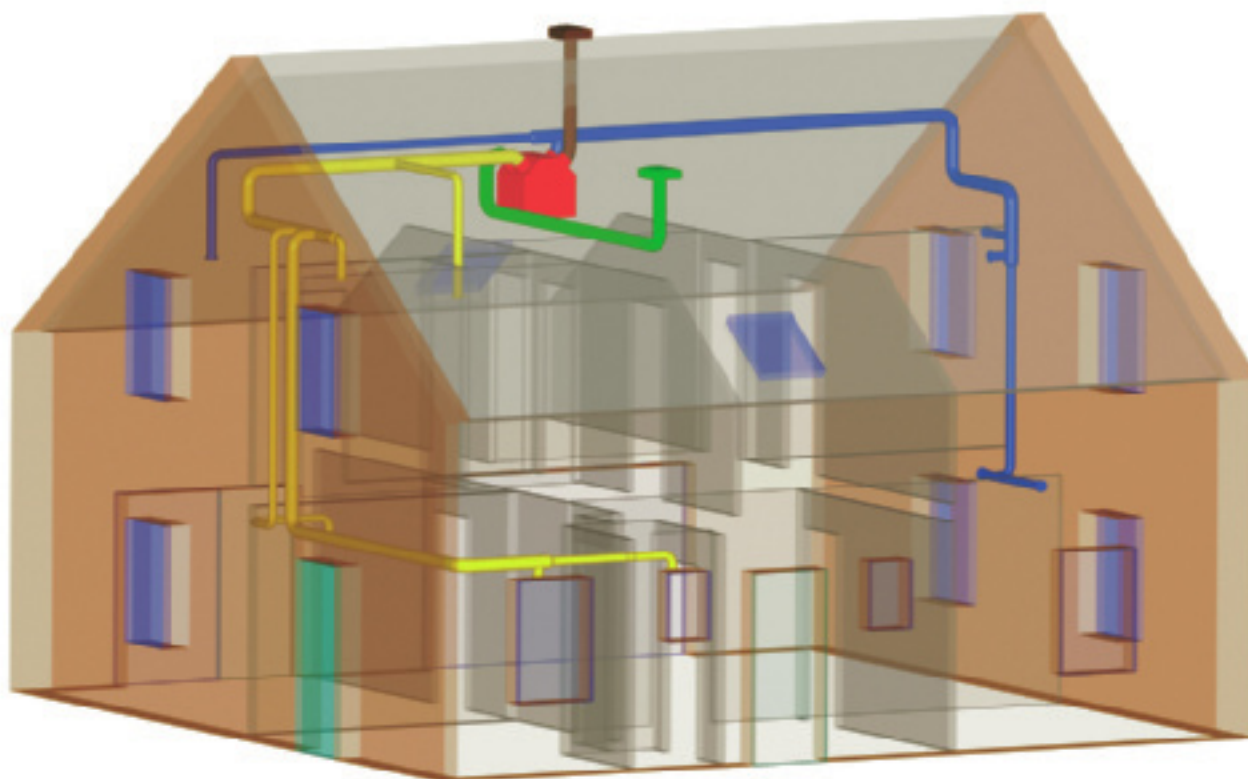
Regeling (B, C, D)

De regeling maakt meestal deel uit van de ventilator, zie hiervoor ook de specificaties voor de ventilatoren. Kies minimaal voor een ventilator met een debietsregeling in 3 standen en voorzie deze op een goed bereikbare plaats (living of gang). Bijkomende mogelijkheden kunnen gevonden worden in de diverse vraaggestuurde regelingen, met een instelklok of met aanwezigheids- of vervuilingssensoren. Vergeet in geval van systeem D ook de eventuele recirculatieventilator niet.

Prijsberekening

De prijsberekening zal in overeenstemming zijn met het lastenboek. Hou daarbij met volgende elementen rekening:

- De kostprijs omvat niet enkel de levering en plaatsing van materiaal, maar ook de noodzakelijke voorafgaande berekening, selectie van materialen en planning alsook de indienststelling, een korte opleiding en het aanleveren van de nodige documentatie.
- Geef duidelijk afwijkingen tov het lastenboek aan:
 - Wat niet in de aanbidding begrepen is
 - Wat er ontbreekt om te komen tot een volledig en goed werkend geheel
 - Welke bijkomende opties of verbeteringen werden voorgesteld



BEOORDEEL DE AANBIEDINGEN

Vorm van de prijsaanbiedingen

Geef bij de prijsaanvraag meteen ook aan hoe de prijsaanbieding eruit moet zien zodat onderlinge vergelijking mogelijk is. Vraag eenheidsprijzen voor die posten waar aantallen eventueel nog kunnen wijzigen.

Zoals ook in stap 5 toegelicht werd is het soms nodig de werken op te delen in verschillende loten, zodat er extra aandacht moet zijn dat er geen ontbrekende schakels overblijven waarover discussie kan ontstaan.

Vergelijking

Beoordelingscriteria:

- ✓ Technische volledigheid, zeker met betrekking tot nevenposten zoals ontwerp en berekeningen, oplevering, beschikbaar stellen van EPB gegevens, handleidingen en toelichtingen aan de gebruiker
- ✓ Technische conformiteit met het lastenboek, ga ook na of opgegeven getalwaarden (vb rendementen) zijn gegeven op basis van vergelijkbare condities (referentienormen, debieten,...)
- ✓ Prijs, en in voorkomend geval, of er voldaan is aan subsidievoorwaarden
- ✓ Uitvoeringsperiode
- ✓ Referenties.

MONTEER DE INSTALLATIE

Planning en coördinatie

Een ventilatie-installatie bestaat uit diverse onderdelen, die niet noodzakelijk door dezelfde aannemer – installateur worden voorzien. Volgende specialisaties krijgen te maken met bepaalde onderdelen van een installatie:

- Luchtdichtheid verzekeren: allen
- RTO: buitenschrijnwerker maar soms ook ruwbouw-aannemer of dakwerker
- DO: binnenschrijnwerker, tenzij doorstroomopeningen doorheen binnenmuren worden geplaatst
- Verticale kanalen systeem A, B: veelal ruwbouwaannemer
- Dakdoorvoeren: dakwerker
- Dampkap: keuken-inrichting?
- Toevoeropeningen, afvoeropeningen, kanalen, ventilator, WTW,...: installateur ventilatie.

Het is van belang dat er een eindverantwoordelijkheid kan worden toegewezen aan de installateur ventilatie, die echter moet kunnen rekenen op goede uitvoering van voorgaande aannemers.

Planningsmatig is er een goede opvolging en coördinatie vereist tussen de verschillende aannemers. Vooral met betrekking tot de kanalen moet er voldoende ruimte gereserveerd worden, die niet mag worden ingenomen door andere technieken die vooraf zouden worden ingepland.

Aandachtspunten

- ✓ Leg het kanalen-tracé voldoende vroeg vast en reserveer deze ruimte zodat ze niet in gebruik wordt genomen door andere technieken. Voorzie de sparingen of doorboringen al in ruwbouwfase (vb een dak of muurdoorvoer) en voorzie boringen in binnenmuren en vloeren met bijvoorbeeld een wachtbuis of een diamantboring.
- ✓ Voer het kanalen-tracé uit zoals op plan naar plaats en diameter met inbegrip van de voorgeschreven vormstukken.
- ✓ Besteed aandacht aan de luchtdichtheid van het gebouw:
 - * Laat andere aannemers sparingen voorzien door buitenmuren, zodat de isolatielaag naderhand niet wordt beschadigd
 - * Laat dakdoorvoeren doorheen het dak door de dakwerker aanbrengen, met aandacht voor een goede aansluiting van waterdichting, onderdak, isolatielaag en luchtscherm (dampscherm)

- Naderhand aangebrachte sparingen zijn soms zeer moeilijk correct aan te brengen en brengen een meerkost mee

- * Houd bij de keuze van het leidingtracé rekening met de ligging van het luchtscherm en zorg voor een minimaal aantal doorboringen

- * Houd er bij de plaatsing van toestellen of kanalen rekening mee dat de pleisterlaag, indien ze de functie van luchtscherm vervult, achter deze componenten moet doorlopen; volgende mogelijkheden:

- Indien de kanalen worden aangebracht voor de eigenlijke pleisterwerken: breng achter deze toestellen en kanalen vooraf een pleisterlaag aan of voorzie voldoende afstand tussen muur en kanaal om bepleistering toe te laten. Merk op dat het afkassen van kanalen zelden volstaat om de continuïteit van het luchtscherm te waarborgen en meestal duurder is;

- Bij voorkeur: plaats kanalen pas na het afwerken van het pleisterwerk, hierbij moeten de kanalen verder worden afgedicht daar waar ze de luchtdichtingslaag doorboren;

- * Werk de doorvoer van de kanalen door wanden en daken zorgvuldig af:

- Waterdichte afwerking aan de buitenzijde;
- Afwerking van het onderdak;
- Continuïteit van de isolatielaag;
- Luchtdichte afwerking aan de binnenzijde.

- ✓ Besteed voldoende aandacht aan zuiverheid bij montage door:

- * Alle boor- kap- en breekwerk vooraf in te plannen;
- * Te kiezen voor degelijk verpakte componenten (vb kanalen);
- * Componenten verpakt te laten tot het moment van eigenlijk montage;
- * Kanalen bij voorkeur te snijden of knippen, vermijdt zagen en slijpen;



Afgedekte kanalen



Filters

- * Open elementen af te dekken indien deze niet onmiddellijk worden aangesloten.
- ✓ Start met het aanleggen van kanalen bij de centrale ventilator, en ga van daaruit naar de verschillende aftakkingen. Hierdoor kan vermeden worden dat verschillende kanalen bij de centrale groep samenkomen op zodanige wijze dat ze nog zeer moeilijk aanvaardbaar kunnen worden verbonden. Stel probleempunten niet uit tot het eind, een oplossing wordt des te moeilijker.
- ✓ Zorg voor een luchtdichte montage van de kanalen door:
 - * Keuze voor producten met intrinsieke luchtdichtheid (voorbeeld met rubberen dichtingen)



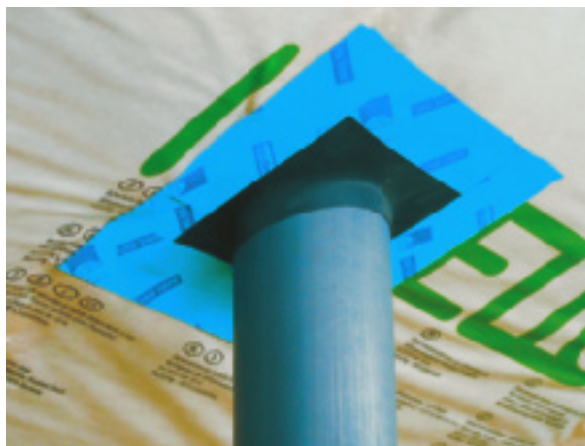
- * Een strakke kanaalmontage (te pas en te lood) en een goede afwerking met aangepaste producten.



- ✓ Druk kanalen nooit plat, de verminderde doorsnede belemmert de luchtstroming.
- ✓ Bevestig de kanalen degelijk:
 - * Beugels op regelmatige afstand;



- * Gebruik beugels met rubberen demping en span deze niet te vast aan zodat de dempende werking behouden blijft;
- * Vermijdt rechtstreeks contact van kanalen met muren of vloeren.
- ✓ Isoleer de kanalen met dampdichte isolatie zoals aangegeven in het bestek:
 - * Vermijdt open naden door deze goed af te kleven;
 - * Werk eventueel met dampdichte isolatiematten die verkleefd worden met contactlijm (zoals in de koeltechniek).



LEVER DE INSTALLATIE OP

Algemeen

Voor de definitieve ingebruikname van de installatie moet deze worden opgeleverd.

Het rekenblad bevat voor elk systeem een oplijsting van wat een oplevering kan inhouden:

- Inregelen en meten
- Controle op conformiteit met het bestek
- Controle op de goede werking
- Instructie van de gebruiker
- Overdracht van informatie voor de verslaggever.

Vanzelfsprekend moet dit overzicht door de ontwerper en installateur aangepast worden aan de specifieke situatie en gekozen opties.

Instellingen en metingen

De meeste ventilatoren zijn voorzien van minstens 2 of 3 ventilatorstanden. Bij voorkeur wordt de fabrieksinstelling als volgt gewijzigd:

- Nominaal (100 %) ontwerpdebiat voor verhoogde ventilatie (grote bezetting, roken, onderhoud, ...);
- Basis (50 tot 70 %) voor normaal bedrijf (dus ook 's nachts);
- Laagstand (20 tot 30 %) voor een minimale ventilatie bij afwezigheid.

De instelling van een klokregeling of aanwezigheidssturing is specifiek aan de installatie en de wensen van de

OPLEVERING	A	B	C	D
Instellingen en metingen				
instellen van de ventilatorstanden		x	x	x
instellen klokregeling, aanwezigheidssturing,...		(x)	(x)	(x)
instellen en meten van de toevoerdebieten		x		x
instellen en meten van de afvoerdebieten			x	x
lekdebietsmeting toevoerkanalen		(x)		(x)
lekdebietsmeting afvoerkanalen	(x)	(x)	(x)	(x)
akoestische prestaties	(x)	(x)	(x)	(x)
controle op conformiteit met het bestek				
producten	x	x	x	x
montage	x	x	x	x
prestaties: zie hoger				
controle op de goede werking				
regeling RTO	x		x	
regeling RAO	x	x		
regeling ventilator		x	x	x
werking vorstbeveiliging				(x)
werking zomer-bypass				(x)
werking naverwarming				(x)
werking automatische regelingen	(x)	(x)	(x)	(x)
klokregeling, aanwezigheid, CO ₂ , vocht				
instructie van de gebruiker				
toelichten globale werking	x	x	x	x
regelmogelijkheden	x	x	x	x
toelichten onderhoudsplan	x	x	x	x
overhandigen van:				
gebruikershandleiding met storingskaart	x	x	x	x
gebruikerskaart (1 blad)	x	x	x	x
garantiekaart	x	x	x	x
informatie voor de verslaggever/gebruiker				
grond plan met TO, AO, DO, kanalenet	x	x	x	x
kanaalberekening		x	x	x
overzicht van de gebruikte producten	x	x	x	x
technische documentatie van de producten	x	x	x	x
rapporteringsblad meetresultaten, inclusief stavingsstukken	x	x	x	x

indien van toepassing (x)

De toevoer- en afvoeropeningen van mechanische ventilatie worden ingesteld, de resultaten van deze debietmetingen worden overgenomen op het rapporteringblad. Voor balansventilatiesystemen moet de ontwerpbalans ook effectief worden ingesteld.



De lekdebietsmeting van toevoer- en/of afvoerkanalen, indien voorzien, moet conform EN 14134 worden uitgevoerd en veronderstelt een voorafgaande meting van de werkdruk na, respectievelijk voor, de ventilator.

Conformiteit bestek

Verifieer of de installatie conform het bestek is uitgevoerd met betrekking tot de gekozen producten (RTO, DO, RAO, kanalen, ventilatoren, WTW,...) en de montage (kanalentracé, kanaaldiameters, bevestiging, isolatie doorvoeren,...)

Controle op de goede werking

De installateur toont hierbij aan dat de verschillende onderdelen naar behoren functioneren, bijvoorbeeld:

- ✓ Bediening van RTO, RAO;
- ✓ Bediening van de ventilator;
- ✓ Werking van de vorstbeveiliging (D-WTW);
- ✓ Werking van de zomer by-pass (D-WTW);
- ✓ Werking van automatische regelingen;
- ✓ Interactie dampkap-ventilatiesysteem (indien voorzien).

Instructie van de gebruiker

Tijdens de oplevering, bij voorkeur in bijzijn van de bouwheer, zullen toelichtingen worden gegeven met betrekking tot de installatie:

- ✓ Globale werking van de installatie
- ✓ Gebruik en regelen van de installatie aan de hand van de gebruikerskaart
- ✓ Toelichten van het onderhoudsplan, met nadruk op de taken die door de bouwheer zelf kunnen worden opgenomen
- ✓ Overhandigen van:
 - * gebruikershandleiding met storingskaart
 - * gebruikerskaart
 - * garantiekaart

Informatie voor de verslaggever

Volgende informatie moet worden overhandigd aan de EPB-verslaggever en de gebruiker:

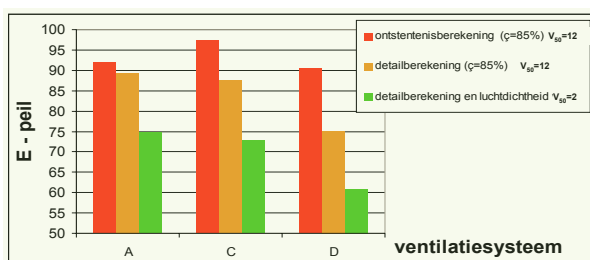
- ✓ een grondplan met ingetekende RTO, RAO, TO, DO, AO, kanalen, ventilator(en)
- ✓ de kanaalberekening (B,C,D)
- ✓ een overzicht gebruikte producten met zonodig technische documentatie, prestatieattesten of gelijkwaardigheidsverklaringen
- ✓ het rapporteringblad met meetresultaten, zo nodig aangevuld met stavingsstukken (meetrapporten).

STEL DE EPB-AANGIFTE OP

Ventilatie in de EPB - Vlaams Gewest

Belangrijke bouwwerken aan woningen moeten voldoen aan de eisen van het Energie Prestatie en Binnenklimaat (EPB) besluit, en voor ventilatie behelst dit 2 elementen:

- De aanwezigheid van ventilatievoorzieningen conform bijlage V, zoals toegelicht in de rest van dit document
- Een verrekening van de karakteristieken van de ventilatie-installatie in het E-peil (niet voor bepaalde verbouwingen of uitbreidingen, zie www.energiesparen.be)



Grafiek: simulatie voor 200 woningen

Ventilatie en E-peil

De keuzes die gemaakt worden op vlak van ventilatie hebben meestal ook een invloed op het E-peil. Voor vele parameters bestaat er een 'ontstenteniswaarde' wat een eerder conservatieve waarde is die het rekenprogramma zelf voorstelt, of kan er gekozen worden om een betere prestatie te bewijzen, aan de hand van productgegevens

door de fabrikant aangeleverd of van meetrapporten die de kwaliteit van uitvoering aangeven. De tabel in bijlage geeft een overzicht van de verschillende maatregelen. Voor elke maatregel wordt aangegeven waar deze gegevens moeten worden ingevuld, dat kan zijn:

- Onder de algemene hoofding bouwkundige gegevens
- Met behulp van de m-factor voor kwalitatieve uitvoering onder hoofding: "installaties/ventilatie" en dit per sector (ventilatiezone). De m-factor kan worden berekend met het voorheen al gebruikte rekenblad dat als stavingsstuk kan worden toegevoegd of door gebruik te maken van een gelijkwaardigheidsverklaring.
- Gegevens over ventilatoren worden ingevuld onder hoofding "installaties/hulpenergie" ventilatoren (systemen B,C,D)
- Gegevens over voorverwarming kunnen worden ingevuld onder hoofding: "installaties/ventilatie" en dit per sector. (systeem D)

In de volgende kolommen wordt aangegeven hoe groot het potentieel tot een lager E-peil kan zijn voor de verschillende systemen, een effect dat per project wat kan verschillen.

Zoals ook uit de tabel blijkt wordt aandacht voor kwaliteit van de ventilatie-installatie op diverse wijzen gevaloriseerd, waarbij er veelal een onderscheid wordt gemaakt tussen producten met gunstige eigenschappen enerzijds en meetgegevens uit de praktijk anderzijds. Naast de standaard m-factorberekening kan er ook worden geopteerd voor innovatieve systemen zoals vraagsturing met vocht, aanwezigheids of CO₂-sturing die via een door

Maatregel	Invoer via				effect op energieprestatie			
	algemeen	m-factor	ventilatoren	voorverwarming	Systeem A	Systeem B	Systeem C	Systeem D
Gebouwcompactheid	x				+++	+++	+++	+++
Gebouwluchtdichtheid	x				++++	++++	++++	++++
Zelfregelende RTO		x			++		+	
Zelfregelende RAO								
Luchtdichtheid toevoerluchtkanalen		x				++		+
Luchtdichtheid afvoerluchtkanalen		x			+		++	+
Ventilatoren AC -> DC			x			+	+	++
Ventilatoren werkelijk verbruik			x			++	++	++
Afstelling pulsiononden		x				++		+
Afstelling extractiemonden		x					++	+
WTW								
Balanceren van de debieten								+++
NBN EN 308 rendement				x				++++
Automatische regeling				x				+
Zomer by-pass				x				+

Legende effect op energieprestatie gebaseerd op de VEA voorbeeldwoningen – rijwoning en vrijstaande woning

-: negatief effect

0: geen effect

+: beperkt gunstig effect (0-2 E-peil punten)

++: matig gunstig effect (0-5 E-peil punten)

+++ : groot gunstig effect (5-10 E-peil punten)

++++: zeer groot gunstig effect (10-15 E-peil punten)

de fabrikant voor te leggen gelijkwaardigheidsverklaring (ATG-E) tot een lagere m-factor en een lager E-peil kunnen leiden.

Opstellen van de EPB-aangifte

Voor het opstellen van de aangifte kan handig gebruik worden gemaakt van het rekenblad dat door de installateur ook als rapporteringsblad zal worden gebruikt: hij/zij vermeldt er de gekozen producten op en de resultaten van eventuele voorziene metingen. Het rapporteringsblad wordt aangevuld met:

- Productspecificatiebladen van de gebruikte producten, tenzij deze zijn opgenomen in de erkende productgegevensdatabank (zie www.epbd.be);
- Meetrapporten conform de eisen of referentienormen;
- Verklaringen van gelijkwaardigheid voor innovatieve systemen (ATG-E).

Volgende stappen worden doorlopen:

1. Bibliotheek aanvullen met onderdelen uit het rapporteringsblad:

- ✓ Installatiecomponenten/ warmteterugwinapparaten
- ✓ Ventilatiecomponenten (RTO, DO, RAO)

Zie figuur 1.

2. Bouwkundige gegevens

- ✓ Volumes en warmteverliesoppervlakten
- ✓ Luchtdichtheid van de gebouwschil (in/exfiltratie)

Zie figuur 2.

3. Installaties/ventilatie/ per ventilatiezone:

- ✓ Opgave van het gekozen ventilatiesysteem
- ✓ Invullen van de m-factor voor uitvoeringskwaliteit: dit kan zijn:
 - * 1.5 bij ontstentenis
 - * De waarde tussen 1.0 en 1.5 uit het rekenblad, toe te voegen als stavingsstuk
 - * Een waarde opgegeven door de fabrikant in geval van gelijkwaardigheidsverklaring
- ✓ In geval van systeem D kan er bovendien nog worden aangegeven of er gebruik wordt gemaakt van warmterecuperatie.

Zie figuur 3.

Warmteterugwinning:

- ✓ Voorverwarming van ventilatielucht met warmteterugwinapparaat
- ✓ Voeg een 'plaats' toe waar de toe- en/of afvoer plaats vindt, meestal is dat één plaats voor toevoer en afvoer tesamen

- ✓ Selecteer en vul in voor deze plaats, zowel voor toevoer als voor afvoer

- * Of het toestel voorzien is van een continue meting (zie productgegevens) en het daarbij ingestelde debiet (rapport)
- * Of de meetwaarden van het buitenluchtoevoer-debiet gekend zijn, en zo ja hoeveel ze bedragen (rapport)
- * Eventueel of de lekverliezen van het kanaalnet gekend zijn en het gemeten debiet (rapport)
- * In het andere geval, de som van de geëiste buitenluchtdebieten voor de betrokken plaats (rekenblad)
- * Selecteer het gemonteerde warmteterugwinapparaat uit de bibliotheek
- * Geef het type zomer bypass aan (zie productgegevens)

4. Installaties/hulpenergie ventilatoren (enkel voor mechanische ventilatiesystemen B,C,D)

- ✓ Keuze tussen :
 - * Enkel ventilatie
 - * Ventilatie en verwarming
- ✓ of keuze voor de waarde bij ontstentenis
 - * wisselstroomventilator AC
 - * gelijkstroomventilator DC (EC bedoeld)
- ✓ of keuze voor de detailberekening voor de ventilatoren zal elke ventilator worden gedefinieerd (dus ook die voor recirculatie in geval van systeem D) waarna het vermogen moet worden opgegeven op één van volgende wijzen:
 - * De helft van het nominale vermogen
 - * De helft van het maximale vermogen
 - * Het vermogen in een representatief werkpunt
 - * Zie voorbeeld stap 6

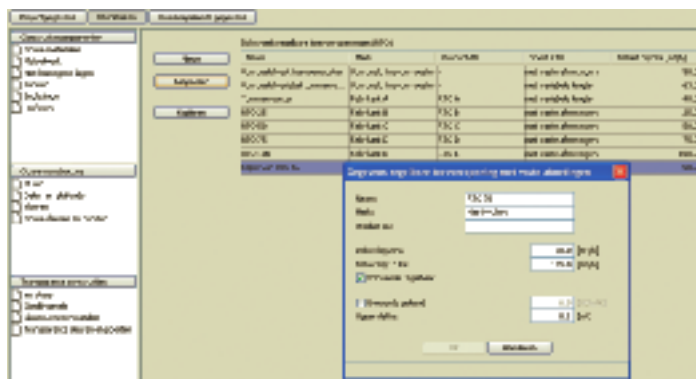
Zie figuur 4.

5. Hygiënische ventilatie/ventilatiezone/per energie-sector

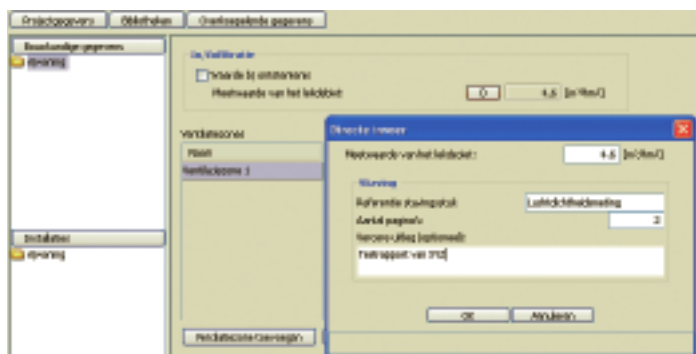
- ✓ Oplijsten van de verschillende ruimten – overname uit het rekenblad
- ✓ Per ruimte waar ventilatie-eisen bestaan moeten componenten of andere gegevens worden ingevuld.
 - * Toevoeropeningen onder de vorm van een toevoer of een doorvoer
 - * Afvoeropeningen onder de vorm van een doorvoer of een afvoer

Er zal hierbij steeds een component uit de bibliotheek worden gekozen of een ontwerpdebiet worden ingevuld.

Figuur 1



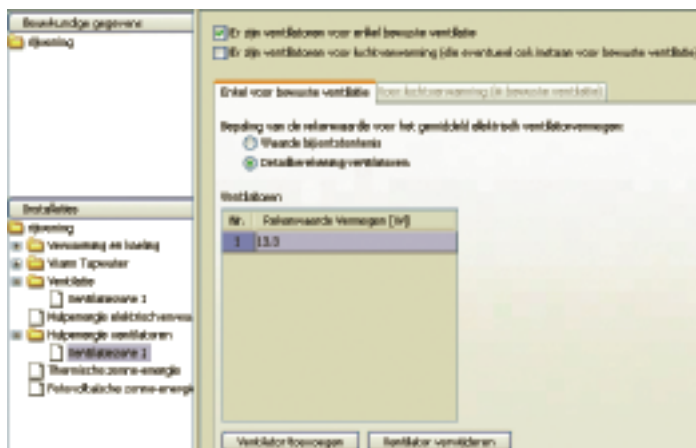
Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4



CORRECT VENTILEREN IN GEBRUIK

Belang van goed gebruik

De goede werking van een ventilatie-installatie is gebonden aan een correct gebruik: dit omvat volgende stappen:

- Juist gebruik van de installatie;
- Regelmatig onderhoud;
- Aandacht voor slechte werking.

Zoals zal blijken verschilt de noodzaak tot ingrepen door de gebruiker en tot onderhoud soms sterk van systeem tot systeem. Ook dit kan mee de keuze voor een basis-systeem bepalen. Kies voor onderhoudsongevoelige systemen indien een goed onderhoud niet kan worden gegarandeerd.

Gebruik van de ventilatievoorziening

Bij de bediening moet een onderscheid gemaakt worden tussen handmatige regeling, wat soms dagelijkse ingrepen vereist en automatische regelingen.

De installateur geeft per systeem weer wat kan geregeld worden. Vanzelfsprekend moet dit overzicht aangepast worden aan de specifieke situatie en gekozen opties. Hierna volgen een aantal toelichtingen.

- Regelbare toevoeropeningen (systeem A en C) kunnen door de gebruiker worden bediend in functie van aanwezigheid en behoefte. Bij niet gebruik van de ruimte worden ze op minimum stand geplaatst, bij gebruik worden ze ruimer geopend. Zogenaamde zelfregelende RTO's sluiten de nood aan manuele regeling niet uit, maar vermijden wel dat steeds moet worden bijgesteld in functie van bijvoorbeeld de wind.
- Regelbare afvoeropeningen (systeem A en B) worden op dezelfde wijze geregeld als RTO's, hou er daarbij echter rekening mee dat door het verminderen van afvoer, ook de toevoer zal verminderen. Het is dus beter zoveel mogelijk op de toevoer te regelen.
- De meeste ventilatoren (systeem C) zijn voorzien van een meerstandenschakelaar, bij voorkeur bereikbaar op een centrale plaats. Meestal staat de ventilator bij aanwezigheid in de woning op middenstand, bij afwezigheid kan worden teruggeschakeld, bij extra vervuiling (veel bezoekers, koken, roken,...) kan dan worden doorgeschakeld naar de maximale stand. Ook hier moet worden opgemerkt dat het verminderen van de afvoer ook de toevoer reduceert en dat de debietsvermindering gelijk verdeeld wordt over de verschillende ruimten. Wil men sterk evacueren in de badkamer, maar niet in andere natte ruimten, dan zal de ventilator toch naar het maximum moeten. Voor de toevoer

daarentegen kan er kamer per kamer geregeld worden; bij een ventilator op laagstand en met alle RTO's dicht behalve in één ruimte zal er daar toch redelijk krachtig geventileerd kunnen worden.

- Bij gebruik van balansventilatie (systeem D) worden beide debieten gelijktijdig teruggeschroefd, differentiatie over verschillende zones is dan moeilijk.
- Bij de gebruikershandleiding is een gebruikerskaart toegevoegd die op een duidelijke wijze aangeeft wat en hoe geregeld kan worden. Hang deze op een goed bereikbare plaats.
- Naast een controle op de goede werking van automatische regelingen, voorzien in het onderhoudsplan, moet regelmatig worden nagegaan of de automatische regeling nog wel aan de behoefte voldoet:
 - Stemmen de ingestelde tijden nog overeen met uw huidig leefpatroon;
 - Is het gebruik van ruimten niet gewijzigd, bijvoorbeeld door het in gebruik nemen van een kinderkamer.

Stel een onderhoudsplan op

Bij de afwerking van een installatie moet er een onderhoudsplan beschikbaar worden gesteld.

Een voorbeeld van onderhoudsplan is opgenomen in het rekenblad. Vanzelfsprekend moet dit overzicht door de installateur aangepast worden aan de specifieke situatie en gekozen opties. Het overzicht is opgedeeld in onderhoudswerkzaamheden die door de gebruiker zelf kunnen (moeten) worden uitgevoerd en deze die moeten worden overgelaten aan de installateur. Er wordt aangegeven hoe regelmatig het onderhoud moet worden doorgevoerd, dit kan wat verschillen naargelang de situatie of het gekozen product. De nood om een filter te vervangen is bijvoorbeeld sterk afhankelijk van de luchtkwaliteit van de aangevoerde lucht, kort na ingebruikname kan een veelvuldige reiniging aangewezen zijn totdat het bouwstof verwijderd is.



Overweeg eventueel het afsluiten van een onderhoudscontract met de installateur, op basis van een nauwkeurige oplijsting van de uit te voeren werkzaamheden. Vraag ook telkens het aftekenen van het onderhoudsplan en eventueel een neerslag van de meetresultaten.

Aandacht voor slechte werking

Los van een in het onderhoudsplan opgenomen controle van de goede werking kan de gebruiker, door aandacht te hebben voor bepaalde verschijnselen, snel problemen waarnemen en tijdig actie nemen voor het oplossen ervan. Volgende waarnemingen kunnen een aanduiding zijn dat de ventilatie-installatie slecht functioneert, zij het dat de oorzaak ook elders kan liggen.

- ✓ Slechte luchtkwaliteit, geurtjes, veelvuldige gezondheidproblemen zoals hoofdpijn, concentratieverlies, luchtwegeninfecties;
- ✓ Wijziging in het geluidsniveau, meestal door een andere toonhoogte of veel meer lawaai. Het volledig wegvallen van geluid kan natuurlijk ook wijzen op een defecte ventilator;
- ✓ Condensatie-, tocht- en vochtproblemen;
- ✓ Zichtbare schade aan ventilatievoorzieningen.

ONDERHOUD	frequentie	A	B	C	D
door de gebruiker					
reinig toevoer- of afvoeropeningen		x	x	x	x
reinig of vervang de filters in de ventilatieunit	1 - 3 m		x		x
controle condensafvoer					x
Reinig of vervang de filters in de dampkap	voorschrift	x	x	x	x
door de installateur					
reiniging warmteterugwinblok	1 - 3 j				x
reiniging ventilatoren	1 - 3 j		x	x	x
inspectie en eventueel reiniging van kanalen	1 - 3 j		x	x	x
controle op de goede werking: zie oplevering	1 - 3 j	x	x	x	x
instellingen en metingen: zie oplevering behalve kanaallekken	3 j	x	x	x	x



Notities

Terminologie

Onderstaande lijst geeft een aantal definities van termen of uitdrukkingen. Definities, reeds toegelicht in Bijlage I, paragraaf 2 van het Besluit van 11 maart 2005 of in NBN D50-001:1991 worden hier niet allemaal herhaald.

AC-ventilator: ventilator met een wisselstroommotor (Alternating Current), die rechtstreeks kan worden aangesloten op het lichtnet

Afvoervoorziening: voorziening voor de afvoer van lucht uit een ruimte, rechtstreeks afgevoerd naar buiten het gebouw (natuurlijk via RAO en kanalen of mechanisch via AO) of doorgesluisd naar een andere ruimte via een doorstroomopening (DO) of recirculatie.

AO: afvoeropening, bij mechanische afvoer.

Bijlage V: bedoeld wordt bijlage V van het Besluit van 11 maart 2005

Bijlage VI: bedoeld wordt bijlage VI van het Besluit van 11 maart 2005

Blower door test: merkbenaming voor een pressurisatiemeting.

Bodem-Lucht warmtewisselaar, ook wel aardwarmtewisselaar, grondbuis of Canadese put genoemd: Voorziening die toelaat warmte (of koude) over te dragen van de bodem op de ventilatietoevoerlucht door middel van een ondergronds ingegraven buis. Als alternatief wordt soms gewerkt met een glycolcircuit in de bodem waarbij een pompje zorgt voor het transport naar een luchtbatteij die het ventilatiedebiet opwarmt (of afkoelt).

Buitenlucht: de het systeem of opening binnentredende lucht die rechtstreeks van buiten afkomstig is, zonder enige behandeling of zonder eerst door andere ruimten te gaan.

Coanda-effect: effect waarbij instromende lucht over enige afstand aan de zoldering blijft 'kleven' zodat deze dieper de ruimte penetreert.

DC-ventilator: ventilator met een gelijkstroommotor (Direct Current), in praktijk is deze benaming voorbehouden voor ventilatoren met een specifieke gelijkstroommotor, namelijk de EC motor

DO: DoorstroomOpening

EC-ventilator: ventilator met een gelijkstroommotor met Elektronische Commutatie. Deze motor kan worden aangesloten op het lichtnet met wisselspanning doordat een regeling deze spanning gelijkricht en de veldwisseling (commutatie) van de motorspoelen via gestuurde elektronica realiseert

EPB: Energie Prestatie en Binnenklimaat regelgeving

EPU: E-peil voor Utiliteit (niet residentiële toepassingen)

EPW: E-peil voor Woningen (residentiële toepassingen)

Intensieve nachtventilatie: ventilatie met als doel te koelen gedurende de periode dat de buitenlucht kouder is dan de binnenlucht. Om enig koeleffect te hebben, moet het luchtdebiet veel groter zijn dan dit van basis comfortventilatie.

Luchtdichte scheiding: een scheiding tussen 2 ruimten die ervoor zorgt dat er zo weinig mogelijk luchtuitwisseling tussen de ruimten plaats vindt, dankzij het vermijden van openingen, kieren en spleten.

Mechanische luchtverplaatsing: luchtverplaatsing die tot stand komt door één of meerdere ventilatoren met motor.

Minimaal geëist ontwerpdebiet: het debiet waarvoor de installatie volgens de regelgeving minimaal moet ontworpen worden. Voor natuurlijke toe-, doorstroom- of afvoervoorzieningen veronderstelt dit het plaatsen van componenten met een minimale capaciteit bij een opgegeven drukverschil, bij mechanische voorzieningen moet de volledige installatie (ventilator, kanalen, toe- en afvoeropeningen, ...) zo ontworpen worden dat het minimaal geëist ontwerpdebiet kan gerealiseerd worden.

Natuurlijke luchtverplaatsing: luchtverplaatsing als gevolg van drukverschillen die op natuurlijke wijze ontstaan, bv. door de wind of door temperatuureffecten

Nominaal

- De term nominaal debiet van een ruimte, zoals gebruikt in NBN D50-001, wordt binnen de energieprestatie-regelgeving bij voorkeur vervangen door minimaal geëist ontwerpdebiet
- Het nominaal debiet van een RTO, DO of RAO is de debietscapaciteit van de opening bij een op te geven drukverschil van 2 of 10 Pa.

- Het nominaal vermogen van een ventilatormotor is gedefinieerd als het maximaal vermogen dat de motor bij continu bedrijf kan opnemen en staat los van het vermogen dat de motor opneemt wanneer hij in een bepaalde toepassing een bepaald debiet levert.
- De nominale stand van een ventilator is de stand die verondersteld wordt het ontwerpdebiet te realiseren. Tenzij anders aangegeven op de standenschakelaar is de maximale stand de nominale stand.

Pressurisatiemeting: een luchtdichtheidsmeting van de woning door gebruik van overdruk of onderdruk, opgewekt door een ventilator. De uitkomst van de proef is een lekdebiet over de gebouwschil, bij een opgegeven drukverschil.

RAO: Regelbare AfvoerOpening

RTO: Regelbare ToevoerOpening

TO: Toevoeropening, bij mechanische toevoer

Toevoervoorziening: voorziening voor de toevoer van lucht in een ruimte, rechtstreeks afkomstig van buiten het gebouw (natuurlijk via RTO of mechanisch via TO) of afkomstig van een andere ruimte via een doorstroomopening (DO) of recirculatie.

Ventilatie: handelingen met betrekking tot luchtverversing zoals beschreven in de norm

Ventilatiesysteem A: natuurlijke toevoer, doorstroom, natuurlijke afvoer

Ventilatiesysteem B: mechanische toevoer, doorstroom, vrije afvoer

Ventilatiesysteem C: vrije toevoer, doorstroom, mechanische afvoer

Ventilatiesysteem D: mechanische toevoer, doorstroom, mechanische afvoer

Ventilator: mechanisch toestel voor het creëren van een luchtverplaatsing of een drukverschil. Er bestaan allerlei soorten ventilatoren: centrifugaal, axiaal,... Veelal wordt er onder deze algemene term de combinatie verstaan van een ventilator, een motor voor de aandrijving ervan, een overbrenging tussen motor en ventilator en de eventueel ingebouwde regelapparatuur

Verluchting: af te raden term, meer voor occasionele handelingen of voorzieningen (verluchten met ramen,...). Verwarring is bovendien mogelijk met een kruipruimte, die ook wel eens verluchting wordt genoemd.

Warmtepompboiler: Warmtepomp die water in een boiler op temperatuur brengt voor gebruik in sanitaire toepassingen. Als warmtebron kan gebruik worden gemaakt van nog warme ventilatieafvoerlucht, maar ook van buitenlucht, grondwater of bodemwarmte

Warmteterugwinapparaat: Voorziening die toelaat warmte (of koude) over te dragen van een luchtstroom op een andere door middel van een warmtewisselaar. Deze warmtewisselaar kan een platen- of buizenwarmtewisselaar zijn, een glycolcircuit, een heat pipe, een warmtewiel of een statische regenerator. In zijn eenvoudigste vorm is er, buiten een klein pompje of een motor voor de bediening van het warmtewiel of klep, geen energie vereist voor de overdracht van warmte. Daarom wordt een warmtepomp niet als "warmtewisselaar" beschouwd. In veel gevallen bevat het warmteterugwinapparaat ook andere onderdelen van de ventilatie-installatie zoals ventilatoren, filter, regeling,...

Worp: patroon van instromen van lucht doorheen een opening, bijvoorbeeld van een mechanische toevoeropening.

Zomer bypass: systeem om bij een warmteterugwinapparaat de toevoer- of afvoer volledig of gedeeltelijk langs heen (en dus niet doorheen) de warmtewisselaar te laten stromen zodat de warmteoverdracht volledig of gedeeltelijk gestopt wordt. Vooral toegepast tijdens seizoenen waarin warmterecuperatie ongewenst is door het risico op oververhitting.

Referenties en informatiebronnen

- Ontwerpen van sanitaire installaties, mechanische ventilatiesystemen en dakbedekkingconstructies, Intechium-NI, 1995
- Kwaliteitseisen gebalanceerde ventilatie, ISSO publicatie 62-NI, juni 2003
- Kwaliteitseisen ventilatiesystemen woningen, ISSO publicatie 61-NI, september 2000
- Leidingnetberekening, ISSO publicatie 18-NI, september 1987
- Source book for efficient air duct systems in Europe, Airways, 2002
- Eindwerk gebalanceerde woningventilatie met warmterugwinning, DNI-Koen Merki, 2004
- Eindwerk ontwerpberekening van een gebalanceerd ventilatiesysteem voor een éénsgewoonwoning en een leslokaal, DNI- Wim Van Den Mosselaer, 2003
- La ventilation et l'énergie, Jean-Marie Hauglustaine & Francy Simon, maart 2001
- A guide to energy efficient ventilation, AIVC, 1996
- Werktuigbouwkundige installaties deel 2, Reed business information, 2004
- Verwarmen en koelen met warmteuitwisseling bodem, verwarming en ventilatie plus-NI, 2006
- Energiezuinig ventileren in de praktijk, verwarming en ventilatie plus-NI, 2004
- Ventilatie en de relatie met comfort en EPC, verwarming en ventilatie plus-NI, 2006
- Klimaatinstallaties van klasse A, B en C niveau, Verwarming en ventilatie plus-NI, 2004
- Aandachtspunten voor oververhitting in woningen, Verwarming en ventilatie-NI, 1998
- E-gids kantoren – programma van eisen WTCB - 2001
- NBN EN 13829:2001 Luchtdichtheidsmeting van gebouwen
- WTCB-Dossier Nr 1-2007 Katern nr 6 Toelichtingen NBN EN 13829
- Ir. Christophe Delmotte – ontwerp voorbeeldwoning
- NBN D 50-001:1991 verluchting van gebouwen
- Technische voorlichting 203: Ventilatie van woningen – uitvoering en prestaties van ventilatiesystemen – maart 1997 – WTCB
- SENVIWV : Studie van de energieaspecten van nieuwbouwwoningen in Vlaanderen: isolatie, ventilatie, verwarming – verslag 13 maart 1998 – Vliet project 930.256/ WTCB – Wenk
- Technische voorlichting 186: dampkappen en keukenventilatie – WTCB - 1993
- Technische voorlichting 192: ventilatie van woningen, deel 1 – WTCB - 1994
- Technische voorlichting 203: ventilatie van woningen, deel 2 – WTCB - 1997
- Digest ventilatie 5, 6, 7, WTCB
- Binnenmilieu en gezondheid op school – MMK - 2005
- Ventileren : comfort winnen en energie besparen - ODE folder - 2005
- La Ventilation de logements – RW – 1998

- Moderne kantoren: meer comfort met minder energie – 2004
- Gebalanceerde en stuurbare ventilatie voor een gezond binnenklimaat in woningen, appartementen en scholen met een zo laag mogelijk energieverbruik – DNI - Eindrapport HoBu
- Ontwerp en uitvoering van energiezuinige ventilatie – DNI - Studiedag 9 september 2004
- Pour une amélioration de la performance énergétique des logements neufs – RW – 2004
- La ventilation naturelle des habitations – FVB/FFC – 2002
- La ventilation mécanique des habitations – FVB/FFC – 2004
- La ventilation et l'énergie – RW
- Les enjeux énergétique de la ventilation – séminaire 29 septembre 2006
- EPB module 2: ventilatie – presentaties EPB opleidingen 2005
- ATIC-voordrachten
- Technologiewijzers Passief Huis Platform – 2005
- Lastenboek Vlaamse Maatschappij voor Sociaal Wonen (VMSW)
- Energiesanierung der Monoblocke von RLT-Anlagen – Energho – 2000
- Bediening van uw warmterugwinapparaat – stichting HR Ventilatie – NI

Nuttige sites

www.aivc.org
www.energiesparen.be/energieprestatie, zie ook FAQ-ventilatie
www.epbd.be
www.passiefhuisplatform.be
www.ventibel.be
www.wtcb.be

Foto's en illustraties

Wij danken de meewerkende bedrijven en organisaties voor het beschikbaar stellen van foto's en illustraties.

Disclaimer

Deze ventilatiegids en bijhorende hulpmiddelen werd naar best vermogen opgesteld ten einde de gebruiker te helpen comfortabele en energiezuinige ventilatie-installaties te realiseren. De opstellers wijzen echter elke verantwoordelijkheid af ten aanzien van problemen of klachten die zouden kunnen ontstaan bij het toepassen van de erin vermelde informatie.

Samenstelling

Paul Van den Bossche, ing - lic (WTCB)
Sabrina Prieus, ir-arch & stedenbouwkundige (WTCB)
Pieter Cootjans, ing (De Nayer Instituut)

Verantwoordelijke uitgever

Willy Van Passel (De Nayer Instituut)

Deze uitgave kan besteld worden op www.ideg.info

Lay-out en druk

Schaubroeck - Nazareth

Met de steun van het Instituut voor de aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie Vlaanderen (IWT)



TETRA-fonds

Het TETRA-fonds ondersteunt hogescholen en universiteiten in Vlaanderen, die een technologisch probleem kunnen oplossen dat bedrijven en andere organisaties interesseert.

De resultaten worden benut bij bedrijven, organisaties en het eigen onderwijs. Aan elk project is een gebruikerscommissie verbonden met geïnteresseerde partners. Meestal zijn er ook één of meerdere wetenschappelijke peters die advies verlenen (andere hogescholen, universitaire labo's of hightech ondernemingen).

IWT-TETRA-valorisatietraject Ventilatiegids

Dit TETRA-valorisatietraject heeft tot doel om de opgedane kennis uit het voorbije IWT-HOBU project met betrekking tot energiezuinige ventilatiesystemen specifiek te vertalen naar de doelgroep die betrokken is bij de bouw en het onderhouden van nieuwe en bestaande ventilatiesystemen voor woningen en schoolgebouwen. Er is immers nood aan praktische informatie om ventilatiesystemen succesvol toe te passen voor zowel privé woningen als grotere projecten. Het tonen van goede voorbeelden kan daarbij inspirerend werken.

Concreet resulteert dit project in 2 referentiewerken over hygiënische ventilatie:

- een praktijkgids voor comfortabele en energiezuinige ventilatie in woningen, bestemd voor de architect maar ook bruikbaar voor de installateur en geïnteresseerde bouwheer. Deze brochure is opgebouwd als stappenplan, ondersteund met rekenbladen voor de verschillende ventilatiesystemen, afpunlijsten voor oplevering en onderhoud en hulpmiddelen voor het EPB verslag.
- een Code van Goede Praktijk voor ventilatie-installaties in utiliteitsgebouwen, vooral gericht op scholen (nieuwbouw en renovatie). Hierbij wordt een vergelijking gemaakt tussen de verschillende oplossingen, elk met hun met sterkten en beperkingen

Deze brochure werd samengesteld door de hogeschool voor Wetenschap en Kunst – campus De Nayer, onderzoeksgroep Duurzame energie en het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf – afdeling Energie en Klimaat. Het werd mogelijk dank zij de financiële ondersteuning van het IWT-TETRA fonds. Diverse bedrijven leverden een bijdrage onder de vorm van financiële ondersteuning, interessante documentatie, voorbeelden en via de leescommissie.

© 2007

De Nayer Instituut/ Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

